CONCESIÓN
TÚNEL ABURRÁ - ORIENTE s.a.

DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

CONEXIÓN VIAL ABURRÁ ORIENTE

AJUSTE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

INFORME FINAL

Tomo 1 de 3

JULIO, 2009

INTEGRAL
INGENIEROS CONSULTORES

FB 01 25 - CONTROL DE ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN, APROBACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE INFORMES

Nombre del documento:	Ajuste al Estudio de Impacto Ambiental del Túnel de Oriente		
Código del documento:	2028		
Versión:	**01**	**Fecha de la versión:**	Agosto 24 de 2009

ELABORACIÓN, REVISIÓN, VERIFICACIÓN Y APROBACIÓN			
Actividad	**Fecha**	**Nombre del ejecutor**	**Firma**
Elaboración	24/08/09	Sandra Cristina Meneses Carvajal	Sandra M.
Revisión	25/08/09	Oscar Alonso Vargas Ocampo	Oscar A Vargas O
Verificación	25/08/09	Oscar Alonso Vargas Ocampo	Oscar A Vargas O
Aprobación	25/08/09	Oscar Alonso Vargas Ocampo	Oscar A Vargas O

DISTRIBUCIÓN		
Persona a quien se envía	**Cargo**	**Organización**
Jaime Ramírez Ossa	Gerente	Concesión Túnel Aburrá-Oriente

CONTROL DE VERSIONES		
Versión	**Fecha**	**Naturaleza del cambio realizado con respecto a la versión anterior**
1	25/08/09	Revisión y ajustes realizados por el cliente
2		
3		
4		

Capitulo 1. Generalidades

TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES 1.1
1.1 INTRODUCCIÓN 1.1
1.2 OBJETIVO 1.1
1.3 ANTECEDENTES 1.1
1.3.1 Alternativas 1.2
1.3.2 Antecedentes del estudio de impacto ambiental 1.4
1.4 ALCANCE 1.5
1.5 LIMITANTES DE INFORMACIÓN 1.6
1.6 METODOLOGÍA 1.6
1.6.1 Componente físico 1.6
1.6.1.1 Geología, estructuras y geomorfología 1.6
1.6.1.2 Suelos 1.9
1.6.1.3 Calidad del Agua 1.10
1.6.1.4 Hidrogeología 1.17
1.6.1.5 Estudios Geotécnicos 1.18
1.6.1.6 Atmósfera 1.18
1.6.1.7 Paisaje 1.19
1.6.2 Componente Biótico 1.21
1.6.2.1 Ecosistemas terrestres 1.21

1.6.2.2 Fauna Terrestre 1.25
1.6.2.3 Ecosistemas acuáticos 1.25
1.6.3 Componente Social 1.27
1.6.4 Participantes en el estudio de impacto ambiental 1.30
1.7 MARCO NORMATIVO 1.30
1.8 CONTENIDO DEL ESTUDIO 1.42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 Estudios técnicos desarrollados 1.4
Tabla 1.2. Fotografías aéreas 1.7
Tabla 1.3 Listado de exploraciones del subsuelo 1.8
Tabla 1.4 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados 1.11
Tabla 1.5 Factores de ponderación NSF 1.12
Tabla 1.6 Clasificación de calidad del agua en función del índice NSF 1.15
Tabla 1.7 Índices de Calidad Ambiental para cada parámetro 1.17
Tabla 1.8 Ponderación de Parámetros del ICA Objetivo (ICAobj) 1.17
Tabla 1.9 Rangos para el valor (ICAobjetivo) 1.17
Tabla 1.10 Porcentaje de conectividad 1.20
Tabla 1.11 Grupo de profesionales. 1.30

LISTA DE ANEXOS

Anexo_1.1_metodología2000

Anexo_1.2_revisión información de entrada

Anexo_1.3_estudio hidrogeológico

Anexo_1.4_Registro fotográfico

Anexo_1.5_ficha socio económica

Anexo_1.6_ ficha económica

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de integración del Área Metropolitana del Valle de Aburrá con las regiones aledañas es un aspecto que cada día cobra mayor importancia, debido a que constituye el fortalecimiento del desarrollo de la región en cuanto a facilidad de comunicación y transporte, es decir, en el intercambio de los servicios y bienes que se ofrece y demanda al interior del Departamento de Antioquia y a nivel nacional.

Una característica que es evidente a la hora de definir las relaciones del Área Metropolitana del Valle de Aburrá con los municipios vecinos, lo constituye la topografía predominantemente montañosa y el fuerte relieve, lo que en muchos casos ha limitado el desarrollo y la integración del territorio. Para el caso de las relaciones que se establecen con el sector Oriental del Departamento, éstas se enmarcan dentro del contexto de fuertes lazos sociales, económicos, productivos y culturales que es de esperar aumenten como proceso natural entre dos núcleos importantes de población y producción, más aún teniendo en cuenta que entre el Área Metropolitana del Valle de Aburra y el Valle de San Nicolás (Sector Oriental) se articulan un total de dieciocho (18) municipios.

Ante este panorama la construcción del Túnel de Oriente se convierte en uno de los elementos definitivos para alcanzar el desarrollo y la integración regional, siendo importante por lo tanto, la valoración de los componentes que en los medios natural y antrópico intervienen en la zona de ubicación del proyecto y su área de influencia, con el fin de conocer sus condiciones actuales permitiendo proyectar escenarios futuros, que apunten al diseño y aplicación de medidas oportunas para la minimización de los impactos que pueden ser generados, ante la nueva obra de infraestructura propuesta.

1.2 OBJETIVO

Ajustar el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Túnel de Oriente realizado en el año 2000, incluyendo el análisis de las nuevas variables ambientales derivadas del mejoramiento a los diseños.

1.3 ANTECEDENTES

Durante diferentes administraciones departamentales se han explorado alternativas que buscan garantizar la conexión y mejorar la movilidad entre los Valles de Aburrá y San Nicolás en el oriente antioqueño, de tal forma que mediante el soporte de documentos técnicos se han establecido opciones que detallan a diferentes niveles, las posibilidades desde el punto de vista técnico y económico.

Es así como en el año de 1966, el Instituto para el Desarrollo de Antioquia IDEA solicita a la firma Integral S.A. la elaboración del estudio de pre – viabilidad del túnel Medellín –

Rionegro para el tráfico de vehículos, desarrollándose una serie de estudios, que más adelante se relacionan; para el año de 1997 el Departamento de Antioquia, mediante Resolución N° 0923, de Julio 17, abrió la Licitación Pública N° 11-97, con el objeto de recibir propuestas para contratar por el sistema de concesión, la Conexión Vial entre los Valles del Aburrá y San Nicolás, en el oriente antioqueño. El proyecto a desarrollar comprende la construcción de un túnel vehicular, una red de vías en el altiplano de oriente y trabajos de rehabilitación de vías existentes, los estudios y diseños correspondientes, la financiación, construcción, puesta en funcionamiento, operación, mantenimiento y demás trabajos y servicios asociados, cuyas actividades se desarrollarían en tres fases.

El 20 de diciembre de 1997, el departamento de Antioquia firmó con la Sociedad Concesión Túnel Aburra - Oriente S.A., constituida por 63 firmas constructoras antioqueñas, el Contrato N° 97-CO-20-1811, para el desarrollo de todos los trabajos correspondientes a la CONEXIÓN VIAL ABURRÁ - ORIENTE.

En desarrollo de la Fase I del contrato y de conformidad con lo señalado en el Otrosí al mismo, suscrito entre las partes el 19 de mayo de 1999, la SOCIEDAD CONCESIONARIA encomendó a Integral S.A., mediante contrato de julio 7 de 1999 la realización de los estudios y diseños que conforman la ingeniería de la Fase I del proyecto según lo definido en el citado Otrosí, siendo éstos presentados tal y como se estipulaba.

Luego de un periodo de tiempo considerable, en el año 2008, la Administración Departamental retoma la posibilidad de construir la conexión vial y encarga a la firma Integral la complementación de los estudios y diseños del proyecto del Túnel de Oriente a nivel de estudios detallados para licitación, realizando ajustes y mejoramiento al trazado desarrollado en el año 2000, de tal forma que se actualicen los estudios anteriores y se analice, identifique, formule y evalúe desde los puntos de vista técnico y económico el nuevo trazado de la comunicación de los valles de Aburrá y San Nicolás.

Cada uno de los estudios contemplados y las alternativas definidas en su momento han arrojado criterios de viabilidad, así desde que se contempló el proyecto originalmente, se han explorado diferentes alternativas en busca de la integración de los Valles de Aburrá y San Nicolás, éstas mismas alternativas se han soportado mediante estudios y documentos técnicos que datan desde 1966, a continuación se relacionan y se describe brevemente el contenido de cada alternativa y los estudios con fecha de realización[1].

1.3.1 Alternativas

- 1966, Túnel Medellín – Rionegro para tráfico de vehículos, estudio de pre – viabilidad. "Con base en los estudios topográficos, geológicos, geográficos, etc., se preparan unas alternativas para comunicar los dos valles por medio de un túnel

[1] Fuente: Biblioteca Integral S.A.

cuya longitud podría variar entre 5.800 y 8.000 m, según sea su alternativa y localización. En general todas las alternativas tienen en común una misma zona para el portal en el Valle de Medellín y una de dos zonas para el portal oriental del mismo, la primera de ellas en las inmediaciones de Sajonia (alternativas 2, 3, 4) y la segunda en las vecindades del Valle de la Quebrada La Honda (Alternativas 1, 1A, 1B)[2].

- 1983, Conexión vial con túnel por Santa Elena. Posibilidad que ofrecía las siguientes características: partiendo de Kevins, con una nueva vía de 6.2 Km construida sobre la margen izquierda alta de la cuenca de la Quebrada Santa Elena, hacia el sitio denominado San Jorge, donde comienza un túnel de 8.2 Km. que desemboca en Sajonía, para dirigirse al Aeropuerto y al centro de la subregión a través de las vías complementarias construidas con el Aeropuerto José María Córdoba.

- 1985, Estudios de comunicación Medellín – Aeropuerto José María Córdoba. Vía de conexión Medellín Aeropuerto José María Córdoba, integrando el Aeropuerto Enrique Olaya Herrera y la Glorieta San Diego, por medio de un túnel por el Corregimiento de Santa Elena.

- 1997, Túnel de Las Palmas. Su acceso parte de la intersección proyectada ente la calle 12 sur con la Avenida Circunvalar, desde donde se desprende una nueva vía de 2.7 Km que asciende hasta los 1980 msnm, donde comienza un túnel de 7.6 Km que desemboca sobre el inicio del embalse de la Fe a 2162 msnm3.

- 2000, Esta alternativa plantea el inicio del proyecto cerca al restaurante Asia, sobre la variante de Las Palmas, y termina en el Km 36+900 de la autopista Medellín - Bogotá, en inmediaciones a la fábrica de Sika, en cercanías del cruce con la Quebrada La Enea, pasando por la glorieta del aeropuerto José María Córdoba y por su cabecera norte.

- 2000, Variante acceso occidental. Se contempla la posibilidad de una alternativa para el acceso por el costado occidental, con las siguientes características: los primeros 270 m de la variante lo constituye un túnel que se denominará "Los Rosales", que se inicia en inmediaciones del Country Club, con salida al norte debajo de la vía existente de Loreto para elevarse luego en un viaducto de 205 m de longitud y tomar la ladera al oriente del tanque de la Asomadera.

- 2007, Túnel de transporte masivo. Por solicitud de la Administración Departamental se estudiaron alternativas para la solución a la comunicación de los Valles de Aburrá y San Nicolás, con la construcción de un sistema de transporte masivo a manera de

[2] Integral S.A., Túnel Medellín – Rionegro para el tráfico de vehículos, estudio de pre – viabilidad, 1966, Medellín.
[3] Integral S.A., Concesión Túnel Aburrá – Oriente S.A., Comunicación vial Valle de Aburra – Valle de San Nicolás, Análisis de alternativas para su ubicación. Medellín, Marzo de 1998.

continuación del Metro que opera en la Ciudad de Medellín, este estudio arrojó las siguientes conclusiones:

- Existen las tecnologías apropiadas para vencer la pendiente entre la estación San Antonio y el portal occidental del túnel.
- Existen por lo menos tres corredores para ser utilizados por este tipo de transporte.

Los documentos técnicos producto del desarrollo de los estudios anteriormente citados, se muestra en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Estudios técnicos desarrollados

Autor	Año de estudio	Título
Integral S.A.	1966	Túnel Medellín – Rionegro para el tráfico de vehículos, estudio de pre - viabilidad
Electrowatt – Ingenieros Consultores S.A., Grupo UR Medellín, Consultoría Colombiana Ltda.	1985	Estudios de comunicación Medellín – Aeropuerto José María Córdoba
Integral S.A.	1997	Proyecto de Conexión Vial Aburrá - Oriente: informe sobre los estudios básicos
Integral S.A.	1998	Comunicación vial Valle de Aburrá – Valle de San Nicolás. Análisis de alternativas para su ubicación
Integral S.A.	1999	Red de control geodésico. Registro fotográfico
Integral S.A.	1999	Portal del túnel de construcción. Registro fotográfico
Integral S.A.	1999	Rehabilitación de la vía Medellín – Santa Elena. Plan de Manejo Ambiental.
Integral S.A.	1999	Conteos de tránsito, vías de Santa Elena y variante Palmas
Integral S.A.	2000	Estudio de impacto ambiental, informe final
Integral S.A.	2000	Investigaciones geotécnicas, informe final
Integral S.A.	2000	Información Geológica y geotécnica
Integral S.A.	2000	Variante Palmas – Aeropuerto. Informe geotécnico
Integral S.A.	2000	Conexión Vial Aburrá - Oriente: diseño básico planos
Fabián Hoyos	2000	Estudio Hidrogeológico
Integral S.A.	2000	Prospección arqueológica, Conexión Vial Aburrá Oriente
Integral S.A.	2001	Cadenas topográficas, Variante acceso occidental
Integral S.A.	2001	Investigaciones geotécnicas, variante acceso occidental

Fuente: Elaboración propia con información de Integral. 2009

1.3.2 Antecedentes del estudio de impacto ambiental

El proceso de Licenciamiento de la Conexión Vial Aburra - Oriente se inicia el 4 de junio de 1996, cuando el entonces Gobernador del Departamento de Antioquia, Álvaro Uribe Vélez, solicita al Ministerio del Medio Ambiente obviar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas y expedir los Términos de Referencia para el Estudio de Impacto

Ambiental de un proyecto para conectar a los valles del Aburrá y San Nicolás por el sector de Envigado y la represa de La Fe, en el Municipio del Retiro, dado las ventajas que para la época representaba esta opción.

El Ministerio del Medio Ambiente, mediante Resolución Número 1184 del 1 de noviembre de 1996, designa a la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare -CORNARE, como entidad ambiental competente para conceder la Licencia Ambiental al proyecto.

CORNARE, mediante el comunicado 01356 del 2 de julio de 1997, entrega los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto "Túnel y vías rápidas entre los valles de San Nicolás y del Aburra". Para julio de 1998 se suspenden los estudios, para evaluar otros posibles corredores, cuyos resultados se tuvieron en el primer semestre de 1999, donde se definió que el proyecto se haría por el sector de la vía Santa Elena, reiniciándose los Estudios Ambientales en junio de 1999, con los términos emitidos por CORNARE anteriormente.

Dado que el corredor del proyecto se modificó, la gobernación de Antioquia, mediante comunicado 100489 del 18 de agosto de 1999, solicita al Ministerio del Medio Ambiente definir la autoridad ambiental para este nuevo alineamiento. El Ministerio, mediante comunicado 118043 del 24 de septiembre de 1999, ratificó a CORNARE como encargada del proceso de Licenciamiento.

En este contexto es presentado el Estudio de impacto ambiental y el correspondiente Plan de Manejo en el año 2000 a la Corporación Autónoma Regional Rionegro – Nare CORNARE, siendo otorgada al Departamento de Antioquia la licencia ambiental para la ejecución del proyecto denominado "Conexión Vial Aburrá - Oriente", mediante Resolución 1764 del 04 de julio de 2002.

Para el año 2008, ante la solicitud de la Gobernación de Antioquia, la firma INTEGRAL procede a adelantar los estudios necesarios para el ajuste del Estudio de Impacto Ambiental del año 2000, teniendo los estudios del área técnica y las modificaciones al diseño definidas en el presente año.

1.4 ALCANCE

El ajuste del Estudio de Impacto Ambiental, parte del conocimiento de la licencia ambiental del proyecto y la normatividad ambiental vigente aplicable, con la correspondiente revisión de las variables ambientales y el levantamiento de la información primaria en las nuevas zonas incluidas. Como resultado de este análisis se actualizan cada uno de los capítulos contenidos en el Estudio, incluyendo las medidas de manejo necesarias para dar el tratamiento adecuado a los impactos identificados.

Se tuvo en cuenta el nuevo alineamiento del proyecto consistente la realización de los diseños del nuevo intercambio vial en el Seminario, que incluye un túnel de 813 m (Túnel Seminario), los túneles vehiculares entre los valles de Aburrá y San Nicolás (Túneles de Santa Elena), así como el diseño de la vía de acceso al Portal Occidental,

la vía desde el Portal Oriental hasta la Glorieta de Sajonia y el intercambio vial de Sajonia.

1.5 LIMITANTES DE INFORMACIÓN

Es importante tener en cuenta algunos limitantes que se presentaron a la hora de consultar y encontrar información secundaria, debido a la ausencia total de datos o su estado de desactualización, que sobre la zona de interés se identificó en las diferentes instituciones consultadas, tal es el caso presentado en la caracterización de la calidad y usos del agua, en el que las autoridades e instituciones ambientales consultadas informaron que en la zona de interés los cuerpos de agua no cuentan con procesos documentados de investigación, diagnóstico y por lo tanto tampoco cuentan con un proceso de ordenación.

Caso similar ocurrió a la hora de consultar fuentes secundarias para la caracterización del paisaje de la zona de interés, proceso que evidenció muy poca información al respecto, pocos estudios y en general desactualizados.

1.6 METODOLOGÍA

Partiendo de la revisión del Estudio de Impacto Ambiental realizado en el año 2000 y su metodología de elaboración (Anexo_1.1_metodología2000), se determinó la consulta de fuentes secundarias de información, como base para la actualización de la información al año 2009, en lo referente a los tramos que no sufrieron modificaciones en el diseño (Anexo_1.2_revisión de información de entrada), definiendo igualmente, el levantamiento de información primaria en la zona identificada por el presente estudio como objeto de ajuste, es decir sector 1: Baltimore.

De acuerdo con la compatibilidad en el tratamiento de la información, cada disciplina definió sus requerimientos metodológicos particulares en el levantamiento de la información primaria y secundaria, por lo que a continuación se describe detalladamente el proceso metodológico desarrollado para la caracterización de cada componente.

1.6.1 Componente físico

1.6.1.1 Geología, estructuras y geomorfología

Esta metodología tiene como finalidad conocer las condiciones geológicas, estructurales y geomorfológicas de los terrenos donde se proyecta desarrollar el Túnel de Oriente. A continuación se definen cada una de las etapas y actividades ejecutadas para el presente estudio.

- **Recopilación de información:** está basada en la recopilación de la información de tipo geológica, geomorfológica, tectónica y de hidrogeología disponible para todo el trazado, la cual incluye como base, los estudios anteriores realizados para este mismo proyecto por la Compañía Colombiana de Consultoría (1984) e

Integral S.A (2000). Además de los estudio de la Microzonificación Sísmica tanto del municipio de Medellín (1996) como del Valle de Aburrá y el Área Metropolitana (2002 y 2008 respectivamente) llevado a cabo por el Grupo de Sismología de Medellín. También se revisó la plancha geológica 147 (escala 1:100 000) de Medellín Oriental, (Ingeominas, 2005) y estudios específicos, tesis de grado y artículos científicos relacionados con las unidades litológicas aflorantes, además de las exploraciones del subsuelo ejecutadas para este estudio y las realizadas por Solingral S.A. durante más de 50 años.

- **Fotointerpretación:** consiste en la observación tridimensional del terreno, aprovechando la característica de estereoscopía que presentan las fotografías aéreas tomadas secuencialmente sobre el terreno. Con las fotos aéreas se localizan y caracterizan los diferentes contactos de las unidades litodémicas de la zona de interés, además que se refinan las unidades más recientes o depósitos. También se identifican los principales rasgos geomorfológicos, tectónicos y geológicos de la zona, se realiza un análisis multitemporal que incluye fotografías de varias épocas para comprender mejor el comportamiento de los terrenos a través del tiempo (ver Tabla 1.2).

Tabla 1.2. Fotografías aéreas

Zona	Vuelo	Fotos	Escala	Año
Medellín, Santa Elena, Llano Grande, cerro Pan de Azúcar	R449A	436 a 458	1:40 000	1958
Barrio París, Florencia, Piedras Blancas, El Carmen de Viboral	R446A	065 - 084	1:40 000	1958
Medellín Oriental, El Carmen de Viboral	Faja 6	066 - 081	1:25 000	1985
El Retiro, Copacabana	M-547 / S394		1:25 000	1985
Seminario – Hotel Intercontinental	R - 895	054 - 085	1:6 200	1983
Santa Elena – Las Palmas	R - 898	212 - 239	1:5 600	1983
Medellín Oriental	M 153	3567 - 3568	1:30 000	1957
San Diego – Las Palmas - Seminario	R 903	058- 062	1:6 500	1987
Seminario	R - 895	055 - 059	1:6 200	1983

Fuente: Elaboración propia. Integral. 2009

- **Reconocimientos detallados de campo:** estos reconocimientos se realizaron a lo largo de los corredores propuestos, tanto para las vías de acceso como para los túneles y fueron realizados por las carreteras, caminos y cauces existentes, con el objeto de verificar y ajustar la información obtenida en la actividad de fotointerpretación. Con estos reconocimientos se analizaron las características de los macizos rocosos y terrenos en general, determinándose su constitución litológica, competencia, grado de meteorización y suelos residuales asociados, así como la clase, característica, frecuencia y disposición de las estructuras dominantes y levantamiento de discontinuidades. Se procedió a la identificación y evaluación de formas y procesos erosivos y/o de inestabilidad general que de alguna manera pudiesen incidir en la estabilidad del corredor vial, así como la presencia de aguas, manantiales, zonas de empozamientos, etc. como parte del inventario del estudio hidrogeológico (Ver Anexo_1.3_estudio hidrogeológico).

- **Exploraciones del subsuelo:** el proceso investigativo de campo para el proyecto vial, con el que se pretende conocer las características del subsuelo y determinar las condiciones físicomecánicas del mismo, comprendió la ejecución de perforaciones profundas y penetraciones estándar discriminadas como: Túnel Seminario (TB), Vía Occidental (VW), Túnel de Santa Elena (TS), Vía Oriental (VE), así como perforaciones con objetivo hidrogeológico (PH). En la Tabla 1.3, se discriminan las perforaciones y la profundidad alcanzada por cada una de ellas.

  En estos sondeos se recuperaron muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby) y remoldeadas en bolsa o con el muestreador de cuchara partida (split spoon) empleado en el ensayo de penetración estándar (SPT) y sobre ellas se realizaron ensayos de laboratorio como clasificaciones, cargas puntuales, compresiones simples, humedades entre otros. Adicionalmente, en campo fueron realizados ensayos de permeabilidad de tipo Lugeon y Lefranc que serán descritos con más detalle en el Estudio de Hidrogeología. Se ejecutó también una campaña de exploración indirecta con ensayos de refracción sísmica y de geoeléctrica para conocer los perfiles estratigráficos, la posición del nivel freático y algunas propiedades físicas de los materiales. En la Tabla 1.3., se presenta la nomenclatura de las exploraciones realizadas con la respectiva profundidad alcanzada.

Tabla 1.3 Listado de exploraciones del subsuelo

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
Túnel Seminario	
AO-TB-P-01	30,05
AO-TB-P-03	50,20
AO-TB-P-05	130,00
AO-TB-P-06	50,10
AO-TB-P-07	30,10
Túnel Santa Elena	
AO-TS-P-01	150,30
AO-TS-P-02	150.00
AO-TS-P-03	151,00
Hidrogeología	
AO-H-P-01	30,10
AO-H-P-02	30,45
AO-H-P-03	30,30
AO-H-P-04	30,05
Vías de Acceso	
AO-VW-SPT-1A (km 6+490)	2,45
AO-VW-SPT-1B (km 6+490)	2,10
AO-VW-SPT-2 (km 7+690)	10,45
AO-VW-SPT-3 (km 7+790)	10,70
AO-VW-P-01 (km 8+100)	20,00
AO-VW-P-02 (km 8+345)	20,10
AO-VW-P-03 (km 8+420)	30,00

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
AO-VW-SPT-4 (km 8+760)	10,20
AO-VE-SPT-5 (km 18+620)	7,85
AO-VE-SPT-6 (km 18+720)	9,35
AO-VE-SPT-7 (km 18+880)	9,80
AO-VE-SPT-8 (km 19+945)	11,35
Total metros explorados	**1007.0**

Fuente: Elaboración propia. Integral. 2009

- **Elaboración de la cartografía geológica y estructural:** para la elaboración de esta cartografía geológica fue refinada la información recolectada, tanto a nivel bibliográfico como por fotointerpretación y trabajo de campo. Toda esta información se plasmó en las bases topográficas derivadas de las planchas aerofotogramétricas a escala 1:10 000, elaboradas por el IGAC y digitalizadas por CORNARE (quien permitió su utilización para este proyecto por ser de interés departamental); además, de la cartografía SIGMA a escala 1:2 000 y 1:5 000 del año 1998, de la zona urbana y el perímetro suburbano de Medellín. En este documento se definió como escala de trabajo y presentación 1:10 000.

1.6.1.2 Suelos

Para la caracterización de los suelos del área de influencia directa (AID) y área de influencia indirecta (AII) del proyecto, se determinaron las unidades de suelos, las coberturas y el uso actual, el uso potencial y los conflictos por uso.

- **Unidades de suelo**: para determinar las unidades de suelos se realizó un levantamiento de tipo exploratorio, a partir de la información secundaria obtenida del Estudio de Suelos del Departamento de Antioquia (IGAC, 1979) y el levantamiento realizado por CORNARE en 1995, esta información se actualizó con el Estudio de Suelos del Departamento de Antioquia realizada por el IGAC en el año 2007, siendo ésta la última publicación referente al tema realizada por el Instituto.

  Con esta información se delimitaron asociaciones como unidades de mapeo, que corresponden a áreas de dos o más clases de suelos (unidades taxonómicas), donde sus componentes principales están asociados a un modelo regularmente repetitivo y son suficientemente grandes para ser separadas cartográficamente. Las asociaciones se cartografiaron en un plano 1:50 000.

- **Uso actual**: el uso actual del suelo se caracterizó a partir de la información básica obtenida de los planos de cobertura y uso actual de la tierra elaborados por MASORA y CORNARE en el año de 1995, para el sector oriental del proyecto, la disponible en planos de CORFORESTAL y en el Instituto Mi Río para el sector occidental. De igual manera, se actualizaron los datos con las siguientes fuentes: Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras, Departamento de Antioquia, IGAC, 2007; el POT de Medellín, Acuerdo 46 de 2006 y el POT del Municipio de Rionegro.

Esta información se complementó con observaciones de campo y a partir de ésto, se delimitaron las unidades de cobertura y uso actual en un plano a escala 1:25 000.

- **Uso potencial**: para establecer el uso potencial de los suelos del área de influencia del proyecto, se consultó el levantamiento agrológico realizado por CORNARE en 1995, el Estudio de Suelos del Departamento de Antioquia (IGAC, 1979) y el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Antioquia (IGAC, 2007). De acuerdo con las características que presentan los suelos descritos en los anteriores estudios, se determinaron los factores limitantes: fertilidad, acidez, drenaje natural, profundidad efectiva, pendiente y erosión.

  A partir de la determinación de los factores limitantes, se definieron los usos potenciales, de acuerdo a las categorías propuestas por el IGAC y se cartografiaron en un plano 1:50 000.

- **Conflictos por uso del suelo**: para su caracterización se superpuso el plano de cobertura y uso actual del suelo con el de uso potencial. Se establecieron además cinco rangos de evaluación de acuerdo con el uso actual, el requerimiento de cambiar o no el uso, las prácticas de manejo actuales y la posibilidad de implementar prácticas que permitan mantener el uso actual.

1.6.1.3 Calidad del Agua

Para determinar la calidad del agua de los afluentes identificados, se realizó caracterización del agua en puntos estratégicos, de tal forma que pudiera determinarse sus características fisicoquímicas y biológicas.

- **Protocolos de muestreo:** para el desarrollo del muestreo se midieron parámetros InSitu, con equipos portátiles previamente calibrados, se determinó en cada uno de los sitios de muestreo: temperatura del agua, pH, conductividad y oxigeno disuelto. El levantamiento de dicha información se consignó en un formato diseñado para tal fin.

  Los demás análisis fueron realizados en los laboratorios del GIA y CIBIOT de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) y ANTEK, ambos se encuentran acreditados por el IDEAM. Las muestras se recolectaron siguiendo todas las indicaciones en cuanto a toma de muestras, preservación, refrigeración y transporte de la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del IDEAM.

  Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados corresponden a los exigidos por la normatividad vigente (Decreto 1575 de 2007 y Decreto 1594 de 1984) para agua potable y uso agrícola, los cuales se presentan en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados

Parámetro	Lugar de medición
Oxigeno Disuelto (OD)	In Situ
pH	In Situ
Conductividad eléctrica	In Situ
Temperatura del agua	In Situ
Demanda Biológica de Oxigeno (DBO)	UPB
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	UPB
Sólidos Suspendidos	UPB
Sólidos Disueltos	UPB
Sólidos Sedimentables	UPB
Turbidez	UPB
Nitrógeno amoniacal	UPB
Nitritos (NO_2)	UPB
Nitratos (NO_3)	UPB
Dureza	UPB
Fósforo Total	UPB
Acidez	UPB
Alcalinidad	UPB
Cianuro total	UPB
Cloruros (Cl^-)	UPB
Detergentes	UPB
Fenoles	UPB
Hierro	UPB
Sulfatos	UPB
Aluminio	UPB
Antimonio	UPB
Arsénico	UPB
Bario	UPB
Cadmio	UPB
Cobre	UPB
Cromo	UPB
Mercurio	UPB
Níquel	UPB
Plata	UPB
Plomo	UPB
Selenio	UPB
Zinc	UPB
Bicarbonato	UPB
Carbono Orgánico Total	UPB
Organolépticos	ANTEK
Hidrocarburos totales	ANTEK
Vanadio	ANTEK
Fluoruros	ANTEK
Organoclorados	ANTEK
Organofosforados	ANTEK
Coliformes Totales	CIBIOT- UPB
Coliformes Fecales	CIBIOT- UPB

Fuente: elaboración propia. Integral. 2009

- **Índices ambientales:** para determinar la calidad del agua de los afluentes evaluados en la zona, se calcularon los índices que se describen a continuación y

de esta forma se determinó la calidad del agua que presenta cada uno de ellos y se determinaron sus posibles usos.

- ***Índice de calidad nfs-wqi:*** el índice de calidad de agua **WQI** fue desarrollado a principios de los años 70 por la fundación para la Sanidad Nacional de los Estados Unidos (**NSF**). Permite tener una idea general de los problemas que puede tener el agua y del enfoque que debe darse a posteriores estudios; además, sirve como base de comparación espacial y temporal de calidad en diferentes cuerpos de agua.

  La determinación de índice WQI requiere de la medición de las variables: oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosfatos, cambio de temperatura, turbiedad y sólidos totales, y se calcula como:

$$WQI = \sum_{i=1}^{9} W_i \times Q_i$$

Ecuación 1.1 Determinación índice WQI

Donde W*i* denota el factor de importancia de la variable *i*, respecto a las restantes variables involucradas en el índice, y Q*i* corresponde al factor de escala de la misma. Este último depende de la magnitud de la variable y es independiente de las restantes.

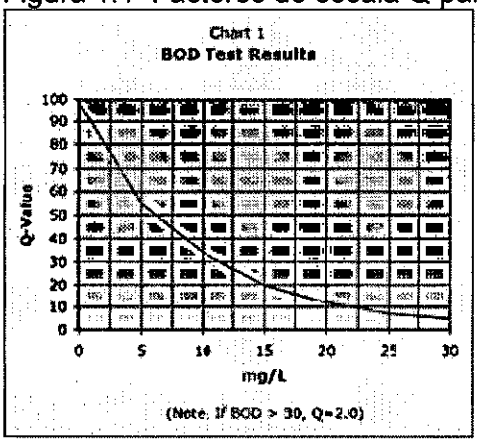
En la Tabla 1.5., se presentan los pesos de cada variable y en la Figura 1.1., se esquematiza la obtención de Q para cada una de estas.

Tabla 1.5 Factores de ponderación NSF

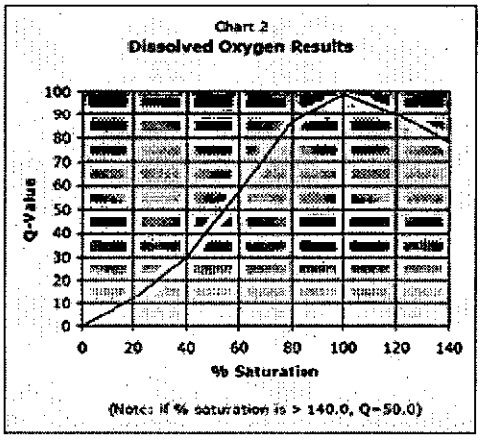
Variable	Factor W_i
% Saturación de oxígeno	0,17
Coliformes fecales	0,16
PH	0,11
Demanda bioquímica de oxígeno	0,11
Nitratos	0,10
Fosfatos	0,10
Temperatura ΔT	0,10
Turbiedad	0,08
Sólidos totales	0,07

Fuente: http://www.nsf.org. 2009

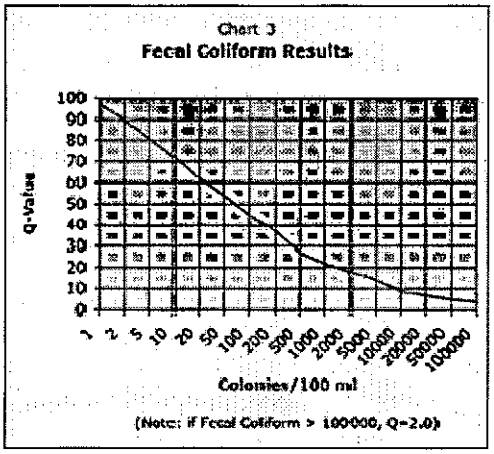
Figura 1.1 Factores de escala Q para los parámetros involucrados en el WQI-NSF



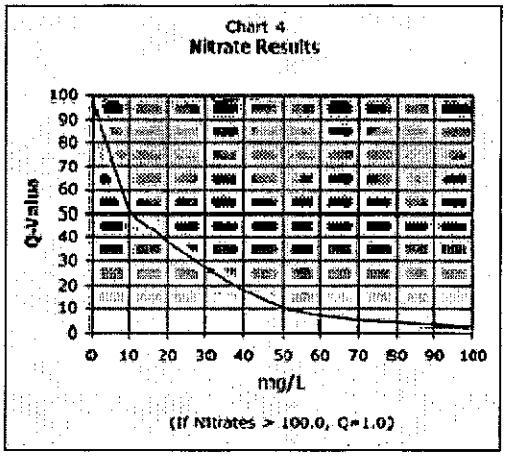
(a)



(b)



(c)



(d)

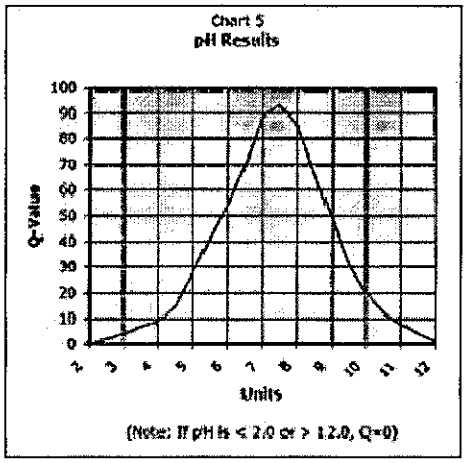


Chart 5
pH Results
Q-Value
Units
(Note: If pH is < 2.0 or > 12.0, Q=0)

(e)

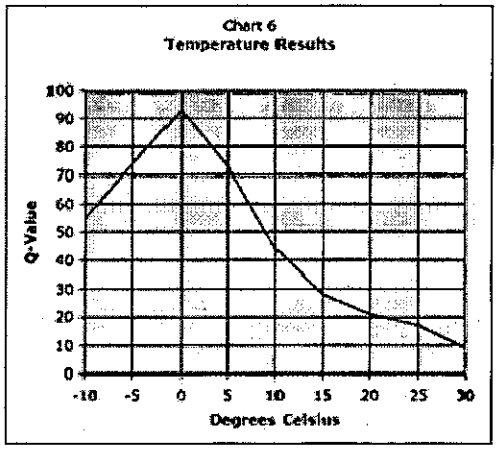


Chart 6
Temperature Results
Q-Value
Degrees Celsius

(f)

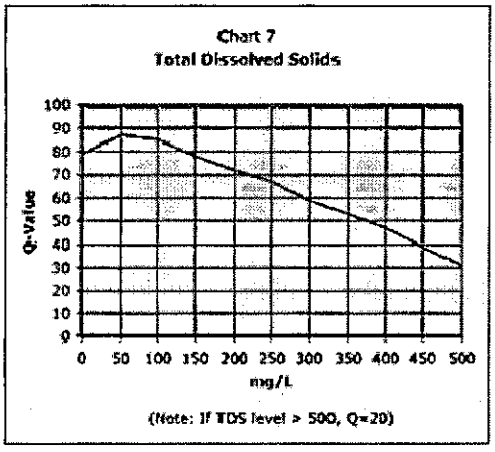


Chart 7
Total Dissolved Solids
Q-Value
mg/L
(Note: If TDS level > 500, Q=20)

(g)

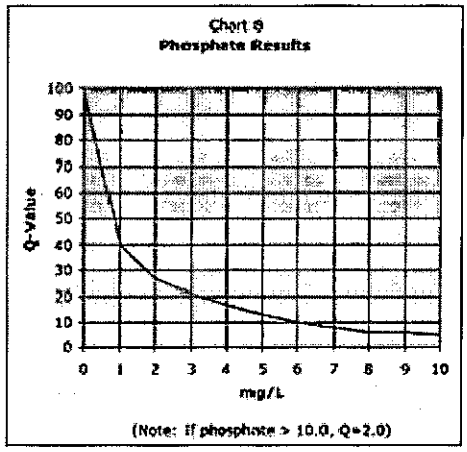


Chart 9
Phosphate Results
Q-Value
mg/L
(Note: If phosphate > 10.0, Q=2.0)

(h)

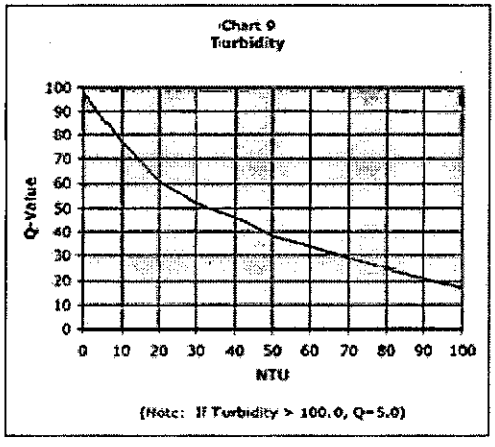


Chart 9
Turbidity
Q-Value
NTU
(Note: If Turbidity > 100.0, Q=5.0)

Una vez determinado el índice WQI en un punto específico, se clasificó la fuente de acuerdo con los rangos que se señalan en la Tabla 1.6.

Tabla 1.6 Clasificación de calidad del agua en función del índice NSF

Valor del índice	Clasificación
0 – 25	Calidad muy mala (MM)
26 – 50	Calidad mala(M)
51 – 70	Calidad media (R)
71 – 90	Calidad buena (B)
91 – 100	Calidad excelente (E)

Fuente: http://www.nsf.org. 2009

Para calcular el % de saturación de oxígeno disuelto, se utilizó el oxígeno disuelto y el oxígeno de saturación, o sea el oxígeno disuelto en el agua pura, sin ninguna contaminación.

Para calcular el oxígeno de saturación a diferentes alturas, se empleó la siguiente ecuación:

$$Oxígeno \quad de \quad saturación \quad = Kh * (760 \; - 0{,}833 * h)$$

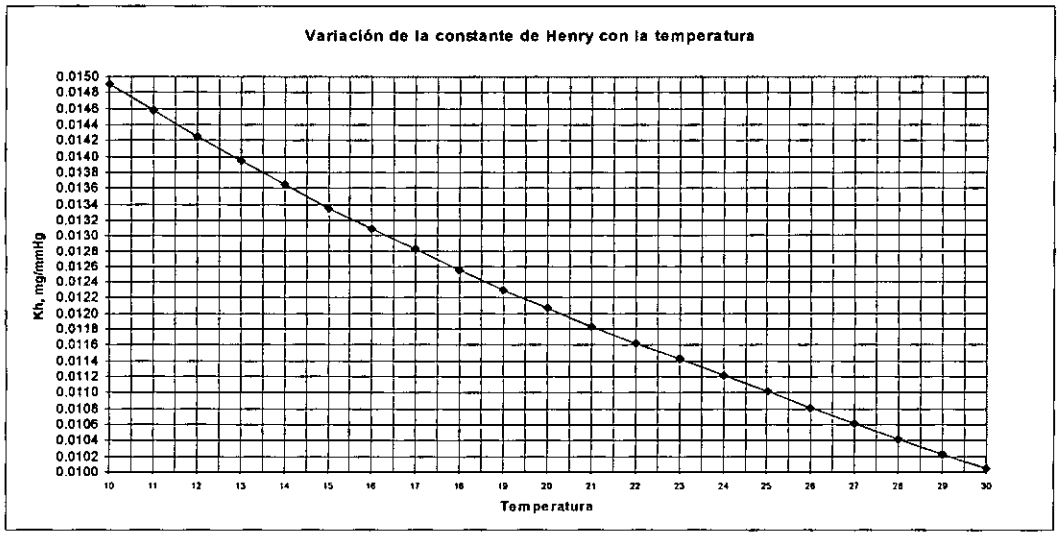
Ecuación 1.2 Cálculo oxígeno de saturación

Donde:

Kh: constante de Henry para diferentes temperaturas; se determina a partir de la curva de la Figura 1.2

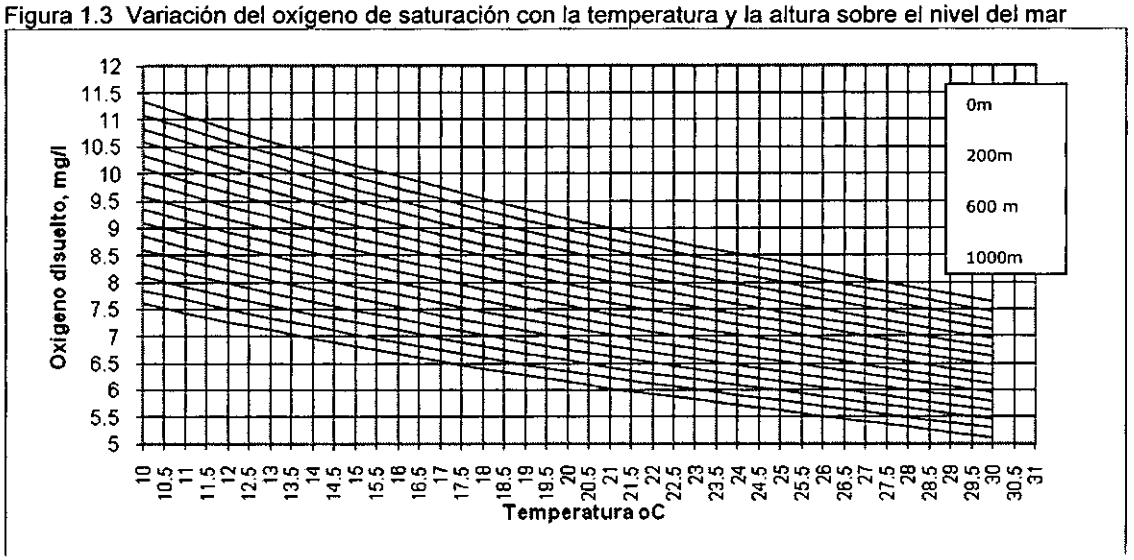
h: altura sobre el nivel del mar de la estación de muestreo.

Figura 1.2 Variación de la constante de Henry con la temperatura.



Las curvas de oxígeno de saturación mostradas en la Figura 1.3 se construyen a partir de la constante de Henry a diferentes temperaturas y alturas.

Figura 1.3 Variación del oxígeno de saturación con la temperatura y la altura sobre el nivel del mar



- ***Índice de calidad objetivo (ica obj)***: el Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile, diseñó el denominado ICA Objetivo, basados en los parámetros Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Coliformes Fecales (CF)

  Este índice se calculó de la siguiente forma:

$$ICA_{OBJ} = \sum_{i=1}^{n} Pi \cdot (ICA)_i$$

Ecuación 1.3 Cálculo índice de calidad objetivo

Donde,

n = número de parámetros

Pi = peso atribuido al parámetro i,

$(ICA)_i$= índice de calidad ambiental para el parámetro i, el cual se calculó de acuerdo con la establecido en la Tabla 1.7

Tabla 1.7 Índices de Calidad Ambiental para cada parámetro

(ICA)i	OD mg/L	DBO mg/L	Coliformes Fecales NMP/100 ml
1	OD > 5	DBO < 2	$10^{\circ} \leq CF \leq 10^{3}$
2	3 < OD ≤ 5	2 ≤ DBO < 60	$10^{3} < CF \leq 10^{4}$
3	0 < OD ≤ 3	60 ≤ DBO < 100	$10^{4} < CF \leq 10^{5}$
4	OD = 0	DBO ≥ 100	$CF > 10^{5}$

Fuente: Sancha, A.; Espinoza, C. y Castillo, G.V. 1998. Proyecto OTAS I y II Etapa

El peso asignado a cada uno de los parámetros considerados en el ICA_{OBJ}, que se presentan en la Tabla 1.8., se basó en:

- La concentración del parámetro en aguas limpias y contaminadas
- El impacto del contaminante en el ecosistema (vida acuática)
- El impacto del contaminante en el tratamiento posterior del agua
- El impacto del contaminante en el uso riego y recreación

Tabla 1.8 Ponderación de Parámetros del ICA Objetivo (ICAobj)

Parámetros	Peso Ponderado
Oxígeno Disuelto (*OD*)	0.33
Demanda de Bioquímica de Oxígeno (*DBO*)	0.33
Coliformes Fecales	0.33

Fuente: Sancha, A.; Espinoza, C. y Castillo, G.V. 1998. Proyecto OTAS I y II Etapa.

Finalmente, la valoración de cada parámetro y su agregado posterior, permitió obtener el Índice de Calidad Ambiental Objetivo, cuyo valor fue clasificado de acuerdo con lo establecido en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9 Rangos para el valor (ICAobjetivo)

Valor ICA	Calidad del Agua Superficial
0 < ICA < 1.5	Alta. Apta para uso potable con filtración directa en lecho granular y desinfección. Uso en riego sin restricción.
1.5 ≤ ICA < 2.5	Media. Requieren procesos convencionales de coagulación, decantación, filtración y desinfección. Uso en riego restringido.
2.5 ≤ ICA ≤ 3.0	Baja. Su uso potable requiere tratamientos avanzados (membranas, carbón activado y ozono) adicionales a los convencionales. Inadecuada para riego de hortalizas de consumo crudo.
3.0 ≤ ICA ≤ 4.0	Muy Baja. No apta para ningún uso.

Fuente: Sancha, A.; Espinoza, C. y Castillo, G.V. 1998. Proyecto OTAS I y II Etapa

1.6.1.4 Hidrogeología

La metodología para el desarrollo del Estudio Hidrogeológico, incluye exploración directa e indirecta en campo, medición de caudales, ensayos de laboratorio sobre muestras de agua y de suelo, geología general del sitio, y características y propiedades hidráulicas de los materiales que componen el subsuelo. Con el fin de brindar información más detallada sobre este componente, dada su relevancia, se anexa el contenido completo del mismo (Anexo_1.3_estudio hidrogeológico).

1.6.1.5 Estudios Geotécnicos

La ejecución del estudio geotécnico comprendió las siguientes actividades:

- **Revisión y análisis de la información disponible:** en esta etapa se contó con los estudios de Fase III de la Comunicación Medellín - Aeropuerto José María Córdova, realizados por Consultoría Colombiana entre los años 1984 y 1986, (Referencia 4.1), los cuales constan de un programa extenso de exploración y la respectiva evaluación geotécnica de la vía de acceso occidental, y los estudios realizados por Integral en el año 2000 (Referencia 4.24). Esta información se analizó y se utilizó posteriormente para complementar la evaluación geotécnica de este sector.

- **Reconocimiento de campo:** se realizaron reconocimientos detallados, tanto de las vías de acceso, como del corredor del túnel y sus portales, con el fin de evaluar las condiciones geotécnicas de cada uno de estos sectores e identificar los posibles sitios críticos. Con base en los resultados de los reconocimientos de campo se determinó la ubicación de la exploración geotécnica requerida.

- **Exploración geotécnica:** en cada uno de los tramos del proyecto se realizó un programa detallado de exploración, encaminado principalmente, a caracterizar los materiales de los cortes, terraplenes y los sitios de ponteadero de las vías de acceso. Por otra parte, en el túnel, el objetivo de la exploración estuvo centrado en determinar espesores y caracterizar los materiales de los portales y la verificación de posibles zonas de falla dentro del corredor. Para lo anterior se realizaron perforaciones rotatorias, penetraciones estándar y líneas de refracción sísmica, acompañados por la ejecución de una serie de ensayos de laboratorio.

- **Evaluación geotécnica:** en este aspecto se adelantaron los respectivos prediseños de las cimentaciones de los puentes y de la estructura del pavimento con base en los resultados de las etapas anteriormente descritas. Estos diseños se hicieron a un nivel de licitación y no se consideran definitivos, puesto que solamente se llevaron hasta el punto de poder realizar un estimativo de las cantidades de obras para la respectiva evaluación económica del proyecto. Igualmente, se hicieron evaluaciones de la estabilidad de las excavaciones superficiales y subterráneas de la zona del proyecto, y de las posibles fuentes de materiales para la construcción de las obras y de los sitios de depósito, a partir de la información recopilada en esta etapa del estudio.

1.6.1.6 Atmósfera

Para el ajuste del Estudio de Impacto Ambiental del año 2000, objetivo del presente estudio, no se actualiza éste componente, ya que será realizado tres (3) meses antes del inicio de las obras, de acuerdo a lo estipulado en la Licencia Ambiental.

La metodología desarrollada en el estudio del año 2000 se anexa al presente documento (Anexo_1.1_metodología2000)

1.6.1.7 Paisaje

Para el desarrollo del este componente en el área de influencia del proyecto, se combinaron dos metodologías diferentes: una para describir los elementos de la ecología del paisaje y la otra para definir la percepción general que sobre el mismo se pueda tener. Para esto se tomaron en cuenta criterios tanto de los habitantes de la zona, como de los técnicos de las diferentes disciplinas que participaron en este estudio.

- **Descripción de los elementos de la ecología del paisaje**

  Esta descripción se basó en la metodología propuesta por Andrés Etter (1990), dentro del marco de integración para levantamientos rurales. Los elementos que se describieron son:

  Historia.

  Presenta un bosquejo general del desarrollo de la zona, atendiendo fundamentalmente lo que corresponde a cobertura vegetal.

  Matriz.

  Es el elemento del paisaje que ocupa la mayor área relativa. Los principales criterios para identificarla son:

  - **Extensión relativa:** A partir de ella se identificaron la cobertura de mayor extensión, expresada en porcentaje, bien sea de carácter natural o modificada.
  - **Grado de conectividad:** La matriz es el elemento más conectado (menos fraccionado) del paisaje.

  Parche o fragmento

  Se definió como una superficie no lineal de tamaño variable, que difiere fisonómicamente de sus alrededores y posee un grado de homogeneidad interno. Se definieron cuatro tipos de parches:

  - **Parche de perturbación:** Resultante de la perturbación de una pequeña área, al interior de una matriz.
  - **Parche remanente:** Perturbación extensa de una matriz que deja una serie de "islas" no afectadas en su estado original, con poca o ninguna posibilidad de expansión o recuperación.
  - **Parche de recursos ambientales:** Áreas con diferencias debidas, generalmente, a las características y variaciones del sustrato en cuanto al

material parental o a su hidrología. Son de carácter más estable que los de perturbación.

- **Parche introducido:** Estrechamente relacionados con la actividad humana, a través de la introducción de especies animales o vegetales durante actividades agropecuarias, mineras o de urbanización.

Corredores

Son franjas angostas y alargadas, de forma y dirección variable, que atraviesan una matriz y difieren de ella.

Grado de conectividad

Se refiere al fraccionamiento de la matriz, ya que es el elemento más conectado; con él se mide el porcentaje de continuidad del área. El cálculo del parámetro se realizó con base en el Índice porcentual por ocupación de uso. Como parámetros numéricos se consideran los expresados en la Tabla 1.10

Tabla 1.10 Porcentaje de conectividad

Conectividad	Porcentaje del área de la matriz
Alta	100 - 70
Media	<70 - 35
Baja	<35

Fuente: elaboración propia. Integral. 2009

El grado de porosidad, que es el complemento de la conectividad, se calcula numéricamente como un porcentaje, y su escala de clasificación es inversa con respecto a los valores de la Conectividad.

- **Descripción de los elementos para la percepción del paisaje**

Las múltiples acepciones que existen del paisaje están ramificadas hacia dos enfoque opuestos. El primero, se define a través de modelos psicológicos de respuesta sensorial, y el segundo, con un carácter más científico, por medio de ciencias naturales tales como la ecología y la geografía física. Sin embargo, al momento de comprender y analizar un paisaje determinado, es posible relacionar el carácter estético - emocional y el científico - racional.

La interpretación del paisaje se encuentra condicionada por los diversos grados de percepción que alcanzan a desarrollar las diferentes culturas. El hombre, con la interpretación constante del entorno, desarrolla un estado de conciencia del medio en que se desenvuelve, que puede generar un nivel de saturación y reconocimiento rutinario, que termina por disminuir su imagen sensorial y su valoración estético - emocional de dicho contexto.

La metodología empleada en la evaluación de la percepción del paisaje incluye la descripción los elementos formales que lo componen en cuanto a color, textura y composición escénica; el estudio del espacio físico - geográfico, a través de los referentes espaciales de los pobladores de la zona; la identificación de diversas formas de valoración estético - emocional y el estado de conciencia del medio con el que interactúan.

1.6.2 Componente Biótico

El Estudio de Impacto Ambiental presentado en el año 2000, se actualiza con información secundaria e información recolectada en diferentes visitas de campo. La información para esta actualización se consultó en las siguientes entidades:

- Corporación Autónoma Regional Rionegro-Nare (CORNARE)
- Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA)
- Universidad Católica de Oriente
- Universidad de Antioquia
- Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

1.6.2.1 Ecosistemas terrestres

Información primaria: Debido a cambios realizados en el diseño propuesto en el año 2000, se adicionó una zona de estudio, que corresponde al Sector denominado Baltimore (sector 1), donde se hizo levantamiento primario para la realización de la caracterización florística mediante un inventario forestal al 100% de las zonas específicas que serán intervenidas (polígonos) y, mediante la identificación y caracterización de las coberturas intervenidas por la infraestructura asociada al proyecto.

Para la totalidad de polígonos se realizó un análisis basado en composición florística de especies y cálculos a partir de las variables dasométricas (volumen y biomasa). Para la cobertura denominada Mezcla de Rastrojo alto-bajo que contiene un nivel de complejidad un poco mayor a las restantes se evaluó el Índice de Valor de Importancia (IVI) y se realizó un análisis estructural.

Levantamiento de información en campo

En el área total de cada polígono se midieron los individuos con diámetro a la altura de pecho mayor o igual a 10 cm (DAP $\geq$ 10 cm) y se registraron las variables dasométricas (diámetro, altura total y altura comercial), numerando los individuos con pintura asfáltica de forma consecutiva dirigiendo el número hacia el eje principal del polígono, como se aprecia en el anexo_1.4_registro fotográfico, caso particular medición de individuos.

En la Cobertura Mezcla de rastrojo alto-bajo, se midieron además de los individuos con diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 10 cm (DAP ≥ 10 cm), los individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm tomando para ellos las variables de diámetro y altura total.

Para la caracterización del techo del Túnel Seminario, se realizó la descripción a nivel de especies y de cobertura vegetal en general, por las condiciones de antropización tan marcadas.

Composición florística de las especies vegetales

Al interior de los polígonos se realizó la identificación *in-situ* de las especies. Con la información obtenida en campo, se elaboró el listado de especies forestales encontradas, identificando el nombre común, la especie y la familia a la que pertenecen.

Mediante la revisión de los listados preliminares de especies de plantas amenazadas (Calderón 1997, 2001) y los libros rojos para Colombia (Calderón *et al.* 2002, 2005; García & Galeano 2007; Cárdenas & Salinas, 2007), se determinó si alguna de las especies registradas se encuentra en categoría de peligro o vulnerabilidad. Estos listados consideran que un taxón se encuentra en peligro de extinción cuando se evalúan criterios de estado de conservación de las especies y de los hábitats, para que sean ubicadas dentro de las categorías de: críticamente amenazada (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), en menor riesgo en transición a vulnerable (lr/Vu) y con información insuficiente (dd). Sumado a esta revisión, las especies identificadas en el área de estudio se confrontaron con los listados de especies vedadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y las Corporaciones Autónomas Regionales CORNARE y CORANTIOQUIA, quienes tienen jurisdicción en el área de interés.

En relación a la toma de muestras botánicas para herborización, no se realizó debido a que no se hallaron especies endémicas, amenazadas o no identificadas.

Índice de valor de importancia

Por medio del índice de valor de importancia (IVI) se estimó la importancia ecológica de las especies vegetales presentes en el área de estudio, considerando variables de abundancia y dominancia. Este índice es probablemente el más conocido, es utilizado ampliamente en estudios descriptivos y cuantitativos de la estructura de los tipos de bosques, permitiendo la comparación del peso ecológico de cada especie dentro del tipo de cobertura correspondiente. La expresión matemática es:

$$IVI = Ar + Dr$$

Ecuación 1.4 Índice de valor de importancia

Donde,

IVI = índice de valor de importancia

Ar = abundancia relativa, entendida como el porcentaje de cada especie con relación al número total de individuos de todas las especies encontradas en la muestra. Se calcula como:

$$Ar_i = \left(Aabs / \sum AabsTotal\right) * 100\%$$

Ecuación 1.5 Abundancia relativa

Dr = dominancia relativa. Es el porcentaje de la dominancia absoluta de una especie con respecto a la suma de las dominancias absolutas de todas las especies presentes en la muestra. Se expresa como:

$$Dr_i = \left(Dabs / \sum DabsTotal\right) * 100\%$$

Ecuación 1.6 Dominancia relativa

Diagramas estructurales

A partir de los datos obtenidos en la cobertura: Mezcla de rastrojo alto-bajo, se analizó la estructura poblacional considerando la relación del número de individuos en el área muestreada (N) con respecto al diámetro a la altura de pecho y la altura total.

Cálculo del volumen

El cálculo del volumen total y comercial para la especie *Eucayptus saligna,* que es la predominante en el sector Baltimore, se realizó mediante la ecuación reportada por Vélez (1987):

$$V = Exp\left(-0{,}45657 + 0{,}92158 * Log\left(D^2 * H\right)\right)$$

Ecuación 1.7 Cálculo volumen total y comercial para especie

Donde,

V: volumen total o comercial (m^3)

D: Diámetro a la altura del pecho (m)

H: altura total o comercial (m)

La estimación de los volúmenes total y comercial de los árboles en pie de las demás especies se calculó con la ecuación de volumen obtenida en el estudio sobre volumen para un bosque natural de Piedras Blancas, Antioquia, partiendo de especies similares a las encontradas en el área muestreada, mediante la expresión:

$$V = 0{,}0036124 + 0{,}000038768 * D^2 * H$$

Ecuación 1.8 Ecuación de volumen

Donde,

V: volumen total o comercial (m^3)

D: Diámetro a la altura del pecho (cm)

H: altura total o comercial (m)

Cuantificación de la biomasa

La biomasa puede definirse como la cantidad de materia seca por unidad de superficie o cantidad de materia orgánica almacenada en el ecosistema (Colorado, *et al.* 2003). Para su estimación se empleó un método indirecto, no destructivo, convirtiendo datos del inventario forestal en valores de biomasa mediante las ecuaciones de biomasa aérea total y de biomasa de raíces reportadas para bosques de zonas altas del Valle de San Nicolás (Buitrago *et al.* 2003):

$$Ba = Exp(-2{,}42 + 2{,}59 * Ln(D))$$

$$Br = 0{,}151 * D^{1.899}$$

$$B = Ba + Br$$

Ecuación 1.9 Ecuaciones de biomasa

Donde,

Ba: Biomasa aérea (Kg)

Br: Biomasa de raíces (Kg)

B: Biomasa total (Kg)

D: diámetro a la altura del pecho (cm)

Con base en estas expresiones se estimó la biomasa total en toneladas para el árbol individual y luego para el polígono en los casos en que la especie registrada fue diferente a *Eucalyptus sp.*

Para la especie *Eucalyptus sp* se tuvo como referencia para la biomasa la siguiente ecuación reportada por (Sans *et al.* 2007), según un estudio realizado en rodales de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus viminalis* y *Eucalyptus globulus* ssp.

$$B = 9{,}04 + 0{,}016 * D^2 H$$

Ecuación 1.10 Ecuación para especie de referencia

Donde,

B: Biomasa total (Kg)

D: Diámetro a la altura del pecho (cm)

H: altura total o comercial (m)

Coberturas vegetales

La determinación de las coberturas vegetales existentes en el sector Baltimore, se realizó mediante la interpretación de la imagen satelital de Google Earth de mayo del 2008 y a partir de visitas de campo.

1.6.2.2 Fauna Terrestre

La información presentada en el año 2000, se actualizó con información secundaria y una verificación a partir de recorridos de campo. Para el sector correspondiente al Túnel Seminario, se realizaron avistamientos esporádicos donde se identificaron, anotaron y contaron las aves observadas o escuchadas. De acuerdo con Stiles & Roselli, 1994, este método es muy útil en evaluaciones de corta duración. La población de la región aportó información complementaria sobre la fauna existente en la zona, mediante el reconocimiento de las especies de aves en las guías de Hilty & Brown, 2001; Peterson, 1980 y de mamíferos en las guías de Emmons 1990 y 1997). Estas entrevistas aportaron datos sobre el uso y el nombre que les dan a las diferentes especies en la región.

1.6.2.3 Ecosistemas acuáticos

La información presentada en el estudio del año 2000 se actualiza con información secundaria proveniente de estudios realizados en el área de influencia del proyecto. Para la zona correspondiente al sector 1: Baltimore, el siete de marzo de 2009, se estableció una estación de muestreo en la Quebrada La Cangreja del Municipio de Medellín. Allí se realizó un muestreo hidrobiológico básico, acompañado por descripción de hábitat y registro fotográfico. En este mismo sector, a partir de

cartografía, se identificó otro cuerpo de agua denominado Quebrada La Loma, sin embargo, al realizar la visita de campo se determinó que dicho cuerpo no presentaba caudal por lo que no se realizó el muestreo hidrobiológico.

- Perifiton

Para el muestreo del fitoperifiton se seleccionaron en 10 puntos ubicados en sustratos naturales inmersos en el lecho de la corriente, distribuidos en un trayecto aproximado de 30 m, obteniendo una muestra integrada. Con cepillos plásticos se removió el material adherido a los sustratos utilizando como unidad de área cuadrantes de 10 cm^2, hasta obtener un área de 100 cm^2 de raspado por estación. Las muestras colectadas se fijaron con una solución de Lugol al 10%.

Previo al conteo del fitoperifiton, la muestra se homogeneizó por agitamiento manual y se midió el volumen total para calcular la densidad de acuerdo al área de raspado. El conteo se realizó en una cámara de Kolwitz de 2 ml bajo microscopio invertido a una magnificación total de 400X, en 30 campos, siguiendo la metodología de campos al azar mediante una tabla de números aleatorios previamente preparada. Sin embargo, se tuvieron en cuenta los organismos poco abundantes, encontrados mediante un recorrido en zigzag por toda la cámara. Los resultados se reportan en individuos/cm^2.

Para la identificación se utilizaron las claves de Bicudo y Bicudo (1970), Cox (1996), Bicudo y Menezes (2006). Los trabajos en el laboratorio se adelantaron como se muestra en el anexo_1.4_registro fotográfico en el caso particular de metodologías de campo y laboratorio.

- Macroinvertebrados acuáticos

Trabajo de campo: las muestras de macroinvertebrados se colectaron usando una red triangular, única metodología que fue posible aplicar dadas las características del sitio, ya que es un cuerpo de agua demasiado somero y con una amplitud de cauce muy reducida. Se hizo muestreo a lo largo de las orillas con vegetación, en un pequeño pozo con sustrato de hojarasca y colocando la red sobre el sustrato del cauce. Los sitios de muestreo se referencian en el anexo_1.4_registro fotográfico, caso particular lugares de muestreo macroinvertebrados, peces y perifiton.

En el campo se separaron la mayor parte de los organismos, depositando la muestra en bandejas blancas, el resto del material se empacó en una bolsa plástica con alcohol al 70% para su transporte al laboratorio.

Trabajo de laboratorio: las muestras fueron identificadas hasta el mayor rango taxonómico posible, se contó el número de organismos y los datos se registraron en una tabla, para definir la abundancia relativa de cada taxón además, se realizó el registro fotográfico de los organismos encontrados, de tal forma que éste sirva para confrontación en monitoreos futuros.

Debido a la baja diversidad de hábitats y de taxones encontrados, no se consideró válido aplicar el índice de calidad ambiental BMWP/Col[1].

- Ictiofauna

Las capturas fueron realizadas con jama (red triangular) en un trayecto de 30 m durante una hora. Este fue el único aparejo que fue posible utilizar dadas las características antes mencionadas para el cuerpo de agua. Igualmente se removieron piedras y se incrementó manualmente la turbidez del agua para facilitar la efectividad en la captura, ya que el agua era relativamente clara y los peces podían evadir la red. Los individuos capturados fueron sumergidos en solución de formol al 10%, en recipientes rotulados para ser transportados al laboratorio.

Trabajo de Laboratorio - Identificación especímenes: en el laboratorio, los peces fueron lavados con agua para eliminar el exceso de formol y luego se introdujeron en una solución de alcohol al 70% para su preservación. Para la determinación taxonómica se emplearon claves y descripciones Dahl (1971), Maldonado-Ocampo *et al.* (2005) y Miles (1947). La validez de los géneros y especies, y la elaboración del listado se realizó siguiendo la clasificación taxonómica de Reis *et al.* (2003). A cada ejemplar se le asignó un número de campo y fueron pesados y medidos en su longitud estándar. (Ver anexo_1.4_regsitro fotográfico, caso particular registro de metodologías en campo y laboratorio).

Análisis de la asociación de peces: inicialmente se presentó el listado de especies halladas en el sitio de muestreo. A partir de este listado, se presentó la distribución de las abundancias y biomasa por especie y la abundancia relativa por taxa tanto en número de individuos como en biomasa. Debido a las bajas capturas y al hecho de no tener estaciones de muestreo adicionales que permitiera evaluar variaciones espaciales ni temporales en la diversidad o abundancia de los taxa, no se consideró pertinente utilizar índices descriptores de la asociación de especies.

En el trabajo se incluyó un registro fotográfico y la organización de especímenes tanto de macroinvertebrados como peces, los cuales hacen parte de la colección de referencia del Laboratorio de Limnología de la Universidad Católica de Oriente, a fin de que sirvan de confrontación en monitoreos futuros. No se presentó registro fotográfico de las algas debido a que los géneros colectados son de tamaños muy pequeños.

1.6.3 Componente Social

Esta metodología e instrumentos fueron aplicados de manera diferencial, de acuerdo con el área de influencia, haciendo mayor énfasis en el detalle de datos e información sobre las poblaciones ubicadas en el área de influencia directa puntual, toda vez que son éstas quienes presentan mayor vulnerabilidad de afectación con la presencia del proyecto.

- Reconocimiento de la zona de estudio

El trabajo de campo consistió en realizar recorridos por la zona de estudio, con el fin de actualizar la información social consignada en el Estudio de Impacto Ambiental vigente.

Durante los recorridos de campo se recogió información, referente a las condiciones sociales de las poblaciones ubicadas en la zona de influencia directa, que permitiera validar y complementar la información reunida a través de fuentes secundarias.

- Recolección y análisis de la información secundaria

Con base en la lectura y análisis del Estudio de Impacto Ambiental, la licencia ambiental y los actos administrativos complementarios, se precisó la necesidad de complementar información secundaria de los diferentes componentes sociales, que dieran cuenta de la realidad actual del territorio en el que está inmerso el proyecto.

Para adelantar esta recolección se examinaron las páginas de internet oficiales de los municipios de Medellín y Rionegro, al igual que de la Gobernación de Antioquia y entidades nacionales como el DANE y Acción Social de la Presidencia de la República; se realizaron además visitas a las oficinas de dichas entidades para complementar la información requerida.

Los planes de ordenamiento territorial, planes de desarrollo, anuario estadístico, bases de datos del SISBEN y resultados del censo de 2005, entre otras, proporcionaron elementos necesarios para el ajuste de los impactos y las medidas de manejo a implementar, acordes con el contexto actual.

- Recolección y análisis de la información primaria

Con respecto al proceso de recolección de información primaria, la Concesión Aburrá Oriente, definió que para el área de influencia directa local y el área de influencia indirecta, se adelantará un proceso de actualización del programa de información y participación de las comunidades y organizaciones, dos meses antes de dar inicio a la construcción del proyecto. Para el área de influencia directa puntual se estableció un instrumento de recolección de información que se detalla a continuación:

- Ficha socioeconómica

Con el fin de levantar la información social de la población ubicada en el área de influencia directa puntual, es decir de las familias que habitan predios que serán intervenidos de forma parcial o total por el proyecto, se diseñó, aplicó, sistematizó y analizó una ficha socioeconómica que facilitó la caracterización detallada de la situación de cada hogar, identificando el grado de afectación y/o vulnerabilidad, lo que permitió establecer las medidas de manejo pertinentes y acordes a cada situación. (Ver Anexo_1.5_ficha socioeconómica). Adicionalmente se realizó la caracterización de las condiciones económicas de las familias que verán afectada su actividad económica principal con la construcción del proyecto. (Ver Anexo_1.6_ficha económica).

- Aspectos Arqueológicos

La metodología para el desarrollo de la caracterización de los aspectos arqueológicos se basó en la revisión de información secundaria presentada en el estudio del año 2000, se realizó un acercamiento al área de influencia del proyecto y los sitios incluidos dentro del plan de manejo, especialmente en lo referente a sus características fisiográficas y contenidos culturales; igualmente, se consideró la información del diseño actual, con el objeto de tener un panorama general del área de influencia del proyecto.

El trabajo de campo partió del reconocimiento, considerando como guía las unidades fisiográficas propuestas.

En primera instancia se revisó la información concerniente a los sitios ubicados en la unidad identificada como Superficie de erosión de Rionegro, verificando su inclusión o no en el diseño actual; logrando concluir que el total de los sitios ubicados en esta zona y dentro del llamado techo del túnel, quedan por fuera del área de influencia de este diseño; por lo tanto, no deben considerarse con algún plan de manejo.

Los sitios a los que se hace referencia, son los siguientes: uno propuesto para rescate y conocido como Santa Ana de la vereda Playa Rica, municipio de Rionegro, y los propuestos para monitoreo identificados como; CAO-1-02 (Aerocivil), CAO-1-03 (La Leonera), CAO-1-05 (Carmín 1), CAO-1-06 (Carmín 2) y CAO-1-08 (Las Cuchillas).

Posteriormente se realizó un reconocimiento a los sitios identificados dentro del área denominada Unidad de escarpes occidentales del Valle de Aburrá, se visitó el sitio ubicado en predios del Seminario, realizando un recorrido a pie, logrando identificarlo a partir de las características y coordenadas descritas en el estudio previo. Como herramienta de observación, se utilizó un plano de escala 1:10 000, que permite reconocer características fisiográficas y hacer inferencias sobre sitios aptos para ocupación y el sistema GPS para corroborar las coordenadas.

Igualmente se realizó un recorrido por los antiguos caminos que ascienden desde Medellín al altiplano de Santa Elena, con el propósito de identificar los puntos de intercepción de estos con el trazado del proyecto, en este trayecto se identificaron varios tramos de los caminos en buen estado de conservación, con obras para encausar el agua como cañuelas y pasos de agua, y algunas estructuras como antiguos muros o vallados muy comunes en esta zona y a los que se les atribuye una función como linderos en épocas antiguas.

En la inspección fue posible corroborar el diagnóstico presentado previamente, en el que se expone el evidente deterioro de los tramos de intercepción y el perímetro cercano. Durante el recorrido de los caminos solo fue posible identificar algunos tramos, en general la acción de la naturaleza y el hombre han provocado gran deterioro de los mismos. (Ver fotografías en capítulo Caracterización del proyecto).

Adicionalmente se realizó el registro fotográfico de los sitios, así como su georeferenciación.

1.6.4 Participantes en el estudio de impacto ambiental

El grupo de profesionales que participó en el Ajuste del Estudio de Impacto Ambiental se presenta en la Tabla 1.11.

Tabla 1.11 Grupo de profesionales.

Nombre	Profesión	Responsabilidades dentro del estudio
Oscar Alonso Vargas Ocampo	Ingeniero Civil especialista en Ingeniería Ambiental	Dirección del EIA
Catalina Osorio Cuesta	Ingeniera Sanitaria, especialista en Gestión Ambiental	Coordinación
Sandra Cristina Meneses	Socióloga	Coordinación
Luisa Fernanda Espinal Ospina	Administradora Ambiental especialista en Consultoría Ambiental	Apoyo coordinación
Catalina Berdugo Villegas	Ingeniera ambiental	Aspectos físicos componente Aire y Agua
Clara Inés Arango Mejía	Ingeniera agrónoma magister en agroecología	Aspectos físicos componente Suelos - Paisaje
Luz Mery Martínez Hoyos	Bióloga magister en Bosques y conservación ambiental	Aspectos bióticos componente Fauna terrestre
Diana Cristina Montoya Gómez	Ingeniera Forestal	Aspectos bióticos componentes Flora y Paisaje
Gloria Alexandra Arango	Bióloga magister en Biología	Aspectos bióticos componente Fauna acuática
Margarita María Henao Marín	Trabajadora Social	Aspectos socio - económicos
Anamaría Zuluaga Pineda	Sicóloga	Aspectos socio - económicos
Diana Patricia Muñoz Zea	Antropóloga	Aspectos culturales y arqueológicos
Claudia Betancourt Morales	Ingeniera agrónoma especialista en Gestión Ambiental	Zonificación ambiental – Evaluación ambiental - Plan de Contingencia – Plan de cierre
Marlly Tatiana Meneses Carvajal	Economista	Plan de inversión 1%

Fuente: elaboración propia. Integral. 2009

1.7 MARCO NORMATIVO

El ajuste del estudio de impacto ambiental y el resultante plan de manejo ambiental con sus respectivos programas, fue un proceso acorde a la legislación ambiental vigente en Colombia, a continuación se citan algunas de las leyes, decretos, códigos y resoluciones que fueron tenidos en cuenta, según el componente al que aplican, tales como trámites ambientales, intervención sobre el componente físico, biótico y social.

TRAMITES AMBIENTALES

Lo relacionado con el tema de trámites ambientales estará regido, entre otros, por la siguiente normatividad:

- Ley 99 de 1993, Artículo 57 definición de Estudio de Impacto ambiental

- Decreto-Ley 2811 de 1974 ó Código de los Recursos Naturales y sus decretos reglamentarios, en especial el Decreto 1541 de 1978 por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II

- Decreto 2150 de 1995, indica que la Licencia Ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y concesiones, de carácter ambiental, necesarios para la construcción, desarrollo y operación de la obra, industria o actividad

- Decreto 1220 de 21 de abril de 2005, consagra que la Licencia Ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables que sean necesarios para el desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.

- Decreto 1791 de 1996, por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal

- Decreto 1594 de 1984, señala los parámetros para efectuar vertimientos de aguas

- Decreto 4741 de 30 de diciembre de 2005, por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral

- Resolución 1402 de 2006, por la cual se desarrolla parcialmente el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, en materia de residuos o desechos peligrosos" determina en el artículo cuarto: "De conformidad con la Ley 430 del 16 de enero de 1998, es obligación y responsabilidad de los generadores identificar las características de peligrosidad de cada uno de los residuos o desechos peligrosos que genere, para lo cual podrá tomar como referencia cualquiera de las alternativas establecidas en el artículo 7º, del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005. La autoridad ambiental podrá exigir la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos, cuando lo estime conveniente o necesario.

- Decreto 002 de 1982, por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.

- Resolución 601 de abril 4 de 2006, por la cual se establece la norma de calidad del aire para el territorio nacional.

- Resolución 627 de 2006, por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

- Decreto 979 de 2006, por el cual se modificó el Decreto 948 de 1995, y las obligaciones establecidas en la parte dispositiva de este acto administrativo.

Intervención sobre el componente físico

La normatividad aplicable a cada uno de los elementos del medio físico y biótico es la siguiente:

Agua

- Decreto - Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección al medio ambiente.

- Decreto 149 de 1977, disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática.

- Decreto 1541 de 1978, por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto-Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.

- Decreto 1594 de 1984, por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

- Ley 142 de 1994, por la cual se establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 155 de 2004, reglamenta el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, sobre tasas por utilización de aguas.

- Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano.

- Decreto 1681 de 1978, sobre recursos hidrobiológicos.

- Ley 09 de 1979, Código Sanitario Nacional. Art. 51 a 54: Control y prevención de las aguas para consumo humano. Art. 55 aguas superficiales. Art. 69 a 79: potabilización de agua.

- Decreto 2858 de 1981, modifica el Decreto 1541 de 1978.

- Decreto 2857 de 1981, ordenación y protección de cuencas hidográficas.

- Decreto 2105 de 1983, reglamenta parcialmente la Ley 09 de a 1979 sobre potabilización y suministro de agua para consumo humano.

- Decreto 1594 de 1984, normas de vertimientos de residuos líquidos.Art. 1 a 21 Definiciones. Art. 22-23 Ordenamiento del recurso agua. Art.29 Usos del agua. Art. 37 a 50 Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71 Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97 Normas de vertimientos. Art. 155 procedimiento para toma y análisis de muestras.

- Decreto 2314 de 1986, concesión de aguas.

- Decreto 79 de 1986, conservación y protección del recurso agua.

- Decreto 901 de 1997, tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua.

- CONPES 1750 de 1995, políticas de manejo de las aguas.

- Decreto 605 de 1996, reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de agua para consumo humano.

- Ley 373 de 1997, uso eficiente y ahorro del agua.

- Decreto 3102 de 1998, instalación de equipos de bajo consumo de agua.

- Decreto 475 de 1998, algunas normas técnicas de calidad de agua.

- Decreto 1311 de 1998, reglamenta el literal G del artículo 11 de la ley 373 de 1997.

- Resolución 0081 de 2001, formulario información sobre tasas retributivas y estado de los recursos.

- Ley 373 de 1997, reglamenta el uso eficiente y racional del agua.

- Decreto 1729 de 2002, ordenamiento de cuencas hidrográficas.

- Decreto 1604 de 2002, cuencas compartidas.

- Decreto 155 de 2004, tasas por uso.

- Acuerdo Metropolitano 021 de 1995, determina el río Medellín como hecho metropolitano.

- Acuerdo Metropolitano 013 de 2001, reglamenta el Fondo Regional de Descontaminación Hídrica.

Aire

- Decreto 2811/74, Código Nacional de los Recursos Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Ley 9/79, Código Sanitario Nacional.
- Resolución 8321/83, establece normas sobre niveles máximos permisibles de ruido.
- Ley 29/92. Aprueba el "Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono".
- Ley 23/73, por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la república para expedir el Código de Recursos naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 2/1982, por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
- Resolución 541/94, regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Ley 164/95, aprueba la Convención Marco sobre Cambio Climático.
- Ley 1205/2008, por medio de la cual se mejora la calidad de vida a través de la calidad del diesel y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 948/95, reglamenta la protección y control de la calidad del aire en todo el territorio nacional, se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire, generada por fuentes contaminantes fijas y móviles, las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire o niveles de inmisión, las normas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera.
- Decreto 2107/95, modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 – Modifica: el artículo 25 sobre prohibición del uso de crudos pesados; el inciso segundo del artículo 30 sobre quemas abiertas en áreas rurales; el artículo 38 sobre emisiones de vehículos diesel; los inciso segundo y tercero del artículo 92 sobre la evaluación de emisiones de vehículos automotores; el inciso 1 del artículo 99 sobre extensión de plazos para adopción de tecnologías; y el parágrafo tercero artículo 100 sobre la clasificación de industrias o actividades contaminantes.

- Decreto 1228/97, modifica el artículo 91 del Decreto 948/95 sobre certificación del cumplimiento de normas de emisión para vehículos automotores.

- Resolución 898/95, regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en los motores de combustión interna de vehículos automotores.

- Resolución 1351/95, se adopta la declaración denominada Estado de Emisiones (IE-1).

- Resolución 1619/95, establece la presentación del Informe de Estado de Emisiones (IE-1) para las cementeras, siderúrgicas, refinerías y termoeléctricas, y la fecha límite para la fijación de normas y estándares a que se deben sujetar las fuentes fijas de emisión de contaminantes (Este último revocado por la resolución 441/97).

- Resolución 005/96, establece los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel.

- Resolución 909/2008, por la cual se establecen las normas estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras deposiciones.

- Resolución 619/97, establece las industrias, obras, actividades o servicios que requieren permiso de emisión atmosférica. No obstante no requerirse permiso de emisión, todas las fuentes fijas estarán obligadas a cumplir con las normas de emisión establecidas en el decreto 948 de junio 5 de 1995 y los actos administrativos que lo desarrollen, y estarán sujetos al control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales competentes.

- Resolución 1697/97, por medio del cual se modifica parcialmente el decreto 948 de 1995 (artículos 24, 40 y se adiciona el 73), que contiene el reglamento de protección y control de la calidad del aire. (Combustión de aceites lubricantes de desecho).

- Resolución 415/98, establece los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma.

- Resolución 623/98, modifica parcialmente la resolución 898/95 que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles utilizados en hornos y calderas y en motores de combustión interna.

- Resolución 910/2008, por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.

Suelo

- Decreto Ley 2811/74, Código Nacional de los Recursos Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Decreto 1541 de 1978, Reglamentario al decreto ley 2811 de 1974.
- Artículo 11 dominio de cauces y riveras.
- Título IV, capítulo III sobre ocupaciones de cauce.
- Ley 685 de 2001, Nuevo Código de Minas.
- Ley 388 de 1997, Ley de Ordenamiento territorial.
- Ley 9/1979, Código Sanitario Nacional.
- Decreto 1449 de 1978, Retiros de protección: por lo menos de 30 metros y de 100 metros para nacimientos.
- Resolución 541 de 1994, por medio del cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
- Ley 46 de 1.988, Sistema Nacional de Prevención y Atención de Emergencias.
- Decreto 919 de 1.989, Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.
- Decreto 1281 de 1.994, reglamenta las actividades de alto riesgo.

Residuos Sólidos

- Decreto Ley 2811/74, Código Nacional de los Recursos Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- Ley 142 de 1994, establece el régimen de los Servicios Públicos domiciliarios.
- Decreto 605 del 27 de 1996, establece condiciones para la prestación del servicio público domiciliario de Aseo.
- Ley 1259/2008, por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros y se dictan otras disposiciones.

- Ley 9/1979, Código Sanitario Nacional.

- Ley 430 de 1998., por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 2676 de 2000, reglamenta ambiental y sanitariamente, la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas.

- Decreto 2763 de 2001, prorrogar por ocho meses la implementación, contados a partir de la expedición del Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares, el término establecido en el artículo 20 del Decreto 2676 de 2000.

- Resolución 1164 de noviembre 25 del 2002, mediante la cual se expide el último y definitivo Manual Guía para Residuos Hospitalarios y Similares.

- Decreto 1713(agosto 6 de 2002), reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

- Decreto 1140 de 2003, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 1505 de 2003, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión Integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

- Resolución Metropolitana 1045 de 2003, por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.

- Resolución Metropolitana.000008 de 2004, adopta el "Plan maestro para la gestión integral de residuos para el valle de Aburrá"

Intervención sobre el componente biótico

Flora

- Decreto ley 2811 de 1974, Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente.

- Decreto 1791 de 1996, Régimen de Aprovechamiento Forestal: regula lo relacionado con el uso, aprovechamiento y manejo de los recursos forestales y de la flora silvestre.

- Plan Nacional de Desarrollo Forestal, Marco global que consolida la política forestal y define programas y proyectos prioritarios para el período 2000-2025.

- Documento CONPES 2834 de 1996, Política de Bosques.

- Política Nacional de Biodiversidad 1999, busca promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos, innovaciones y prácticas asociadas a ella por parte de la comunidad científica nacional, la industria y las comunidades locales.

- Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2001, estrategias para la consolidación del sistema de áreas naturales protegidas dentro del contexto del desarrollo humano sostenible.

- Plan Nacional de Prevención, control de Incendios forestales y Recuperación de Áreas Afectadas Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Plan estratégico a 25 años, concordante con el Plan Nacional de Desarrollo Forestal y el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

- CITES Convención Sobre el Comercio de Especies de Fauna y Flora Amenazadas, establece los mecanismos de cooperación internacional para el control a la comercialización y tráfico de especies en extinción.

Fauna

- Decreto Ley 2811 de 1974, Código Nacional de los Recursos Naturales.

- Ley 99 de 1993, por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 1608 de 1978, Reglamentario de 2811/74 en materia de fauna silvestre.

- Ley 17 de 1981, aprueba la Convención sobre el Convenio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

- Ley 84 de 1989, Estatuto Nacional de Protección a los Animales.

- Decisión 391 acuerdo de Cartagena. Régimen común sobre acceso a recursos genéticos.

- Decreto 491 de 1999, establece el seguro ecológico y se modifica el código penal.

- Acuerdo 039 de 1985, por el cual se establece el listado de vertebrados pertenecientes a especies de fauna silvestre que pueden ser objeto de caza, con fines de fomento a zoocriaderos.

- Resolución 017 de 1987, listan el número de individuos según la especie para caza de fomento.

- Decreto 2967 de 1997, por el cual se designan los puertos autorizados para el comercio internacional de especímenes de fauna y flora silvestre.

- Decreto 1681 de 1978, recursos hidrobiológicos.

- Ley 165 de 1994, convenio sobre la diversidad biológica.

- Ley 611 de 2000, manejo sostenible de especies de Fauna silvestre y Acuática.

- Decreto 1180 de 2003, reglamenta licencias ambientales y se incluye en la exigibilidad de licencia ambiental la caza comercial y el establecimiento de zoocriaderos con fines comerciales.

- Ley 357 de 1997, por medio de la cual se aprueba la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de Aves Acuáticas.

- Resolución 157 de 2004, reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales.

- Resolución 1367 de 2000, procedimiento para la importación y exportación de especimenes de la diversidad biológica que no se encuentren listados en los apéndices de la convención CITES.

- Resolución 0454 de 2001, mediante la cual se deben registrar ante la autoridad ambiental, todos los establecimientos, viveros o similares que se dediquen al manejo, aprovechamiento, transformación y/o comercialización de flora silvestre y productos de esta.

Intervención sobre el medio social

- Constitución Política de Colombia, Artículo 13: todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica.

- Constitución Política de Colombia Artículo 79: todas las personas tienen el derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.

- Constitución Política de Colombia, artículo 286: son entidades territoriales los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas.

- Constitución Política de Colombia, Artículo 287: las entidades territoriales gozan de autonomía para la gestión de sus intereses, y dentro de los límites de la Constitución y la ley.

- Ley 134 de 1994, por la cual se dictan normas sobre los mecanismos de participación ciudadana.

- Decreto 879 de 1998, por el cual se reglamentan los planes de ordenamiento territorial.

- Decreto 1504 de 1998, por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial.

- Decreto 1818 de 1998, por medio del cual se expide el Estatuto de los mecanismos alternativos de solución de conflictos.

Intervención sobre el medio cultural

Los estudios de Arqueología en el contexto de la construcción de las obras de infraestructura están regulados por el Ministerio del Medio Ambiente y las licencias ambientales, previo concepto del Instituto Colombiano de Antropología e Historia – ICANH, como entidad delegada por el Ministerio de Cultura, para evaluar las acciones para el manejo del patrimonio arqueológico, en peligro de afectación o destrucción por las obras del proyecto.

- Ley 163 de 1959, Art 1°. Enuncia los elementos que se consideran patrimonio de la nación; Art. 9 y 11. Enuncia los procedimientos legales para realizar trabajos de arqueología, y el requerimiento de la licencia para el efecto ante el ICANH.

- Decreto 264 de 1963, por la cual se reglamenta la Ley 163 de 1959 y se aumenta el inventario de elementos considerados.

- Decreto 522 de 1971 (código Nacional de policía), Capitulo IX, articulo 5, el cual se refiere a las contravenciones especiales que afectan el patrimonio.

- Constitución Política de Colombia 1991, artículos 63 y 72 ratifican la importancia del patrimonio cultural de la nación, señalando que "...los bienes de uso público, los parques Naturales,...el patrimonio arqueológico de la nación, y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables".

- Decreto 2159 de 1993, establecen las funciones del Instituto Colombiano de Antropología (ICAN).

- Ley 99 de 1993, Ley del medio ambiente, donde se legisla sobre las licencias ambientales.

- Ley 397 de 1997 (Ley General de la Cultura), se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 de la constitución política de 1991, referidos al Patrimonio Cultural de la Nación.

- Resolución 0282 de 1997, creación del Comité Nacional de Arqueología Preventiva (CONAP) y otras disposiciones.

- Proyecto de decreto Ministerio de Cultura. 1998. Hace referencia a la reglamentación del Patrimonio Cultural de la Nación y se dan otras disposiciones.

- Ley 685 de 2001 del Código de Minas, Art. 35 num. c) Zonas restringidas para la minería. Señala que podrán efectuarse trabajos y obras de exploración y de explotación de minas en "...zonas definidas como de especial interés arqueológico, histórico y cultural siempre y cuando se cuente con la autorización de la autoridad competente".

- Decreto 833 de 26 de Abril de 2002, reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico Nacional. Art. 2. Autoridades competentes: Ministerio de Cultura, ICANH, autoridades de orden territorial o de los grupos étnicos y las instituciones de carácter técnico, cultural o universitario que sean delegadas por el Ministerio de Cultura o por el ICANH. Art. 10. Señala la obligación de la autorización previa por parte del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), para adelantar cualquier acto de exploración o excavación arqueológica en el territorio nacional, incluidos los predios de propiedad privada. Así mismo, se tienen en cuenta los lineamientos contenidos en algunos documentos y cartillas publicados por el ICANH, para el tratamiento del patrimonio arqueológico.

- La Ley General de Cultura, Patrimonio Arqueológico ICAN 1997 (Cartilla).

- Preservación del Patrimonio Cultural Nacional, cartilla. 1997.

- Manual de procedimientos, registro de colecciones arqueológicas y etnográficas. ICAN. Sin fecha (Cartilla). Procedimientos generales para la preservación del patrimonio en los proyectos de impacto ambiental, Manual de normas y procedimientos para la ejecución de proyectos arqueológicos y registro de colecciones. ICAN, Santafé de Bogotá, 1996.

- Manual de procedimientos generales para la preservación del patrimonio arqueológico en los proyectos de impacto ambiental.

- Formato de registro de Proyectos ICANH 2007.

- Guía de presentación de proyectos ICANH 2007.

1.8 CONTENIDO DEL ESTUDIO

A continuación se presenta de manera resumida el contenido de los diferentes capítulos del presente Estudio de Impacto Ambiental.

Capitulo 1. Generalidades. Se presenta en este capítulo la introducción, el objetivo, los antecedentes, metodología general, marco normativo considerado y el presente numeral.

Capítulo 2. Descripción del Proyecto. Presenta las características técnicas y físicas principales de las obras, en cuanto a las actividades más relevantes en términos de su influencia sobre los componentes del ambiente.

Capítulo 3. Caracterización del área de influencia. Definición del área de influencia directa e indirecta del proyecto, caracterizando sus componentes físico, biótico y social; y definiendo la zonificación ambiental.

Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales. Evaluación de los recursos naturales demandados por el proyecto y el tipo de afectación.

Capítulo 5. Evaluación ambiental. Identificación y evaluación de impactos ambientales, valorando los escenarios con y sin proyecto.

Capítulo 6. Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto. Clasificación de las zonas involucradas en el desarrollo del proyecto, de acuerdo a las intervenciones recomendadas desde el punto de vista ambiental.

Capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental. En este capítulo se plantean los programas y proyectos necesarios para atender los diferentes impactos identificados en cada uno de los componentes físico, biótico y social.

Capitulo 8. Programa de seguimiento y monitoreo del proyecto. Contempla los programas de seguimiento y monitoreo que deben acometerse durante las diferentes fases del proyecto.

Capítulo 9. Plan de Contingencia. Se presentan en este capítulo el análisis de las amenazas, vulnerabilidades y riesgos, para establecer finalmente planes, programas y proyectos asociados a la atención de las emergencias.

Capítulo 10. Plan de cierre. Establece las medidas adecuadas para el desmantelamiento de la infraestructura requerida en la fase de construcción, con el fin de garantizar unas condiciones iguales o mejores a las encontradas al inicio de las obras.

Capitulo 11. Plan de inversión del 1%. Contiene las actividades, que de acuerdo a la legislación colombiana, se deben desarrollar para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la fuente hídrica intervenida por el proyecto.

Anexos. Contiene la información que, por su carácter, no es relevante ubicarla dentro del cuerpo del documento, pero que hace parte de los soportes de la información contenida en el mismo, tales como planos, formatos, bibliografía, entre otros.

Capítulo 2. Descripción del Proyecto

TABLA DE CONTENIDO

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2.1
2.1 LOCALIZACIÓN 2.1
2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 2.4
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 2.4
2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 2.10
2.4.1 Características de la vía 2.10
2.4.1.1 Diseño geométrico 2.11
2.4.1.2 Volumen estimado de remoción de descapote 2.13
2.4.1.3 Volumen estimado de cortes y llenos 2.13
2.4.1.4 Taludes previstos en cortes y terraplenes 2.14
2.4.1.5 Estructuras necesarias en la vía 2.17
2.4.1.6 Necesidad de desvíos y canalizaciones 2.19
2.4.1.7 Necesidad de voladuras y empleo de explosivos 2.19
2.4.1.8 Infraestructura asociada 2.19
2.4.1.9 Accesos alternos al área de interés 2.22
2.4.2 Características de los túneles 2.22
2.4.2.1 Sector 1: Baltimore 2.22
2.4.2.2 Sector 3: Túnel Santa Elena 2.24
2.4.2.3 Plazoletas de los portales 2.25
2.4.2.4 Edificios de control 2.27

2.4.2.5 Volumen de excavación subterránea estimado 2.29
2.4.2.6 Necesidad de voladuras 2.30
2.4.2.7 Localización y dimensión de los nichos 2.30
2.4.2.8 Instalaciones eléctricas 2.31
2.4.2.9 Diseños hidrosanitarios 2.32
2.4.2.10 Sistema de ventilación 2.35
2.5 ETAPA DE OPERACIÓN 2.36
2.5.1 Sistema de Supervisión, Control y Comunicaciones del Túnel (SCC) 2.36
2.5.1.1 Modos de Operación 2.37
2.5.1.2 Breve descripción operativa de los sistemas 2.37
2.5.2 Mantenimiento 2.40

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Resumen de costos Conexión Vial Aburrá-Oriente 2.5
Tabla 2.2 Criterios de diseño para el Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente 2.12
Tabla 2.3 Metros cúbicos de material a remover 2.13
Tabla 2.4 Cálculo de cortes y llenos 2.13
Tabla 2.5 Inclinaciones recomendadas para los terraplenes 2.14
Tabla 2.6 Taludes de corte recomendados para el Sector 1 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental. 2.15

Tabla 2.7 Taludes de corte recomendados para el Sector 2 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental. 2.15

Tabla 2.8 Taludes de corte recomendados para el Sector 3 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental. 2.15

Tabla 2.9 Taludes de corte recomendados para el Sector 4 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental. 2.16

Tabla 2.10 Taludes de corte recomendados para el Sector Oriental 2.17

Tabla 2.11 Lista de puentes del Túnel Aburrá Oriente 2.18

Tabla 2.12 Zonas de depósito, denominación y volumen 2.20

Tabla 2.13 Volumen de excavación subterránea estimada 2.30

Tabla 2.14 Localización y dimensiones de los nichos de control 2.30

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Localización en la República de Colombia 2.2

Figura 2.2 Sectorización del Proyecto 2.3

Figura 2.3 Estructura organizacional Concesión Vial Túnel Aburrá Oriente 2.9

Figura 2.4 Sector Baltimore 2.10

Figura 2.5 Sección típica de las vías 2.13

Figura 2.6 Vista en 3D edificio de control 2.28

Figura 2.7 Vista en planta montaje acceso Oriental y Occidental 2.29

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se presenta la descripción del proyecto en sus diferentes etapas especificando las características constructivas que se muestran en una obra de gran magnitud como es una compuesta por vías, túneles, puentes y demás estructuras que ayuden a mantener en buen estado y servicio el proyecto durante su vida útil . De acuerdo a los estudios y diseños realizados se da como resultado una serie de especificaciones que se tendrán en cuenta en la etapa de construcción y que deberán ser monitoreadas para obtener como resultado una obra de óptima calidad para el usuario, que sigan los parámetros y normas ambientales vigentes.

Los terrenos que corresponden a este corredor vial se encuentran localizados hacia el centro de la Cordillera Central, inicialmente en la unidad fisiográfica denominada Valle de Aburrá y rematando sobre el altiplano de Rionegro o San Nicolás. Son terrenos en general de vertientes largas con pendientes desde moderadas a escarpadas, que se suavizan hacia su tramo final, en el sector de Sajonia. Allí se tienen colinas suaves de pendientes moderadas a bajas.

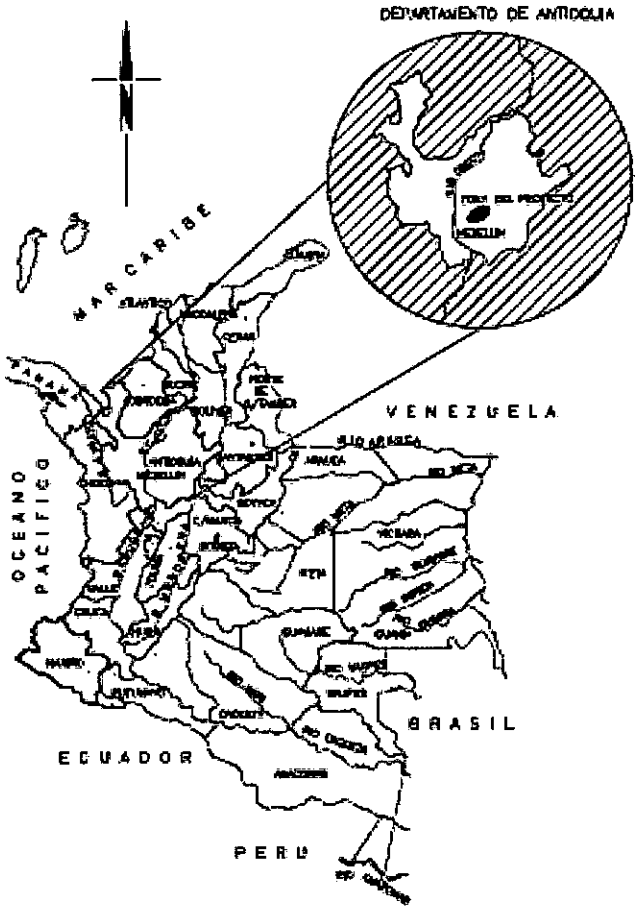
2.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se localiza en Colombia, en el Departamento de Antioquia, en territorio de los municipios Medellín, Envigado y Rionegro. En la Figura 2.1 2.1 se visualiza la ubicación en Colombia.

El proyecto en su localización se ha dividido en cuatro sectores, de los cuales se tiene el sector 1 correspondiente al intercambio vial Baltimore y al Túnel Seminario, el sector 2 que hace parte del acceso occidental, el sector 3 que corresponde a los Túneles de Santa Elena y finalmente el sector 4 donde se ubica el portal oriental. En la Figura 2.2 se presenta la sectorización del proyecto.

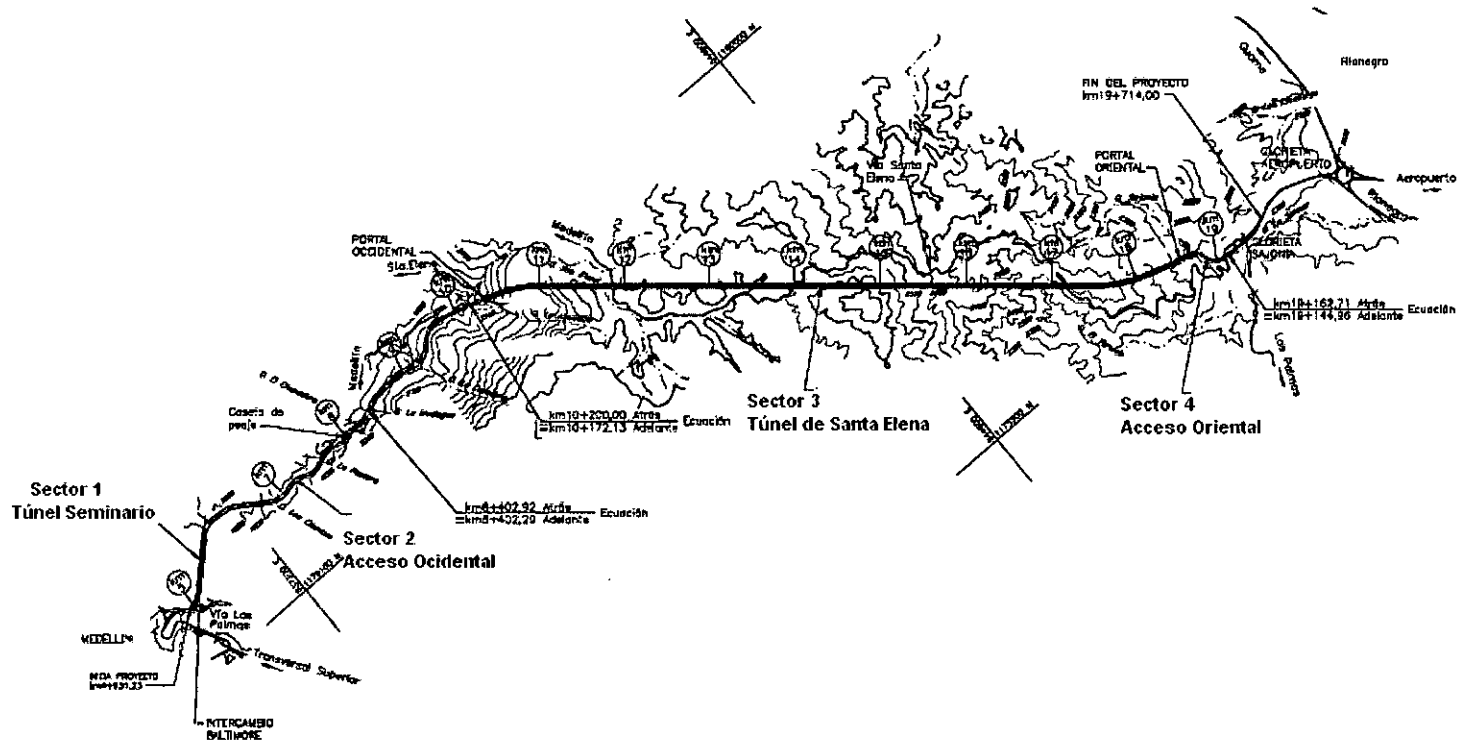
El proyecto se inicia en la Doble Calzada de la Vía Las Palmas, Sector Baltimore, parte baja del Seminario Conciliar de Medellín. Allí se propone un intercambio vial y un primer túnel de 813 m de longitud, el portal nororiental se ubica arriba del barrio Quinta Linda, desde donde continua una vía de 4.6 kilómetros por la parte alta de la ladera izquierda de la cuenca de la quebrada Santa Elena, sector centro oriental de la ciudad. En inmediaciones de la quebrada La Aguadita se plantea el portal de los túneles de Santa Elena; estos túneles tienen una longitud de 8.187 m cada uno, con portal de salida en el Sector de Sajonia, margen derecha de la Quebrada Salazar. A partir de allí y bordeando la corriente mencionada el alineamiento continua por cerca de 800 m hasta llegar a la glorieta de Sajonia, siguiendo las modificaciones de la vía a Santa Elena. El trazado se ilustra en el Plano I_P_2028_AO_VI_GE_002.

Figura 2.1 Localización en la República de Colombia



Fuente:Plano de Localización I_P_2028_AO_VI_GE_002 Integral

Figura 2.2 Sectorización del Proyecto



Fuente: Plano de Localización I_P_2028_AO_VI_GE_002. Integral. 2009

2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la topografía del territorio antioqueño el proyecto pretende establecer una adecuada red vial, que integre las regiones del Valle de Aburrá y del Valle San Nicolás, permitiendo el desarrollo y creando alternativas para los inversionistas que buscan crear nuevas empresas productivas.

El grueso de la población y de la actividad productiva del departamento, se ha concentrado en el Valle del Aburrá, y hacia el este se encuentra el valle de San Nicolás, donde se encuentran nueve municipios del departamento.

Debido a su cercanía geográfica, se presentan importantes intercambios entre estas dos regiones, limitados por las condiciones topográficas de sus áreas limítrofes, constituidas por un cordón montañoso que alcanza alturas superiores a los 2 400 m. No obstante las dificultades para la comunicación vial, existe un considerable tráfico entre ambas regiones, que en parte está constituido por el desplazamiento de personas que tienen su sitio de trabajo en una región y su vivienda en la otra. Es de esperarse que las dos áreas mantengan la tendencia hacia el aumento de sus intercambios, como un proceso natural entre dos núcleos importantes.

Mirado desde el punto de vista de las relaciones con el exterior del departamento, el conjunto Valle del Aburrá - Valle de San Nicolás constituye un núcleo importante, tanto poblacional como productivo, cuyo peso en el contexto del país obliga a procurar la mayor eficiencia de los sistemas de transporte, tanto al interior del núcleo regional, como en la comunicación con las otras regiones del país. En vista de lo anterior, resulta urgente construir nuevas vías que permitan mantener las condiciones de competitividad de las regiones, con el fin de evitar los desajustes económicos y sociales que se producirían al entrar en crisis los sistemas de producción de las mismas.[1]

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Con el fin de mejorar las posibilidades de conexión vial entre el Valle de Aburrá y el Valle de San Nicolás, se contempla una nueva ruta para unir estos dos valles en una forma más rápida y segura, disminuyendo así el trayecto que se ha planteado entre los sitios de Baltimore, sobre la calzada de las Palmas y la glorieta de Sajonia en el Municipio de Rionegro, surgiendo la Conexión Vial Aburrá – Oriente, consistente en la construcción de un túnel vehicular y de vías para conexión del mismo.

El proyecto de conexión vial entre el Valle de Aburrá y el Oriente incluye la construcción de una vía rápida con un túnel que evita el ascenso hasta los 2 200 metros de altura para salvar la cordillera.

[1] INTEGRAL, Ingenieros Consultores. Estudio de Impacto Ambiental. Medellín. Enero, 2000. Pág. 2.1

Después de estudiar varias alternativas se definió una nueva ruta que tiene una longitud de 14.8 km, la cual incluye la construcción de intercambios viales y puentes (1 540 m), túneles vehiculares, uno de 813 m y dos de 8 187 m, uno en operación y otro paralelo como túnel de rescate o emergencia, y vía a cielo abierto, de acuerdo a la última actualización de diseños (realizada por la firma Integral S.A. Etapa I). Las vías se construirán para velocidades de 60 km/h, inicialmente tendrán dos carriles pero se prevé que el incremento del tráfico hará necesario que se amplíe a cuatro carriles, así como la puesta en operación del segundo tubo de los túneles (Etapa II).[2]

Se realizaron cálculos aproximados para estimar el costo total del proyecto por frentes de trabajo y demás gastos que generan un proyecto de esta magnitud. En la Tabla 2.1 2.1 se presenta el resumen aproximado de los costos de la Conexión Vial Aburrá – Oriente.

Tabla 2.1 Resumen de costos Conexión Vial Aburrá-Oriente

	FRENTE DE TRABAJO	VALOR TOTAL (PESOS COL)
1	OBRA CIVIL (Túneles y via a cielo abierto)	629.466.006.713
2	EQUIPOS ELECTRICOS Y MECANICOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA	124.692.233.145
3	COSTOS AMBIENTALES	19.682.665.643
	IVA	3.537.558.425
	TOTAL	777.378.463.926

Fuente: Concesión Túnel Aburrá Oriente. 2009

La Concesión Túnel Aburrá – Oriente S.A. es una sociedad constituida por 54 accionistas, en su gran mayoría firmas constructoras de gran importancia en Antioquia y el país, pertenecientes a la Cámara Colombiana de la Infraestructura, CCI.

La Concesión fue creada para desarrollar el contrato de concesión N° 97 – CO -20 – 811, suscrito con el Departamento de Antioquia, el 20 de diciembre de 1997, y tiene como objeto realizar por el sistema de concesión, los estudios y diseños definitivos, la financiación, las obras de construcción, el mejoramiento y rehabilitación, la operación y el mantenimiento de las obras que conforman la "Conexión Vial Aburrá – Oriente (Túneles de Oriente y Desarrollo Vial complementario)".

[2] www.tuneloriente.galeon.com. Artículo consultado en Internet en *Mayo 29 2009*

El objetivo fundamental de la Concesión es prestar un servicio de alta calidad en la construcción, operación y mantenimiento vial, que permita el bienestar de los usuarios, comunidades y trabajadores, contribuyendo al desarrollo económico de la región y a la preservación del medio ambiente[3]. La estructura organizacional de la Concesión se presenta en la Figura 2.

La Concesión en su instancia responsable de la gestión ambiental, ha establecido funciones en su estructura organizacional que lleven al cumplimiento a cabalidad del plan de manejo ambiental, las cuales se nombran a continuación:

Especialista ambiental

- Conocer el Plan de Manejo Ambiental, estudiarlo permanentemente y velar por su cumplimiento.
- Mantener informado al Director de obra sobre el desarrollo del proyecto y las situaciones de carácter ambiental que ameriten correctivos o ejecución de medidas de contingencia.
- Recomendar al Director de obra acciones correctivas para la buena marcha del proyecto a nivel ambiental.
- Participar en las reuniones programadas con la comunidad e instituciones, para tratar los temas desarrollados con el proyecto.
- Desarrollar en coordinación con el profesional de área social las actividades necesarias para la divulgación de las normas ambientales.
- Coordinar actividades de difusión y cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental entre los empleados vinculados al proyecto, subcontratistas y moradores en la zona de influencia del proyecto.
- Coordinar la elaboración del Plan de Emergencia y su difusión.
- Conocer el Plan de Calidad y aplicarlo en su área.
- Coordinar las relaciones con las entidades del Estado responsables de los permisos ambientales y de su cumplimiento.
- Monitorear los parámetros, presentar los informes respectivos y coordinar acciones correctivas, de las corrientes naturales de agua en la zona de influencia del proyecto. Asesorar a los frentes en todo lo referente a la medición de gases, efluentes y afluentes líquidos.

[3] www.tuneloriente.galeon.com *Artículo consultado en Internet en Mayo 29 de 2009*

- Monitorear la concentración, presentar los informes respectivos y coordinar acciones correctivas, de gases en el túnel, de acuerdo con las especificaciones y normas internacionales.

- Mantenerse informado sobre las normas oficiales que competan al área ambiental y del proyecto.

- Trabajar con las comunidades vecinas en asuntos relacionados a la protección y educación ambiental.

- Coordinar actividades para disponer en forma responsable los residuos, tanto ordinarios como industriales, resultantes de la construcción del proyecto.

- Registrar el índice pluviométrico en ambos frentes.

- Elaborar un informe mensual que forma parte del Informe Mensual de obra.

Ingeniero(a) Residente Ambiental

- Conocer el Plan de Manejo Ambiental, estudiarlo permanentemente y velar por su cumplimiento.

- Coordinar actividades de difusión del Plan de Manejo Ambiental entre los empleados vinculados al proyecto, subcontratistas y moradores en la zona de influencia del proyecto.

- Controlar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental por parte de los subcontratistas del proyecto.

- Conocer el Plan de Calidad y aplicarlo en su área.

- Coordinar las relaciones con las entidades del Estado responsables de los permisos ambientales y de su cumplimiento.

- Identificar riesgos y coordinar con las respectivas áreas todas las actividades encaminadas a minimizar los posibles efectos nocivos sobre el medio ambiente o las personas involucradas en la construcción del proyecto.

- Monitorear los parámetros, presentar los informes respectivos y coordinar acciones correctivas, de las corrientes naturales de agua en la zona de influencia del proyecto. Asesorar a los frentes en todo lo referente a la medición de gases, efluentes y afluentes líquidos.

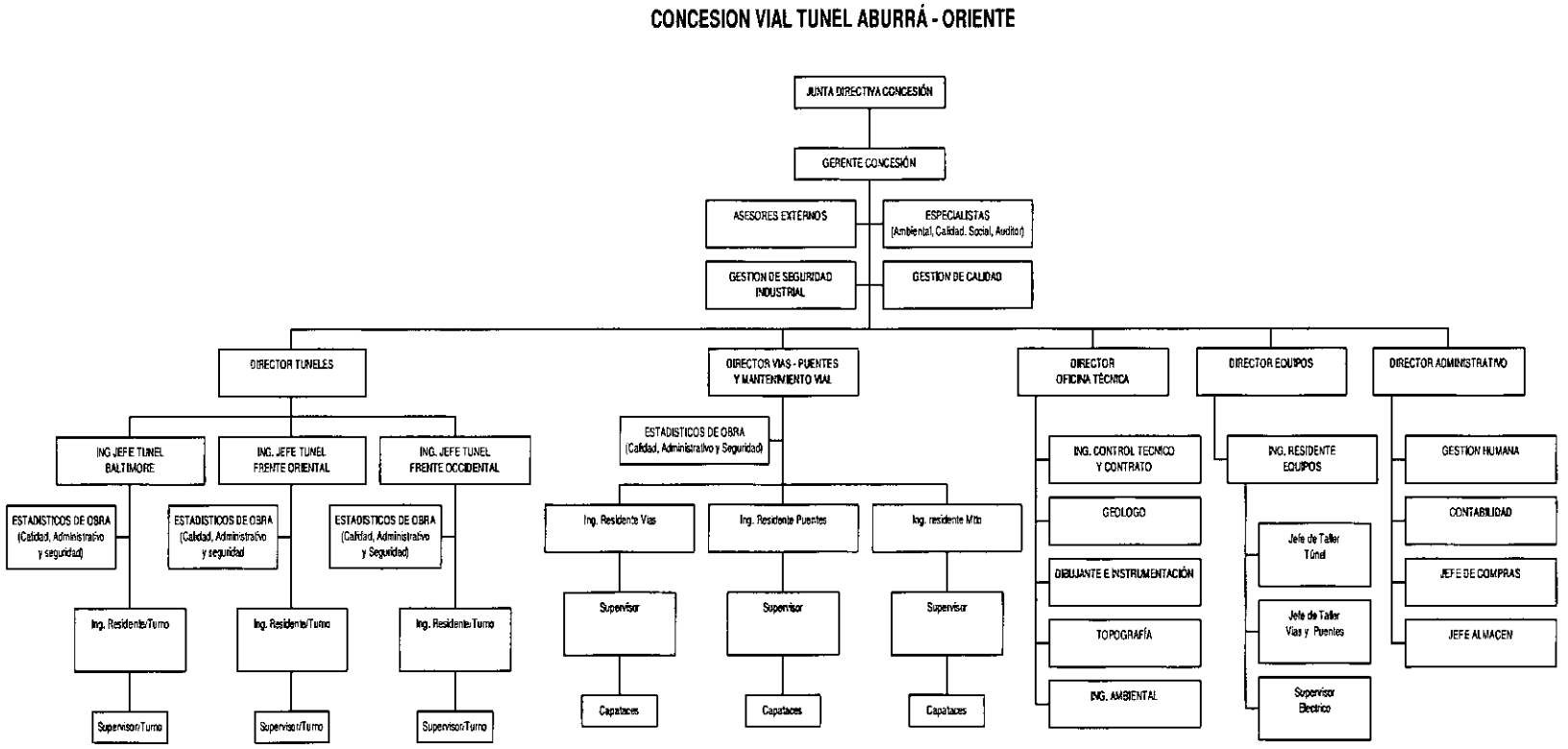
- Monitorear la concentración, presentar los informes respectivos y coordinar acciones correctivas, de gases en el túnel, de acuerdo con las especificaciones y normas internacionales.

- Mantenerse informado sobre las normas oficiales que competan al área ambiental del proyecto.
- Conocer y difundir estándares internacionales relacionados con el área ambiental del proyecto.
- Coordinar actividades para disponer en forma responsable los residuos, tanto ordinarios como industriales, resultantes de la construcción del proyecto.
- Registrar el índice pluviométrico en ambos frentes.
- Presentar informes a la Interventoría del Proyecto.

Coordinador(a) social

- Conocer el Plan de Manejo Ambiental y velar por su cumplimiento.
- Coordinar actividades de información y divulgación del Plan de Manejo Ambiental entre los empleados vinculados al proyecto, subcontratistas y comunidad ubicada en la zona de influencia del proyecto.
- Conocer el Plan de Calidad y aplicarlo en su área.
- Identificar y coordinar con las respectivas áreas todas las actividades encaminadas a prevenir, mitigar y/o compensar los impactos sociales que pueda generar la construcción del proyecto.
- Implementar programas de bienestar con los empleados.
- Generar espacios en los que acompañe a los trabajadores del proyecto y que requieren el apoyo y asesoría en el aspecto social y humano para mejorar su calidad de vida y la de su familia.
- Generar alianzas estratégicas con entidades públicas, privadas o comunitarias que apoyen el desarrollo de la comunidad, canalizando sus asistencias sociales hacia la población aledaña al proyecto, permitiendo que se ejecute en medio de la cordialidad, minimizando así el impacto que pueda generar en su entorno.
- Presentar informe mensual a la Dirección General de Obras de todas las actividades realizadas durante el período y los requeridos por el contrato.
- Propender por el desarrollo de las comunidades aledañas al proyecto apoyándolas en la resolución de sus necesidades.

Figura 2.3 Estructura organizacional Concesión Vial Túnel Aburrá Oriente



Fuente: Concesión Túnel Aburrá Oriente. 2009

2.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Desde un punto de vista exclusivamente teórico, se dice con frecuencia que el sistema constructivo de un túnel es la simple consecuencia de los estudios básicos del Proyecto[4].

2.4.1 Características de la vía

Para efectos de los estudios realizados, el Proyecto se compone de cuatro sectores, así:

Sector 1: Baltimore

Sector 2: Acceso Occidental (Seminario - Portal occidental)

Sector 3: Túnel de Santa Elena

Sector 4: Acceso Oriental (Portal Oriental - Glorieta Sajonia)

- **Sector 1:** Baltimore. El proyecto se desprende en el km 4+900 de la actual doble calzada a Las Palmas, que inicia en la Glorieta de San Diego. El tramo está compuesto por el intercambio de Baltimore y el Túnel Seminario de 813 m, tal y como se puede apreciar en la Figura.

Figura 2.4 Sector Baltimore

Fuente: Informe Técnico de Vías

[4] LÓPEZ JIMENO, Carlos. Manual de túneles y obras subterráneas. Madrid. 1997. Pág. 82

- **Sector 2:** Acceso Occidental (Seminario - Portal Occidental). El sector está compuesto por una vía a superficie, en una longitud aproximada de 4,6 km. En la zona del km 8+000 se tiene previsto la ubicación de las casetas de peajes para ambas direcciones, aprovechando las favorables condiciones topográficas y la pendiente longitudinal del +3,6% de la vía.

  A partir del km 6+200 se inicia una zona de bosque sembrado en pinos, el cual se prolonga hasta el km 10+270. En el km 10+330 se localizó el portal occidental donde empieza el Túnel de Santa Elena. La vía se encuentra diseñada para una velocidad de 60 km/h.

- **Sector 3:** Túneles de Santa Elena. Dos túneles paralelos con longitud total de 8.187 m cada uno, desde el portal occidental que está situado en el km 10+330 hasta el portal oriental que se encuentra en el km 18+517. Es un alineamiento en su mayoría recto que tiene una curva derecha que se inicia en el PC = km 10+467,24, con un radio de 1 227,77 m, y termina con una curva izquierda cuya abscisa del PT es km 18+145,59 y un radio de 1 562,61 m. La pendiente longitudinal a lo largo del mismo es de +2,25% y al final cambia a una pendiente longitudinal del -1,5% con una curva vertical muy amplia de L=290 m. La velocidad de operación prevista es de 60 km/h.

- **Sector 4:** Acceso Oriental (Portal Oriental - Glorieta Sajonia). Este se inicia en el portal oriental del Túnel de Santa Elena en el km 18+517, con una sección típica similar a la del acceso occidental y con un alineamiento horizontal que se acomoda a la ladera derecha de la Quebrada La Salazar, hasta cruzarla en el km 19+265 en el Valle de Sajonia por medio de un viaducto, que se inicia en el km 19+161 hasta el km 19+546, que también pasa por encima de la Glorieta de Sajonia, sitio en el cual confluyen los tráficos que tienen como destino Las Palmas, el Aeropuerto José María Córdoba y Santa Elena.

2.4.1.1 Diseño geométrico

El diseño del proyecto conexión vial Aburrá – Oriente se diseñó para una velocidad de 60 km/h, correspondiente a la primera calzada (Medellín – Aeropuerto) y una vez el tránsito vehicular lo amerite se requerirá la construcción de la segunda calzada Aeropuerto – Medellín.

El diseño conserva en general el alineamiento horizontal y vertical de los estudios realizados en el año 2000, con modificaciones en el inicio del proyecto en Baltimore, donde se involucra un nuevo túnel de 813 m de longitud, se revaluaron los taludes de cortes del proyecto y en el sector oriental en un tramo de aproximadamente 300 m, se modificó el alineamiento horizontal con el fin de disminuir los cortes.

En la Tabla 2.2 2.2 se presentan los criterios de diseño adoptados para el diseño del proyecto Conexión Vial Aburrá – Oriente.

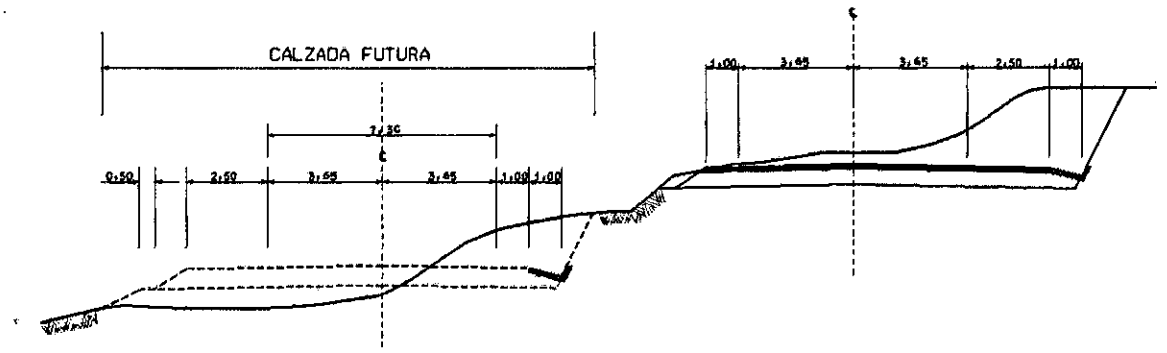
Tabla 2.2 Criterios de diseño para el Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente

CRITERIO	SECTOR 2
Tipo de terreno	Montañoso
Velocidad de diseño (km/h)	60
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica
Ancho del pavimento total	10,80 m
Carriles de circulación	2 de 3,65 m c/u
Ancho de la berma	
Interior	1,00 m
Exterior	2,50 m
Bombeo	2,0%
Peralte máximo	8,0%
Radio mínimo en curva	120,00 m
Tipo de curvas	Espirales
Longitud espiral mínima	
Máxima	150,00 m
Mínima	55,00m
Pendiente longitudinal máxima	8,0%
Pendiente longitudinal mínima	0,5%
Longitud de curva vertical mínima	60 m
Gálibo vertical mínimo	5,0 m
Distancia de visibilidad de parada	75 m
Longitud carril de aceleración	100 m
Longitud carril de desaceleración	75 m
Ancho cunetas de concreto	1,00 m
Taludes	
En corte	Variable
En lleno	1V : 1,5 H

Fuente: Diseño Geométrico Vías

La sección típica adoptada para las vías de acceso a los túneles fue de 7,3 m de calzada, 2,5 m de berma exterior, 1,0 m de berma interior, cunetas de concreto y superficie de rodadura en concreto asfáltico, tal como se puede apreciar en la Figura 2.5 Sección típica de las vías 2.5 Sección típica de las vías.

Figura 2.5 Sección típica de las vías



Fuente: Diseño Geometrico Vías

2.4.1.2 Volumen estimado de remoción de descapote

A fin de ilustrar la cantidad en m^3 de material que se espera remover, la Tabla 2.3 indica el dato discriminado por el sector en que se espera su generación.

Tabla 2.3 Metros cúbicos de material a remover

Actividad	Und	Inter Baltimore	Portal Seminario por Palmas	Portal Seminario Oriental	Occidental	Portal Occidental	Portal Oriental	Oriental	TOTAL
Desmonte y Limpieza	Ha	2,0	0	0	16,7	0	0	5,5	**24,2**
Descapote	m3	5.850	0	0	31.570	0	0	19.800	**57.220**
Revegetalización (cortes y Llenos)	m2	16.400	0	0	149.000	0	0	32.000	**197.400**
Revegetalización con agrotextil	m2	0	0	0	0	0	0	2.640	**2.640**

Fuente: Cantidades Resumen, Cálculo Vías

2.4.1.3 Volumen estimado de cortes y llenos

El cálculo de cortes y llenos se llevó a cabo con los perfiles, topografía del terreno y el trazado respectivo de los portales y las vías. La Tabla 2.4 presenta el cálculo de cortes y llenos del proyecto.

Tabla 2.4 Cálculo de cortes y llenos

Ubicación	Volumen Total Corte m3	Volumen Total Lleno m3
Inter Baltimore	47.190	2.200
Portales Seminario por Palmas	23.980	-
Portal Seminario Oriental	88.000	-
Occidental	647.416	83.463
Portal Occidental	118.374	119.600

Ubicación	Volumen Total Corte m3	Volumen Total Lleno m3
Portal Oriental	88.116	1.100
Oriental	124.706	28.565
TOTAL	1.137.782	234.928

Fuente: Cantidades Resumen, Cálculo Vías

2.4.1.4 Taludes previstos en cortes y terraplenes

Las inclinaciones recomendadas se definieron buscando que los factores de seguridad calculados fueran iguales o superiores a 1,3 para un análisis estático y fueran iguales o superiores a 1,0 para un caso seudoestático.

Para definir la geometría de los taludes rocosos, se consideraron los perfiles de meteorización, y las características y disposición de las discontinuidades presentes en el macizo.

Con respecto a los terraplenes, sólo se hacen recomendaciones, para definir su pendiente en función de la altura, puesto que en estas vías se encuentran en muy poca cantidad y de muy poca altura.

Las inclinaciones recomendadas para los terraplenes bajo condiciones normales son los siguientes:

Tabla 2.5 Inclinaciones recomendadas para los terraplenes

Altura de terraplenes (m)	Talud recomendado
0 - 5	1,5H : 1,0V
5 - 10	2,0H : 1,0V
10 - 15	2,5H : 1,0V

Fuente: Informe de Diseño

Los taludes de corte recomendados pueden variarse dependiendo de las características de los materiales encontrados durante las excavaciones.

El informe de diseño hace un análisis más profundo acerca de las características de taludes.

Considerando aspectos como geomorfología, perfiles de meteorización, características de los suelos, condiciones de drenaje, cobertura vegetal, usos del suelo, procesos erosivos y estabilidad de las laderas, el corredor del acceso occidental de la vía se dividió en cuatro sectores homogéneos que fueron explicados previamente en el informe de diseño y partiendo de esta sectorización se diferenciaron los diferentes taludes.

Sector 1, km 6+000 a km 7+150. El comienzo de este sector está a la salida del Túnel Seminario y finaliza en un carreteable, destinado para la explotación de madera localizado en la parte alta del Barrio Los Caunces.

La Tabla 2.6 2.6 muestra los taludes de cortes recomendados para este sector, según la sectorización geotécnica.

Tabla 2.6 Taludes de corte recomendados para el Sector 1 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental.

Sector		Recomendaciones	Materiales excavados (%)	
Abscisa inicial	Abscisa final		Suelo	Roca
km 6+000	km 7+150	Taludes 0,75H:1,0V	100	0

Fuente: Informe de Diseño

Sector 2, km 7+150 a km 7+680. Este sector inicia en un carreteable destinado para la explotación de madera en la parte alta del Barrio Los Caunces y termina en el Seminario Conciliar de Medellín. La Tabla 2.7 2.7 muestra los taludes de cortes recomendados para este sector, según la sectorización geotécnica.

Tabla 2.7 Taludes de corte recomendados para el Sector 2 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental.

Sector		Recomendaciones	Materiales excavados (%)	
Abscisa inicial	Abscisa final		Suelo	Roca
km 7+150	km 7+380	Talud inferior con inclinación 0,5H:1V de 5 m de altura y berma de 3,0 m de ancho, talud superior con inclinación 0,75H:1,0V	90	10
km 7+380	km 7+680	Talud inferior con inclinación 0,5H:1V de 5 m de altura y berma de 3,0 m de ancho, talud superior con inclinación 0,75H:1,0V	80	20

Fuente: Informe de Diseño

- **Sector 3, km 7+680 a km 9+200.** Este sector está comprendido entre el seminario Conciliar de Medellín, cerca a la quebrada La Pastora, y termina en el costado derecho de la quebrada La Espadera. La Tabla 2.8 muestra los taludes de cortes recomendados para este sector, según la sectorización geotécnica.

Tabla 2.8 Taludes de corte recomendados para el Sector 3 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental.

Sector		Recomendaciones	Materiales excavados (%)	
Abscisa inicial	Abscisa final		Suelo	Roca
km 7+680	km 7+890	Los dos taludes inferiores con inclinaciones 0,5H:1V con bermas intermedias de 3,0 m de ancho cada 8 m de altura y talud superior a 0,75H:1,0V	65	35
km 7+890	km 8+160	Talud inferior con inclinación 0,5H:1V de 8 m de altura con berma superior de 3,0 m de ancho y talud superior con inclinación 1H:1V	65	35

Sector		Recomendaciones	Materiales excavados (%)	
Abscisa inicial	Abscisa final		Suelo	Roca
km 8+160	km 8+600	Talud inferior con inclinación 0,5H:1V de 8 m de altura con berma superior de 3,0 m de ancho, talud intermedio con inclinación 0,75H:1,0V de 10 m de altura y talud superior con inclinación 1,0H:1,0V	65	35
km 8+600	km 9+200	Los dos taludes inferiores con inclinaciones 0,5H:1V con bermas intermedias de 3,0 m de ancho cada 5,0 m de altura y talud superior a 0,75H:1,0V	60	40

Fuente: Informe de Diseño

- **Sector 4, km 9+200 a km 10+360 (Portal Occidental).** Este sector se localiza en la parte alta de la ladera de la vía a Santa Elena, entre las quebradas La Espadera y La Aguadita. La Tabla 2.9 muestra los taludes de cortes recomendados para este sector, según la sectorización geotécnica.

Tabla 2.9 Taludes de corte recomendados para el Sector 4 de la sectorización geotécnica. Acceso Occidental.

Sector		Recomendaciones	Materiales excavados (%)	
Abscisa inicial	Abscisa final		Suelo	Roca
km 9+230	km 9+470	Altura Talud < 5 m		
		Talud: 0,75H:1,0V	70	30
		5 m<Altura Talud < 12 m	15	85
		Talud inferior: 0,5H:1,0V con tratamiento *		
		Talud >12 m	10	90
		Talud inferior: 0,25H:1V con tratamiento **		
		Talud superior : 0,5H:1,0V con tratamiento *		
		Berma de 3 m de ancho a 9,5 m desde superficie del talud		
km 9+470	km 10+315	5 m<Altura Talud < 10 m	15	85
		Talud inferior: 0,5H:1,0V con tratamiento *		
		Talud >10 m	10	90
		Talud inferior: 0,25H:1V con tratamiento **		
		Talud superior : 0,5H:1,0V con tratamiento *		
		Berma de 3 m de ancho a 7,5 m desde superficie del talud		

Fuente: Informe de Diseño

- **Vía de acceso oriental:** En esta vía de acceso desde el punto de vista geotécnico se identifica un solo sector. Esta zona se caracteriza por presentar un relieve de vertientes moderadas a suaves, con declives entre 10° y 30°, constituido por suelos

residuales y roca meteorizada proveniente de la Anfibolita de Medellín. La Tabla 2.10 2.10, muestra los taludes de cortes recomendados para este sector.

Tabla 2.10 Taludes de corte recomendados para el Sector Oriental

Sector		Recomendaciones	Materiales excavados (%)	
Abscisa inicial	Abscisa final		Suelo	Roca
km 18+700	km 18+800	Talud inferior con inclinación 0,5H:1V de 15 m de altura, con berma de 3,0 m de ancho a esa altura y talud superior con inclinación 1,0H:1,0V	75	25
km 18+800	km 18+950	Talud inferior con inclinación 0,5H:1V de 10 m de altura, con berma de 3,0 m de ancho a esa altura y talud superior con inclinación 1,0H:1,0V	85	15
km 18+950	km 19+500	Talud 1: 0,5H:1V	100	0

Fuente: Informe de Diseño

2.4.1.5 Estructuras necesarias en la vía

2.4.1.5.1 Cruce a desnivel

Las maniobras que se realizan en las plazoletas, se harán a través de un cruce vehicular a desnivel proyectado para evitar accidentes con el tráfico que circula por la vía principal.

2.4.1.5.2 Puentes

En términos generales, se utilizarán al máximo, diseños normalizados, buscando las ventajas de la repetición de elementos iguales y por ende de la fabricación en serie.

A continuación se discriminan las principales estructuras que hacen parte del proyecto:

- Diez puentes en el acceso occidental (tramo Medellín – Túnel).
- Dos puentes en el Intercambio Baltimore.
- Un puente en el Intercambio en la glorieta de Sajonia.

Las carreteras tienen dos carriles de circulación vehicular.

En la Tabla 2.11 2.11 se definen los nombres, las abscisas, luces y número de luces de cada uno de los puentes del acceso occidental (tramo Medellín - Túnel), del Intercambio Baltimore y del Intercambio en la glorieta de Sajonia.

Tabla 2.11 Lista de puentes del Túnel Aburrá Oriente

Puente	Abscisa Inicial	Abscisa Final	Luz	Número de luces
Puente Intercambio Baltimore Lazo 3	km 0 + 237.71	km 0 + 387.71	150	4
Puente Intercambio Baltimore Lazo Palmas	km 0 + 130	km 0 + 170	40	1
Puente Quebrada Los Caunces	km 6 + 902	km 6 + 952	50	2
Puente km 7 + 080	km 7 + 080	km 7 + 200	120	4
Puente km 7 + 372	km 7 + 372	km 7 + 462	90	3
Puente Quebrada La Pastora	km 7 + 572	km 7 + 687	115	4
Puente Quebrada El Chupadero	km 8 + 161	km 8 + 186	25	1
Puente Quebrada Mediagua	km 8 + 345	km 8 + 440	95	4
Puente Quebrada La Espadera	km 9 + 050	km 9 + 230	180	7
Puente km 9 + 662,50	km 9 + 662.50	km 9 + 832.5	170	6
Puente Quebrada la Bocana	km 10 + 015	km 10 + 120	105	4
Puente Intercambio de Sajonia	A km 19 + 161 (km 19 + 178.74)	A km 19 + 570 (km 19 + 587.74)	400	13

Fuente: Informe de Diseño

2.4.1.5.3 Cruces de cuerpos de agua

Para la selección del tipo de obra se tuvieron en cuenta diversos factores, tales como el caudal y la pendiente de la corriente en el sitio de cruce, la sección de la vía (corte, terraplén o semibanca), las condiciones geotécnicas para garantizar la estabilidad de los taludes, el tipo de material presente en el cauce y las facilidades de construcción y mantenimiento de las obras.

Para el dimensionamiento hidráulico de las corrientes que cruzan las vías, se consideró que lo más apropiado, principalmente por facilidades de mantenimiento, era emplear tuberías con diámetros de 0,90 y 1,20 m, según los requerimientos de capacidad hidráulica y en caso de requerirse una mayor capacidad, se emplearían alcantarillas de cajón cuadradas con dimensión mínima de 1,50 m x 1,50 m, con variaciones en las dimensiones cada 0,25 m; debido a que el caudal de las cuencas es relativamente pequeño y no se hace necesario considerar el diseño de puentes o pontones por razones hidráulicas.

En algunos casos fue necesario emplear canales en escalones con el fin de disipar la energía de la corriente y captar el flujo de aguas arriba.

En general las obras hidráulicas diseñadas fueron las siguientes:

- Tuberías
- Alcantarillas de cajón
- Estructuras especiales
- Cunetas
- Subdrenes

2.4.1.6 Necesidad de desvíos y canalizaciones

Para el manejo de las aguas se ha evitado el desvío e interrupción del cauce natural de los afluentes, los controles generales planteados en algunos sectores en que las corrientes puedan generar erosión en los taludes y daños en las vías consisten en la disminución de energía con la ayuda de canales en escalones. Se tuvo en cuenta el cálculo de la trayectoria de flujo verificando que el agua caiga en las estructuras de entrada y sigan su recorrido.

2.4.1.7 Necesidad de voladuras y empleo de explosivos

En la etapa de construcción se establecerá la necesidad del uso de elementos explosivos como herramienta para remover rocas u otros materiales.

2.4.1.8 Infraestructura asociada

2.4.1.8.1 Campamentos

Debido a la cercanía de las obras al Valle de Aburrá y Valle de San Nicolás, y a las facilidades de acceso por la vía a Las Palmas en el acceso Occidental y Oriental, no se contempla la necesidad de establecer campamentos. Aplica igualmente para los túneles.

2.4.1.8.2 Localización de sitios para acopio y almacenamiento de materiales

Los sitios de almacén comúnmente son elegidos por los constructores, teniendo en cuenta el ingreso de vehículos pesados a la obra y el manejo que se efectúe a la entrada y salida de materiales. Por lo tanto, la decisión de localización la toma el constructor analizando los sitios más pertinentes para la ubicación de los mismos. Aplica igualmente para túneles.

2.4.1.8.3 Localización de plantas de triturado, concreto y asfalto

La localización de plantas de triturado la elegirá el contratista teniendo en cuenta los criterios más favorables técnicos y económicos. Aplica igualmente para túneles.

2.4.1.8.4 Disposición de material sobrante del proyecto

La selección de los sitios para disponer el material se hizo teniendo en cuenta el volumen de materiales de corte, un porcentaje de expansión del material, distancias de acarreos mínimas, así como criterios geológicos, ambientales y geotécnicos.

Se identificaron cuatro zonas de depósito, cuya denominación, volumen y diseño se pueden observar en la Tabla 2.12 y en el plano AO-VI-GE-003.

Tabla 2.12 Zonas de depósito, denominación y volumen

Nombre	Volumen (m^3)
Depósito 1 Bolivariana	419.000
Depósito 2 Seminario	382.000
Depósito 3 Santa Elena ventana 1	96.000
Depósito 4 Santa Elena ventana 2	192.000

Fuente: Informe de Diseño

- Depósito 1. Bolivariana

Este depósito corresponde a la parte alta y media de la cuenca de la quebrada La Milagrosa, la cual muestra zonas donde el caudal es intermitente y hacia la parte media de la vertiente, en zona del depósito, su cauce y caudal se muestran bien definidos, encontrando en el cauce afloramientos rocosos y una buena cantidad de bloques. De acuerdo a la cartografía y los diseños consultados, en el punto más cercano de retiro del depósito a la quebrada La Milagrosa esta a 10 m, además limita con el nacimiento de la quebrada La Gómez.

Las vías de acceso para este depósito están definidas en carreteables que requieren de algunas obras para ser habilitados, pero en términos generales presentan buenas condiciones.

- Depósito 2. Seminario

Entrando por las vías internas del Seminario, hasta la zona del Tanque de EPM se tiene acceso a este depósito. Esta zona corresponde a unas geoformas moderadas a onduladas de pendientes suaves, donde se evidencian algunas vaguadas con aguas estacionarias, principalmente para la época invernal. De acuerdo a la cartografía y los diseños consultados, en este depósito se llevara a cabo la intervención de la quebrada La Cangreja y se calculo una distancia mínima de 7 m del depósito a la quebrada La India.

Las vías de acceso, tanto en la parte inferior como superior presentan buenas especificaciones técnicas y pueden fácilmente ser aprovechas para el proyecto.

- Depósito 3. Santa Elena ventana 1

Hacia la parte alta del Corregimiento de Santa Elena unos kilómetros después del alto, se tiene en el borde la vía principal un carreteable que separa las zonas de depósito 3 y 4.

El depósito 3 corresponde a terrenos ondulados de pendientes moderadas a suaves, demarcando una pequeña cuenca de una corriente que tiene su nacimiento inmediatamente debajo de la pata del depósito y donde se presentan zonas empozadas y rasgos hacia aguas debajo de estas zonas de una corriente continua.

- Depósito 4. Santa Elena ventana 2

El depósito 4 corresponde a terrenos ondulados de pendientes moderadas a suaves, demarcando una pequeña cuenca de una corriente y donde se presentan zonas empozadas. El uso del suelo corresponde a cultivos, pastos y potreros de ganado de leche.

2.4.1.8.5 Alternativas de fuentes de materiales

La investigación de las fuentes de materiales se orientó a identificar posibles alternativas cercanas a la zona del proyecto, con el objeto de facilitar su acarreo hacia las obras. En ellas se tomaron muestras para la evaluación de la calidad de sus materiales, pero no se realizó una cuantificación precisa de sus disponibilidades.

Las fuentes evaluadas fueron:

- Cantera Yarumal: (Cuarzodiorita). Esta cantera cuenta con licencia ambiental y minera para la extracción del material, sin embargo, por solicitud de CORNARE, en la actualidad se está realizando ajuste al Plan de Manejo Ambiental, debido al cambio en el método de extracción del material. Por lo tanto, el contratista deberá verificar la vigencia de todos los permisos ambientales y mineros, así como la disponibilidad de las cantidades de material, al momento de la construcción.

- Se pretende el aprovechamiento de las excavaciones del Túnel Santa Elena (anfibolita) ya que allí se presentan materiales que cumplen especificaciones para concretos y pavimentos.

En caso de no ser posible la utilización de la cantera Yarumal, el contratista evaluará la posibilidad de utilizar las canteras ubicadas en Rionegro, La Ceja o El Retiro, las cuales cuentan con todos los permisos mineros y ambientales exigidos por la autoridad y además estudiará la disponibilidad del material requerido.

2.4.1.8.6 Localización de peajes y centros de control operativo

En la zona del km 8+000 se tiene previsto la ubicación de las casetas de peajes para ambas direcciones, aprovechando las favorables condiciones topográficas y la pendiente longitudinal del +3,6% de la vía.

Para la caseta de peaje se implementará un moderno sistema automático de peajes, conocido como telepeaje, Este sistema que funciona en las casetas de recaudo, permite detectar un vehículo que ingresa a un carril a través de un identificador de usuario llamado TAG. El sistema de telepeajes funciona en la modalidad de prepago.

Cada portal contará con un respectivo edificio de control donde se concentrarán todas las funciones de administración y control.

2.4.1.9 Accesos alternos al área de interés

La Concesión Túnel Aburrá- Oriente ha venido adelantando el mejoramiento de las vías de acceso, las cuales conducen a las abscisas de inicio de cada portal del túnel.

Se puede acceder al portal Occidental por la vía que inicia en el Sector San Diego, por la Vía a Las Palmas conduciendo hacia el Aeropuerto hasta llegar al sector conocido como Baltimore.

La Vía a Las Palmas ha recibido ampliación a doble calzada durante los últimos años. En estos momentos se cuenta con una sección de cuatro carriles, dos en cada sentido. Aunque algunos tramos se encuentran en rehabilitación de taludes y pavimentos, debido a la inestabilidad del terreno, vienen siendo mejorados y tratados en forma especial con la finalidad de dar paso total en ambos sentidos de la calzada.

Se debe continuar con las labores de mantenimiento y mejoramiento en la vía a Las Palmas con actividades tales como: limpieza de obras de drenaje, limpieza de cunetas, rocería de taludes, remoción de derrumbes, con el fin de garantizar el normal tránsito de los vehículos y brindar seguridad a los usuarios.

El acceso al portal oriental puede hacerse por dos rutas, vía al Aeropuerto Internacional José María Córdova y por la autopista Medellín-Bogotá.

La vía que conduce a la glorieta Sajonia - Aeropuerto se encuentra en buenas condiciones con doble calzada y tránsito normal de vehículos. Se han sostenido las actividades en mantenimiento y mejoramiento de las vías, con el fin de brindar las mejores condiciones al usuario.

2.4.2 Características de los túneles

2.4.2.1 Sector 1: Baltimore

El alineamiento horizontal del túnel quedó conformado por un tramo recto de 786,50 m que parte del portal sur en el km 5+080,00, hasta el portal norte en el km 5+866,50. A este túnel se le adicionó un pequeño ramal de 199,35 m, denominado Lazo 3, que servirá como carril descendente, empalmando con el intercambio sobre la vía Las Palmas; este lazo inicia con una curva horizontal de radio 120,00 m en la abscisa km 5+205,61. Véase el plano AO-VI- TB-001.

2.4.2.1.1 Parámetros Túnel Seminario

Los principales parámetros que se usaron en los diseños de este túnel, fueron:

- Pendiente de la rasante del túnel: 5,80%
- Ancho de calzada (carriles de 3,65 m y bermas de 0,35 m): 8,00 m

- Gálibo vertical en el túnel: 5,00 m
- Longitud: 813 m
- Altitud del portal de entrada: 1.764,0 msnm
- Altitud del portal de salida: 1.809,0 msnm
- Pendiente del túnel: 5,5 %
- Galibo requerido: 5,0 m
- Altura total de la sección del túnel: 6,5 m
- Área de la sección del túnel: 59,9 m^2
- Velocidad de diseño: 60 km/h
- Tráfico vehicular en ambos sentidos (bidireccional)

2.4.2.1.2 Secciones Túnel Seminario

Para el túnel se definieron cinco secciones transversales típicas de excavación con base en las condiciones geológicas y geotécnicas de los materiales que se esperan encontrar.

El dimensionamiento de la sección mínima de excavación se determinó para que se cumplieran las siguientes condiciones:

- Definición de una forma de sección que estructuralmente fuera óptima para las condiciones de terreno esperadas.
- Para la altura de la sección se consideraron las dimensiones de la estructura del pavimento, más el gálibo vertical de 5,00 m, más una altura para la instalación de los equipos de ventilación recomendados para este túnel.
- En el ancho de la sección se localizan los soportes de construcción, en cada una de las cinco secciones de excavación que se definieron, más los muros de revestimiento, más los andenes de 1,35 m, más un ancho de calzada de 8,00 m.

El revestimiento permanente del túnel se estableció de 0,40 m de espesor para todas las secciones.

El soporte de construcción se definió para cada tipo de suelo encontrado, para ver detalle de secciones remitirse a plano AO-VI-TB-006 y en el plano AO-VI-TB-008, las secciones de revestimiento permanente del túnel.

2.4.2.2 Sector 3: Túneles Santa Elena

Este túnel no fue modificado en su alineamiento vertical y horizontal, respecto a los diseños del año 2000, sólo se le introdujeron ajustes a sus gálibos de acuerdo a la nueva normatividad de gálibo vertical utilizable (5.0) y al requerimiento del túnel de escape, por lo cual se plantea la excavación y soporte del segundo túnel paralelo, y así dar cumplimiento a la normatividad vigente.

2.4.2.2.1 Parámetros Túnel Santa Elena

Los principales parámetros que se usaron en los diseños de estos túneles, fueron:

- Longitud: 8187 metros
- Número de túneles: 2
- Altitud del portal oriental: 2.200,0 msnm
- Altitud del portal occidental: 2.020,0 msnm
- Pendiente del túnel: 2,2 %
- Gálibo requerido: 5,0 m
- Ancho de calzada (carriles de 3,65 m y bermas de 0,35 m): 8,00 m
- Altura total de la sección del túnel: 8,30 m
- Área de la sección vehicular: 53,0 m^2 (para el túnel en operación)
- Área de la sección de ventilación: 19,5 m^2 (para el túnel en operación)
- Velocidad de diseño: 60 km/h
- Radio mínimo de curva horizontal en el túnel: 1.227,77 m
- Tráfico vehicular en ambos sentidos (bidireccional)

2.4.2.2.2 Secciones Túnel Santa Elena

Para los túneles se definieron cinco secciones transversales típicas de excavación con base en las condiciones geológicas y geotécnicas de la roca que se esperan encontrar.

El dimensionamiento de la sección mínima de excavación se determinó para que se cumplieran las siguientes condiciones:

- En la altura de la sección se deben localizar la estructura del pavimento, más el gálibo vertical de 5,00 m, más una altura para conformar el ducto de ventilación.

- En el ancho de la sección se deben localizar los soportes de construcción, en cada una de las cinco secciones de excavación que se definieron, más los muros de revestimiento, más los andenes de 1,35 m, más un ancho de calzada de 8,00 m.

La sección de excavación definida para el primer túnel es en herradura modificada con alturas, medidas por el eje de la sección entre 8,66 m y 9,15 m y anchos desde 11,00 m hasta 11,90 m, con bóveda semicircular de radios entre 5,50 m y 5,95 m; el piso se conformó con una pendiente transversal del 2% (para drenaje) conformada por la rotación de la sección transversal del túnel un ángulo de 1º8´45" respecto al eje vertical del túnel y unas brechas laterales para las tuberías de drenajes.

El revestimiento permanente del túnel se diseñó para todo su perímetro (hastiales y bóveda) en concreto reforzado, de espesor variable según el tipo de terreno, así: para las secciones de terreno Tipo B y Tipo C, de 0,15 m de espesor; para el terreno Tipo D, 0,20 m de espesor, para terreno Tipo E, 0,40 m de espesor y para terreno Tipo F de 0,45 m de espesor.

En todo el túnel se colocará una losa de cielo falso, apoyada en el revestimiento de los hastiales, que separa el ducto de ventilación y le da continuidad y acabado al ducto vehicular, lo cual facilita la iluminación y señalización del túnel.

En el plano AO-VI-TS-008A se muestran las secciones típicas de excavación y soporte de construcción para el segundo túnel.

2.4.2.3 Plazoletas de los portales

Las plazoletas de los portales se diseñaron considerando las necesidades de espacio en las mismas. En las plazoletas del Túnel Seminario se minimizaron las áreas optimizándolas, sólo para los emportalamientos requeridos. En los portales del Túnel de Santa Elena se diseñaron sendas plazoletas que serán utilizadas inicialmente para las instalaciones de construcción y posteriormente contendrán los edificios de operación y control y otras obras relacionadas con la operación del túnel largo.

2.4.2.3.1 Plazoletas Túnel Seminario

- Plazoleta del portal sur

Esta plazoleta está localizada aproximadamente en la cota 1 763,69 y tiene un área total de unos 3 125 m² en corte.

Los taludes en corte se diseñaron con pendientes de 1,0 H:1,0 V. El tratamiento de los taludes está definido por un sistema de anclajes activos con una pantalla en concreto reforzado.

- Plazoleta del Lazo 3

Esta plazoleta está localizada a la cota 1.767,56 y tiene un área total de unos 930 m² en corte.

Los taludes en corte se diseñaron con pendientes de 1,0 H:1,0 V. El tratamiento de los taludes está definido por un sistema de anclajes activos con una pantalla en concreto reforzado. Los detalles de la plazoleta y de los tratamientos de los taludes se muestran en el plano AO-VI-TB-004.

- Plazoleta del portal norte

Esta plazoleta está localizada aproximadamente en la cota 1 866,50 y tiene un área total de unos 1 830 m² en corte. Su diseño contempló un área adicional de plazoleta que cubre el espacio requerido para el emportalamiento del segundo túnel proyectado.

Los taludes en corte se diseñaron con pendientes de 1,0 H:1,0 V. El tratamiento de los taludes está definido por un sistema de Soil Nails con pantalla en concreto reforzado. El contorno superior de los cortes se protegerá con rondas de coronación. Los detalles de la plazoleta y de los tratamientos de los taludes se muestran en el plano AO-VI-TB-005.

2.4.2.3.2 Plazoletas Túneles Santa Elena

- Plazoleta del portal occidental

Esta plazoleta está localizada aproximadamente en la cota 2 020 y tiene un área total de unos 9 400 m²; se conformó mediante dos áreas de corte de unos 210 m² y 290 m² y un área de unos 8 900 m², conformada con un lleno con material proveniente de las excavaciones del túnel.

Los taludes en corte se diseñaron con pendientes de 0,5 H:1,0 V hasta la cota 2040 y con pendiente de 1,25 H:1,0 V, de dicha cota hacia arriba. El tratamiento de los taludes consta de pernos de roca horizontales tipo SRL 120 y BAL 8, concreto lanzado reforzado con fibra y tubos de drenaje para las excavaciones hasta la cota 2 040 y para las excavaciones de esta cota hacia arriba, el talud se cubrirá con grama. El contorno superior de los cortes se protegerá con rondas de coronación.

Para efectuar el lleno de la plazoleta se diseñó una estructura de concreto de aproximadamente 210 m de longitud para cubrir la quebrada La Aguadita; dicha estructura se proyectó conservando el lecho de la quebrada, debido a la buena calidad de la roca que la conforma y por consiguiente para tener un control natural de la velocidad del flujo, dada la fuerte pendiente que tiene la quebrada en ese tramo. La cobertura de la quebrada tiene un ancho libre de 5,00 m y una altura variable, como se muestra en el plano AO-VI-TS-005. La conformación del lleno en roca se diseñó con una pendiente de 1,5 H:1,0 V.

Para las maniobras que se realizan en la plazoleta, se proyectó un cruce vehicular a desnivel con respecto a la vía principal y evitar así accidentes con los vehículos que circulan por allí.

Los detalles de la plazoleta y de los tratamientos de los taludes se muestran en los planos AO-VI-TS-003 y 004.

- Plazoleta del portal oriental

Esta plazoleta está localizada aproximadamente en la cota 2 200 y tiene un área total de unos 6 200 m², conformada básicamente por corte.

Los taludes adyacentes al portal se diseñaron con pendientes de 0,25 H:1,0 V y los demás con pendientes de 0,5 H:1,0 V. El tratamiento de estos taludes consta de pernos de roca horizontales tipo SRL 120 y BAL 8, concreto lanzado reforzado con fibra y tubos de drenaje. El contorno del talud derecho de la plazoleta se protegerá con rondas de coronación; igualmente, hacia el km 18+570, se proyectó una estructura de concreto que recoge las aguas de escorrentía y de pequeñas quebradas que llegan por dicho talud y a través de una alcantarilla en cajón, cruzan la plazoleta para descargarlas finalmente en la quebrada La Salazar. En la parte superior del talud del portal y del talud izquierdo de la plazoleta, se diseñó un canal de unos 3 m² de sección para interceptar varios flujos de agua y conducirlos igualmente a la quebrada La Salazar.

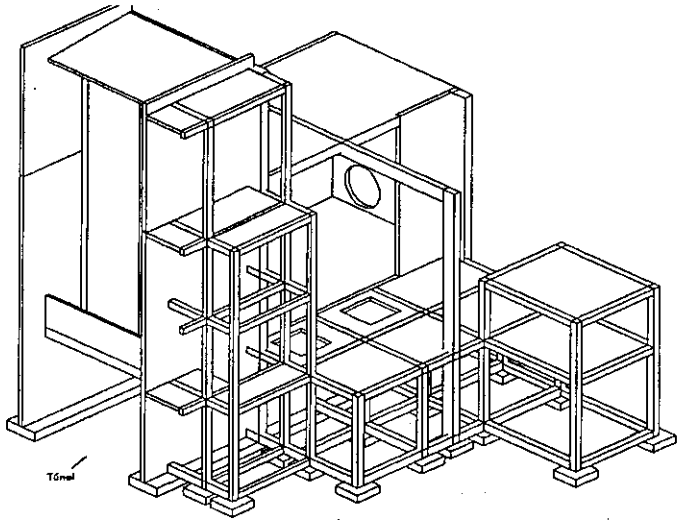
De forma similar a la plazoleta del portal occidental, las maniobras que se realizan en la plazoleta, se harán a través de un cruce vehicular a desnivel proyectado para evitar accidentes con el tráfico que circula por la vía principal.

Los detalles de la plazoleta y de los tratamientos de los taludes se muestran en los planos AO-VI- TS-006 y 007.

2.4.2.4 Edificios de control

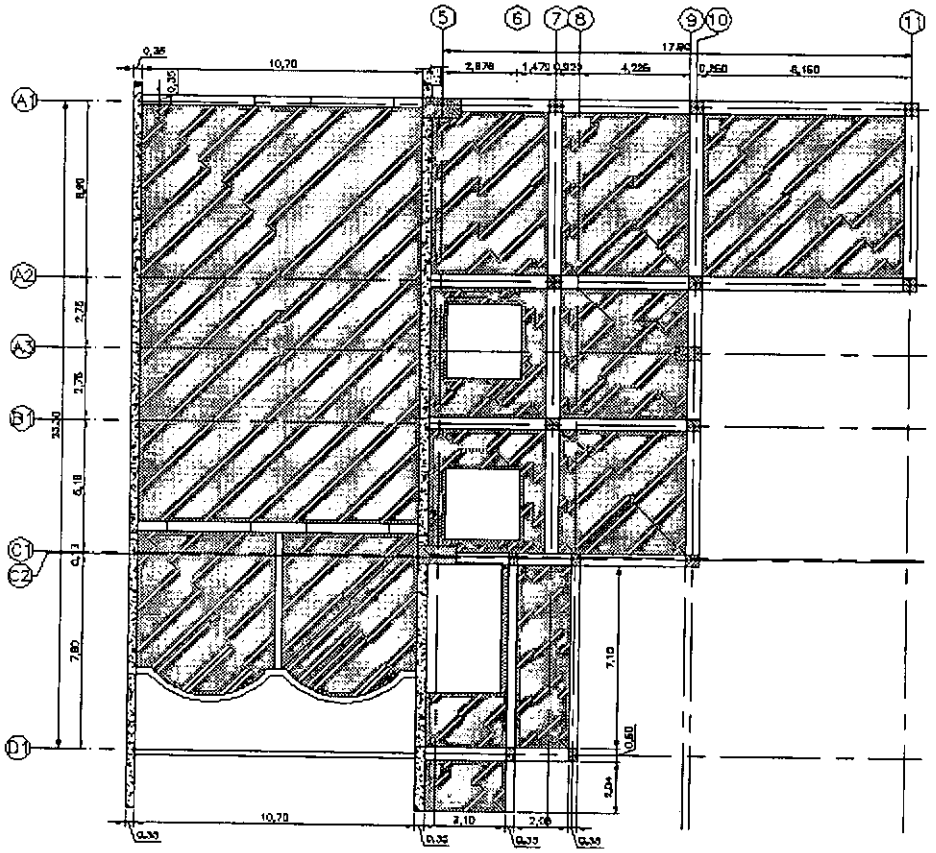
En cada uno de los portales del túnel se dispuso la construcción de un edificio en el cual se concentran las funciones propias de administración y control del túnel y las obras complementarias correspondientes a su atención y vigilancia.

Figura 2.6 Vista en 3D edificio de control



Fuente: Informe de diseño, diseños estructurales. Integral. 2009

Figura 2.7 Vista en planta montaje acceso Oriental y Occidental



Fuente: Informe de diseño, diseños estructurales. Integral. 2009

Los edificios se dividen en tres módulos independientes, comunicados interiormente e integrados formalmente, con un área total construida de 1 792 m².

El primer módulo, conformado por cuatro niveles, está destinado a las funciones de administración y control, el segundo módulo corresponde al acceso al túnel y la ubicación de equipos de ventilación y de aire acondicionado y el tercero a las plantas diesel y a los transformadores.

2.4.2.5 Volumen de excavación subterránea estimado

Se calculó para el túnel Seminario y para el de Santa Elena el volumen total de excavación en cada tipo de terreno y sus respectivos resultados en m^3 se presentan en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13 Volumen de excavación subterránea estimada

Excavación subterránea en terreno	Cantidad en m^3	
	Túnel Seminario	Túneles Santa Elena
Tipo B		1.042.476
Tipo C		373.480
Tipo D		37.933
Tipo E	6.599	22.097
Tipo F	23.652	12.640
Tipo G1	25.655	
Tipo G2	36.577	
Total	**92 483**	**1 488 626**

Fuente: Presupuesto Túnel Aburrá - Oriente

2.4.2.6 Necesidad de voladuras

En los estudios técnicos se define excavación del Túnel de Santa Elena por el sistema de voladura, con frentes de construcción por los dos portales de acceso. El túnel Seminario, igualmente se excavará por el sistema de voladura pero por un solo frente de construcción.

En el avance de las obras se van presentando diferentes tipos de rocas con múltiples durezas, por lo que las decisiones de de cantidades y tipo de explosivos serán definidos durante la ejecución por parte del contratista.

2.4.2.7 Localización y dimensión de los nichos

Subestaciones eléctricas. Para la alimentación de energía a los equipos auxiliares del túnel, se ha previsto la construcción de tres (3) subestaciones eléctricas ubicadas en las abscisas 12+043,5, 14+423,5 y 16+823,5. Las dimensiones aproximadas de las subestaciones son dos (2) recintos de 6 m de ancho x 9 m de largo x 5 m de altura, lo que da un volumen aproximado de 540 m^3 aproximadamente por subestación. Las subestaciones están localizadas en el costado izquierdo, en dirección occidente - oriente.

Nichos para equipos de control. Para la instalación de los diferentes equipos que controlan los sistemas electromecánicos y de seguridad del túnel, se ha previsto la construcción de varios nichos. En la Tabla 2.14 se indica la localización, dimensiones y volumen de los nichos.

Tabla 2.14 Localización y dimensiones de los nichos de control

Designación del nicho	Abscisa	Costado	Dimensiones (ancho x largo x alto) m	Volumen (m3)
NA5+C	10+823,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA9+C	11+223,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA19+C	12+223,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA29+C	13+223,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA39+C	14+223,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15

Designación del nicho	Abscisa	Costado	Dimensiones (ancho x largo x alto) m	Volumen (m3)
NA49+C	15+223,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA53+C	15+623,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA59+C	16+223,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA69+C	17+223,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA77+C	18+023,5	Derecho	3 x 2 x 2,5	15
NA13	11+623,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA15	11+823,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA21	12+423,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA25	12+823,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA33	13+623,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA37	14+023,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA41	14+423,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA45	14+823,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA47	15+023,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA57	16+023,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA61	16+423,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA63	16+623,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA73	17+623,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5
NA79	17+623,5	Derecho	1,5 x 2 x 2,5	7,5

Fuente: Informe de Diseño. Integral. 2009

2.4.2.8 Instalaciones eléctricas

Los puntos de conexión de las líneas de suministro de energía a los portales occidental y oriental, fueron definidos en conjunto con el operador regional (OR), que en este caso es Empresas Públicas de Medellín, se definió entonces que la línea de suministro de energía al portal occidental fuera conectada a la subestación Miraflores; y la línea de suministro de energía al portal oriental fuera conectada a la subestación Córdoba, ambas hacen parte del sistema de distribución local (SDL), de propiedad del OR mencionado.

En los planos AO-VI-EE-021, 022, y en los planos AO-VI-EE-024 y del plano AO-VI-EE-026 hasta AO-VI-EE-030 se puede apreciar la localización de las líneas de suministro de energía al portal occidental y oriental, respectivamente.

Los dos portales se interconectaran con dos circuitos a 13,2 kV, con lo cual se garantiza que cualquiera de las dos fuentes bien sea de la subestación Miraflores o de Córdoba, estará en capacidad de alimentar toda la carga del túnel durante una contingencia.

2.4.2.8.1 Energía para construcción

Para cada uno de los frentes de trabajo, acorde con lo indicado en el informe final de 1999, se tiene:

- **Portal Occidental:** Existe disponibilidad de energía para éste frente, conectándose al circuito R4-06 a 13,2 kV, en el punto más cercano al portal, involucrando inversiones mínimas.

- **Portal Oriental:** Se propone que la energía para construcción sea llevada hasta dicho portal, construyendo el nuevo circuito desde la subestación Córdoba, el cual es el mismo proyectado para operación. Sin embargo, cerca al portal oriental, sobre la vía a Santa Elena, pasa un circuito a 13,2 kV que proviene de la subestación Córdoba y que es de propiedad de EPM. El contratista deberá consultar con EPM, la disponibilidad de dicho circuito, como fuente de energía para construcción.

- **Túnel Seminario**: Se propone que la energía para construcción sea tomada de las redes de energía de propiedad de EPM existentes, en el sector de las Palmas.

2.4.2.9 Diseños hidrosanitarios

Los diseños hidrosanitarios incluyen la infraestructura para el suministro del agua que atenderá el sistema contraincendio y los servicios para las edificaciones de administración y control; además contempla el diseño de las redes y estructuras que servirán para la disposición final de las aguas y líquidos provenientes de los drenajes del túnel.

2.4.2.9.1 Acueducto para el sistema contraincendio del Túnel Seminario

Para suplir el agua del sistema contraincendio se tiene previsto derivar el caudal necesario del Tanque de Acueducto Municipal – Medellín localizado al este del portal norte del túnel, en la parte alta de la vertiente norte de La Cuchilla del Seminario, en la cota 1 844 m.s.n.m. aproximadamente. Dicha derivación, hasta el tanque de almacenamiento, tiene una longitud de 217 m en tubería de Ø6" en HF. Véase plano AO-VI-SC-105.

El tanque de almacenamiento para el sistema contraincendio se diseñó con una capacidad de 150 m³ de capacidad nominal, con el fin de atender una demanda del sistema contraincendio de 500 gal/min durante más de una hora. El tanque se proyectó de concreto reforzado con dos compartimientos para mantener el suministro de agua cuando se haga mantenimiento en uno de ellos.

Anexo a este tanque se prevé la construcción de una caseta para la localización del equipo de bombeo requerido para suministrar las presiones al sistema. Véanse los planos AO-VI-SC-102 y 103.

2.4.2.9.2 Acueducto para el sistema contraincendio del Túnel Santa Elena y para las edificaciones de administración y control

Luego de inspeccionar las fuentes de agua y los acueductos existentes en la zona, y de efectuar cálculos preliminares de costos de varias alternativas para la escogencia del sistema de suministro del agua, se determinó que la alternativa más apropiada para

suplir el agua del sistema contraincendio, consiste en derivarla del acueducto Sajonia-Alto Vallejo que se alimenta de la Quebrada El Yarumo. Dicho acueducto tiene un caudal abundante y sus aguas están adecuadamente tratadas.

El sistema de acueducto para este túnel consiste básicamente en un ramal de tubería de PVC presión, de 4" de diámetro, que se desprende del tubo principal del acueducto mencionado y llega hasta un tanque de almacenamiento localizado cerca al portal oriental del túnel, en la cota 2 205. Véase el plano AO-VI-SC-001.

Desde una caseta de bombas y mediante un sistema hidroneumático que ayuda a obtener las presiones de servicio, se conduce el agua hasta las edificaciones del portal oriental, a través de una tubería de PVC presión de diámetro variable.

Como consumo se seleccionó un caudal de 150 l/hab/día, de acuerdo con los requerimientos usuales en este tipo de edificaciones, para servir a una población de 20 habitantes en cada portal; el consumo máximo diario se consideró igual a 1,4 veces el consumo promedio diario y el consumo máximo horario se tomó igual a 1,4 veces el consumo máximo diario. De la misma forma, desde la caseta de bombas sale una tubería de hierro al carbono de 6 pulgadas de diámetro que alimenta el sistema contraincendio del túnel; en este caso una bomba centrífuga suministra la cabeza de presión requerida por el primer hidrante de la red, pues los demás hidrantes no necesitan de este mecanismo ya que su localización garantiza la presión exigida por la N.F.P.A.

El agua para los servicios de las edificaciones del portal occidental se deriva de un tubo de PVC presión, de 1" de diámetro que sale de la tubería del sistema contraincendio y alimenta un tanque de 5 m³ de capacidad, localizado en la berma de talud de la plazoleta, en la cota 2 040. Para el dimensionamiento de las tuberías se utilizó la fórmula de Hazen-Williams.

El tanque de almacenamiento para el sistema contraincendio se diseñó con una capacidad de 150 m³, con el fin de atender una demanda del sistema contraincendio de 500 gal/min durante más de una hora, con este almacenamiento se atenderán también el sistema contraincendio y los servicios de las edificaciones de los portales oriental y occidental. El tanque se proyectó de concreto reforzado con dos compartimientos para mantener el suministro de agua cuando se haga mantenimiento en uno de ellos.

Anexo a este tanque se previó la construcción de una caseta para la localización del equipo de bombeo requerido para suministrar las presiones en cada una de los sistemas. Véanse los planos AO-VI-SC-002, 003, 004 y 005.

2.4.2.9.3 Drenaje y disposición de aguas residuales de los edificios del Túnel de Santa Elena

El sistema de drenaje y disposición de aguas residuales, recolecta las aguas servidas provenientes de los baños, sanitarios, lavamanos, cocinas etc., de los edificios en cada uno de los portales y las conduce hasta un sistema de tratamiento consistente en un

tanque séptico y un lecho filtrante para finalmente ser entregadas, ya limpias, en las quebradas cercanas.

Las conducciones están conformadas por tuberías de PVC sanitaria y de concreto, de acuerdo al diámetro que deba instalarse en cada tramo. Las tuberías de las edificaciones descargan a cajas de inspección desde las cuales arrancan los tubos de recolección; en los cambios de dirección de las tuberías se colocan cajas o cámaras de inspección según la profundidad de las tuberías; también se previó que estas tuberías vayan siempre por debajo de las redes de acueducto y aguas lluvias; en algunos tramos que estarán expuestos a tráfico vehicular, se dispuso la colocación de atraques de concreto. Véanse los planos AO-VI-ED-023 y 024.

De acuerdo con lo indicado en las normas del Ministerio de Protección Social y la legislación ambiental vigente, se proyectó el tratamiento de las aguas negras mediante tanques sépticos y lechos filtrantes que garanticen la disposición final de las aguas de desecho sin que se cause contaminación de las fuentes de agua. Los tanques sépticos se diseñaron teniendo en cuenta el caudal medio diario de aguas residuales, el tiempo mínimo de retención del efluente en el tanque - 24 horas - y el espacio necesario para la acumulación de lodos. Las estructuras se proyectaron de concreto reforzado y se dimensionaron para servir cada uno de ellos una población de 40 habitantes. Los tanques van enterrados y sus compartimientos tienen tapas removibles para hacer la extracción periódica de lodos acumulados. El diseño se ajustó a las Normas establecidas por Empresas Públicas de Medellín.

Antes de la disposición final, las aguas provenientes del tanque séptico pasan a través de un lecho filtrante, con el fin de lograr un alto grado de depuración y así descargarlas, libres de contaminación, en las quebradas cercanas. Dentro de los lechos conformados por capas de arena gruesa y grava triturada, se dispone un sistema de tuberías perforadas para distribuir el efluente del tanque séptico y otro para recoger el agua depurada.

Se calcula que el punto de descarga de los vertimientos que se generen en el acceso oriental del túnel de Santa Elena están ubicados aproximadamente en las coordenadas X=1175429, Y=847623 y para el acceso occidental en las coordenadas X=840986, Y=1180381. Véase el plano AO-VI-ED-026.

2.4.2.9.4 Drenaje de aguas lluvias de las plazoletas del Túnel de Santa Elena

El sistema de drenaje de aguas lluvias tiene por objeto la evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones, protegiendo la plazoleta de encharcamientos e inundaciones y reduciendo la formación de puntos de erosión, especialmente en las patas de los taludes.

El sistema adoptado consta de cunetas superficiales localizadas principalmente en los bordes de las plazoletas, además se dispusieron imbornales en los patios y zonas de parqueo. El agua proveniente de los techos y patios de las edificaciones así como de los imbornales, se recoge por medio de una red de tuberías que descargan en las

fuentes de agua más cercanas. En los cambios de dirección de las tuberías se colocaron cajas de empalme o cámaras de inspección. Véanse los planos AO-VI-ED-023 y 024. Para el dimensionamiento de la red se usó el denominado Método Racional

2.4.2.9.5 Tanque separador de aceite

Para cada uno de los túneles se proyectó una estructura con el propósito de separar el agua y retener los aceites y líquidos livianos tales como gasolina, ACPM, etc. en caso de derrames accidentales dentro de los túneles. Para determinar las dimensiones del tanque se tuvieron en cuenta principalmente, el caudal de entrada al tanque del líquido a separar y la velocidad de ascenso de las partículas de aceite al separarse del agua. El sistema se diseñó en forma similar a un tanque sedimentador.

En la selección del caudal de diseño se tuvieron en cuenta dos posibilidades, la primera considera el caudal que se usó en el diseño de la canaleta del túnel; la segunda, que finalmente fue la escogida, considera el caudal de dos salidas de hidrante más el volumen de los líquidos derramados, esto dio un caudal de diseño de 50 l/s.

La estructura proyectada consiste en un tanque de concreto reforzado, dotado con una pantalla con orificios en la zona de entrada, para distribución del flujo y otra pantalla en la zona de salida, que cumple la función de retener los líquidos livianos; además, el tanque se diseñó con escotillas superiores para inspección, y con un dispositivo para drenaje y limpieza de lodos acumulados. Véase el plano AO-VI-ED-027.

2.4.2.10 Sistema de ventilación

Túnel Seminario: Para el Túnel Seminario será implementado un sistema de ventilación longitudinal, con ventiladores de chorro del tipo reversibles instalados por pares en la parte superior de la sección del túnel, los cuales reforzarán el empuje hidráulico producido por el tiro natural y por el efecto pistón generado durante la circulación de los vehículos al interior del túnel. El control del sistema será efectuado por medidores combinados de opacidad y de CO instalados al interior del túnel; estos instrumentos (dos) serán instalados a una distancia de 100 m, medidos desde los portales, y la separación entre ellos será de 600 m aproximadamente en el túnel bidireccional; en el túnel unidireccional, será instalado un medidor combinado de CO y de opacidad en la parte central de éste tramo de túnel. Como complemento de los medidores, serán instalados en estos mismos puntos, sendos anemómetros que medirán la velocidad de la corriente de aire al interior del túnel y la dirección de dicha corriente. La dirección de giro de los ventiladores estará gobernada por el sentido de la circulación del aire al interior del túnel, y será determinada por los anemómetros.

En caso de presentarse un incendio al interior del túnel, este será detectado automáticamente por los sensores de incendio y el sentido de giro de los ventiladores será determinado de acuerdo con la zona donde se presente el incidente.

Túnel de Santa Elena: Para ventilar el túnel de Santa Elena, que entrará en operación, se adoptó un sistema de ventilación semi-transversal, el cual se adapta a las condiciones actuales del túnel (bi-direccional, sección en herradura y de una longitud apreciable) y provee una operación segura y eficiente desde el punto de vista del consumo de energía; este sistema permite la extracción de los humos que se generan durante un incendio, de manera que no se comprometa la seguridad de los usuarios que queden atrapados al interior del túnel.

El sistema considera la instalación de dos (2) ventiladores axiales reversibles en cada portal y un (1) ventilador axial reversible en la parte central del túnel (K14+423) en la galería de conexión vehicular con el segundo túnel, de donde tomará el aire para ventilar la parte central del primer túnel. Cuando el segundo túnel se ponga en operación, este ventilador central se desmontará y pasará a ser reserva de los ventiladores colocados en los portales del primer túnel. El aire que suministra cada estación de ventiladores, se conduce a través del ducto de ventilación previsto en la parte superior del túnel, desde donde se introduce a la sección vehicular del mismo, por medio de compuertas instaladas en el techo falso, espaciadas cada 100 m entre ellas. Las compuertas serán de tipo guillotina, con tendencia al cierre, operadas por dispositivos eléctricos que liberan el enclavamiento, para que las compuertas se cierren en caso de incendio al interior del túnel. Además de permitir el suministro de aire al espacio de tráfico vehicular, las compuertas se utilizan para regular y balancear el caudal de aire suministrado a lo largo del túnel.

2.5 ETAPA DE OPERACIÓN

El proyecto en su fase de operación debe garantizar la circulación de vehículos en las condiciones de seguridad y comodidad para las que fue proyectado, para lo cual se han diseñado sistemas de supervisión, control y comunicaciones. Adicionalmente en la fase de operación se establecen medidas de mantenimiento que garantice el buen estado de vías túneles y sus elementos.

2.5.1 Sistema de Supervisión, Control y Comunicaciones del Túnel (SCC)

El SCC del túnel consistirá en un sistema de control digital, el cual presenta la característica de ser física y funcionalmente distribuido, lo que significa que las funciones de control y supervisión estarán repartidas en los diferentes nodos de que se compone el sistema.

El SCC estará compuesto por dos redes de datos en fibra óptica configuradas en anillo. Haciendo uso de estas dos redes en anillo se conformarán o configurarán los siguientes subsistemas que componen en SCC:

- Centros de Control.
- Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).
- Control de Tráfico (SCT).
- Control de la Ventilación (SCV).
- Control de luminarias (SCL).

- Detección de incendios (SDI).
- Telefonía SOS (TSOS).
- Megafonía (SMG).
- Detección Automática de Incidentes (DAI).
- Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- Cable Radiante (SCR).
- Gestión de Energía (SGE).
- Control de Acceso (SCA) y LAN Corporativa.
- Red de Fibra Óptica Monomodo.
- Red de Fibra Óptica Multimodo.
- Peaje.
- Retro proyección de video.
- Señales de tránsito pasivas.

2.5.1.1 Modos de Operación

El sistema de señalización, control y del tráfico contará, en la mayoría de sistemas, con cuatro niveles o modos de operación:

- Remoto - Automático
- Remoto - Manual
- Local - Automático
- Local - Manual

El SCC tendrá unidades funcionales de proceso que realizarán el control de los diferentes sistemas del túnel; permitirá realizar en operación normal un control Remoto Automático coordinado de todos los sistemas que conforman el túnel; además el operador podrá realizar el control Remoto- Manual de equipos y supervisar y comandar todos los elementos de señalización dentro del túnel a través de interfaces gráficas (interface Hombre - Máquina) ubicadas en las salas de operación de cada uno de los portales de acceso al túnel. Cada sistema se podrá operar en forma Local Manual para condiciones de anomalía, prueba o mantenimiento desde cada tablero o equipo. El otro modo es el Local Automático que realizarán los controladores en el evento de un daño en el controlador-Maestro correspondiente.

2.5.1.2 Breve descripción operativa de los sistemas

El túnel podrá presentar las siguientes condiciones durante su vida operativa como sistema vial permanente:

- Operación normal.
- Operación con dos carriles de subida.
- Operación con dos carriles de bajada.
- Operación con restricciones en el flujo vehicular.
- Operación con cierres temporales del flujo vehicular.
- Operación en condiciones de incendio.

- Operación con cierre total del túnel.

A continuación se describe brevemente los subsistemas que componen el SCC y que servirán de ayuda para facilitar la operación bajo las condiciones anotadas:

• Centros de control. Compuestos por estaciones de operación, servidores, retroproyectores de video e interfaces Hombre - Máquina (IHM), localizados en cada uno de ellos, las cuales permitirán la presentación de despliegues en textos y gráficos y dar las órdenes de los operadores para cada sistema.

• Sistema de retroproyección de video. Este sistema estará compuesto por un muro de video ("video wall") con tecnología de retroproyección a través del cual se llevará a cabo toda el despliegue visual que generan los diferentes sistemas que componen el SCC, principalmente el que generan los sistemas de CCTV, DAI y SCADA. El sistema de retroproyección sólo será instalado en el centro de control del portal occidental, en el otro centro de control no se instalará este sistema.

• Sistema SCADA ("Supervisory Control and Data Adquisition"). Encargado de la integración de todos los sistemas componentes del SCC. A través del SCADA se llevará a cabo la operación coordinada de todos los sistemas mediante el flujo bidireccional y automático de datos entre todos ellos.

• Redes locales de datos (LAN) configuradas sobre un "backbone" de anillos de fibra óptica a las cuales irán conectadas los switches de datos como nodos activos de ese "backbone".

• Un sistema de control de la ventilación para el túnel. Conformado por los tableros de control de los ventiladores a través de los cuales se controlará automáticamente o en forma local-manual o remoto-manual la ventilación del túnel. Este sistema deberá supervisar y/o controlar equipos tales como los ventiladores y las compuertas de inyección y de extracción de humos así como la compuerta central del túnel. Adquirirá todas las variables de proceso a través de los medidores de CO, medidores de visibilidad, anemómetros y tableros de control local de dichos equipos.

• Un sistema de control de iluminación para el túnel. A través de este sistema se posibilitará la operación de los circuitos de iluminación mediante la implantación de automatismos que operarán en los diferentes controladores. Este sistema supervisará y controlará los diferentes circuitos de iluminación presentes en cada zona del túnel; hacen parte de estos equipos los tableros de control local y medidores de luminancia e iluminancia.

• Un sistema de control de energía para el túnel. Este sistema será para supervisar y control remoto de los interruptores de las subestaciones en los portales y en el interior del túnel.

• Un sistema de control de tráfico para el túnel. Este sistema deberá supervisar y controlar los equipos de señalización de tráfico tales como: los bucles detectores de

tráfico y sus analizadores respectivos, semáforos de tres y de dos luces, avisos de velocidad variable, barreras mecánicas y un conjunto de señalizaciones pasivas. El sistema detectará, analizará y controlará el flujo vehicular que transita por el túnel y en sus accesos. La información de los vehículos será recolectada por equipos localizados justo a la entrada del túnel. Con respecto a los analizadores de tráfico y sus bucles detectores se informa que estos sólo se instalarán a la entrada del túnel debido a que se ha reforzado la instrumentación de las variables de CO y visibilidad y, principalmente, por el diseño del sistema de CCTV con funciones DAI las cuales ayudarán en la detección del flujo de tráfico (vehículo detenido, peatón, objeto caído, baja velocidad carril, vehículo en contravía, etc.) en tiempo real y con generación de alarmas y "video clips" al interior del túnel.

• El sistema de avisos alfanuméricos. El sistema de avisos alfanuméricos estará disponible para enviar información a los diferentes usuarios del túnel.

• Sistema de CCTV y aplicaciones DAI. El sistema estará conformado por el servidor de video, servidor de almacenamiento de imágenes, cámaras de video, analizadores de imágenes tanto en el interior del túnel como en el exterior y monitores de video, con su respectivo sistema de gestión y almacenamiento de video de todas las imágenes generadas por las cámaras y por los analizadores de video.

• Un sistema de detección de incendios para el túnel. Este sistema deberá supervisar las diferentes secciones, áreas o zonas tanto al interior del túnel como en los edificios de control. El sistema principal estará compuesto por los sensores ópticos lineales de calor que se ubicarán a todo lo largo del túnel y en las bandejas porta cables; al sistema de detección de incendio se conectarán los interruptores de retiro de extintores de los nichos de auxilio y los sensores de humo en los edificios y subestaciones, entre otros.

• Sistema de telefonía para el túnel. Cada portal contará con un sistema de telefonía IP. El sistema deberá integrar los terminales telefónicos del interior del túnel con los teléfonos ubicados en los edificios de control, conformando un único entorno de telefonía IP.

• Sistema de altavoces para el túnel. Este sistema deberá poder emitir avisos a los conductores que estacionen su vehículo en las bahías de parqueo en el interior. Los equipos que componen el sistema son: una consola de operación por cada portal y los altoparlantes ubicados en las bahías de parqueo. Cualquiera de las consolas podrá enviar mensajes a través del mismo altoparlante.

• Sistema de comunicaciones por cable radiante para el túnel. Este sistema proveerá una estación transmisora en FM en la frecuencia de 106.9 MHz, para el interior del túnel con el fin de emitir avisos informativos y de emergencia a los vehículos que se encuentran en el interior. Además, el sistema deberá hacer la radiación interna de las emisoras públicas comerciales de toda la banda de FM que se sintonice en el portal; se implantarán canales de voz en las bandas de VHF y UHF para uso del personal de operación y mantenimiento así como para los organismos de socorro tales como la

defensa civil, bomberos y policía. Para el caso particular de las bandas de celulares, se tendrán los equipos que harán la retransmisión de dichas bandas al interior y a todo lo largo del túnel pero los equipos que tomarán la señal del exterior y la conectarán al sistema interno, es decir, los equipos repetidores externos ("Off-air repeaters"), serán suministrados, operados y mantenidos por cada uno de los respectivos operadores celulares.

El sistema de comunicaciones por cable radiante, en general, está compuesto de una estación repetidora óptica, repetidores ópticos remotos, antenas exteriores, cable radiante, consola con micrófono, radios portátiles y móviles, y demás equipos de comunicaciones.

Equipos y control del Peaje. El peaje operará de manera autónoma e independiente del SCC, sin embargo, en caso de restricciones operativas o cierres parciales debidos a condiciones de emergencia dentro del túnel, éste podrá ser cerrado desde cualquiera de los centros de control. En el peaje se implantará un dos carriles de telepeaje cuy funcionamiento se puede resumir así: primero el vehículo se acerca a la barrera, el lector lee el TAG ubicado en el vidrio panorámico, y el propio lector genera una maniobra para levantar la barrera. Toda esta operación se realiza sin que el vehículo se detenga. El conjunto integral permite: Registrar toda transacción y evento a nivel de vía, establecer la comunicación caseta de cobro - servidor de estación, almacenar todos los datos relevantes generados a nivel de la caseta de cobro, consultar la información almacenada, establecer la comunicación servidor de estación - servidor del centro de control operativo y procesar los datos recopilados.

Red de fibra óptica. Esta red se diseñó como una red común para todos los sistemas y subsistemas que componen el SCC y se diseñó en detalle. La distribución de los cables de fibra óptica se hizo en bandejas porta cables por los cárcamos que irán por el lado derecho y por el lado izquierdo del túnel de Santa Elena con el fin de aumentar la confiabilidad de la red.

2.5.2 Mantenimiento

Para la realización de las operaciones de mantenimiento, se suelen dividir las mismas según la motivación que provoque la intervención:

- **Intervenciones preventivas** que tienen como causa la verificación del estado del elemento a mantener, y según las operaciones de mantenimiento que se realicen se podría tratar de inspecciones, limpiezas, verificaciones funcionales, o revisiones periódicas.

  La inspección consiste en la observación del estado de conservación del elemento. La limpieza añade a la inspección trabajo rutinario de mantenimiento. Si el elemento debe funcionar, como es el caso de muchos elementos electrónicos, la verificación funcional comprueba la correcta respuesta de sus estados posibles. La revisión periódica, por último, es el tipo más completo de revisión de mantenimiento

preventivo comprende la inspección, la limpieza, la comprobación funcional, si es el caso, y cualquier otro tipo de mantenimiento rutinario.

- El **mantenimiento correctivo** tiene como objeto la reparación de estos defectos no subsanables en el momento de las averías inesperadas.

- El **mantenimiento predictivo** consiste en el análisis de las operaciones de mantenimiento para su optimización, y para ajustar tanto las operaciones como su periocidad a un máximo de eficacia.[5]

Para poder realizar un mantenimiento eficaz es conveniente disponer de un registro de las operaciones y de las incidencias, tanto del mantenimiento preventivo como el correctivo.

Las operaciones de mantenimiento del pavimento deben ser la detección de grietas, vigilancia de presencia de tráfico pesado, y la observación del estado de las juntas en el pavimento rígido al interior de los túneles.

En la inspección de pavimentos rígidos, flexibles, estructuras de drenaje se tienen en cuenta los diferentes deteriores que puede presentar la estructura pueden clasificarse de acuerdo al manual de inspección visual que proporciona el instituto nacional de vías ya que estos contienen una serie de herramientas prácticas que pueden ser empleadas por los ingenieros, a fin de obtener un informe de los daños encontrados durante la inspección.

[5] LÓPEZ JIMENO, Carlos. Manual de túneles y obras subterráneas. Madrid. 1997. Pág. 893-894

Capítulo 3. Caracterización del área de influencia

TABLA DE CONTENIDO

3	CARACTERIZACIÓN	3.1
3.1	ÁREA DE INFLUENCIA	3.1
3.1.1	Área de influencia directa (AID)	3.1
3.1.1.1	Área de influencia directa local	3.1
3.1.1.2	Área de influencia directa puntual	3.1
3.1.2	Área de influencia indirecta (AII)	3.1
3.2	MEDIO ABIÓTICO	3.2
3.2.1	Geología	3.2
3.2.1.1	Geología Área de Influencia Indirecta	3.2
3.2.1.2	Geología detallada del corredor, Área de Influencia Directa	3.3
3.2.1.3	Geología Estructural	3.12
3.2.2	Geomorfología	3.14
3.2.2.1	Sectorización geológico – geotécnica del corredor	3.15
3.2.3	Suelos	3.20
3.2.3.1	Asociaciones	3.21
3.2.3.2	Coberturas y uso actual del suelo	3.25
3.2.3.3	Uso potencial y/o Capacidad de Uso	3.29
3.2.3.4	Vocación de uso del Suelo	3.32
3.2.3.5	Conflictos en el uso del suelo	3.33
3.2.3.6	Sin conflicto (SC)	3.33
3.2.4	Hidrología	3.34
3.2.4.1	Sector Occidental	3.34
3.2.4.2	Sector Oriental	3.35
3.2.4.3	Precipitación	3.36
3.2.4.4	Geología	3.36
3.2.4.5	Estudio de crecientes	3.36
3.2.4.6	Análisis de lluvias	3.38
3.2.4.7	Crecientes de diseño	3.40
3.2.5	Calidad de agua	3.43
3.2.5.1	Marco normativo	3.44

3.2.5.2 Sectorización y características de las estaciones de muestreo 3.47
3.2.5.3 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos muestreados de acuerdo al punto de muestreo 3.49
3.2.5.4 Resultados 3.50
3.2.5.5 Índices ambientales 3.54
3.2.5.6 Análisis de resultados 3.54
3.2.6 Usos del agua 3.57
3.2.7 Hidrogeología 3.60
3.2.8 Atmósfera 3.60
3.2.8.1 Clima 3.60
3.2.8.2 Calidad de aire y ruido 3.65
3.2.9 Geotecnia 3.66
3.2.9.1 Exploraciones geotécnicas y ensayos 3.66
3.2.9.2 Ensayos de laboratorio 3.67
3.2.10 SECTORIZACIÓN GEOTÉCNICA 3.72
3.2.10.1 Túnel Seminario 3.72
3.2.10.2 Túnel de Santa Elena 3.74
3.2.11 Paisaje 3.77
3.2.11.1 Generalidades 3.77
3.2.11.2 Historia 3.78
3.2.11.3 Matriz 3.79
3.2.11.4 Parches 3.79
3.2.11.5 Corredores 3.85
3.2.11.6 La dimensión perceptual del paisaje 3.87
3.3 MEDIO BIÓTICO 3.90
3.3.1 Flora 3.91
3.3.1.1 Coberturas vegetales 3.91
3.3.1.2 Túnel Seminario 3.94
3.3.1.3 Acceso occidental, Túnel de Santa Elena y Acceso oriental 3.102
3.3.1.4 Especies en vía de extinción 3.108
3.3.1.5 Características y usos de las especies 3.109
3.3.2 Fauna Terrestre 3.112

3.3.2.1 Sector Baltimore 3.113
3.3.2.2 Acceso Occidental, Túnel de Santa Elena y Acceso Oriental 3.114
3.3.3 Fauna Acuática 3.128
3.3.3.1 Sector Baltimore 3.129
3.3.3.2 Conclusiones 3.135
3.3.3.3 Acceso Occidental, Túnel de Santa Elena y Acceso Oriental 3.136
3.4 MEDIO SOCIAL 3.150
3.4.1 Área de Influencia Indirecta 3.151
3.4.1.1 Dimensión Demográfica 3.151
3.4.1.2 Dimensión Espacial 3.154
3.4.1.3 Dimensión Económica 3.167
3.4.1.4 Dimensión Cultural 3.171
3.4.1.5 Patrimonio arqueológico 3.176
3.4.1.6 Dimensión Político – Organizativa 3.184
3.4.2 Área de Influencia Directa Local 3.191
3.4.2.1 Dimensión Demográfica 3.192
3.4.2.2 Dimensión Espacial 3.200
3.4.2.3 Dimensión Económica 3.208
3.4.2.4 Dimensión Cultural 3.209
3.4.2.5 Dimensión Político-organizativa 3.211
3.4.2.6 Tendencias del Desarrollo 3.214
3.4.3 Área de Influencia Directa Puntual 3.215
3.4.3.1 Instrumento de recolección de información 3.215
3.4.3.2 Dimensión Demográfica 3.216
3.4.3.3 Dimensión Espacial 3.218
3.4.3.4 Dimensión Económica 3.226
3.4.3.5 Dimensión Cultural 3.232
3.4.3.6 Patrimonio arqueológico 3.242
3.4.3.7 Dimensión Político - Organizativo 3.244
3.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL 3.245
3.5.1 Zonificación Ambiental Dimensión Física 3.246
3.5.1.1 Componente Aire 3.246

3.5.1.2 Componente Agua 3.246
3.5.1.3 Componente Geológico 3.249
3.5.1.4 Componente Suelo 3.250
3.5.1.5 Componente paisaje 3.251
3.5.2 Zonificación Ambiental Dimensión Biótica 3.252
3.5.2.1 Componente Ecosistemas Terrestres 3.252
3.5.2.2 Componente Ecosistemas acuáticos 3.255
3.5.3 Zonificación del Medio Social 3.259
3.5.3.1 Variables que intervienen en la vulnerabilidad social de la población . 3.260
3.5.3.2 Calificación 3.264
3.5.4 Mapa de zonificación ambiental 3.265

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Leyenda Geológica 3.3
Tabla 3.2 Perfil de meteorización de las Anfibolitas de Medellín 3.4
Tabla 3.3 Perfil de meteorización del Gneis de La Ceja 3.5
Tabla 3.4 Gneis Milonítico de Sajonia 3.5
Tabla 3.5 Perfil de meteorización de la Dunita de Medellín 3.7
Tabla 3.6 Perfil de meteorización de las rocas de Cabalgamiento 3.7
Tabla 3.7 Perfil de meteorización del Batolito Antioqueño 3.8
Tabla 3.8 Perfil de meteorización del Stock de Samarcanda 3.9
Tabla 3.9 Perfil de meteorización del Gabro de San Diego 3.10
Tabla 3.10 Clasificación de la pendiente 3.21
Tabla 3.11 Clasificación de la erosión, inundación, pedregosidad y rocosidad 3.21
Tabla 3.12 Fases por asociación y sus áreas 3.24
Tabla 3.13 Leyenda de coberturas de la tierra Departamento de Antioquia Escala 1:25.000 ..... 3.25
Tabla 3.14 Áreas de las unidades de uso en el área del proyecto 3.28
Tabla 3.15 Usos potenciales del suelo en el área del proyecto 3.31
Tabla 3.16 Áreas según la vocación del uso del suelo 3.32
Tabla 3.17 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas. 3.35
Tabla 3.18 Parámetros geomorfológicos Acceso Oriental 3.37
Tabla 3.19 Parámetros geomorfológicos Acceso Occidental 3.37
Tabla 3.20 Usos del suelo empleados para la aplicación del método del U.S. Soil Conservation Service. 3.40
Tabla 3.21 Usos del suelo empleados para la aplicación del método racional 3.40
Tabla 3.22 Precipitación y caudales de diseño Acceso Occidental. 3.42
Tabla 3.23 Precipitación y caudales de diseño Acceso Oriental 3.43
Tabla 3.24 Caudales de diseño. Método del U.S. Soil Conservation Service y de Williams - Hann. 3.43
Tabla 3.25 Criterios de calidad admisible según su uso (Decreto 1594 de 1984). 3.44
Tabla 3.26 Niveles de calidad de agua establecidos para la potabilización de fuentes superficiales (RAS 2000, numeral B.3.3.2.1) 3.45
Tabla 3.27 Características Físicas 3.46

Tabla 3.28 Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana 3.46
Tabla 3.29 Características Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana 3.46
Tabla 3.30 Características Químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana 3.47
Tabla 3.31 Características microbiológicas 3.47
Tabla 3.32 Descripción estaciones de muestreo 3.48
Tabla 3.33 Parámetros evaluados en cada una de las estaciones de muestreo .. 3.49
Tabla 3.34 Resultados de los parámetros medidos In Situ 2009 ..... 3.51
Tabla 3.35 Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio 2009 ..... 3.51
Tabla 3.36 Resultados parámetros fisicoquímicos año 2000 ..... 3.53
Tabla 3.37 Índices de calidad NFS-WQI y clasificación de los afluentes, 2009. ... 3.54
Tabla 3.38 Índice de calidad objetivo (ICAObj) y clasificación de los afluentes, 2009. ..... 3.54
Tabla 3.39 Información encontrada de las fuentes con posible intervención 3.57
Tabla 3.40 Concesiones otorgadas por CORANTIOQUIA 3.58
Tabla 3.41 Concesiones quebrada Sajonia otorgadas por CORNARE 3.58
Tabla 3.42 Total usos de concesiones 3.58
Tabla 3.43 Permisos de vertimientos otorgados por CORANTIOQUIA 3.59
Tabla 3.44 Cantidad de vertimientos no autorizados 3.59
Tabla 3.45 Captaciones informales 3.59
Tabla 3.46 Resultados de Ensayos de Laboratorio del Portal Oriental 3.69
Tabla 3.47 Ensayos de Carga Puntual sobre Núcleos de Roca del Túnel 3.69
Tabla 3.48 Ensayos de Compresión sobre Núcleos de Roca del Túnel 3.69
Tabla 3.49 Resumen de ensayos de laboratorio – Exploración túneles 2009 ..... 3.70
Tabla 3.50Resumen de ensayos de laboratorio – Exploración de túneles 2009 ... 3.71
Tabla 3.51 Coberturas vegetales Sector Baltimore. 3.77
Tabla 3.52 Coberturas vegetales Acceso occidental 3.78
Tabla 3.53 Coberturas vegetales Acceso oriental 3.78
Tabla 3.54 Parche en Pasto 3.80
Tabla 3.55 Parche en Bosque plantado 3.80

Tabla 3.56 Parche en Bosque natural fragmentado 3.80
Tabla 3.57 Parche en Mosaico pastos y espacios naturales 3.80
Tabla 3.58 Parche en Pastos limpios 3.81
Tabla 3.59 Parche en Tejido urbano continuo 3.82
Tabla 3.60 Parche en Mosaico cultivo, pasto y espacios naturales 3.82
Tabla 3.61 Parche en Bosque natural fragmentado 3.83
Tabla 3.62 Parche en Pasto enmalezado 3.83
Tabla 3.63 Parche en Mosaico cultivos, pasto y espacios naturales 3.83
Tabla 3.64 Parche en Zonas verdes artificializadas no agrícolas 3.84
Tabla 3.65 Parche en Bosque plantado 3.84
Tabla 3.66 Parche en Tierras desnudas o degradadas 3.85
Tabla 3.67 Cauces Sector Occidental 3.86
Tabla 3.68 Vías principales sector Oriental 3.86
Tabla 3.69 Cauces Sector Oriental 3.87
Tabla 3.70 Polígonos de medición, tipo de cobertura y localización. 3.94
Tabla 3.71 Especies vegetales identificadas en el sector Baltimore 3.95
Tabla 3.72 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal oriental Túnel Seminario para individuos con DAP ≥ 10 cm3.97
Tabla 3.73 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal oriental Túnel Seminario para individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm 3.98
Tabla 3.74 Variables dendrométricas promedio en los polígonos estudiados para individuos con DAP ≥ 10 cm 3.99
Tabla 3.75 Cálculo por polígono del volumen total (Vt), volumen comercial (Vc), área basal (g) y biomasa (B) para individuos con DAP ≥ 10 cm. 3.101
Tabla 3.76 Cálculo del volumen total (Vt), área basal (g) y biomasa (B) para individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm en el polígono Portal oriental Túnel Seminario. 3.101
Tabla 3.77 Listado general de especies en el Área de estudio 3.102
Tabla 3.78 Levantamiento de campo - vegetación, sector La Espadera 3.107
Tabla 3.79 Índice de valor de importancia, vegetación sector La Espadera 3.108
Tabla 3.80 Especies en vía de extinción 3.109
Tabla 3.81 Especies del parque Arví asociadas con la fauna silvestre 3.110

Tabla 3.82 Listado de plantas empleadas en la industria de flores y en la elaboración de las silletas 3.111

Tabla 3.83 Especies de fauna terrestre avistadas en el sector Baltimore 3.113

Tabla 3.84 Avifauna reportada para la zona de estudio durante el EIA del 2000 y la actualización con información secundaria en el año 2007..... 3.115

Tabla 3.85 Mamíferos reportados para la zona de estudio 3.123

Tabla 3.86 Anfibios y reptiles presentes en el área de estudio. 3.127

Tabla 3.87 Composición y densidad del ficoperifiton registrado en la Quebrada La Cangreja en marzo de 2009 ..... 3.129

Tabla 3.88 Ubicación taxonómica y número de macroinvertebrados encontrados en la quebrada 3.132

Tabla 3.89 Abundancia, biomasa y medidas promedio de las especies de peces encontrados en la quebrada la Cangreja en marzo de 2009 ..... 3.134

Tabla 3.90 Especies de Macroinvertebrados reportados en la quebrada Santa Elena en el año 2000 ..... 3.136

Tabla 3.91 Macroinvertebrados colectados en la quebrada Santa Elena en junio de 2007..... 3.137

Tabla 3.92 Macroinvertebrados hallados en la zona suburbana de la cuenca de la quebrada de Santa Elena 3.138

Tabla 3.93 Macroinvertebrados hallados en 35 estaciones de muestreo, dentro de las principales fuentes de agua en el parque ecológico Piedras Blancas.3.141

Tabla 3.94 Ubicación de las estaciones de muestreo para cada una de las fuentes de agua que abastecen las plantas de potabilización de Villa Hermosa y La cascada..... 3.147

Tabla 3.95 Macroinvertebrados hallados en las estaciones de muestreo en las quebradas que abastecen la planta de potabilización de Villa Hermosa año 2004. ..... 3.147

Tabla 3.96 Macroinvertebrados hallados en las estaciones de muestreo en las quebradas que abastecen la planta de potabilización La cascada, año 2004.3.149

Tabla 3.97 Población urbana y rural en los municipios del Valle de San Nicolás 3.151

Tabla 3.98 Cobertura de servicios públicos en el Valle de San Nicolás..... 3.154

Tabla 3.99 Asistencia escolar por grupos de edad en el Valle de San Nicolás... 3.157

Tabla 3.100 Cobertura en Salud en los municipios del Valle de San Nicolás 3.158

Tabla 3.101 Infraestructura física para el área de la salud Valle San Nicolás..... 3.159

Tabla 3.102 Tipo de Vivienda..... 3.160

Tabla 3.103 Otros tipos de tenencia de la vivienda 3.161

Tabla 3.104 Cobertura de servicios públicos en el Valle Aburrá..... 3.161
Tabla 3.105 Asistencia escolar por grupos de edad en el Valle de Aburrá 3.163
Tabla 3.106 Establecimientos Educativos del Valle de Aburrá 2007 ..... 3.164
Tabla 3.107 Población afiliada a los regímenes subsidiado y contributivo de salud3.165
Tabla 3.108 Infraestructura física para el área de la salud Valle de Aburrá..... 3.166
Tabla 3.109 Empleo y Desempleo en el Valle de Aburrá..... 3.169
Tabla 3.110 Posición ocupacional en el Valle de Aburrá 3.170
Tabla 3.111 Secuencias culturales en el Valle de Aburrá y regiones circunvecinas. 3.182
Tabla 3.112 Organizaciones subregión del Altiplano del Oriente Antioqueño..... 3.185
Tabla 3.113 Déficit cuantitativo desagregado por vereda. Corregimiento Santa Elena 3.200
Tabla 3.114. Cuencas por vereda. Santa Elena 3.202
Tabla 3.115. Establecimientos educativos por vereda. Santa Elena 3.204
Tabla 3.116. Establecimientos educativos por vereda. Rionegro 3.206
Tabla 3.117. Organizaciones comunitarias por vereda. Rionegro 3.213
Tabla 3.118. Organizaciones comunitarias vereda San Ignacio 3.214
Tabla 3.119 Datos Población por edad y sexo 3.218
Tabla 3.120 Población Escolarizada en Primaria y Secundaria por Sectores..... 3.222
Tabla 3.121 Organizaciones Comunitarias..... 3.245
Tabla 3.122 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente aire 3.246
Tabla 3.123 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente agua 3.247
Tabla 3.124 Sensibilidad ambiental componente agua 3.249
Tabla 3.125 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente suelo 3.250
Tabla 3.126 Localización de áreas de sensibilidad ambiental para el componente paisaje..... 3.251
Tabla 3.127 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente ecosistemas terrestres. 3.253
Tabla 3.128 Sensibilidad ambiental componente ecosistema terrestre. 3.255
Tabla 3.129 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente ecosistemas acuáticos 3.255

Tabla 3.130 Sensibilidad del componente ecosistemas acuáticos y fauna íctica 3.259

Tabla 3.131 Descripción de variables e indicadores utilizados para la Sensibilidad Social 3.261

Tabla 3.132 Asignación de puntajes por indicadores y calificación del medio social 3.265

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Distribución de la precipitación en el tiempo 3.38

Figura 3.2 Curvas intensidad-frecuencia-duración para las estaciones Santa Elena y Vasconia 3.39

Figura 3.3 Temperatura media multianual. 3.61

Figura 3.4 Precipitación total anual y por días para el municipio de Medellín (Información suministrada por el Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM) 3.63

Figura 3.5 Precipitaciones en el mes de enero para el municipio de Medellín 3.64

Figura 3.6 Familias más representativas en el sector Baltimore 3.96

Figura 3.7 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal Oriental Túnel Seminario para individuos con DAP ≥ 10 cm 3.97

Figura 3.8 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal oriental Túnel Seminario para individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm 3.98

Figura 3.9 Estructura diamétrica del polígono Portal oriental Túnel Seminario; N: número de individuos por clase diamétrica, D: diámetro a la altura de pecho. 3.100

Figura 3.10 Estructura de altura en la cobertura estudiada, donde N es el número de individuos por clase de altura y H: la altura total. 3.101

Figura 3.11 Representación de especies por familia en el área de influencia del proyecto. 3.120

Figura 3.12 Gremios tróficos 3.122

Figura 3.13 Familias presentes en el área de estudio 3.125

Figura 3.14 Gremios tróficos presentes en el área de estudio 3.126

Figura 3.15 Distribución de densidades de los géneros de fitoperifiton registrado en la Quebrada La Cangreja en marzo de 2009 ..... 3.131

Figura 3.16 Número de géneros por orden registrados en la quebrada La Cangreja 3.132

Figura 3.17 Abundancia relativa de los géneros de macroinvertebrados registrados en la quebrada La Cangreja 3.133

Figura 3.18 Abundancia relativa y biomasa de las especies de *Trichomycterus* capturadas en la quebrada la cangreja en marzo de 2009 ..... 3.134

Figura 3.19 Aporte de individuos y biomasa de *Trichomycterus* capturadas en la quebrada la cangreja en marzo de 2009 ..... 3.135

Figura 3.20 Corregimiento Santa Elena, división por veredas 3.193

Figura 3.21. Composición de población por sexo general. Veredas Santa Elena3.194
Figura 3.22. Composición de población por sexo – diferenciado por vereda. Santa Elena 3.194
Figura 3.23. Composición de población por grupos de edad, veredas Santa Elena3.195
Figura 3.24. Municipio de Rionegro, división por veredas 3.196
Figura 3.25 Composición de población por grupos de edad, veredas Rionegro. 3.197
Figura 3.26 Composición de población por sexo general. Veredas Rionegro..... 3.197
Figura 3.27 Municipio Guarne, división por veredas..... 3.198
Figura 3.28. Composición de población por sexo general. Vereda San Ignacio . 3.199
Figura 3.29. Composición de población por grupos de edad, vereda San Ignacio3.199
Figura 3.30. Modalidad de acceso al servicio de salud. Veredas de Santa Elena3.202
Figura 3.31. Modalidad de acceso al servicio de salud. Veredas San Ignacio.... 3.207
Figura 3.32 Porcentaje de viviendas habitadas en los sectores del proyecto túnel Aburrá- Oriente..... 3.217
Figura 3.33 . Tenencia de las Viviendas..... 3.219
Figura 3.34 Servicios Públicos Domiciliarios 3.220
Figura 3.35 Tipo de Afiliación en Salud 3.221
Figura 3.36. Nivel Educativo de la población Mayor de Edad..... 3.223
Figura 3.37 Formas de Recrearse de las Familias 3.224
Figura 3.38 Medios de Información utilizados por la Población 3.225
Figura 3.39 Distribución porcentual de la actividad habitual de la población de interés-2009 ..... 3.227
Figura 3.40 Distribución porcentual oficio principal de la población de interés-2009 ..... 3.228
Figura 3.41 Distribución porcentual de Tiempo en años de ejercicio del oficio principal en el sitio (años)..... 3.228
Figura 3.42 Posición ocupacional..... 3.229
Figura 3.43. Oficio complementario..... 3.230
Figura 3.44. Tiempo de ejercicio del oficio complementario en el sitio 3.230
Figura 3.45. Nivel de ingresos de las familias 3.231

LISTA DE ANEXOS

Anexo_3.1_Resultado de parámetros físicoquímicos y microbiológocos

Anexo_3.2_ Reporte de Resultados Laboratorio Ambiental

Anexo_3.3 _Registro fotográfico_medio biótico

Anexo_3.4 _Censo de especies con nombres locales y variables dasométricas

Anexo_3.5_ Lista general de especies, usos y otras caracteristicas

Anexo_3.6 _Ficha socioeconómica

Anexo_3.7 _Ficha económica

Anexo_3.8_ Registro fotográfico_medio social

Anexo_3.9_ Registro fotográfico_patrimonio arqueológico

3 CARACTERIZACIÓN

3.1 ÁREA DE INFLUENCIA

3.1.1 Área de influencia directa (AID)

El área de influencia directa para los componentes físico biótico, comprende las zonas donde se ejecutan obras definitivas o temporales referentes al desarrollo de proyecto.

En el caso del componente social, se definió el área de influencia directa en dos sentidos. El primero está referido a la zona local, definida por las unidades territoriales intervenidas por el proyecto. El segundo, se refiere al contexto geográfico puntual en el que se realizará una intervención directa por las obras del proyecto, obteniendo como resultado:

3.1.1.1 Área de influencia directa local

Comprende para el municipio de Medellín, en el corregimiento de Santa Elena, las veredas Las Palmas, Media Luna, El Placer, Sector Central y El Cerro. Por el municipio de Rionegro, las veredas La Quiebra, Yarumal y La Convención. Por razones de ubicación de los sitios de depósito se incluye la vereda San Ignacio de Guarne.

3.1.1.2 Área de influencia directa puntual

Comprende los predios que serán intervenidos parcial o totalmente por las actividades de construcción en los portales, viaductos y zonas de depósito, necesarios para el desarrollo del proyecto.

3.1.2 Área de influencia indirecta (AII)

Para el caso del componente físico – biótico el área de influencia indirecta se define como la franja de terreno que comprende 500 metros a cada lado del trazado de la línea del proyecto.

Esta área se encuentra ubicada en el flanco occidental de la cordillera Central de Colombia, en terrenos que hacen parte de las unidades fisiográficas conocidas como el Valle del Aburrá o del río Medellín, perteneciente a la cuenca del río Cauca y el Valle de San Nicolás o Altiplanicie de Rionegro, perteneciente a la cuenca del Magdalena, localizados en la zona central del departamento de Antioquia. Las características altimétricas, de temperatura y de precipitación sitúan la parte baja de la cuenca de la quebrada Santa Elena dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Premontano (bh-PM), según el sistema de clasificación de Holdridge, también conocida como "tierra de clima templado húmedo", así mismo se clasifica el sector Baltimore. La parte alta de Santa Elena y el área del Oriente Antioqueño, corresponden a bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

En el caso del componente social, corresponde al territorio en el que los impactos trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada. Para los aspectos sociales, está referido a los valles de Aburrá y San Nicolás, dado que la construcción del túnel tiene como objeto la integración de estos dos valles con el valle de Occidente, consolidando así el concepto de ciudad región.

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.1 Geología

A continuación se lleva a cabo la descripción de la geología identificada para el Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto Conexión Aburrá – Oriente, definidas anteriormente.

3.2.1.1 Geología Área de Influencia Indirecta

Para esta área de influencia se identifican unidades litodémicas que corresponden a rocas metamórficas del Complejo Cajamarca, definidas dentro del Grupo El Retiro, que incluyen las Migmatitas de Puente Peláez (TRmPP) a modo de techos colgantes en el sector de El Poblado, el Gneis de La Ceja (TRgLC) que aflora localmente en el altiplano de San Nicolás y las Anfibolitas de Medellín (TRaM), las cuales son las más abundantes del trazado aflorando tanto hacia la vertiente del Valle de Aburrá como en el sector del altiplano. Continuando la serie de rocas metamórficas aparece el Gneis Milonítico de Sajonia (JKgmS) hacia la zona del altiplano, relacionada en su origen con un proceso de obducción ocurrido durante el Jurásico-Cretácico del Complejo Ofiolítico de Aburrá. Este complejo ofiolítico, correspondiente a un fragmento desmembrado de corteza oceánica, está constituido por rocas del tipo metagabro representadas en las Metabasitas del Picacho (JKmbP) además de las Dunitas de Medellín (JKuM) que se localizan en el borde oriental del Valle de Aburrá (parte alta de la vertiente) además de una pequeña escama aislada en el sector del altiplano de San Nicolás, un poco al norte del portal oriental del túnel de Santa Elena. La fuerte deformación mecánica generada durante el cabalgamiento del fragmento de corteza oceánica sobre el basamento metamórfico de la cordillera Central desarrolló varias franjas de rocas con características mecánicas y texturales particulares, identificadas en este estudio como zona de cabalgamiento (Kmce) que se localiza a media ladera en la vertiente drenante hacia el Valle de Aburrá, margen izquierda de la quebrada Santa Elena y los gneises migmatíticos de Sajonia (JKgmS) en el tercio inicial del túnel de Santa Elena. Posteriormente a estos procesos de metamorfismo regional y obducción, durante el Cretáceo, se suceden una serie de eventos magmáticos, variados en su composición. Es por ello que en el corredor del proyecto vial aparecen cuerpos intrusivos de gabros, dioritas y cuarzodioritas; siendo el Batolito Antioqueño (KcdA) el de mayor relevancia, aunque solo aflora en el sector del altiplano. Adicionalmente e interpretados como apófisis del batolito se cartografiaron otros cuerpos plutónicos como el Stock de Las Estancias (KcdE), localizado en la margen derecha de la quebrada Santa Elena; el Gabro de San Diego (KgSD) hacia el sector del seminario Mayor, entre El Poblado y Buenos Aires, además del Stock de Samarcanda (KcdS) en la parte media del trazado del túnel de Santa Elena (sobre el altiplano). Finalmente y como resultado de la morfodinámica del paisaje quebradas, deslizamientos y otros fenómenos de vertiente se tienen los depósitos recientes, con edades desde el Terciario Tardío hasta hoy, representados por depósitos de talus (Qt), depósitos de deslizamientos (Qd), flujos de lodos y/o escombros (Qf), depósitos aluviales (Qal) y aluviotorrenciales (Qat). Finalmente, por la escala detallada del trabajo cartográfico fue factible identificar llenos de origen antrópico (Qll). En los Planos AO-VI-GO-002 y AO-VI-GO-003 se observa la geología del corredor.

Tectónicamente se presentan varios sistemas de fallas que tienen incidencia directa en estos terrenos; entre las que se destacan el sistema La Honda, la falla Santa Elena y

otras estructuras que en la literatura se denominan La Aguadita y Sajonia entre otras. También se identificaron otras estructuras de menor jerarquía relacionadas con discontinuidades del tipo diaclasas y fracturas en algunos macizos rocosos, además de foliación y esquistosidad en las rocas metamórficas predominantes en el corredor.

3.2.1.2 Geología detallada del corredor, Área de Influencia Directa

Teniendo en cuenta el marco regional anteriormente descrito, se presenta a continuación una descripción geológica detallada de las unidades litológicas considerando solamente las rocas aflorantes a lo largo del corredor, desde la más antigua hasta los depósitos recientes. En la Tabla 3.1 se muestra la columna litoestratigráfica y corresponde a los planos AO-VI-GO-002 y AO-VI-GO-003. Adicionalmente y para cada uno de los túneles se presenta un plano de planta y perfil geológico con mayor detalle en los planos AO-VI-GO-004 para Seminario y AO-VI-GO-005 para Santa Elena.

Tabla 3.1 Leyenda Geológica

Unidad Litodémica	Sigla	Nombre
Depósitos Antrópicos	Qll	Llenos Antrópicos
Depósitos de vertiente	Qt	Depósitos de Talus
	Qd	Depósitos de Deslizamiento
	Qf	Depósitos de flujos de escombros y/o lodos
	Kmce	Zona de Cabalgamiento
Intrusivos Cretáceos	KcdA	Batolito Antioqueño
	KcdS	Stock de Samarcanda
	KgSD	Gabro de San Diego
Complejo Ofiolítico de Aburrá	JKuM	Dunitas de Medellín
	JKgmS	Gneis Milonítico de Sajonia
Complejo Cajamarca Grupo El Retiro	TRaM	Anfibolitas de Medellín
	TRgLC	Gneis de La Ceja

3.2.1.2.1 Complejo Cajamarca

Regionalmente, la mayor parte de la cordillera Central está constituida por rocas metamórficas con evidencias de haber sufrido varios eventos metamórficos que se reflejan en los rasgos texturales y en las edades isotópicas de las mismas. Dentro de esta unidad litodémica se incluyen las rocas que hacen parte del Grupo El Retiro y que son las que representan este Complejo dentro de la zona estudiada. El Complejo Cajamarca es análogo al denominado Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central, en el sentido de Restrepo y Toussaint (1984), sin embargo el Complejo El Retiro agrupa las rocas de alto grado de metamorfismo y fue definido por Ingeominas 2005 (plancha 147) incluyendo gneises, migmatitas y anfibolitas.

- Anfibolitas de Medellín (TRaM):

Aparecen como cuerpos de anfibolitas, paragneises, migmatitas y localmente esquistos grafíticos y moscovíticos. Son cuerpos de dirección preferencial NNW, las cuales afloran a nivel regional desde el municipio de La Ceja al sur, hasta el municipio de Belmira al norte (Correa y Martens, 2000). Son rocas constituidas esencialmente por hornblenda y plagioclasa, de textura por lo general isotrópica a bandeada, en ocasiones difícil de diferenciar de un gabro, estas rocas han sufrido un metamorfismo de medio a alto grado. Generalmente, las geoformas de estas rocas destacan cerros y vertientes tanto largas como cortas, con pendientes fuertes a moderadas y las rocas presentan un avanzado

estado de meteorización. La roca fresca se observa en la parte alta de las vertientes montañosas escarpadas. Según Restrepo[1] a sección tipo de estas anfibolitas estarían en cercanías de la quebrada Santa Elena y deberían por tanto retomar este nombre, o sea "Anfibolitas de Santa Elena".

Particularmente para el corredor del proyecto, las Anfibolitas de Medellín afloran desde la zona del portal occidental del túnel de Santa Elena, sector de la quebrada La Aguadita (km 10+200), en una longitud de túnel cercana a los 1,5 km hasta antes de la quebrada Santa Elena donde aflora el Gneis Migmatítico de Sajonia (km 11+550), para aparecer nuevamente unos 800 m después (km 12+480) y conformar así los terrenos del altiplano, interrumpido por el Stock de Samarcanda entre las abscisas km 15+250 a km 16+400, desde donde reaparecen las anfibolitas hasta el portal oriental del túnel en inmediaciones del cual se presenta en contacto fallado con el Gneis de La Ceja.

Como ya se mencionó, estas rocas presentan un avanzado estado de meteorización con escasos afloramientos relativamente frescos, entre ellos ambos portales del túnel de Santa Elena. En la Tabla 3.2 se muestra el perfil de meteorización típico para esta unidad, derivado de las muestras recuperadas en la perforación AO-TS-P-01, localizada en el parque corregimiento de Santa Elena y la AO-TS-P-02 en la vía principal, cerca de la cantera, en el alto.

Tabla 3.2 Perfil de meteorización de las Anfibolitas de Medellín

Perfil	Descripción
Suelo residual IB-IC 0 – 9 m	Limo pardo amarillento moteado de blanco y rojo en su parte más profunda, presenta una incipiente textura de la roca parental, plasticidad media a alta, humedad media, consistencia baja, también puede aparecer como un limo de color rojizo violeta moteado de blanco y negro muy homogéneo, posee una humedad media, consistencia baja y plasticidad de media a alta
Saprolito IC 9 – 20 m	Limo verde grisáceo amarillento con fracciones de arena gris, tiene una consistencia media, plasticidad de baja a media, humedad media alta, material de aspecto más homogéneo, presenta la textura de la roca y algunas estructuras heredadas (diaclasas). Comienzan aparecer fragmentos rocosos frescos, en proporciones inferiores al 15%.
Transición Suelo-Roca (IC-IIA) 20 – 35 m	Bloques rocosos de hasta 0,15 m de diámetro, meteorizado en los bordes, en medio de una matriz saprolítica, de color gris verdosas, limo arenosa, blanda y húmeda. Recobro = 20% R.Q.D = 0%
Roca IIA 35 m en adelante	Finalmente, se tiene una anfibolita de grano medio a fino, compuesta por anfíbol y feldespato, foliada y microplegada; dicha roca presenta un color gris verdoso con las discontinuidades oxidadas. Se presentan tramos de pequeñas venas intrusivas que logran borrar en ciertas partes la textura original de la roca. Dentro de esta roca son frecuentes diques básicos fracturados en contacto intrusivo con la anfibolita.

Las relaciones geológicas que presenta esta unidad con las adyacentes, dunitas, rocas de cabalgamiento, gneis y migmatitas y granitos son variadas, e incluyen zonas de falla, cabalgamiento e intrusiones. Con las rocas ultrabásicas, Dunitas de Medellín su contacto es fallado, con disposición subhorizontal, localizándose las rocas ultrabásicas en la parte superior. La relación existente entre las anfibolitas y las rocas del Gabro de San Diego es claramente intrusiva; igualmente que con las rocas ácidas a intermedias del Stock de

[1] Restrepo y Toussaint (1984)

Samarcanda, encontrándose inclusive en algunos sectores rocas de contacto o cornubianas. El contacto con el Gneis Milonitíco de Sajonia es fallado en ambos lados mostrando la roca afectada por efectos de cizalla.

- Gneis de La Ceja (TRgLC):

Corresponde a gneises y granofelses bandeados, localmente plegados y con estructura migmatítica e intercalaciones de gneis miloníticos, cuarcitas y anfibolitas, y además de granulitas y migmatitas de textura granoblástica poligonal y metamorfismo retrogrado. Según la literatura, el contacto con la Anfibolita de Medellín es localmente intercalado y en otros lugares fallado.

Esta unidad se presenta alterada en general, tomando colores anaranjados, pardos, rojos y grises con bandas y manchas amarillas, la foliación está bien marcada y con estructura gnéisica fina. Localmente puede presentar segregaciones de cuarzo lechoso a lo largo de los planos de foliación; bandas de cuarzo y feldespato con textura granoblástica, con feldespato y micas. La parte milonítica se presenta como intercalaciones de paquetes en medio de anfibolitas, anfibolitas miloníticas y gneis milonítico. Según Ingeominas 2005, estas rocas se encuentran afectadas por una fuerte deformación dúctil, en cuerpos tabulares de dirección N45° - 60°E.

El Gneis de La Ceja aflora en la parte final del trazado, por fuera de la banca vial proyectada, sobre el altiplano de San Nicolás, después del portal oriental del túnel, cubierto localmente por depósitos de vertiente. El perfil de meteorización es medianamente profundo, con desarrollo de suelos residuales y saprolitos que localmente superan los 10 m de espesor, caracterizados por un color rojo y anaranjado moteado de blanco, con un carácter areno limoso, deleznable, de media a baja compacidad, son escasos los afloramientos de roca fresca. A continuación se presenta el perfil de meteorización típico para esta unidad según datos de exploraciones realizadas por Solingral S.A. Ver Tabla 3.3 y Tabla 3.4.

Tabla 3.3 Perfil de meteorización del Gneis de La Ceja

Perfil	Descripción
Suelo residual IB 0 – 3 m	Desarrollo de materiales limoso hasta arenosos de color pardo, amarillento y rojizo, los cuales se diferencian de los suelos residuales de otras rocas por la presencia de cuarzo y micas
Saprolito IC 3 – 10 m	Limo arenoso que se caracteriza por el bandeamiento heredado de la roca parental, cuyas bandas son de color blanco, gris oscuro y diversas tonalidades de amarillo y rojo, además de un fuerte replegamiento
Transición Suelo - Roca (IC-IIA) 10 – 25 m	Arena y fragmentos de roca de color blanco y gris oscuro, caracterizada por un bandeamiento composicional y tamaño de grano grueso; es frecuente encontrar en las micas evidencias de efectos dinámicos tales como las bandas tipo "kink"

Esta unidad aparece en contacto fallado con una escama de dunita y con las anfibolitas, aunque como ya fue mencionado se encuentra cubierto por depósitos de vertiente que no permiten definir claramente a lo largo de toda su extensión la tipología del contacto.

Tabla 3.4 Gneis Milonítico de Sajonia

Perfil	Descripción
Suelo residual (IB) 0.00 – 6.00 m	Arena de color pardo amarilloso, con bandeamiento de limo en colores rojizos, amarillo, gris y pardo; presenta venas de cuarzo de aproximadamente 10 cm de diámetro. Las arenas de los augen sobresalen en la matriz más fina permitiendo diferenciar la textura

Perfil	Descripción
Suelo residual (IB-IC) 6.00 – 15.00 m	Arena con fracciones menores de limo, se caracteriza por bandeamiento de colores rojizos, amarillo, gris y pardo, con mejor definición del bandeamiento. En este horizonte los minerales son más visibles
Saprolito (IC) 15.00 - 30.00 m	Arena limosa a limo arenoso, húmedo y suelto, donde son aún visibles las características texturales como estructuras tipo augen y un bandeamiento composicional muy definido. Comúnmente, se encuentra plegado
Transición Suelo – Roca (IC_IIA) 30.00 – 45.00 m	Finalmente, se tiene un gneis de grano medio, foliado, compuesto por feldespato, cuarzo, micas y anfíboles y microplegado. La roca presenta un color claro y variado con discontinuidades oxidadas

El contacto con las unidades vecinas, en ambos lados corresponde a las Anfibolitas de Medellín, se presenta a modo de zonas de cizallamiento dúctil, en donde se observa roca fuertemente foliada y en ocasiones cizallada, además de pequeños cuerpos de esquistos meteorizados y fracturados.

3.2.1.2.2 Complejo Ofiolítico de Aburrá

Esta unidad litodémica, propuesta por Correa y Martens (2000), para el corredor vial está representada solo por las Dunitas de Medellín.

- **Dunitas de Medellín (JKuM):**

Se trata de una roca compuesta esencialmente por olivino, con contenidos menores de cromita y magnetita; y alteraciones parciales serpentinita, está asociada en su origen a la base de la corteza oceánica. La meteorización de estas rocas genera suelos residuales que presentan condiciones y características muy diversas, con espesores variables entre 10 y 40 m. Adicionalmente, debe mencionarse que gracias al fuerte efecto tectónico y la posibilidad de disolución de los materiales allí presentes, existen zonas pseudocársticas con drenajes subterráneos, como se presenta hacia la zona del altiplano en terrenos de la vereda El Plan del corregimiento de Santa Elena. Estas evidencias pseudocársticas incluyen oquedades, dolinas en medio de las cuales algunas quebradas del sector se introducen al macizo rocoso, circulan subterráneamente y afloran más abajo, en la vertiente sur de la quebrada Santa Elena.

Desde el km 7+500 hasta el km 10+200, sector del portal de entrada, se tiene una zona de cabalgamiento, la cual pone en contacto las Anfibolitas de Medellín con las Dunitas y las Metabasitas del Picacho, no necesariamente se presentan afloramientos de dunitas pero puede aparecer ocasionalmente como bloques tectónicos y a modo de grandes bloques en los depósitos de talus de las laderas empinadas, cerca al portal occidental del túnel. También se tiene una escama de este tipo de rocas en el extremo oriental del corredor, entre las Anfibolitas de Medellín y el Gneis de La Ceja, cerca al portal oriental (km 18+500).

La meteorización de la dunita da como resultado suelos residuales que dependiendo de factores como el grado de fracturamiento del macizo, inclinación de los terrenos, geoformas y condiciones hidrológicas y de precipitación, presentan condiciones y características diversas. Según las condiciones morfológicas, los terrenos son de altas pendientes y los suelos derivados son poco espesor, en general menores de 15 m, de carácter limo arcilloso a limo arenoso y de color pardo rojizo intenso; por lo anterior son comunes los afloramientos de transición suelo-roca, que por su heterogeneidad pueden confundirse con depósitos de vertiente, al encontrarse además bloques en superficie. El

siguiente perfil de meteorización es derivado de varios proyectos desarrollados por nuestra compañía en varios sectores del Valle de Aburrá. Ver Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Perfil de meteorización de la Dunita de Medellín

Perfil	Descripción
Suelo residual IB 0– 5 m	Textura limosa de color pardo amarilloso con tintes rojizos, contiene pequeños nódulos ferrosos. Consistencia media a baja, plasticidad media
Saprolito (IC) 5 – 25	Corresponde al horizonte de alteración de la dunita de mayor predominio en el área del altiplano, su espesor es discontinuo, incrementado un poco en zonas de alto fracturamiento de la roca. La textura es limo arcillosa, con presencia de minerales laminados de serpentina de color verde sin alteración. Por lo regular suprayace directamente la roca fresca, lo cual se caracteriza por el contacto tajante con este horizonte, o presenta un ligero cambio a roca parcialmente descompuesta y luego roca fresca.
Roca (IIA) IC 25 m en adelante	Es roca muy fracturada y completamente serpentinizada de color verde oscuro.

La relación de las dunitas con las anfibolitas está enmarcada por una "zona de transición", limitada por fallas y cizallas subhorizontales, identificadas en escasos puntos e interpretadas por rasgos morfológicos en otros, denominada "zona de cabalgamiento", la roca se muestra afectada por cizallas, es así como se muestra alterada y fracturada desarrollando zonas de intensa serpentinización. Hacia la zona del portal oriental, los contactos son fallados con las dos unidades vecinas, por lo que se muestra la roca fracturada y serpentinizada.

3.2.1.2.3 Zona de cabalgamiento (KMCE)

Como "zona de cabalgamiento" se ha definido a un paquete de rocas tectónicamente muy afectado, que afloran en las partes media y final de la zona occidental, entre inmediaciones de la quebrada La Palencia y la quebrada La Aguadita o La Bocana. Es una franja subparalela a la topografía, con una amplitud que oscila entre los 200 y 500 m. Este "paquete" constituye lo que podría denominarse una zona de melange (producto de un fallamiento inverso de muy bajo buzamiento a subhorizontal), compuesta por una gran diversidad de rocas como: milonitas, esquistos, cataclasitas y por metagabros, dunitas y anfibolitas afectadas tectónicamente. Las condiciones de las rocas, igualmente son diversas, presentándose en algunos sectores masivas y poco fracturadas y con buenas propiedades geotécnicas, y en otros completamente fracturadas y con evidencias de fallamiento, lo que desmejora la calidad del macizo (Integral, 2000).

El perfil de meteorización de estas rocas, al ser la mezcla de varias unidades, esquistos verdes, dunitas serpentinizadas, anfibolitas con una foliación fina y gneis, exhiben diferentes tipos de perfiles, en algunas zonas se muestra un gran desarrollo de suelos, mientras que en otros afloramientos se presenta la roca menos meteorizada e intemperizada. A seguir se presenta un perfil generalizado de esta unidad. Ver Tabla 3.6

Tabla 3.6 Perfil de meteorización de las rocas de Cabalgamiento

Perfil	Descripción
Suelo residual IB 0 – 5 m	Textura limosa de color pardo rojizo con tintes amarillentos y negros. Consistencia media a baja, plasticidad media
Saprolito (IC) 5 – 15	Material limoso, localmente se muestra la foliación subhorizontal y fuertes planos de cizalla, el material se desbarata fácilmente en escamas esquistosas. En términos generales el perfil de meteorización es bastante irregular, el primer horizonte puede o no estar presente

Esta unidad denominada de Cabalgamiento se tiene aflorando desde la abscisa km 7+500 hasta la zona del portal de entrada del Túnel de Santa Elena (km 10+200).

3.2.1.2.4 Intrusivos cretáceos

- Batolito Antioqueño (KcdA):

El Batolito Antioqueño hace parte del ciclo de actividad magmática del Cretáceo Superior que afectó la paleocordillera central, relacionado a un proceso de subducción que permitió la generación de un magma granodiorítico a partir del cual cristalizó el batolito y los cuerpos relacionados como el Stock de Las Estancias y el de Samarcanda. Las rocas del Batolito Antioqueño y los procesos de meteorización y erosión que sobre ellas han actuado generan geoformas de colinas redondeadas de poca altura.

El Batolito Antioqueño, como tal aflora hacia el final del trazado en la zona de topografía suave del altiplano, en inmediaciones del Aeropuerto a partir de la glorieta de Sajonia, km 19+250, por fuera del alineamiento propuesto en este trabajo.

La roca fresca, tonalita, granodiorita, diorita, granito, se caracteriza por presentar una textura granítica, equigranular e hipidiomórfica, de color blanco moteado de negro y pardo, micáceo, con un desarrollo de potentes perfiles de meteorización en el altiplano, el cual en general está constituido por saprolitos limo arenosos. Ver Tabla 3.7.

Tabla 3.7 Perfil de meteorización del Batolito Antioqueño

Perfil	Descripción
Suelo residual IB 0 – 5 m	Limo arenoso de color rojo, amarillo rojizo o amarillo; de consistencia alta, firme y plasticidad baja.
Saprolito (IC) 5 – 45 m	Arena limosa de color amarillo rojizo, de consistencia alta, firme, baja plasticidad, cementación moderada. Se alcanzan a distinguir en los bloques de roca sistemas de diaclasas rellenas por oxidaciones de minerales ferromagnesianos. Roca extremadamente meteorizada donde se conserva la estructura original en bloques, en un porcentaje aproximado de 10 a 20% y de dimensiones métricas, se caracterizan por presentar meteorización esferoidal, o anillos de cebolla.
Transición saprolito – Roca (IC – IIA) 45 – 65 m	Suelo saprolítico con abundantes bloques de roca moderadamente meteorizada. Dichos bloques se encuentran frescos a ligeramente meteorizados en formas redondeadas como remanentes de la meteorización esferoidal (cebolla). El saprolito es una arena limosa de color amarillo.
Roca (IIA) 65 – 80 m	Roca ligeramente meteorizada de color blanco moteado de negro y rojo, masiva, de textura granítica. Se caracteriza por las alteraciones de los minerales ferromagnesianos generando pequeñas aureolas de color rojizo y cobre. Las diaclasas se encuentran rellenas por oxidaciones de hierro y arcillas tipo caolín por alteración del feldespato

Los contactos del Batolito Antioqueño con rocas metamórficas del Complejo El Retiro, particularmente con el Gneis de La Ceja, es intrusivo, con varios tramos removilizados por las fallas del Sistema La Honda.

- Stock de Samarcanda (KcdS):

Hace parte del denominado Batolito Antioqueño, definido anteriormente. Estas rocas presentan como característica importante una homogeneidad litológica, con un predominio de rocas del tipo tonalitas – granodioritas y granito micáceo y granatífero, de textura fanerítica con un tamaño de grano medio a grueso, color moteado. Mineralógicamente está constituido por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa sódica,

biotita, moscovita y pequeñas cantidades de granate y circón. Presenta inyecciones cuarzosas, aplíticas además de filones con claros efectos de mineralización hidrotermal.

Aflora hacia la parte final de la zona intermedia del túnel de Santa Elena, como un plutón que intruye a las anfibolitas del sector y que genera localmente rocas de contacto cornubianas, este cuerpo aparece desde la abscisa km 15+250 a km 16+850 en el Túnel de Santa Elena.

Los perfiles de meteorización de esta unidad son espesos. A partir de las exploraciones realizadas, que incluyen una perforación de 151 m y varios sondeos geoeléctricos verticales (SEV). Los resultados muestran el predominio de arenas y limos arenosos sobre el basamento. A continuación se presenta el perfil generalizado según la exploración realizada AO-TS-P-03 y AO-H-P-03. Ver Tabla 3.8.

Tabla 3.8 Perfil de meteorización del Stock de Samarcanda

Perfil	Descripción
Suelo residual (IB) 0 – 10	Material arenoso con algunas fracciones de limo, las coloraciones son pardas amarillentas con manchas negras y blancas, es un material de baja compacidad, con alta humedad, localmente se puede observar la textura de la roca en algunas pequeñas fracciones un poco más sanas pero que se disgregan fácilmente
Transición suelo residual - saprolito (IB-IC) 10 – 30	Arena donde se observa un poco más la textura de la roca granítica en coloraciones pardas, negra, amarillo y blanco. Compacidad baja, humedad media a alta
Saprolito (IC) 30 – 80	Arena limosa con textura de la roca parental, presenta abundante moscovita y se logran ver colores blancos, negros y amarillos, presenta una humedad baja y es un material fácil de disgregar.
Transición Suelo – Roca (IC-IIA) 80 – 90 m	Bloques de roca de hasta 0,3 m de diámetro, con presencia de una fuerte oxidación y meteorización de minerales, rodeados de una matriz saprolítica limo arenosa de color pardo y de humedad baja, con una relación matriz – bloques de 30% - 70%.
Roca (IIA) 90 – 150	Granito, compuesto por micas, feldespatos sódicos y cuarzo principalmente, en la cual se presenta zonas, donde la roca posee fuerte fracturamiento en pequeños bloques subangulares oxidados y zonas donde la roca se presenta sana, con alta resistencia y ningún tipo de discontinuidad u oxidación. Se pueden encontrar niveles arenosos saprolíticos. Las superficies de las discontinuidades presentan percolación de agua la cual propicia fuertes oxidaciones a óxidos de hierro de color anaranjado oscuro y amarillo. Recuperación: 95%. R.Q.D: 95%

El contacto de esta unidad con las anfibolitas es netamente intrusivo a lo largo de toda su extensión.

- Gabro de San Diego (KgSD):

Descrito por Botero (1963) quien lo consideró como una cúpula menor del Batolito Antioqueño. Posteriormente Restrepo y Toussaint (1984), lo clasifican como stock, determinan un área de unos seis kilómetros cuadrados y le dan el nombre de Stock de San Diego. Este cuerpo tiene forma irregular ligeramente alargada con su eje principal de dirección NW. Es un cuerpo plutónico básico, varían composicionalmente desde dioritas hasta gabros, donde se presenta plagioclasas y hornblenda de tamaño hasta centimétrico, hasta unos 15 cm. Como rasgo dominante esta unidad exhibe un avanzado proceso de meteorización, favorecido por las condiciones climáticas y topográficas en las que se encuentra enmarcada, desarrollando suelos residuales, que pueden alcanzar hasta 45 m de espesor, como en el área del Seminario Mayor.

Este plutón aflora hacia la zona inicial del corredor, desde el sector del Seminario Mayor, en el antiguo estadero Baltimore sobre la variante Las Palmas. En este cuerpo se excavaría la totalidad del túnel corto con el que inicia el proyecto de conexión Aburrá – Oriente. La vía luego de este túnel y hasta la quebrada La Palencia (km 7+500) los suelos a excavar se asocian a este cuerpo plutónico.

Este gabro desarrolla un perfil de meteorización, con un carácter limo arcilloso y de tonalidades rojizas claras, blanco con manchas pardas a ocres, que varían comúnmente a profundidad a una arena limosa con textura de roca. A partir de las exploraciones realizadas y otras recopiladas se presenta un perfil generalizado (exploraciones AO-TB-P-01, AO-TB-P-02/03, AO-TB-P-04/05, AO-TB-P-06 y AO-TB-P-07). Ver Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Perfil de meteorización del Gabro de San Diego

Perfil	Descripción
Suelo residual IB 0 – 5 m	Limo arcilloso de color pardo rojizo, homogéneo sin textura de roca, humedad media y consistencia baja
Transición suelo residual – Saprolito (IB-IC) 5 – 15 m	Limo arcilloso de color pardo rojizo, moteado de negro y blanco, con un poco de textura de la roca, poco plástica, poca cohesión y baja consistencia
Saprolito (IC) 15 – 35	Limo arenoso pardo amarillento a grisáceo, suelto con algunas bandas limo arcillosas, envolviendo fragmentos rocosos intensamente meteorizados y fracturados, muy débiles. Consistencia media a baja, humedad moderada y plasticidad baja. Se observa la textura de una roca ígnea plutónica básica de grano grueso. Existen bolas de roca fresca (meteorización esferoidal) de hasta 0,9 m de diámetro.
Transición Suelo- Roca (IC – IIA) 35 – 45	Roca fracturada y alterada, se presentan venas calcáreas, fracturas antiguas selladas y algo de fracturamiento mecánico. Son comunes las evidencias de meteorización esferoidal. Recuperación: 80%. RQD: 20%
Roca (IIA) 45 m en adelante	Roca poco fracturada y meteorizada, de resistencia dura, con alteraciones locales de discontinuidades, se presentan diques centimétricos y venillas, no se aprecian alteraciones ni patinas. Recuperación: 95%. RQD: 85%

La relación de esta unidad litológica, tanto con las Dunitas de Medellín como con las rocas del cabalgamiento (obducción), es de carácter intrusivo, con frecuentes diques básicos que salen del Stock y se inyectan en las rocas vecinas.

3.2.1.2.5 Depósitos de vertiente

Bajo esta denominación de depósitos no litificados se incluyen los depósitos de talus, de deslizamiento y los flujos de escombros y/o lodos que por su extensión permiten ser cartografiados. Por sus espesores y grado de madurez es conveniente cartografiarlos como unidades geológicas independientes y no como simples formaciones superficiales.

- Depósitos de Talus (Qt):

Estos depósitos corresponden a bloques rocosos que se presentan de forma superficial, sueltos en algunas de las vertientes. Los materiales que los constituyen presentan variadas litologías dependiendo de la zona donde se localizan, así se pueden encontrar talus de anfibolitas, dunitas y metagabros. Estos depósitos se localizan en el sector de la vía de acceso oriental y descansan principalmente sobre las rocas de cabalgamiento (Kmce); aparecen en las abscisas km 8+800, km 9+000 a km 9+200 y km 9+400 a km 9+700.

- **Depósitos de Deslizamiento (Qd)**

Son el producto de fenómenos de inestabilidad o movimientos de masa ocurridos en los terrenos inclinados, generados por una combinación de factores como la gravedad, el agua y la intervención humana, entre otras. Su identificación y delimitación se facilita porque generalmente están asociados a los lugares de las vertientes donde se observan condiciones de menor pendiente y topografía suave, seguidos de una zona de pendiente alta en forma de escarpe, desde donde se desprendieron los materiales que los componen.

En el corredor vial son relativamente frecuentes, pero en general son de poca extensión. Están constituidos por bloques rocosos subangulares a subredondeados, heterométricos, embebidos dentro de una matriz limo arenosa a limo arcillosa; sin embargo, pueden presentarse constituidos casi en su totalidad por materiales finogranulares y localmente, con mayor frecuencia hacia el sector de Santa Elena tienen un aporte importante de ceniza volcánica. El espesor es bastante variable, entre uno y diez metros. En el sector Baltimore estos depósitos se componen de un limo arcilloso micáceo, color rojo con manchas amarillas y blancas con fragmentos de roca meteorizados que dejan residuo arenoso; son de consistencia alta a media, aspecto homogéneo, humedad baja a media y plasticidad alta. Para el sector de Santa Elena, los materiales encontrados que conforman depósitos coluviales corresponden a materiales limosos de color pardo, aspecto grumoso, con pequeños bloques rocosos subangulares y presencia de materia orgánica y ceniza volcánica; además pueden contener pequeños bloques rocosos subangulares, son materiales de baja densidad, consistencia baja, humedad baja y algo plástica.

- Flujos de escombros y/o lodos (Qf):

Estos depósitos están constituidos por flujos de varias generaciones, cuyos clastos presentan diferentes grados de meteorización. Son generados al producirse hacia las partes altas de las vertientes una saturación y pérdida de resistencia, lo que hace más vulnerables a fenómenos tales como las altas precipitaciones o los movimientos sísmicos. Estos eventos en caso de ocurrir, le confieren a los suelos un carácter viscoso, debido a la mezcla del agua con los suelos arcillosos y limosos, de forma que pueden descender más o menos controlados por los cauces de las corrientes, arrastrando nuevos materiales y mezclándose caóticamente hasta encontrar unas condiciones de baja pendiente que permitan su depositación. Según la granulometría de los materiales que conforman la fuente, pueden darse depósitos de flujo con predominio de bloques rocosos denominados flujos de escombros o de la fracción fina, en general arcilla o limo, en cuyo caso se llaman flujos de lodos. Sin embargo, dada la mecánica del fenómeno, que no permite una selección o clasificación del material, pueden existir dentro del mismo depósito zonas que correspondan a flujos de escombros y otras a flujos de lodos. El estado de meteorización, su grado de incisión y altura respecto al fondo de las vaguadas permitirá definir su edad relativa y grado de estabilidad.

- Cenizas volcánicas:

Una condición especial de estos terrenos son las cubiertas superficiales de cenizas volcánicas, las cuales pueden presentarse a modo de capas que modelan y suavizan los terrenos o haciendo parte de la matriz de algunos de los depósitos de vertiente. El espesor de las capas más continuas depende de las condiciones geomorfológicas, siendo

más espesas hacia la zona del altiplano, llegando alcanzar unos dos metros de potencia y disminuyendo hasta unos 0,70 cm en las zonas de las vertientes y no se encuentran presentes donde las laderas son más empinadas, como es el caso de la mayor parte del trazado de la vía de acceso occidental. Las cenizas, dado su espesor y lo reducido de sus afloramientos no son cartografiadas dentro del plano geológico.

3.2.1.2.6 Depósitos antrópicos – llenos (QLL)

Este tipo de depósitos artificiales son poco comunes a lo largo del corredor vial, están asociados con los desarrollos urbanos y constructivos de una ciudad en crecimiento. Por lo general tienen poca extensión y poco espesor, y se pueden presentar de dos tipos, los llenos que cumplen normas técnicas, producto de desarrollo de vías o para edificaciones y los llenos cuyo origen es más informal y están constituidos a modo de botadero de escombros donde se incluyen ladrillos, basura, cemento, etc. En el corregimiento de Santa Elena, sector de la cancha de futbol, se encuentra un lleno de casi 10 m de potencia y hacia la zona de Sajonia, km 19+945, se encuentra un lleno de unos cuatro metros de profundidad conformado por un limo con gravas y fragmentos rocosos, ladrillos, arena gris, presenta consistencia media a alta, humedad baja a media.

3.2.1.3 Geología Estructural

Considerando la posición geográfica de Colombia, el país se encuentra dentro de un complejo marco geodinámico de convergencia de las placas: Nazca, Caribe y Sur América, la micro placa Panamá y el Bloque Andino. En este marco tectónico el proyecto vial se sitúa en el extremo norte de la cordillera Central sobre el Bloque Andino, zona donde se ha generado una estructura cortical con un complejo sistema de fallas regionales. Estas estructuras, en el departamento de Antioquia, se distribuyen en dos grandes sistemas de fallas aproximadamente paralelas entre sí, donde el primer sistema lo conforman la zona de fallas Palestina, al este y el segundo sistema corresponde a Cauca-Romeral, al oeste con una gran porción de la cordillera Central en el medio de los sistemas. El Valle de Aburrá está íntimamente ligado en su origen y evolución con los alineamientos más orientales del sistema Romeral, incluso se plantean que algunas trazas de este sistema, con una expresión moderada se separan del tren principal, al sur del Valle de Aburrá, y se extienden sobre el altiplano oriental, involucrando los terrenos del proyecto vial de interés.

Teniendo en cuenta el marco tectónico regional de esta parte de la cordillera, los resultados obtenidos con el análisis de la información existente, la fotointerpretación y los reconocimientos de campo, en el área de estudio se presentan como estructuras importantes fallas, zonas de cizalladura de diferente magnitud, planos de foliación y diaclasas.

3.2.1.3.1 Estructuras de cabalgamiento

Dentro de las estructuras presentes a lo largo del corredor vial, se tienen las estructuras de cabalgamiento, las cuales son estructuras definidas por las características que les imprimen a los materiales involucrados. Para el proyecto se identifican dos zonas de cabalgamiento que a su vez afectan materiales de diferente origen como son las Dunitas de Medellín, las Anfibolitas de Medellín y el Gneis Milonitíco de Sajonia. A seguir se hace una breve descripción de estas estructuras:

- Cabalgamiento entre dunita y anfibolita:

Es una estructura a modo de escama, que envuelve los materiales mencionados, imprimiendo en estas rocas características esquistosas, se observan así esquistos verdes talcosos, con superficies de lisos y estructuras de foliación que muestran buzamientos fuertes con dirección hacia el altiplano y se suavizan hacia el valle, como se puede observar en la quebrada Santa Elena, margen izquierda, un poco arriba del alineamiento de la vía, pero donde puede ser factible que se muestre en algunos de los taludes proyectados. Este cabalgamiento muestra entonces una zona de rocas muy fracturadas y mezcladas entre anfibolita, dunita, dunita serpentinizada, esquistos verdes, las cuales evidencian un comportamiento frágil, especialmente hacia el borde donde se tiene la dunita. La edad de este emplazamiento no está claramente definida.

- Milonita al interior del macizo metamórfico:

Se muestra un emplazamiento asociado al complejo ofiolítico, con características de un comportamiento dúctil de los materiales involucrados, especialmente al interior del macizo de Anfibolitas de Medellín, donde se evidencian zonas de recristalización con zonas de mayor densidad en el patrón de foliación paralelas al plano de cabalgamiento. Su origen se puede interpretar como una zona interna de deformación dúctil, metamorfismo dinámico que obligó a la recristalización de una franja de anfibolitas y gneises. La disposición espacial de esta franja de roca milonítica está íntimamente relacionada con el borde oriental cuerpo de dunitas de Medellín, con foliación subparalela al plano donde se describen los esquistos verdes, la cual presenta un alto ángulo de buzamiento hacia la superficie del altiplano y se torna más bajo con la profundidad. Es importante mencionar que estos materiales no representan condiciones pobres del macizo sino rasgos de recristalización, cambios litológicos, mineralización, foliación, etc.

3.2.1.3.2 Sistema de fallas N-S y estructuras ridel asociadas

Además de los sistemas anteriores se tienen fallas regionales claramente definidas, de tendencia N-S que constituyen el principal sistema tectónico de actividad más reciente; el cual se sobre impuso a una serie de estructuras relacionadas con el cabalgamiento del bloque cortical oceánico ya mencionado. Estas estructuras presentan rasgos tectónicos que muestran geoformas como lomos deflectados, quebradas o corrientes asimétricas y cambios bruscos de pendientes, también aparecen a nivel de afloramiento y en las exploraciones del subsuelo zonas de cizalla con salvanda y un intenso fracturamiento del macizo, Sin embargo no se define zona de falla de carácter regional. De estas estructuras el principal sistema es denominado en la literatura como Sistema de Fallas La Honda; enmarcado dentro de la quebrada del mismo nombre, la cual muestra un fuerte control estructural con zonas de tramos rectos; además su disposición espacial se asocia íntimamente con el contacto entre las rocas metamórficas de la cordillera Central en el altiplano, Gneis de La Ceja con las rocas graníticas del Batolito Antioqueño.

A partir de la fotointerpretación ejecutada para este estudio se pudo identificar una serie de rasgos cinemáticos en la topografía, como lomos deflectados, quebradas desplazadas entre otros, que indican un claro componente de rumbo lateral izquierdo sobre las fallas principales, Sistema La Honda. Esta información fue corroborada a partir de las perforaciones, en las cuales sobre las zonas de cizalla se observaron estrías de falla con un pitch bajo, inferior a los 35°.

En concordancia el modelo propuesto por Riedel fue factible identificar otros sistemas de fallas conjugados con el principal N-S. De esta forma se observaron otras fallas dispuestas aproximadamente en la misma dirección del sistema principal, llamado fallas sintécticas, con un comportamiento similar, es decir sinestrolateral. Adicionalmente existen otras estructuras con tendencia casi perpendicular al sistema principal, denominadas como antitécticas de sinemática dextrolateral, opuesta. Finalmente existen lineamientos fotogeológicos de moderada y alto grado de expresión en el relieve, los cuales también fueron cartografiados y proyectados al túnel.

Es importante remarcar que los afloramientos visitados y las perforaciones ejecutadas sustentan el modelo transpresivo del macizo involucrado por el túnel de Santa Elena, con una esfuerzo principal de tendencia N30-45°W. Adicionalmente la zona de influencia de las fallas en general no supera los 20 m, con una zona de salvanda o gouge inferior a los 5 m; por lo que el macizo a excavar no ofrece mayores inconvenientes según los resultados de esta etapa.

3.2.1.3.3 Diaclasas

Las diaclasas son relativamente abundantes y afectan indistintamente las rocas ígneas y metamórficas. De acuerdo con el análisis de las diaclasas inventariadas en las zonas donde el proyecto vial se desarrolla en superficie, se han determinado varios sistemas de fracturas, ninguno de los cuales se presenta como principal o dominante en el macizo ígneo - metamórfico que cruzará el trazado.

3.2.1.3.4 Foliación

La foliación general de las anfibolitas presenta orientación comprendida entre N30°-45°W y N10°-20°W, con buzamientos variables, en general menores de 40°. Por lo regular la foliación no es una discontinuidad destacada en estas rocas y no representan un plano marcado de debilidad. Sin embargo, en las zonas de los dos portales las tendencias de la foliación son en general sub-horizontal, con posibilidad de definir relajamientos de algunas lajas rocosas en la clave.

3.2.2 Geomorfología

El corredor vial se localiza entre el valle de Aburrá y el altiplano de San Nicolás, con alturas entre sobre el nivel del mar que oscilan entre 1.570 y 2.800 m. El conjunto de altiplanos y el valle del río Medellín o Aburrá conforman la característica geomorfológica más sobresaliente de la parte norte de la Cordillera Central colombiana. De acuerdo con Arias (1995) el valle de Aburrá es entonces un relieve de segundo orden, posterior a los altiplanos a los cuales corta. La historia geomorfológica más antigua de este sector de la cordillera la conforman el conjunto de altiplanos formados en sucesivos pulsos del levantamiento orogénico durante el Terciario. Un aspecto relevante para el estudio geomorfológico es el hecho conocido, desde tiempos de los primeros investigadores, que el valle en su conjunto presenta peculiaridades en su forma general, lo que ha llevado a algunos investigadores a pensar que la forma actual es el resultado de una evolución compleja en la que se entremezclan procesos tectónicos y capturas entre diferentes cuencas (Rendón, 2003).

A escala más detallada, CORANTIOQUIA (2002) adelantó la cartografía a escala 1:100.000 de toda su jurisdicción que comprende la parte centro norte del departamento de Antioquia, y considerando este trabajo la zona del proyecto vial se localiza en las siguientes unidades de relieve: Superficies de erosión, Escarpes Regionales y Cañones. Para los terrenos se tienen pendientes fuertes en las zonas de escarpes y cañones, mientras son moderadas y suaves en las superficies de erosión. El avance remontante del frente erosivo del rio Aburrá o Medellín, a través de algunas corrientes por donde atraviesa el corredor vial, ha generado un sistema de lomos de flancos empinados, rectos y de tope agudo; además, las corrientes que los separan transcurren por profundos y estrechos cañones con tendencias similares, tal es el caso de la quebrada Santa Elena.

Dentro de las condiciones geomorfológicas de los terrenos, los cuales se están enmarcados dentro de un paisaje de montaña, se tienen como características importantes los procesos superficiales o morfodinámicos que definen diferentes geoformas y su grado actual de estabilidad. En términos generales se presenta una actividad morfodinámica media a baja; relacionada con sobrepastoreo generalizado, antiguas cicatrices de deslizamiento que tiene asociados o no depósitos de vertiente, algunos deslizamientos activos y zonas húmedas y de empozamiento y finalmente, hacia las márgenes de algunas corrientes se presenta erosión de orillas y desgarres superficiales.

3.2.2.1 Sectorización geológico – geotécnica del corredor

La sectorización del corredor vial, incluyendo vías de acceso y túneles, considera aspectos que guardan estrecha relación con el comportamiento, las características y estabilidad de los terrenos que conforman el corredor vial, entre los que se incluyen: litología, condiciones del macizo, relieve, grado de evolución, rasgos estructurales, grado de meteorización y procesos morfodinámicos. Según estas premisas fueron determinados los siguientes sectores:

- **Sector 1 Baltimore: (km 5+050 - km 5+900)**

En este sector el trazado de la vía inicia su recorrido en un intercambio para luego entrar en el túnel, con una longitud de 800 m, Plano AO-VI-GO-004, AO-VI-TB-003 y AO-VI-TB-004. El trazado sigue la parte baja de la cuchilla del Seminario pasando debajo del mismo, en un relieve moderado de lomos alargados, de tope redondeado, amplio y de alguna extensión, con disposición consecuente con el drenaje y cuyos flancos presentan rasgos variables dependiendo de la presencia o no de cauces activos, los cuales, en algunos casos, han generado procesos de incisión, que han desarrollado flancos empinados e incluso escarpados. Las pendientes son en general moderadas, con declives menores de 30°.

Son terrenos constituidos por la unidad del Gabro de San Diego; intensamente meteorizado, con desarrollo de un perfil de suelos profundo, que puede alcanzar 45 m de espesor o más según las exploraciones. Este material presenta características de un suelo de color rojizo con motas blancas y de textura arcillo limosa en superficie, tornándose limo arenoso con la profundidad donde se identifica el saprolito. Allí el material es más arenoso exhibiendo minerales de gran tamaño, hornblendas esta unidad puede localmente estar cubierta por depósitos de vertiente como es el caso de la zona de los portales de entrada, donde se encontró tanto en la exploración del subsuelo como en campo un depósito de espesor cercano a los siete metros. Los procesos erosivos presentes están influenciados por la facilidad que presentan los suelos saprolíticos a ser

erodados por aguas superficiales y concentradas, con desarrollo de surcos, canalones y pequeñas cárcavas y además se presentan cicatrices de fenómenos de remoción en masa superficiales.

El lado SW del túnel implica la conformación de dos plazoletas, una para el acceso principal con sección vial máxima y otra, más al oeste, con una menor sección para un lazo de empalme con la Vía Las Palmas. Dichas excavaciones se realizarán en su totalidad sobre suelos y depósitos de deslizamiento, con alturas inferiores a los 25 m e inclinación 1V:1H. Por la orientación adversa de los planos de contacto entre horizontes y con el depósito, además de las bajas condiciones mecánicas se requiere la implementación de obras de contención tipo anclajes, acordes con la importancia de los portales y su permanencia en el tiempo.

El túnel Seminario al menos en sus primeros 30 m de longitud sería excavado en suelos propiamente dichos (IB y IC), con eventuales bloques aislados de hasta 4,0 m, producto de la meteorización esferoidal, común en este cuerpo plutónico; luego el túnel se introduce, por unos 35 m, en una transición suelo-roca (IC-IIA) caracterizada por abundantes bloques de roca, redondeados y con cáscaras en medio de una matriz saprolítica, limo arenosa húmeda por debajo del nivel freático. Desde allí (km 5+165) y hasta la abscisa km 5+745 la excavación transcurriría en rocas gabroicas levemente meteorizadas (IIA), sin embargo es frecuente la presencia de zonas de circulación de aguas que han generado, por meteorización, suelos saprolíticos arenosos de alta permeabilidad. Entre los km 5+745 y km 5+825 nuevamente se puede presentar una transición suelo roca (IC-IIA) con las condiciones ya descritas. Finalmente, los últimos 50 m (hasta la abscisa km 5+875) se prevén suelos (IB-IC).

En el sector NE del túnel Seminario se prevé otra pequeña plazoleta, con condiciones similares a las descritas para los portales SW. En este caso se tiene una capa de flujo de lodos y/o escombros sobre los suelos finos. Allí el talud de corte no supera los 15 m, sin embargo también es importante implementar medidas que garanticen la estabilidad a mediano y largo plazo.

- **Sector 2 Portal túnel Seminario – quebrada La Pastora. (km 5+900 – km 7+680)**

Esta parte del trazado continúa sobre la parte media de la vertiente, son geoformas de laderas de suaves a moderadas, con inclinaciones entre 5° y 25° y constituidas por una serie de lomos de tope redondeado y amplio, localmente presenta fuerte incisión con desarrollo de flancos empinados, siendo poco frecuente este rasgo.

Son terrenos constituidos por las rocas del Gabro de San Diego siguiendo las mismas características del material descrito para el túnel Seminario. Estas rocas, como se menciono anteriormente, afloran en avanzado estado de meteorización, con perfiles de meteorización de hasta 45 m, ver Plano AO-VI-GO-002. Además, en este tramo se presentan localmente depósitos de vertiente del tipo flujo de lodos y/o escombros que cubren parcialmente el paleorelieve modelado sobre los suelos, dentro de los que se destacan los localizados discontinuamente entre las quebradas El Vergel, Los Caunces y La Pulgarina. Estos depósitos están constituidos por una matriz arcillo limosa, húmeda, blanda, plástica de color pardo amarillento que envuelve bloques frescos de gabro, redondeados que alcanzan los tres metros de diámetro. En general, este sector presenta condiciones geológicas y geotécnicas favorables para la construcción del proyecto vial, el cual propone cortes de hasta 20 m de altura en suelos en general cohesivos. Sin

embargo en inmediaciones del corredor se identificaron varias zonas húmedas, en las zonas altas de las cuencas, que deberán ser tratadas con filtros y localmente con drenes sub-horizontales, antes y durante las excavaciones. Además se requerirán conducciones superficiales del agua de escorrentía con cunetas flexibles, rondas de coronación y canales escalonados.

- **Sector 3 quebrada La Pastora – quebrada La Espadera. km 7+680 – km 9+200**

Este sector transcurre sobre la vertiente de la quebrada Santa Elena, en un tramo caracterizado por varias corrientes importantes que transcurren en dirección S-N, como son en su orden Chupadero, Mediagua y La Espadera. Las cuales están separadas por lomos que descienden en igual dirección, de topes redondeados y estrechos, con flancos irregulares de inclinación moderada a localmente empinada.

Geológicamente estos terrenos se desarrollan sobre las rocas denominadas en este estudio como de cabalgamiento (Kmce). Allí afloran rocas localmente cizalladas y en general con un marcado fracturamiento. Desde el punto de vista litológico se observaron una distribución errática de dunitas, anfibolitas y gneises, además de paquetes de esquistos verdes subhorizontales. Como se mencionó, todas estas rocas se presentan afectadas tectónicamente mostrando rasgos de marcada foliación, cizallas y una fuerte a moderada meteorización, con desarrollo de suelos también heterogéneos que alcanzan los 15 m de espesor y que reposan sobre la transición suelo-roca fracturada y con abundante matriz saprolítica. Según los sondeos ejecutados se marca el predominio de suelos derivados de rocas anfibolíticas y gnéisicas, limosos, gris verdosos, con bandeamiento y baja humedad. También en este tramo aparecen frecuentemente depósitos de vertiente del tipo flujo de lodos y/o escombros, especialmente hacia las zonas de inclinación más suave, descansos topográficos. Estos depósitos incluyen bloques heterométricos con diverso grado de meteorización que alcanzan proporciones de hasta el 50% del volumen total. En general el espesor total de estos depósitos no supera los cinco metros pero se reportan localmente hasta 15 m.

Para este sector el proyecto vial transcurre en general sobre viaductos fundados a profundidad además de cortes de alturas variables, que no superan los 25 m y por ende se excavarán en su mayoría sobre los suelos heterogéneos descritos y en roca meteorizada y fracturada, especialmente en la parte central de los tramos donde los taludes alcancen la mayor altura.

- **Sector 4 quebrada La Espadera - portal del túnel de Santa elena. km 9+200 – km 10+200**

Este tramo corresponde a una vertiente con pendientes desde muy fuertes hasta escarpadas, mayores de 45° con predominio de lomos largos, abruptos y frecuentes paredes rocosas. Al igual que el anterior este relieve está modelado sobre las rocas de la zona de cabalgamiento y la parte final en rocas del tipo anfibolitas. En este sector, dadas las condiciones extremas de pendiente las rocas en general tienen un pobre desarrollo de perfil de meteorización o incluso inexistente. Las rocas de cabalgamiento se muestran afectadas tectónicamente, y además en campo se observan bloques que aparentemente han sufrido un proceso de relajamiento evidenciado en la apertura de sus discontinuidades, incluso es frecuente la ocurrencia de depósitos de bloques sueltos y sin matriz sobre la ladera, denominados depósitos de talus, caídos por gravedad desde las paredes rocosas. Por otro lado, hacia el final del sector, sobre las anfibolitas se presentan

un mayor desarrollo de suelo residual, de carácter limoso en tonalidades rojizas y donde se observa la roca fresca esta se encuentra menos oxidada y meteorizada, ver Plano AO-VI-GO-002.

Según las exploraciones ejecutadas en este sector, que corresponden en su totalidad a líneas de refracción sísmica, se pudo establecer de manera sistemática la presencia de una sobrecapa de suelos heterogéneos de hasta cinco metros de espesor, seguido por una transición suelo-roca (IC-IIA) de otros cinco metros de espesor. Rematando en la roca poco meteorizada (IIA-IIB) fracturada.

En este sector la banca de la vía se conformará principalmente por medio de cortes, los cuales alcanzan la mayor altura de todo el proyecto, llegando incluso a los 45 m. Por las condiciones geométricas de distribución de los horizontes de meteorización respecto al plano del talud es necesario ajustar el diseño geométrico de los mismos a los materiales que afloren y no acometer diseños típicos. En este sentido se debe mencionar que es recomendable la conformación de una berma en la transición suelo –roca (IC-IIA), a partir de la cual se debe tener una inclinación menor y una serie de tratamientos para los suelos suprayacentes. Por el contrario de la berma hacia abajo, correspondiente al macizo rocoso los taludes son fuertemente inclinados y debidamente tratados ante las cuñas definidas por las discontinuidades. Obviamente la posición de la berma varía fuertemente en el sentido horizontal, por lo que ésta se debe escalonar en tramos de longitud construible por la maquinaria y que se permita captar el agua, disipar su velocidad, entre niveles y entregarla adecuadamente a la base del talud.

- **Sector 5 portal túnel de Santa Elena. (km 10+200) – km 11 + 400)**

Este es el primer tramo del túnel de Santa Elena, iniciando con el portal ubicado sobre la orilla derecha de las quebradas La Bocana y La Aguadita. Allí se observan unas vertientes escarpadas asociadas al cañón de estas corrientes, constituidas por anfibolitas de grano fino, color gris oscuro a negro y bandeamiento cerrado, en general sub-horizontal. Los afloramientos de roca son discontinuos por la presencia de vegetación y algunos botones de suelo limo-arcilloso que alcanzan los siete metros de espesor. Allí se plantea una excavación que alcanza los 40 m de altura, con suelos (IC-IIA) hacia la parte superior y roca meteorizada en la base del talud (IIA). Esta estratigrafía y las relaciones geométricas con la excavación requieren tratamientos geotécnicos. Adicionalmente, hacia la parte externa de la plazoleta asociada al portal se conformaría un lleno de grandes dimensiones, sobre la cuenca de la quebrada La Aguadita, previa construcción de un boxcolver.

Ya dentro del macizo, y por una longitud de unos 25 m, las excavaciones del túnel se realizaran en rocas tipo anfibolita meteorizada (IIA), con abundantes discontinuidades oxidadas. Para el resto de este sector el túnel continúa en roca fresca (IIB) con buenas condiciones geomecánicas y una grado bajo de fracturamiento.

- **Sector 6 km 11+400 – km 12+250**

Este sector corresponde a los gneises miloníticos de Sajonia, que como ya se mencionó, corresponden a una unidad litodémica definida por Ingeominas (2005) en la plancha 147 (Medellín Oriental) y relacionada en su origen con el proceso de metamorfismo dinámico por el cabalgamiento de la corteza oceánica. Los límites de esta franja de roca (de tendencia N-S) están definidos por zonas de cizallamiento dúctil que en superficie se

observan tenuemente sobre el relieve. Además la posición espacial y el buzamiento de estas estructuras son difíciles de establecer, por lo cual se asumió la información de otros autores.

Estas rocas en general presentan unas condiciones geomecánicas buenas, sin embargo la calidad del macizo se ve afectada levemente por la mayor densidad en la foliación y el carácter penetrativo de la misma.

- **Sector 7 km 12+250 – km 14+800**

El túnel de Santa Elena, luego se sobrepasar la zona gnéisica anteriormente descrita, se interna nuevamente en un macizo preponderantemente anfibolítico, con intercalaciones de gneises biotíticos de color pardo rojizo y gris. Sin embargo, no existen diferencias geomecánicas entre las dos litologías mencionadas. En este sector el techo del túnel alcanza los 550 m. Como rasgos tectónicos relevantes se debe mencionar el cruce de varias fallas. La de mayor preponderancia es la Falla Santa Elena, en el km 12+800, de dirección N-S, alto buzamiento y comportamiento de rumbo, la cual se caracterizó en la perforación AO-TS-P-01. Dicha estructura presenta varias trazas, pero no excede en su zona de cizalla los cinco metros y unas franjas de influencia inferiores a los 10 m a cada lado.

Según se estableció con la perforación AO-TS-P-02, el túnel cruzaría en inmediaciones del km 13+800 una falla con condiciones geomecánicas similares a las ya descritas para la falla Santa Elena. Sin embargo a diferencia de esta su buzamiento es cercano a los 65°, con un buzamiento aparente sobre el perfil del túnel.

- **Sector 8 km 14+800 – km 17+320**

Se plantea acá que en inmediaciones de la abscisa km 14+800 se hallaría un contacto de tipo intrusivo entre el macizo metamórfico anfibolítico y un cuerpo plutónico ácido, denominado en la cartografía regional como Stock de Samarcanda. Por la tipología de este tipo de contactos su posición y variación en el espacio es en extremo difícil de establecer, por ello el patrón acá planteado es solo interpretativo. Adicionalmente, es importante mencionar que los efectos térmicos del magma caliente en el momento de su emplazamiento sobre la roca caja, anfibolita la silicifican y endurecen, generando una roca abrasiva, denominada cornubiana cuyo espesor es variable. Dentro del cuerpo ígneo plutónico se tienen rocas ácidas del tipo granito y cuarzodiorita, con un alto porcentaje de cuarzo, feldespato y micas, moscovita principalmente.

Este macizo, desde el punto de vista geomecánico, presenta unas buenas condiciones, especialmente donde el techo en roca es máximo. Sin embargo, por el profundo y prolongado procesos de meteorización que ha sufrido este cuerpo, se han desarrollo perfiles de suelos de hasta unos ocho metros y unos espesores de roca meteorizada (IIA) también considerables. Teniendo en cuenta esta situación entre las abscisas km 16+660 y km 17+320, el techo se reduce empobreciendo las condiciones del macizo, llevándolo a una calidad de roca media, adicionalmente en este sector se observa una falla de tendencia N-S, de muy buena expresión geomorfológica y una zona de cizalla de unos 10 m y zonas de influencia de otros 10 m a cada lado. Finalmente, en este mismo sector del túnel de Santa Elena se detectaron otras dos fallas cercanas, con características similares a la anteriormente descrita, afectando el macizo entre las abscisas km 15+530 y km 15+660, ver Plano AO-VI-GO-003.

- **Sector 9 km 15+320 – km 18+520**

Nuevamente el túnel de Santa Elena, luego de cruzar una zona de roca de contacto (cornubiana), se interna en el macizo metamórfico, constituido principalmente por anfibolitas y gneises biotíticos intercalados. Este macizo corresponde a roca III de muy buenas condiciones, sin embargo, localmente, según información de estudios anteriores y la fotointerpretación realizada, se cruzarían dos zonas de falla, en inmediaciones del km 17+500 y km 17+600. Es importante anotar que estas estructuras no fueron halladas durante los trabajos de cartografía geológica.

Este sector termina en la plazoleta del portal oriental del túnel. Allí existió una cantera de roca, de la cual aún se conserva un talud irregular escalonado en roca, constituido en su totalidad por anfibolitas finas (básicas) densas, duras y solo parcialmente oxidadas en las discontinuidades (IIA). Hacia arriba esta roca se torna rápidamente en una transición suelo-roca con materiales limosos y arcillosos pardo amarillento, que envuelven bloques de roca meteorizados en la periferia. El talud concebido para este portal alcanza alturas de hasta 25 m por lo que se recomienda la instalación de medidas de refuerzo que permitan garantizar la estabilidad en el mediano y largo plazo. Así mismo vale la pena mencionar que un rasgo de gran importancia es alto grado de humedad de la zona del portal, con varios afloramientos de agua y el cruce, sobre la plazoleta existente de una pequeña quebrada. Se deberán implementar antes de cualquier tipo de intervención las obras de drenaje y sub-drenaje requeridas.

- **Sector 10 portal oriental - vía de acceso oriental a Sajonia. (km 18+520 – km 19+800)**

En este último tramo el proyecto vía transcurre nuevamente en superficie, en medios de una topografía ondulada de colinas y lomos bajos, típica del altiplano del oriente antioqueño. Desde el punto de vista geológico se observan rocas metamórficas meteorizadas, además de dunitas, depósitos de vertiente, deslizamientos y flujos de lodos y/o escombros, también descompuestos y localmente depósitos aluviales - torrenciales de la quebrada Salazar, cuya margen derecha es seguida por la vía en estudio. En este tramo se propone la conformación de taludes de corte de hasta 25-30 m de altura, en medio del espeso perfil de meteorización mencionado; sin embargo, cerca a los seis metros de profundidad aparece roca muy meteorizada pero de fácil corte. Adicionalmente se debe mencionar la conformación de terraplenes en la parte final del proyecto, en inmediaciones de la glorieta de Sajonia. Allí los suelos aluviales finos son muy húmedos y blandos, situación que ameritará un previo mejoramiento con drenajes profundos y algunos reemplazos de consideración.

3.2.3 Suelos

La siguiente información está dada por el EIA del año 2000 y actualizada por información secundaria de varias fuentes consultadas, en especial el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Antioquia realizado por el IGAC año 2007, además por información recogida en diferentes visitas de campo en el AID y AII del proyecto.

3.2.3.1 Asociaciones

La clase de Unidad Cartográfica de Suelos (UCS) utilizada en el presente estudio es la Asociación.

La Asociación es la unidad integrada por varios suelos dominantes (75% o más) y suelos similares y, una o más inclusiones de suelos disímiles, que sumadas, no deben representar más del 25%; es una agrupación de dos, tres o más suelos diferentes (cada uno pertenece a una unidad taxonómica distinta), asociados por lo regular geográficamente, según una distribución proporcional definida, de tal manera que, si es necesario, se puedan separar en un levantamiento más detallado. Las asociaciones, al igual que las consociaciones, pueden tener inclusiones en un porcentaje no mayor del 30%.

Esta identificación corresponde a dos letras mayúsculas que indican las iníciales del nombre vínculo de la unidad cartográfica de suelo derivada del sitio geográfico en donde se localiza; en seguida, una letra minúscula y un número arábigo, que indica los criterios de fases los que, en su orden y en todos los casos, representan las pendientes, inundaciones ocasionales o frecuentes, pedregosidad presente y el grado de erosión.

A continuación se describen los criterios de fases para integrar el símbolo de la Unidad Cartográfica de Suelos (UCS), utilizados en el presente estudio: Pendiente (ver Tabla 3.10), erosión, inundación, pedregosidad y rocosidad (ver Tabla 3.11)

Tabla 3.10 Clasificación de la pendiente

Clase de pendiente	Porcentaje	Código
Plana a ligeramente plana	0-3	a
Ligeramente inclinada	3-7	b
Moderadamente inclinada	7-12	c
Fuertemente inclinada	12-25	d
Ligeramente escarpada	25-50	e
Moderadamente escarpada	50-75	f
Fuertemente escarpada	75-100	g

Tabla 3.11 Clasificación de la erosión, inundación, pedregosidad y rocosidad

Clase por grado de erosión	**Código**
No hay o no se aprecia	0
Ligero	1
Moderado	2
Severo	3
Clase por inundación	**Código**
Inundable	i
Clase por pedregosidad superficial	**Código**
Pedregosa	p
Clase por Rocosidad	**Código**
Rocosa	8

Las Asociaciones de suelo presentes en el AII del proyecto se describen a continuación:

3.2.3.1.1 Guadua (GD)

Se localiza en la Cordillera Central entre los 2 000 y 2 500 msnm. El clima es frío tropical húmedo y la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB). Tiene una extensión

total de 118.934,18 hectáreas que representan el 1.88% del área total del Departamento de Antioquia.

Geomorfológicamente ocupa posiciones de colinas disectadas, a veces masivas, con relieve fuertemente ondulado a muy escarpado, en algunas ocasiones ligeramente ondulado con cimas redondeadas y agudas; pendientes generalmente cortas, convexas, cóncavas en las partes inferiores. En el área del proyecto las pendientes varían entre el 12% y el 50%.

Los suelos se desarrollaron de cenizas volcánicas y de rocas ígneas (cuarzodioritas). Son profundos a moderadamente profundos, limitados por factores como gravillas, nivel freático y ligera toxicidad por aluminio. Moderados a bien drenados, con drenaje imperfecto en las áreas más planas; en época de verano aparecen grietas angostas en la superficie.

En el sector oriental del proyecto se encuentra la Asociación con fase por pendiente y por erosión: GDd1.

Se presenta erosión por escurrimiento difuso, terracetas y patas de vaca, además de pequeños movimientos en masa localizados; en el área del proyecto la erosión varía entre ligera y moderada.

Forman la asociación los suelos Typic Hapludans (30%), Typic Fulvudands (25%), Hydric Hapludands (25%). Las inclusiones están representadas por los suelos Typic Dystrudepts (10%), Hidric Melanudands (5%) y Typic Placudands (5%).

La fertilidad en los conjuntos varía de baja a muy baja, reacción ligera a muy fuertemente ácida, capacidad de intercambio catiónico muy alta a muy baja; bases totales bajas a muy bajas, saturación de media a muy baja; fósforo bajo; el carbón orgánico decrece regularmente de muy alto a muy bajo y tienen concentraciones de aluminio relativamente altas.

3.2.3.1.2 Rionegro (RN)

Está localizada en la Cordillera Central en los Municipios de Rionegro, La Ceja, El Retiro, Marinilla, El Carmen de Viboral, San Pedro de los Milagros y la parte alta Bello, entre los 2 000 y 2 500 msnm. El clima es frío tropical húmedo y corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB). Tiene una extensión total de 13.396,84 hectáreas que representan el 0.21% del área total del Departamento de Antioquia.

Fisiográficamente están localizados sobre diferentes niveles de terrazas y en abanicos-terrazas, por el cambio de dirección de las corrientes y excavación de los cauces. El relieve varía entre inclinado y plano en las cimas, y fuertemente inclinado a escarpado en los taludes; las pendientes son generalmente cortas, rectas y ligeramente convexas. En el área del proyecto varían entre el 3% y el 7%.

Los suelos se han desarrollado a partir de aluviones heterogéneos y heterométricos y de cenizas volcánicas. Son moderadamente profundos a profundos, limitados por el nivel freático y ligera toxicidad de las plantas por aluminio. En el área del proyecto no se evidencia erosión.

En el área que comprende el proyecto se encuentran dos fases por pendiente: RNa (0-3%) y RNb (3-7%), ver Tabla 3.10.

La asociación la forman los suelos Hidric Fulvudands (40%), Typic Fulvudands (35%), como inclusiones se encuentran los suelos: Hidric Melanudands (10%), Pachic Melanudands (10%) y Typic Placuadands (5%).

En los conjuntos la fertilidad varía de baja a muy baja, ácidos ligera a fuertemente, capacidad de intercambio catiónico muy alta a media, bases totales bajas, saturación de bases media a muy baja, el carbón orgánico decrece de muy alto a muy bajo, contenido de fósforo bajo a muy bajo y concentraciones relativamente altas a ligeras de aluminio en el horizonte superficial.

3.2.3.1.3 Tequendamita (TE)

Se localiza en la Cordillera Central, principalmente en las subregiones de Oriente, Valle de Aburrá y Norte; en la subregión del Oriente Antioqueño, en la que se encuentra el All del proyecto, en los Municipios de la Ceja, El Retiro, Abejorral, La Unión, Carmen de Viboral, Sonsón y Guarne; entre los 2 000 y 3 000 msnm. El clima es frío tropical húmedo y muy húmedo, corresponde a las zonas de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) y Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB)

Los suelos ocupan posiciones geomorfológicas de vertientes y cimas de cordilleras, que en algunos sitios tienen forma colinada y pequeños coluvios no mapeables. El relieve va de ligeramente ondulado a ondulado en las partes altas y en las depresiones, y fuertemente inclinado a muy escarpado en las vertientes; las pendientes son generalmente largas, rectas, convexas; en el área del proyecto se presentan pendientes entre el 12 % y el 50%; en algunos sectores supera el 50 %.

Son suelos desarrollados a partir de depósitos de cenizas volcánicas sobre roca metamórfica, esquistos y neiss; profundos a moderadamente profundos, limitados por nivel freático, gravilla, piedras, afloramientos rocosos y ligera toxicidad por aluminio; bien a moderadamente bien drenados en las laderas y con drenaje imperfecto en las depresiones; presentan erosión por escurrimiento difuso, surcos, patas de vaca y movimientos en masa localizados; el grado de erosión en el área del proyecto varía entre ligero y moderado.

En el sector Túnel de Oriente se encuentra la Asociación con las siguientes fases: Ted2, TEe2, TEf1 y TEf2.

Forman la asociación los suelos Typic Hapludands, 35%; Typic Fulvudands 25%, Hydric Fulvudands, 20%. Hay inclusiones de Andic Dystrudepts, Typic Placudands, Typic Dystrudepts y Thaptic Hapludands en igual proporción del 5%.

En los conjuntos la fertilidad varía de baja a muy baja; medianamente a extremadamente ácidos; la capacidad de intercambio catiónico muy alta a baja, bases totales medias a muy bajas; saturación de bases media a muy baja; el carbón orgánico decrece de muy alto a muy bajo; contenido de fósforo entre medio y muy bajo; concentraciones de aluminio entre medias y relativamente altas en la superficie.

3.2.3.1.4 Niquía (NQ)

Está asociación presenta poca área en el Departamento de Antioquia, la mayoría de los suelos se encuentran en sectores de la Cordillera Central, al oriente de los Municipios de

Medellín, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta y al occidente del Retiro, en clima templado y húmedo, correspondiente a la zona de vida de bosque húmedo premontano (bh-PM), en alturas entre 1200 y 2000 metros sobre el nivel del mar. La unidad tiene una extensión de 11.558,54 hectáreas que representan el 0,18% del área total del Departamento de Antioquia.

Los suelos están ubicados fisiográficamente, en las vertientes o laderas de la cordillera, con pequeños coluvios que no son mapeables. El relieve es fuertemente inclinado a muy escarpado; pendientes largas y cortas, rectas, ligeramente convexas, mayores del 50% en el área del proyecto.

Esta Asociación se presenta en cuatro sectores del proyecto ver Tabla 3.10 y

con fases por pendiente y por erosión (NQ f3)

Son suelos derivados de rocas ultrabásicas y serpentinitas, con cenizas volcánicas en las partes más altas; profundos y bien drenados. Presentan erosión por escurrimiento difuso, pequeñas cárcavas y movimientos en masa localizados; el grado de erosión en el área del proyecto es severo.

La asociación Niquía está conformada por los suelos Typic Dystrudepts (A224) con una participación del 50%, el Typic Udorthents (A225) con el 30% y el Typic Fulvudands (A226) con el 20%.

La fertilidad en los conjuntos varía de baja a muy baja, la reacción de fuerte a ligeramente ácida, capacidad de intercambio catiónico de muy alta a baja, bases totales medias a muy bajas, saturación de bases alta a muy baja, el carbón orgánico decrece de alto a bajo, el contenido de fósforo varía entre bajo y muy bajo y el aluminio es relativamente alto en los primeros horizontes.

En la Tabla 3.12 se presentan las fases por asociación y el área que ocupa cada una de ellas en la zona de influencia del proyecto (ver Plano AO_EA_LB_001)

Tabla 3.12 Fases por asociación y sus áreas

Asociación	Fase	Área (m^2)	Sector
Guadua (GD)	GDd1	92 777	Acceso Oriental
Rionegro (RN)	RNa	587 605	Acceso Oriental
	RNb	230 210	Acceso Oriental
Tequendamita (TE)	TEd2	2 417 986	Túnel de Santa Elena
	TEe2	670 968 1 476 575	Acceso Oriental Túnel de Santa Elena
	TEf1	566 435 923 335	Acceso Occidental Túnel de Santa Elena
	TEf2	17 907 3 146 957	Acceso Oriental Túnel de Santa Elena
Niquía (NQ)	NQf3	77 644 692 331 3 388 269 122 744	Intercambio Baltimore Túnel Seminario Acceso Occidental Túnel de Santa Elena
Urbano	Urbano	485 820 87 152 557 133 43 017	Intercambio Baltimore Túnel Seminario Acceso Occidental Túnel de Santa Elena

3.2.3.2 Coberturas y uso actual del suelo

Para determinar el uso actual del suelo se tomó como información básica los planos de cobertura y uso actual elaborados por Municipios Asociados del Oriente Antioqueño –MASORA- y La Corporación Autónoma Regional Rionegro Naré –CORNARE- en el año de 1995. Para la actualización del EIA se recurrió a la información más reciente obtenida en el estudio realizado por el IGAC (2007), el Plan de Ordenamiento Territorial -POT- de Rionegro, así como el Estudio de la Microcuenca de la Quebrada Santa Elena y se llevaron a cabo varias visitas de campo, donde se recorrió todo el proyecto, tanto en sus portales y accesos, como en el techo de ambos túneles.

Para la zona correspondiente a Medellín, se tomó la información disponible en planos de La Sociedad Forestal de Antioquia –CORFORESTAL- y el Instituto Mi Río, se actualizó con el POT de Medellín más reciente (Acuerdo 46 de 2006), el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Cuenca -POMCA de la quebrada Santa Elena (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Contrato N° 600 de 2006) y los planos del Estudio de Suelos de Antioquia y Zonificación de Tierras del año 2007. Igualmente se verificó y complementó con observaciones de campo.

Para establecer las coberturas del suelo en las áreas de influencia del proyecto, se utilizó la nomenclatura CLC Colombia (Corine land Cover), escala 1:25 000, del Departamento de Antioquia. Dicha nomenclatura está estructurada en cuatro niveles: el primer nivel conformado por cinco (5) clases, el segundo por quince (15) clases, el tercero por sesenta y cuatro (64) clases y el cuarto nivel por diecisiete (17) clases (ver Tabla 3.13)

Tabla 3.13 Leyenda de coberturas de la tierra Departamento de Antioquia Escala 1:25.000

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	SÍMBOLO
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo		1.1.1
		Tejido urbano discontinuo		1.1.2
	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Zonas industriales o comerciales		1.2.1
		Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados		1.2.2
		Zonas portuarias		1.2.3
		Aeropuertos		1.2.4
		Obras hidráulicas		1.2.5
	Zonas de extracción mineras y escombreras	Zonas de extracción minera	Extracción petrolera	1.3.1.1
			Explotación de carbón	1.3.1.2
			Explotación de oro	1.3.1.3
			Explotación de materiales de construcción	1.3.1.4
			Obras explotaciones mineras	1.3.1.5
			Zonas de recuperación minera (oro y otros)	1.3.1.6
		Escombreras y vertederos		1.3.2
	Zonas verde artificializadas, no agrícolas	Zonas verdes urbanas		1.4.1
		Instalaciones recreativas		1.4.2
		Fincas de recreo -		1.4.3

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	SÍMBOLO
		parcelaciones		
TERRITORIOS AGRÍCOLAS	Cultivos anuales o transitorios	Otros cultivos anuales o transitorios		2.1.1
		Algodón		2.1.2
		Arroz		2.1.3
		Papa		2.1.4
		Maíz		2.1.5
	Cultivos permanentes	Otros cultivos permanentes		2.2.1
		Caña de azucar		2.2.2
		Caña panelera		2.2.3
		Plátano y banano		2.2.4
		Café		2.2.5
		Cacao		2.2.6
		Palma africana		2.2.7
		Frutales		2.2.8
		Cultivos confinados		2.2.9
	Pastos	Pastos limpios		2.3.1
		Pastos arbolados		2.3.2
		Pastos enmalezados o enrastrojados		2.3.3
	Áreas agrícolas heterogéneas - mosaicos	Mosaico de cultivos		2.4.1
		Mosaico de pastos y cultivos		2.4.2
		Mosaico de cultivos pastos y espacios naturales		2.4.3
		Mosaico de pastos y espacios naturales		2.4.4
BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	Bosques	Bosque natural denso		3.1.1
		Bosque natural fragmentado	Con arbustos y matorrales	3.1.2.1
			Con pastos y cultivos	3.1.2.2
		Bosque de galeria y/o ripario		3.1.3
		Bosque inundables	Bosque de mangle	3.1.4.1
			Bosque catival	3.1.4.2
		Bosque plantado	Coníferas	3.1.5.1
			Latifoliadas	3.1.5.2
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Pastos naturales y sabanas herbáceas	Pastos naturales	3.2.1.1
			Sabanas herbáceas	3.2.1.2
			Sabanas arbustivas y/o arboladas	3.2.1.3
		Arbustos y matorrales		3.2.2
		Vegetación esclerófila		3.2.3
		Vegetación de páramo y subpáramo		3.2.4
		Vegetación rupícola		3.2.5
	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	Playas, arenales y dunas		3.3.1
		Afloramientos rocosos		3.3.2
		Tierras desnudas o degradadas		3.3.3.
		Zonas quemadas		3.3.4
		Zonas nivales o		3.3.5

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	SÍMBOLO
		glaciares		
ÁREAS HÚMEDAS	Áreas húmedas continentales	Zonas pantanosas		4.1.1
		Turberas		4.1.2
		Esteros		4.1.3
		Vegetación acuática sobre cuerpos de agua		4.1.4
	Áreas húmedas costeras	Marismas costeros		4.2.1
		Salinas		4.2.2
		Zonas intermareales	Rocosas	4.2.3.1
			Arenosas	4.2.3.2
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales	Ríos (50 metros)		5.1.1
		Laguna, lagos y ciénagas		5.1.2
		Canales		5.1.3
		Embalses y cuerpos de agua artificiales		5.1.4
		Lagunas costeras		5.2.1
		Estuarios		5.2.2
		Mares y océanos		5.2.3
		Arrecifes coralinos		5.2.4
		Estanques piscícolas		5.2.5

A continuación se describen las principales unidades de uso que se encuentran presentes en el AID del proyecto: (ver Plano AO_EA_LB_002)

3.2.3.2.1 Territorios Agrícolas (Nivel 1)

Dentro de esta unidad se consideran entre otros y dentro del nivel 2, los cultivos permanentes, los pastos, los cultivos anuales o transitorios y las áreas agrícolas heterogéneas o Mosaicos:

- Cultivos Transitorios:

En éstos se destacan los cultivos de papa, maíz, fríjol y hortalizas, en las zonas correspondientes a la vereda San Ignacio de Guarne y el sector techo del túnel de Oriente localizado en el corregimiento de Santa Elena. Estos cultivos son manejados en general, con mano de obra familiar y la producción se dedica al consumo de la familia.

Se localizan además, cultivos tecnificados de fresa y cultivos, confinados de flores y follaje.

- Cultivos permanentes:

Como cultivos permanentes tecnificados se observan mora y tomate de árbol, que se localizan, principalmente, en el techo del sector túnel de Santa Elena. También existe un cultivo de follaje ("Ruscus") bajo cobertizo en el portal de salida del túnel de Santa Elena.

- Áreas Agrícolas Heterogéneas o Mosaicos:

Dentro de este nivel se encuentran mosaicos de pasto y cultivos, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y mosaico de pastos y espacios naturales, localizados en el corredor del Túnel de Santa Elena.

- Pastos:

Se distribuyen a lo largo de todo el AID del proyecto con predominio del yaraguá, kikuyo y gramas nativas.

3.2.3.2.2 Bosques y Áreas Seminaturales

Dentro de esta unidad se consideran las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, áreas abiertas sin o con poca vegetación y bosque natural fragmentado, así como también bosque plantado.

- Plantaciones Forestales:

Se identificaron plantaciones adultas de coníferas (Cupressus lusitanica, Pinus patula) y eucalipto (Eucaliptus salinga, E. globulus, E. cinerea), dirigidas a la producción sostenible de materia prima para la industria de la construcción y la pulpa, se encuentra en el acceso al portal de entrada del túnel Seminario, su techo, en el sector Occidental y en la parte inicial del techo del túnel de Oriente.

3.2.3.2.3 Territorios Artificializados

A esta unidad corresponden las residencias urbanas, los sitios comerciales y los industriales; se localizan en el sector Baltimore, en la vía de acceso al portal Occidental, en el corregimiento de Santa Elena y a lo largo de la vía entre el portal de salida túnel de Santa Elena y la glorieta de Sajonia.

En la Tabla 3.14 se indican las áreas correspondientes a cada unidad de uso.

Tabla 3.14 Áreas de las unidades de uso en el área del proyecto

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Sector	Área m²
Territorios Artificializados	Zonas Urbanizadas	Tejido urbano continuo		111	Acceso Occidental	281 017
		Tejido urbano discontinuo		112	Intercambio Baltimore	563 464
					Túnel Seminario	417 796
	Z. Industriales o Comerciales y redes de comunicación	Aeropuertos		124	Túnel de Santa Elena	11 639
	Z. verdes artificial izadas no agrícolas	Instalaciones recreativas		142	Acceso Oriental	191 497
					Túnel de Santa Elena	129 854
		Fincas de recreo-parcelación		143	Acceso Oriental	121 374
					Túnel de Santa Elena	43 818
Territorios Agrícolas	Cultivos Permanentes	Caña Panelera		223	Túnel de Santa Elena	122 993
	Pastos	Pastos limpios		231	Acceso Occidental	676 416
					Acceso Oriental	406 703

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Símbolo	Sector	Área m²
					Túnel Seminario	286 363
					Túnel de Santa Elena	905 663
		Pastos arbolados		232	Túnel de Santa Elena	647 116
		Pastos enmalezados		233	Acceso Oriental	235 011
					Túnel de Santa Elena	2 749
	Áreas agrícolas heterogéneas-Mosaicos	Mosaico pastos y cultivos		242	Túnel de Santa Elena	1 460 395
		Mosaico cultivos, pastos y espacios naturales		243	Acceso Occidental	171 330
					Acceso Oriental	220 717
					Túnel de Santa Elena	318 536
		Mosaico pastos y espacios naturales		244	Acceso Occidental	1 236 247
Bosques y Áreas Seminaturales	Áreas con vegetación herbáceo y/o arbustiva	Arbustos y Matorrales		322	Túnel de Santa Elena	90 695
	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	Tierras desnudas o degradadas		333	Acceso Oriental	32 396
					Túnel Oriente	30 840
	Bosques	Bosque Natural fragmentado	Con arbustos y matorral	3121	Acceso Oriental	286 770
					Túnel de Santa Elena	1 787 806
			Con pastos y cultivos	3122	Túnel de Santa Elena	65 473
		Bosque Plantado	Coníferas	3151	Acceso Occidental	2 146 827
					Acceso Oriental	68 226
					Túnel Seminario	75 324
					Túnel de Santa Elena	2 513 036
			Latifoliadas	3152	Acceso Oriental	36 772

3.2.3.3 Uso potencial y/o Capacidad de Uso

Para establecer el uso potencial y/o capacidad de uso de los suelos del área de influencia directa del proyecto, se consultó el levantamiento agrologico realizado por CORNARE en 1995, el Estudio de Suelos del Departamento de Antioquia del IGAC (1979). Se actualizó con la información en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Antioquia año 2007, el POT de Medellín y el POT de Rionegro (Decreto N° 1039 de Sep. 12 de 2000). De acuerdo con las características que presentan los

suelos descritos en las anteriores referencias, se determinaron los factores limitantes de la siguiente manera:

- Fertilidad:

Hace referencia a la capacidad que tiene el suelo de proporcionar los nutrientes necesarios para el normal desarrollo de las plantas; se determina de acuerdo con el pH, la capacidad de intercambio catiónico, la saturación con aluminio, el porcentaje de saturación de bases, las bases totales, el porcentaje de carbono orgánico y el contenido de fósforo y potasio.

Para los suelos del AID, la fertilidad varía entre muy baja y baja. Los contenidos de fósforo son en general bajos, y dadas las características generales de los suelos de la zona, se encuentra poco disponible para las plantas por que se fija a la alófana, común en los suelos derivados de cenizas volcánicas.

- Acidez:

Los suelos del AID presentan una variación en su acidez de ligera a extremadamente ácida, lo que corresponde a rangos de pH entre 4,5 y 6,5.

A medida que el suelo se hace más ácido, aumenta la actividad del hierro y el aluminio; el fósforo se une a ellos formando compuestos poco solubles. La saturación con aluminio en suelos con pH por debajo de 5,5, inhibe el crecimiento de las plantas y produce toxicidad para las especies poco tolerantes.

- Drenaje natural:

Se refiere a los períodos en los cuales el suelo se encuentra saturado en forma parcial o total y se determina a partir del escurrimiento superficial, el drenaje interno y la permeabilidad.

En general, y de acuerdo con el estudio del IGAC, los suelos de la zona son bien a moderadamente drenados; sin embargo, en las asociaciones Guadua y Rionegro se presentan conjuntos con drenaje imperfecto. Esta condición los limita para utilizarlos en cultivos o ganadería y requieren necesariamente de obras de drenaje para adecuarlos a estos usos.

- Profundidad efectiva del suelo:

Se refiere a la profundidad hasta la cual pueden llegar las raíces de las plantas, sin que se encuentren con obstáculos físicos o químicos.

En todas las asociaciones los suelos varían de profundos a moderadamente profundos, lo cual equivale a una profundidad efectiva del suelo entre 50.cm y 150.cm.

- Pendiente:

A partir de este criterio se delimitan las áreas que se pueden utilizar en cultivos, pastoreo o bosques.

En el AID del proyecto las mayores pendientes se presentan en la asociación Niquía en la vía que conduce al portal occidental del túnel de Santa Elena y en la asociación Tequendamita en el techo del mismo túnel, donde la pendiente varía entre el 50 y el 75%.

- Erosión:

La presencia de erosión o la susceptibilidad del suelo a ésta, limita el uso. En el área de influencia del proyecto la erosión varía entre ligera y moderada. En el primer caso se presentan formaciones de patas de vaca y áreas pequeñas desnudas, donde no se alcanzan a formar surcos.

A partir de la determinación de los factores limitantes, se definieron los usos potenciales de los suelos del AID del proyecto, de acuerdo con las categorías propuestas por el IGAC. En la Tabla 3.15 se describe cada uno de los usos y en el Plano: AO_EA_LB_003 se localizan.

Tabla 3.15 Usos potenciales del suelo en el área del proyecto

Grupo de manejo	Área (^{m2})	Uso potencial	Prácticas de manejo
2s -10	817 815	Agricultura intensiva con cultivos como papa, hortalizas, fríjol, maíz, tomate de árbol, fresa, manzano, pera, durazno, brevo; para ganadería especialmente de leche.	Se requieren prácticas como la rotación de cultivos, aplicación de fertilizantes, aplicaciones de cal, prácticas de labranza adecuadas; en la ganadería es conveniente utilizar pastos mejorados y razas de ganado apropiadas, buen manejo de los pastos y el ganado.
3ps - 7	53 327,58	Cultivos limpios, semilimpios, densos o de semibosque de clima templado; ganadería en pastos mejorados o de corte.	Efectuar las laborares de labranza y siembra en curvas de nivel, a través de la pendiente, en fajas, en contorno, implementar programas de fertilización de acuerdo con la disponibilidad de nutrientes en el suelo y los requerimientos de los cultivos y adicionar abonos orgánicos; sembrar pastos como grama, trenza, braquiaria, micay, pasto trenza, pangola, guinea, gordura, puntero, imperial, kudzú, cuidando de no sobrecargar los potreros de ganado y evitando el sobrepastoreo.
3hs – 10	735 590	Agricultura con cultivos limpios de clima frío como papa, maíz, hortalizas y ganadería intensiva.	Aplicación de abonos químicos y el manejo eficiente de la fase orgánica del suelo y la utilización de especies y variedades de cultivos genéticamente mejorados y adaptables a las condiciones edáficas y climáticas, construcción de drenajes subsuperficiales y superficiales, manejo adecuado de los pastizales y del ganado.
4p - 10	39 449,42	Agricultura con cultivos limpios, semilimpios y densos, ganadería en pastos introducidos, o de corte.	Rotación de cultivos, siembra en contorno o en fajas de los cultivos limpios y semilimpios; aplicación de fertilizantes teniendo en cuenta la capacidad de fijación de fosfatos, aplicación de cal, más como fertilizante que como enmienda; adecuado manejo de pastos y ganado, construcción de acequias de ladera e implantación de barreras vivas.
4pe - 10	2 417 986	Agricultura con cultivos semilimpios y densos, ganadería en pastos introducidos o de corte.	Rotación de cultivos, siembra en contorno o en fajas de los cultivos limpios y semilimpios; aplicación de fertilizantes teniendo en cuenta la capacidad de fijación de fosfatos, aplicación de cal, más como fertilizante que como enmienda; adecuado manejo de pastos y ganado, construcción de acequias de ladera e implantación de barreras vivas.
6pe - 10	1 397 050	Ganadería extensiva,	Sembrar pastos de buena calidad forrajera,

Grupo de manejo	Área (^{m2})	Uso potencial	Prácticas de manejo
		plantaciones forestales protectoras productoras, cultivos densos y de semibosque.	rotación de potreros, evitar las sobrecarga y pobrepastoreo, propiciar el pastoreo mixto; sembrar en curvas de nivel, al contorno, en fajas o a través de las pendientes, fertilizar; construir acequias de ladera, implantar barreras vivas; en las áreas afectadas por la erosión propiciar la regeneración dela vegetación y susp ender cualquier actividad agropecuaria.
7pe - 7	4 280 989	Bosque protector productor; conservación (control de la degradación).	Reforestar con especies nativas o exóticas que sirvan para protección de los recursos naturales y para explotación, suspender toda actividad agrícola.
7p - 10	4 654 634	Plantaciones protectoras - productoras, vida silvestre.	Plantar especies nativas o exóticas adaptados a las condiciones climáticas; en las áreas rosionadas suspender las actividades agropecuarias por el tiempo que se requiera para la recuperación de la vegetación.

Donde: e limitación por erosión; h limitación por drenaje; s. limitación por la profundidad; p limitación por pendiente.

3.2.3.4 Vocación de uso del Suelo

La clasificación para determinar las zonas según la vocación del uso del suelo del área de influencia del proyecto se realizó considerando los aspectos físicos existentes, con el fin de establecer alternativas sostenibles de utilización de la tierra y para conocer su potencial de explotación y las limitaciones de uso.

Es un trabajo orientado al manejo adecuado del recurso suelo y a la preservación y, en algunos casos, a la recuperación de los recursos naturales.

La zonificación de tierras está basada en la interpretación del Estudio de Suelos, su delimitación es esencialmente física y tiene como finalidad agrupar unidades de tierra con limitaciones y vocaciones similares, de tal manera que su uso sea el óptimo de acuerdo con las características intrínsecas de los suelos y con el desarrollo socioeconómico de la zona en estudio.

El mapa de vocación del uso del suelo se presenta a escala 1:200.000 con su respectiva leyenda explicativa, la cual consta de unidades de uso principal que han sido identificadas con símbolos constituidos por tres letras mayúsculas, ver Plano AO_EA_LB_004.

A continuación, en la Tabla 3.16, se describe cada una de las unidades encontradas en la zona del proyecto con su respectiva área.

Tabla 3.16 Áreas según la vocación del uso del suelo

Vocación de Uso	Uso principal	Símbolo	Área (^{m2})
Conservación	Áreas de reserva natural	AP	4 289 884
Agroforestería	Agrosilvicola	AGS	1 488 831
	Agrosilvopastoril	ASP	1 408 020
Agrícola	Cultivos transitorios intensivos	CTI	231 592,3
	Cultivos transitorios semiintensivos	CTS	3 751 444
Forestal	Forestal protectora	FPR	3 157 764
Ganadera	Pastoreo extensivo	PEX	90 107,97

Vocación de Uso	Uso principal	Símbolo	Área (^{mz})
Urbana	Urbano	Urbano	1 167 222

3.2.3.5 Conflictos en el uso del suelo

Para determinar los conflictos por usos del suelo se superpusieron los planos de uso actual y uso potencial, y se evaluaron las prácticas de manejo y conservación de acuerdo con la presencia o no de éstas y de los requerimientos de implementación de las mismas para mantener el uso actual sin deteriorar el recurso.

De acuerdo con estos criterios se establecieron cinco rangos, los cuales se describen a continuación: ver Planos AO_EA_LB_005.

3.2.3.6 Sin conflicto (SC)

Los suelos presentan el uso adecuado y no requieren prácticas especiales de manejo. Las características del suelo: pendiente, susceptibilidad a la erosión, profundidad efectiva, drenaje y fertilidad permiten cualquier uso.

En el AID del proyecto estos suelos se encuentran en zonas muy reducidas y pequeñas parcelas que están localizadas en la vereda pantanillo, sector central de Santa Elena y en la Vereda El Llano; donde se encuentran pastos manejados con rotación periódica y cultivos transitorios para autoconsumo, en pendientes entre el 0 y 3%.

3.2.3.6.1 Conflicto ligero (CL)

Los suelos presentan el uso adecuado para sus características, pero requieren de prácticas sencillas de manejo y de bajo costo como rotación de potreros, trazado de cultivos a través de la pendiente (con curvas a nivel) y control del aprovechamiento en el caso de las plantaciones, para conservarlo.

En el AID del proyecto estos suelos se localizan en el sector de Santa Elena y del Municipio de Rionegro donde predominan los potreros con pastos no manejados y cultivos transitorios de autoconsumo, sin prácticas de manejo. Las pendientes del sector y las propiedades químicas de los suelos exigen la implementación de prácticas de manejo como rotación de potreros, trazado de cultivos a través de la pendiente y fertilizaciones periódicas.

3.2.3.6.2 Conflicto medio (CM)

Por sus características, los suelos presentan restricciones de uso y en ellos se localizan coberturas que no corresponden a estas restricciones. Por ejemplo: cultivos limpios en pendientes superiores al 12%, con susceptibilidad a la erosión; cultivos permanentes sin prácticas de manejo en pendientes superiores al 50.% y con susceptibilidad a la erosión. Estos suelos requieren de selección de usos y de prácticas de manejo más complejas y de mayor costo como el trazado de terrazas.

En el AID del proyecto estos suelos se localizan, predominantemente, en la zona correspondiente al sector oriental del túnel entre la vereda San Ignacio y Sajonia, donde se encuentran pequeños parches de cultivos limpios en pendientes altas sin prácticas de manejo.

3.2.3.6.3 Conflicto severo (CS)

Estos suelos por sus características exigen estricta selección de usos y requieren prácticas de manejo factibles pero muy costosas. Sin embargo, en ellos se localizan coberturas que no cumplen con la selección estricta.

En el AID del proyecto estos suelos se localizan en las zonas donde se han implementado parcelaciones o viviendas aisladas y que poseen vías de acceso con taludes desnudos sin protección, en las cuales se requiere del establecimiento de obras especiales como gaviones y drenajes, además de la conformación del terreno, para lograr el establecimiento de la cobertura vegetal.

3.2.3.6.4 Conflicto muy severo (CMS)

Los suelos están restringidos para cualquier uso productivo puesto que sus limitaciones son imposibles de corregir. En ellos se localizan coberturas diferentes a las de protección.

En el AID del proyecto se localizó este tipo de conflicto en las zonas de canteras en el sector de Sajonia y en algunos sectores de Santa Elena, donde se localizan cultivos limpios en áreas cuya pendiente y susceptibilidad a la erosión no permiten este tipo de uso, aún con prácticas especiales de manejo, y potreros en sitios de protección cercanos a fuentes de agua.

3.2.4 Hidrología

A continuación se describen las metodologías y los criterios de diseño de la hidrología y la hidráulica empleados en la determinación de las crecientes de diseño y para el dimensionamiento de la obras de paso de todas las corrientes que tienen incidencia en el proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente; para este fin se utiliza la siguiente sectorización:

3.2.4.1 Sector Occidental

Comprende 4,6 kilómetros de vía y el túnel pequeño de 800m aproximadamente. El diseño vial comienza en el sector de Baltimore en el Km 4+931.87 hasta el portal de entrada de un primer túnel que inicia en el km 5+080 y termina en el km 5+867, de ahí continua la vía hasta el km 10+330 que es el sitio en donde está proyectado el acceso occidental al túnel principal de este proyecto. Este tramo de vía se caracteriza por ser una zona bastante escarpada y muy urbanizada dada su proximidad con el municipio de Medellín.

3.2.4.2 Sector Oriental

Tiene una longitud aproximada de 1,24 km de vía desde el portal de salida oriental del túnel principal en el km 18+517 hasta el km 19+720 cerca al sector de Sajonia. En este tramo la quebrada Sajonia o Salazar corre paralela a la vía entre el km 18+850 y el km 19+010. En esta zona se proyecta hacer algunas modificaciones a la vía que conduce a Santa Elena pero sin afectar su continuidad, para lo cual se construirá un viaducto con el fin de garantizar esta condición.

Para la elaboración de los estudios hidrológicos e hidráulicos de las vías fue necesario utilizar la información cartográfica, hidrológica y de características físicas de la zona del proyecto que se describe a continuación.

- Información cartográfica:

Para los estudios hidrológicos se utilizaron planchas escala 1:2.000 y 1:10.000, en las cuales se identificaron las corrientes que cruzan la vía y sus respectivas cuencas hidrográficas, adicionalmente se contó con información de usos del suelo suministrados por la Corporación Autónoma Regional de la Cuenca del Río Negro (Cornare), así como Corforestal y el Instituto Mi Río. Esta información se complementó con visitas de campo. Los estudios hidráulicos se apoyaron de la información topográfica obtenida en campo por INTEGRAL S.A. en el año de 2009.

- Información hidrológica:

Los estudios hidrológicos se basaron en registros de precipitación diaria de la red de estaciones pluviométricas y pluviográficas operadas por el IDEAM y Empresas públicas de Medellín.

En la Tabla 3.17 se presentan las estaciones utilizadas, ubicadas en inmediaciones del trazado vial con sus principales características, y la localización respectiva se presenta en el plano AO-VI-HI-002.

Tabla 3.17 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas.

Código	Estación	Tipo	Entidad	Años de Registros Disponibles	Coord. Norte	Coord. Este	Altitud msnm
2701081	Santa Elena	PM	IDEAM	29	1179096	842929	2550
2308024	Vasconia	PG	EPM	51	1178000	844895	2510

PG: Estación pluviográfica PM: Estación pluvimétrica

- Información geológica y geotécnica:

Para el diseño de las obras hidráulicas se contó con las descripciones relativas al tipo de suelo y las recomendaciones sobre los taludes de corte y de lleno a utilizar a lo largo de las vías, con base en los estudios efectuados por la unidad de geología y geotecnia durante la etapa de diseño.

3.2.4.3 Precipitación

En el sector occidental se presentan precipitaciones promedias anuales cercanas a los 2.550 mm, según los registros de la estación Santa Elena; mientras que en el sector oriental la precipitación promedia anual es cercana a los 2.070 mm; según los registros de la estación Vasconia.

La precipitación se distribuye a lo largo del año presentando un período húmedo y otro seco; el período seco ocurre entre los meses de diciembre y marzo; donde enero se distingue como el mes más seco, y octubre como el mes más lluvioso.

3.2.4.4 Geología

Para el sector Occidental el corredor vial cruza una zona con una geología bastante heterogénea, donde básicamente se pueden considerar los siguientes tipos de roca y de suelos:

- km 3+000 a km 5+700: estos terrenos están constituidos por gabros con algunos cruces locales de anfibolita, el suelo en este sector es un suelo limo arenoso y más superficialmente se encuentra un suelo limo arcilloso, y existen algunos depósitos de vertiente con matrices arcillosas.
- km 5+700 a km 7+230: en general se encuentra roca ígnea, gabro, y algunos depósitos de vertiente.
- km 7+230 a km 10+300: esta zona se caracteriza por tener un desarrollo de suelo muy pobre, predominan bloques de roca con una capa de suelo de un espesor menor a dos metros.

Para el sector Oriental, en la zona del viaducto se encuentra un depósito aluvial producto de la quebrada Sajonia con un espesor promedio de 2 a 3 m, con algunos depósitos de ceniza volcánica. Cerca de la glorieta del aeropuerto el suelo residual es producto de la cuarzo diorita, la cual hace parte del batolito antioqueño, en este último tramo se cruzan algunos terrazas aluviales, constituidas por gravas y arenas con material fino intercalado.

3.2.4.5 Estudio de crecientes

Para realizar el estudio de las crecientes de diseño, para las obras hidráulicas de cruce de los distintos tramos de vía del proyecto, se recopiló la información hidrometeorológica disponible.

Según lo anterior, y debido a que no existen estaciones limnigráficas en la zona, se decidió calcular las crecientes de diseño con base en relaciones de precipitación - escorrentía, utilizando las estaciones pluviométricas y pluviográficas cercanas a la zona en estudio.

3.2.4.5.1 Parámetros geomorfológicos

Los parámetros geomorfológicos tales como el área, la longitud del cauce principal y la diferencia máxima de altura de las cuencas identificadas, fueron medidos sobre restituciones a escala 1:10.000, ó 1:2.000, dependiendo de la información disponible en cada zona y del tamaño de las cuencas. En la Tabla 3.18 y Tabla 3.19 se presentan los

parámetros geomorfológicos de las cuencas identificadas, y en los planos AO-VI-HI-001 y AO-VI-HI-002, se ubican las cuencas con sus respectivas áreas de drenaje.

3.2.4.5.2 Tiempos de concentración

El tiempo de concentración de las cuencas fue calculado como el promedio de los valores obtenidos mediante expresiones propuestas por diferentes autores como Kirpich, Ventura Heras, Giandotti, USCE, Bransby y Ven te Chow (Referencias 1, 2 y 3), las cuales son función de los parámetros geomorfológicos de la cuenca. En la Tabla 3.18 y la Tabla 3.19 se presentan los tiempos de concentración obtenidos como el promedio de los valores resultantes de la aplicación de los diferentes métodos citados, ajustados al múltiplo de cinco minutos más cercano.

Tabla 3.18 Parámetros geomorfológicos Acceso Oriental

Cuenca			Área	Pend.	Long.	Tc
No.	Abscisa	Nombre	(km2)	(%)	(m)	(min)
1	km 18+570		0.081	27.8	360	10
2	km 18+817		0.014	46.4	140	5
3	km 18+980		0.074	22.9	480	10
4	km 19+250	Qda. Sajonia	3.284	11.5	3000	45
5	km 19+350		0.128	19.0	780	15
6	km 19+460		0.064	20.0	450	10

Tabla 3.19 Parámetros geomorfológicos Acceso Occidental.

Cuenca			Área	Pend.	Long.	Tc
No.	Abscisa	Nombre	(km^2)	(%)	(m)	(min)
1	km 5+900	Qda. La Cangreja	0.057	23.3	450	10
2	km 6+070		0.027	21.6	370	10
3	km 6+240		0.187	21.2	810	15
4	km 6+450		0.004	28.6	105	5
5	km 6+514		0.070	24.9	690	15
6	km 6+600		0.003	28.0	107	5
7	km 6+680		0.060	28.4	570	10
8	km 6+856		0.090	36.6	580	10
9	km 6+928		0.024	50.9	220	5
10	km 7+132		0.099	35.8	570	10
11	km 7+369		0.073	44.8	580	10
12	km 7+407		0.034	52.0	500	10
13	km 7+423		0.053	49.2	610	10
14	km 7+520		0.055	49.7	660	10
15	km 7+600	Qda. La Pastora	0.240	52.6	950	15
16	km 8+176	Qda. Chupadero	0.874	30.9	2430	30
17	km 8+406	Qda. Media agua	0.361	47.9	1400	20
18	km 9+171	Qda. La Espadera	4.320	20.8	3700	45
19	km 9+802		0.057	53.1	320	5
20	km 10+055	Qda. La Bocana	0.761	33.0	2000	25
21	km 10+280	Qda. Aguadita	0.977	37.1	1400	20

3.2.4.6 Análisis de lluvias

El cálculo de las tormentas máximas para la determinación del caudal de diseño se llevo a cabo a partir de los registros de precipitación máxima diaria de las estaciones disponibles en la zona. Con el fin de estimar la influencia de éstas en las cuencas en estudio se trazaron los polígonos de Thiessen; de acuerdo con lo anterior se observó que para el tramo occidental sólo la estación Santa Elena tiene influencia y para el sector oriental la estación Vasconia tiene gran influencia en la cuenca de la quebrada Sajonia.

Es de mencionar que si bien se hizo una análisis de frecuencia a partir de las precipitaciones máximas anuales de cada estación, cuya mejor distribución fue la tipo Gumbel, tanto los valores de intensidad como de precipitación se estimaron con base en las curvas IDF Vasconia para el sector oriental, y Santa Elena para el sector occidental.

3.2.4.6.1 Distribución de la precipitación en el área

Dado que en general las áreas de las cuencas son menores a 25 km^2 se considera que no es necesario aplicar un factor de reducción en el área, pues es posible que se presente una tormenta generalizada en toda la cuenca; por tal razón se utilizó el valor puntual de la precipitación para estimar el valor promedio sobre las cuencas estudiadas.

3.2.4.6.2 Distribución de la precipitación en el tiempo

Para cuencas con áreas de drenaje menores a 3 km^2, los caudales de diseño fueron calculados por el método Racional, el cual considera una distribución uniforme de la lluvia en el tiempo. En cuencas con áreas mayores a 3 km^2 se empleó la distribución en el tiempo propuesta por Huff (Referencia 4) para lluvias convectivas, en el segundo cuartil con una probabilidad de ocurrencia del 50%; esta distribución se muestra en la Figura 3.1.

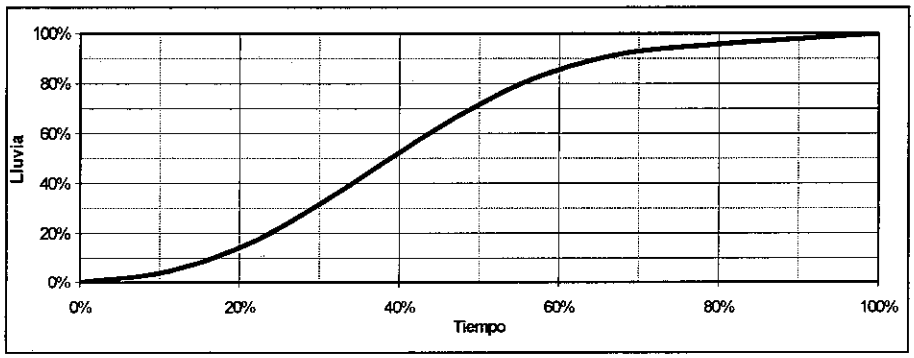
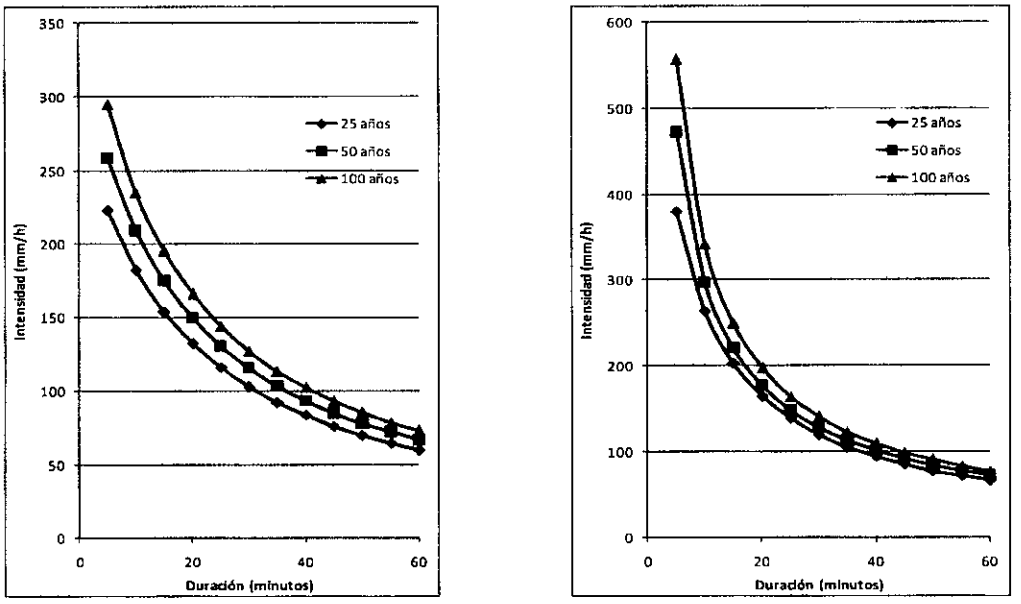


Figura 3.1 Distribución de la precipitación en el tiempo

3.2.4.6.3 Precipitación de diseño

Para determinar las precipitaciones de diseño en las cuencas del sector oriental se emplearon las curvas de intensidad frecuencia duración de la estación Vasconia. Mientras que para el sector occidental se emplearon las curvas de intensidad frecuencia duración de la estación Santa Elena. Ver Figura 3.2.

Es de mencionar que si bien en el estudio original se emplearon curvas IDF tomadas de la referencia 8, al comparar estas con curvas de elaboración más reciente, se pudo comprobar que la variación final de los caudales no resulta ser significativa, razón por la cual se mantuvieron las curvas iníciales.



Estación Santa Elena Estación Vasconia

Figura 3.2 Curvas intensidad-frecuencia-duración para las estaciones Santa Elena y Vasconia

La duración de las tormentas de diseño en cada una de las cuencas de interés se consideró igual al tiempo de concentración, ya que se ha observado que esta duración tiende a ser la más crítica para la generación de la creciente, debido a que toda la escorrentía producida en la cuenca alcanza a sumarse en el punto de interés, y por lo que, teóricamente, duraciones mayores no generan un aumento en el caudal pico de la hidrógrafa. Como se explicó anteriormente el tiempo de concentración se estimó con base en el promedio obtenido al aplicar diferentes ecuaciones empíricas.

3.2.4.6.4 Precipitación efectiva

La precipitación efectiva corresponde a la precipitación total menos las pérdidas de agua lluvia por infiltración, retención y evapotranspiración. Para estimar las pérdidas en cuencas con áreas mayores a 3 km^2 se utilizó el método propuesto por el U. S. Soil Conservation Service (Referencia 5), en el cual las pérdidas se calculan a partir de la intensidad de la precipitación y del número de curva, que a su vez es función de la cobertura vegetal, del uso del suelo, de la impermeabilidad del terreno y de la humedad antecedente del suelo. Los valores de los números de curva obtenidos para dichas cuencas se presentan en la Tabla 3.20

Para la determinación de los porcentajes de uso del suelo en el sector oriental se emplearon las planchas de usos del suelo en escala 1:10.000 elaboradas por Cornare en 1995, y para el sector occidental se uso la información suministrada por Corforestal y el

Instituto Mi Río; sin embargo, esta información sólo se encuentra a partir del km 7+600. Debido a esto se consideró un coeficiente de escorrentía igual a 0,75 para todas las cuencas del sector occidental, teniendo en cuenta que estas poseen suelos de alta impermeabilidad y alta pendiente. En la Tabla 3.20 y en la Tabla 3.21 se presentan los porcentajes de uso del suelo obtenidos para cada cuenca. En cuanto a la humedad antecedente, se adoptó la condición tipo III, pues se consideró que las crecientes de diseño se presentan durante la época lluviosa, en la cual los suelos generalmente alcanzan la condición de saturación.

Para las pérdidas hidrológicas en las cuencas con un área menor a 3 km^2 se tienen en cuenta en el coeficiente de escorrentía del método Racional, el cual se adoptó con base en recomendaciones efectuadas por diferentes autores, de acuerdo con el tipo y uso del suelo, pendiente de la cuenca, vegetación existente e intensidades de la precipitación de diseño.

Tabla 3.20 Usos del suelo empleados para la aplicación del método del U.S. Soil Conservation Service.

Cuenca			Porcentaje usos del suelo				Número de curva
No.	Abscisa	Nombre	Bosques	Pastos	Cultivos	Construcciones	
Acceso occidental							
18	km 9+171	Qda. La Espadera	23.47	27.69	48.84	-	93
Acceso oriental							
4	km 19+250	Qda. Sajonia	52.80	39.37	1.44	6.39	92

Tabla 3.21 Usos del suelo empleados para la aplicación del método racional

Cuenca			Porcentaje usos del suelo				
No.	Abscisa	Nombre	Bosques	Pastos	Cultivos	Zona erosionada	Construcciones
Acceso occidental							
15	km 7+600	Qda. La Pastora	-	32.5	67.5	-	
16	km 8+144	Qda. Chupadero	6.06	28.26	65.68	-	
17	km 8+406	Qda. Media agua	33.24	19.39	47.37	-	
18	km 9+171	Qda. La Espadera	23.47	27.69	48.84	-	
19	km 9+802		-	84.21	15.79	-	
20	km 10+000	Qda. La Bocana	-	69.65	30.35	-	
21	km 10+290	Qda. Aguadita	29.07	8.5	62.43	-	
Acceso oriental							
1	km 18+570		17.65	70.59	3.43	8.34	-
2	km 18+817		100	-	-	-	-
3	km 18+980		70	20	-	-	10
5	km 19+350		54.69	16.41	-	-	28.90
6	km 19+460		50	50	-	-	-

3.2.4.7 Crecientes de diseño

Para las cuencas con un área de drenaje menor a 3 km^2 se empleó el método Racional para el cálculo de las crecientes de diseño y para cuencas con un área superior a 3 km^2 el cálculo

se hizo a partir de los hidrogramas unitarios sintéticos propuestos por el U. S. Soil Conservation Service y Williams-Hann (Referencias 1 y 5). Estos métodos se describen a continuación:

3.2.4.7.1 Método Racional

El cálculo de la escorrentía producida por una lluvia uniformemente distribuida sobre la cuenca se efectuó empleando la siguiente expresión:

$$Q = (C*I*A*Cf)/3,6$$

Donde:

Q = Caudal de diseño, en m^3/s.

C = Coeficiente adimensional de escorrentía que cuantifica las pérdidas hidrológicas.

I = Intensidad de la precipitación de diseño, en mm/hr, para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

A = Área de drenaje de la cuenca, en km^2

Cf = Coeficiente de frecuencia que depende del período de retorno.

- Para 25 años Cf = 1.1
- Para 50 años Cf = 1.2
- Para 100 años Cf = 1.25

La intensidad de la precipitación para cada período de retorno se calculó a partir de las precipitaciones de diseño, en la Tabla 3.21 se presentan los porcentajes de usos del suelo obtenidos para las cuencas de áreas menores a 3 km^2.

3.2.4.7.2 Hidrograma unitario del U. S. Soil Conservation Service

El hidrograma de las crecientes de diseño para las cuencas en estudio se determinó a partir del hidrograma unitario adimensional propuesto por el U.S.S.C.S. El hidrograma unitario de las cuencas se calculó multiplicando las ordenadas y abscisas del hidrograma adimensional por el caudal pico y el tiempo al pico de cada cuenca, empleando las siguientes expresiones:

$$Tp = D/2 + Lag$$

$$Qp = 0,208\ A/Tp$$

Donde:

Tp = Tiempo al pico, en horas

D = Duración unitaria de la lluvia, en horas

Lag = Tiempo de retraso de la cuenca, en horas

A = Área de la cuenca, en km^2

Qp = Caudal pico en $m^3/s/mm$

Las crecientes de diseño se obtuvieron mediante la convolución entre las tormentas de diseño y el hidrograma unitario obtenido para cada cuenca.

3.2.4.7.3 Hidrograma unitario de Williams – Hann

El cálculo de las crecientes se realiza aplicando la lluvia de diseño al hidrograma unitario adimensional propuesto por Williams - Hann. Tal como se procedió con el método del U. S. Soil Conservation Service, el hidrograma unitario de la cuenca se obtuvo multiplicando las ordenadas y abscisas del hidrograma adimensional por el caudal pico y el tiempo al pico característico de cada cuenca.

Las expresiones empleadas para calcular estos parámetros son las siguientes:

$$Tp = 4{,}63\ A^{0{,}422}\ SLP^{-0{,}46}\ (L/W)^{0{,}133}$$

$$K = 27A^{0{,}231}\ SPL^{-0{,}777}\ (L/W)^{0{,}124}$$

$$Qp = (B\ A\ R)/896{,}99\ Tp$$

Donde:

Tp = Tiempo al pico, en horas

A = Área de la cuenca, en km^2

SLP = Relación entre la diferencia de cotas en la cuenca y la longitud del cauce principal, en pie/milla

L/W = Relación longitud - ancho de la cuenca, equivalente a la relación entre la longitud al cuadrado y el área (L^2/A)

Qp = Caudal máximo del hidrograma unitario, en m^3/s

R = Profundidad unitaria efectiva asociada con la hidrógrafa, igual a 1 mm

El parámetro B empleado para el cálculo del caudal máximo es función de una constante n, la cual depende de la relación entre la constante de recesión (K) y el tiempo al pico (Tp).

3.2.4.7.4 Caudales de diseño

Como se menciono anteriormente para las cuencas menores a 3 km^2, los caudales se estimaron usando el método racional, estos caudales de diseño se presentan en las Tabla 3.32 y la Tabla 3.33.

Tabla 3.22 Precipitación y caudales de diseño Acceso Occidental.

Cuenca			Coef.	Intensidad (mm/h)			Caudal (m^3/s)		
No.	Abscisa	Nombre	C	25 años	50 años	100 años	25 años	50 años	100 años
1	km 5+900	Qda. La Cangreja	0.75	289	329	383	3.77	4.68	5.67
2	km 6+070		0.75	289	329	383	1.82	2.26	2.74
3	km 6+240		0.75	222	244	279	9.52	11.42	13.60
4	km 6+450		0.75	415	523	624	0.39	0.53	0.65
5	km 6+514		0.75	222	244	279	3.57	4.28	5.09
6	km 6+600		0.75	415	523	624	0.30	0.41	0.51
7	km 6+680		0.75	289	329	383	3.98	4.94	5.99

Cuenca			Coef.	Intensidad (mm/h)			Caudal (m^3/s)		
No.	Abscisa	Nombre	C	25 años	50 años	100 años	25 años	50 años	100 años
8	km 6+856		0.75	289	329	383	5.97	7.41	8.98
9	km 6+928		0.75	415	523	624	2.29	3.14	3.90
10	km 7+132		0.75	289	329	383	6.56	8.15	9.87
11	km 7+369		0.75	289	329	383	4.84	6.01	7.28
12	km 7+407		0.75	289	329	383	2.23	2.77	3.35
13	km 7+423		0.75	289	329	383	3.48	4.33	5.24
14	km 7+520		0.75	289	329	383	3.63	4.52	5.47
15	km 7+600	Qda. La Pastora	0.75	222	244	279	12.22	14.65	17.45
16	km 8+176	Qda. Chupadero	0.75	132	142	157	26.39	30.99	35.82
17	km 8+406	Qda. Media agua	0.75	181	196	221	14.93	17.64	20.76
19	km 9+802		0.75	415	523	624	5.43	7.46	9.26
20	km 10+055	Qda. La Bocana	0.75	152	164	184	26.57	31.24	36.40
21	km 10+280	Qda. Aguadita	0.75	180.62	195.7	221.0672	40.44	47.8	56.25

Tabla 3.23 Precipitación y caudales de diseño Acceso Oriental

Cuenca			Coef.	Intensidad (mm/h)			Caudal (m^3/s)		
No.	Abscisa	Nombre	C	25 años	50 años	100 años	25 años	50 años	100 años
1	km 18+570		0.77	203	221	250	3.7	4	5.2
2	km 18+817		0.73	380	473	558	1.09	1.35	1.59
3	km 18+980		0.75	265	298	342	4.09	4.59	5.28
5	km 19+350		0.76	203	221	250	5.50	5.97	6.75
6	km 19+460		0.77	265	298	342	3.63	5.00	5.00

Para las cuencas mayores a 3 km^2, los caudales de diseño se obtuvieron con el valor promedio de los resultados obtenidos con los métodos de los hidrogramas unitarios sintéticos, estos caudales de diseño se presentan en la Tabla 3.24.

Tabla 3.24 Caudales de diseño. Método del U.S. Soil Conservation Service y de Williams - Hann.

Cuenca		Caudal (m^3/s) Tr=25 años			Caudal (m^3/s) Tr=50 años			Caudal (m^3/s) Tr=100 años		
Abscisa	Nombre	SCS	W-H	Caudal de diseño	SCS	W-H	Caudal de diseño	SCS	W-H	Caudal de diseño
Acceso occidental										
km 9+171	Qda. La Espadera	117.5	175	146.3	129.6	192.7	161.2	143.4	212.7	178.1
Acceso oriental										
km 19+250	Qda. Sajonia	52.9	65.2	59.1	57.9	71.4	64.7	63.8	78.6	71.2

3.2.5 Calidad de agua

La calidad del agua es un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe un amplio rango de posibles usos. Sus alteraciones tienen que ver con la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias tóxicas que provienen de diversas fuentes; la intervención del recurso por parte del proyecto vial podría causar potenciales efectos sobre éste, por lo que es fundamental la aplicación de

las estrategias diseñadas a través de los Planes de Manejo Ambiental, producto de este estudio y que se detallan en capítulos posteriores.

A partir de la sectorización formulada para el proyecto se ubicaron las corrientes de agua que atraviesan o se ven intervenidas por el trazado del eje del mismo, se definió de acuerdo al alcance de la actualización de este EIA que se harían análisis microbiológicos y fisicoquímicos solo para las corrientes de agua que no se habían tenido en cuenta en el trazado del proyecto analizado en el estudio del año 2000 y que se determinarían parámetros in situ para las corrientes ya analizadas en el EIA del 2000. De esta manera el análisis que se presentará sobre la calidad de las corrientes tendrá información para el año 2000 y 2009.

A continuación se plantea el marco normativo aplicable para determinar la calidad del agua, además se presentan las corrientes de agua identificadas para el área de influencia directa del proyecto y la manera como se llevó a cabo el trabajo en campo, sus respectivos resultados y análisis.

3.2.5.1 Marco normativo

En nuestro país, los usos permitidos de acuerdo con la calidad del agua de las fuentes superficiales, están establecidos por las siguientes normas:

- Decreto 1594 de 1984 que define los criterios de calidad para destinación del recurso.
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000 expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico. En su Título B para el caso de destinación del recurso para agua potable.
- Decreto 1575 de 2007 por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

De acuerdo con el uso final que se le dé al agua, el Decreto 1594 en su Capítulo IV ha establecido los criterios de calidad del agua admisibles para la destinación del recurso, según sea para consumo humano, agrícola, pecuario y para fines recreativos. Ver Tabla 3.25.

Tabla 3.25 Criterios de calidad admisible según su uso (Decreto 1594 de 1984)

Referencia	Expresado como	Consumo humano – tratamiento convencional	Consumo humano - desinfección	Uso agrícola	Uso pecuario
Aluminio	Al			5.0	5.0
Amoníaco	N	1.0	1.0		
Arsénico	As	0.05	0.05	0.1	0.2
Bario	Ba	1.0	1.0	4,5 – 9,0	
Cadmio	Cd	0.01	0.01	0.01	0.05
Cianuro	CN	0.2	0.2		
Cinc	Zn	15.0	15.0	2.0	25
Cloruros	Cl	250.0	250.0		
Cobre	Cu	1.0	1.0	2.0	0.5
Compuestos Fenólicos	Fenol	0.002	20 unidades escala Platino - cobalto		
Cromo	Cr + 6	0.05	0.002	0.1	1.0
Difenil Policlorados	Conc. de agente activo	No detectable	0.05		
Flúor	F			1.0	

Referencia	Expresado como	Consumo humano – tratamiento convencional	Consumo humano - desinfección	Uso agrícola	Uso pecuario
Hierro	Fe		No detectable	5.0	
Mercurio	Hg	0.002	0.002		0.01
Nitratos	N	10.0	10.0		100
Nitritos	N	1.0	1.0		100
pH	Unidades	5.0 - 9.0 unidades	6.5 - 8.5 unidades	4.0-9.0	
Plata	Ag	0.05	0.05		
Plomo	Pb	0.05	0.05	5.0	0.1
Selenio	Se	0.01	0.01	0.02	
Sulfatos	SO4 =	400.0			
Vanadio	V			0.1	
Níquel	Ni			0.2	
Tensoactivos (detergentes)	Sustancias activas al azul de metileno	0.5	400.0		
Coliformes totales	NMP	20.000 microorganismos/100ml	0.5		
Coliformes fecales	NMP	20.000 microorganismos/100ml	10 unidades Jackson de Turbiedad UJT		

En la Tabla 3.26 se presenta la clasificación de los niveles de calidad de las fuentes de abastecimiento establecidos por el RAS para la potabilización de aguas superficiales, en función de variables mínimas de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, y el grado de tratamiento asociado.

Tabla 3.26 Niveles de calidad de agua establecidos para la potabilización de fuentes superficiales (RAS 2000, numeral B.3.3.2.1)

	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
Parámetros	**Norma técnica NTC**	**Standard Method ASTM**	**Fuente aceptable**	**Fuente regular**	**Fuente deficiente**	**Fuente muy deficiente**
DBO_5 días	3630					
Promedio mensual mg/L			≤ 1,5	1,5 – 2,5	2,5 – 4	>4
Máximo diario mg/L			1 – 3	3 - 4	4 – 6	>6
Coliformes totales (NMP/100 mL)						
Promedio mensual		D-3870	0 – 50	50 – 500	500 – 5.000	>5.000
Oxígeno disuelto mg/L	4705	D-888	≥4	≥4	≥4	<4
PH promedio	3651	D 1293	6,0 – 8,5	5,0 – 9,0	3,8 – 10,5	
Turbiedad (UNT)	4707	D 1889	<2	2 – 40	40 – 150	≥ 150
Color verdadero (UPC)			<10	10 –20	20 – 40	≥ 40
Gusto y olor		D 1292	Inofensivo	Inofensivo	Inofensivo	Inaceptable
Cloruros (mg/L - Cl)		D 512	< 50	50 – 150	150 – 200	300
Fluoruros (mg/L - F)		D 1179	<1,2	<1,2	<1,2	>1,7
Grado de tratamiento						
- Necesita un tratamiento		NO	NO		Sí, hay veces (ver	SI

	Análisis según		Nivel de calidad de acuerdo al grado de polución			
Parámetros	**Norma técnica NTC**	**Standard Method ASTM**	**Fuente aceptable**	**Fuente regular**	**Fuente deficiente**	**Fuente muy deficiente**
convencional					requisitos para uso FLDE : literal C.7.4.3.3)	
Necesita unos tratamientos específicos		NO		NO	NO	SI
Procesos de tratamiento utilizados		(1) = Desinfección + Estabilización		(2) = Filtración Lenta o Filtración Directa + (1)	(3) = Pretratamiento + [Coagulación + Sedimentación + Filtración Rápida] o [Filtración Lenta Diversas Etapas] + (1)	(4) = (3) + Tratamientos específicos

En el capítulo II del Decreto 1575 de 2007 se presentan características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. (Tabla 3.27, Tabla 3.28, Tabla 3.29, Tabla 3.30, Tabla 3.31)

Tabla 3.27 Características Físicas

Características físicas	**Expresadas como**	**Valor máximo aceptable**
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable ó no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Tabla 3.28 Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	**Expresados como**	**Valor máximo aceptable (mg/L)**
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN^-	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

Tabla 3.29 Características Químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos	**Expresados como**	**Valor máximo aceptable (mg/L)**
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO_2^-	0,1
Nitratos	NO_3^-	10
Fluoruros	F^-	1,0

Tabla 3.30 Características Químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana

Elementos y compuestos químicos	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	$CaCO_3$	200
Cloruros	Cl^-	250
Aluminio	Al^{3+}	0,2
Dureza Total	$CaCO_3$	300
Hierro Total	Fe	0,3
Sulfatos	SO_4^{2-}	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO_4^{3-}	0,5

Tabla 3.31 Características microbiológicas

Técnicas utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm^3	0 UFC/100 cm^3
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm^3	< de 1 microorganismo en 100 cm^3
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm^3	0 microorganismo en 100 cm^3
Presencia – Ausencia	Ausencia en 100 cm^3	Ausencia en 100 cm^3

3.2.5.2 Sectorización y características de las estaciones de muestreo

Con el fin de establecer las condiciones de la calidad del recurso hídrico en el área de influencia directa del proyecto, se definió la localización de los cuerpos de agua que pueden llegar a ser afectados en las etapas de construcción y operación, tomando como referencia la sectorización definida en el capítulo de Descripción del Proyecto, de la siguiente manera:

- Sector 1. Baltimore: quebrada la Cangreja, quebrada la Loma, quebrada Yerbabuena
- Sector 2. Acceso occidental (Seminario - Portal occidental): quebrada La Pastora, quebrada Chupadero, quebrada Media agua, quebrada La Espadera, quebrada La Bocana, quebrada La Aguadita
- Sector 3. Túnel de Santa Elena: quebrada Santa Elena
- Sector 4. Acceso oriental (Portal oriental - Glorieta Sajonia): quebrada Sajonia

Partiendo del alcance determinado para la actualización de este EIA se estableció llevar a cabo análisis fisicoquímicos y microbiológicos solo para los cuerpos de agua encontrados en el sector 1 Baltimore, para los demás se realizó la toma de parámetros in situ que serán enunciados más adelante.

Los criterios utilizados para la identificación y ubicación de los sitios de muestreo fueron los siguientes:

- Ubicación aguas abajo del eje de trazado del proyecto, para permitir su muestreo en la etapa de operación.
- Para las quebradas muestreadas en el EIA del 2000 se asumió el mismo dato de altura sobre el nivel del mar, con algunas aproximaciones y se definieron las coordenadas de los puntos de muestreo ya que no existían.

- Se definieron estaciones de muestreo nuevas, con sus respectivas coordenadas en las quebradas ubicadas en el sector 1 Baltimore.

En la Tabla 3.32 se describen las estaciones de muestreo establecidas, y se detalla el tiempo del análisis, es decir si ya se había tenido en cuenta en el EIA en el año 2000 o sí se hace por primera vez en esta actualización.

Tabla 3.32 Descripción estaciones de muestreo

ESTACIÓN DE MUESTREO	DESCRICIÓN	COORDENADAS		TIEMPO DEL ANÁLISIS	
		X	Y	2000	2009
Sector 1: Baltimore					
Quebrada La Cangreja	Ubicado en predios de la Universidad Pontificia Bolivariana. Lecho rocoso de muy poco caudal, agua cristalina; como cobertura vegetal se encontraron especies comúnmente conocidas como guineo, rascadera, quiebra barriga, cidra aguacatillo.	1180510	836849		X
Quebrada La Loma	Ubicado en el Seminario Mayor de Medellín; no se llevo a cabo el muestreo ya que se encontró que el lecho de la quebrada estaba completamente seco, será necesario verificar en época de invierno el estado de la misma y realizar un muestreo.	1180167	836284		X
Quebrada Yerbabuena	Ubicado en la margen izquierda (sentido Medellín – alto de las palmas) de la vía las palmas, donde se ubicaba anteriormente el restaurante Baltimore. Quebrada de caudal medio; como cobertura vegetal se tiene un rastrojo alto, con especies comúnmente conocidas como platanillo, bambú.	1179682	836454		X
Sector 2: Acceso occidental (Seminario – Portal occidental)					
Quebrada La Pastora	Ubicado dentro de los predios del aserrío, se gira a la derecha al frente de la única casa dentro del predio, cerca a un bosque de eucalipto; lecho rocoso, caudal bajo con pendiente moderada; se identifica vegetación pionera, con presencia de yarumos, ficos, aráceas, epifitas	1180146	838369		X
Quebrada Chupadero	Ubicado dentro del predio del aserrío, se observa la quebrada cruzando la carretera se ingresa por un bosque de pino cipres; cauce medio, con vegetación pionera y ribereña	1180172	838945		X
Quebrada Media agua	Ubicado en la margen derecha (sentido Medellín-Santa Elena), de la vía a Santa Elena; caudal medio; se identifica vegetación pionera cipres, yarumo, plátano, manzanillo.	1180567	839023	X	X
Quebrada La Espadera	Ubicado dentro del predio del aserrío, ingresando por el único giro a la izquierda existente; caudal alto; se identifica un cosque secundario con epifitas, chusquea, arácea y palmas.	1180495	839973	X	X
Quebrada La Bocana	Ubicado en la margen derecha (sentido Medellín-Santa Elena), de la vía a Santa Elena, ingresando truchera y por camino prehispánico; caudal medio	1180372	840735	X	X

ESTACIÓN DE MUESTREO	DESCRICIÓN	COORDENADAS		TIEMPO DEL ANÁLISIS	
		X	Y	2000	2009
	con pendiente moderada; rastrojo bajo con poca vegetación con presencia de eucalipto, yarumo, cipres.				
Quebrada La Aguadita	Ubicada en la vía que conduce a la finca San Jorge; caudal alto, agua turbia posiblemente por ocurrencia de lluvias la noche anterior; se identifica un rastrojo alto , con una pendiente pronunciada y alta presencia de epifitas.	1180329	840967	X	X
Sector 3: Túnel de Santa Elena					
Quebrada Santa Elena	Ubicado en la margen derecha (sentido Medellín-Santa Elena), de la vía a Santa Elena, sitio conocido como La Cascada; lecho rocosa de caudal muy alto, agua con turbiedad posiblemente por ocurrencia de lluvias la noche anterior; como cobertura vegetal se identifica un bosque secundario.	1180455	841028	X	X
Sector 4: Acceso oriental (Portal oriental - Glorieta Sajonia)					
Quebrada Sajonia	Ubicado aproximadamente a una distancia de 50 m desde la glorieta de Sajonia avanzando sobre la vía a Santa Elena, ingresando por un camino de herradura ubicado a la derecha; se observa un caudal bajo con agua ligeramente turbia, posiblemente por la ocurrencia de lluvias la noche anterior; se identifica vegetación pionera cipres, yarumo, vismia, asteracea.	1175395	84553	X	X

Se asumirán las coordenadas de muestreo establecidas en la Tabla 3.32, para los muestreos posteriores que se deben desarrollar en la etapa de construcción y operación.

3.2.5.3 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos muestreados de acuerdo al punto de muestreo

Con el fin de identificar los diferentes parámetros evaluados para las corrientes de agua, que pueden tener una afectación potencial en el área influencia directa del proyecto, en la Tabla 3.33 se describen los parámetros evaluados para cada estación de muestreo

Tabla 3.33 Parámetros evaluados en cada una de las estaciones de muestreo

ESTACIÓN DE MUESTREO	Parámetro	Lugar de medición
Sector 1: Baltimore: quebrada la Cangreja, quebrada la Loma, quebrada Yerbabuena	Oxígeno Disuelto (OD)	In Situ
	PH	In Situ
	Conductividad eléctrica	In Situ
	Temperatura del agua	In Situ
	Acidez total	UPB
	Alcalinidad total	UPB
	Cloruros	UPB
	DBO5	UPB
	DQO	UPB
	Detergentes	UPB
	Dureza total	UPB
	Fenoles	UPB

ESTACIÓN DE MUESTREO	Parámetro	Lugar de medición
	Fósforo total	UPB
	Nitratos	UPB
	Nitritos	UPB
	Grasas y/o aceites	UPB
	Sólidos suspendidos	UPB
	Sólidos disueltos	UPB
	Sólidos sedimentables	UPB
	Sulfatos L	UPB
	Turbiedad	UPB
	Aluminio	UPB
	Antimonio	UPB
	Arsenico	UPB
	Bario	UPB
	Cadmio	UPB
	Cobre	UPB
	Cromo	UPB
	Hierro	UPB
	Niquel	UPB
	Plata	UPB
	Plomo	UPB
	Selenio	UPB
	Zinc	UPB
	Coliformes totales	CIBIOT- UPB
	Coliformes fecales	CIBIOT- UPB
	Hidrocarburos totales	ANTEK
Sector 2: Acceso occidental (Seminario - Portal occidental): quebrada Caunces, quebrada La Pastora, quebrada Chupadero, quebrada Media agua, quebrada La Espadera, quebrada La Bocana, quebrada La Aguadita Sector 3: Túnel de Santa Elena: quebrada Santa Elena Sector 4: Acceso oriental (Portal oriental - Glorieta Sajonia): quebrada Sajonia	Oxígeno Disuelto (OD)	In Situ
	PH	In Situ
	Conductividad eléctrica	In Situ
	Temperatura del agua	In Situ

3.2.5.4 Resultados

En la Tabla 3.33 y en el anexo_3.1_Resultado de parámetros físicoquímicos y microbiológicos, se muestran gráficamente los resultados obtenidos para los parámetros determinados in situ y en laboratorio analizados para las corrientes de agua descritas anteriormente, en el año 2009. En la Tabla 3.36 se muestran los resultados para el año 2000, donde se identifica que no se realizó el muestreo de exactamente las mismas corrientes de agua y de los mismos parámetros que en 2009. En el Anexo_3.2_Reporte de Resultados Laboratorio Ambiental, se muestran los resultados de los análisis de las muestras de agua, realizados por el Laboratorio de Aguas del Grupo de Investigaciones Ambientales de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Tabla 3.34 Resultados de los parámetros medidos In Situ 2009

Cuerpo de agua	T agua (°C)	Conductividad µs/ cm	Ph Und	Oxigeno disuelto (mg/L)
Sector 1: Baltimore				
Quebrada la Cangreja	19,11	227	7,32	0,01
Quebrada la Loma	-----	-----	-----	------
Quebrada Yerbabuena	19,1	195	8,18	2,95
Sector 2: Acceso occidental (Seminario – Portal occidental)				
Quebrada La Pastora	17,5	381	8,25	6,25
Quebrada Chupadero	18,1	341	8,68	6,35
Quebrada Media agua	18,2	286	8,27	6,08
Quebrada La Espadera	18,9	276	8,23	5,85
Quebrada La Bocana	17,6	173,4	8,36	6,36
Quebrada La Aguadita	16,1	111,4	8,21	6,53
Sector 3: Túnel de Santa Elena				
Quebrada Santa Elena	17,7	64,5	8,17	5,48
Sector 4: Acceso oriental (Portal oriental - Glorieta Sajonia)				
Quebrada Sajonia	19,8	56,6	7,55	5,28

Fuente: Integral 2009

Tabla 3.35 Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos medidos en laboratorio 2009

Análisis	Unidades	Quebrada la Cangreja	Quebrada Yerbabuena
Acidez total	mg CaCO3/L	Menor de 9.0	Menor de 9.0
Alcalinidad total	mg CaCO3/L	113.89	84.41
Cloruros	mg Cl2/L	Menor de 3.0	Menor de 3.0
DBO5	mg O2/L	2.44	16.41
DQO	mg O2/L	Menor de 43.0	105.7
Detergentes	mg SAAM/L	Menor de 0.10	Menor de 0.10
Dureza total	mg CaCO3/L	59.6	65.9
Fenoles	mg FENOL/L	Menor de 0.08	Menor de 0.08
Fósforo total	mg P/L	0.048	0.122
Nitratos	mg NO3/L	0.180	0.500
Nitritos	mg NO2/L	Menor de 0.002	0.005
Grasas y/o aceites	mg GRASAS/L	2.4	3.4
Sólidos suspendidos	mg SS/L	7.05	17.10
Sólidos disueltos	mg SD/L	14.50	122.9
Sólidos sedimentables	mL/L	Menor de 0.1	Menor de 0.1
Sulfatos	mg SO_4^{2-}/	11.44	10.56
Turbiedad	NTU	10.7	19.3
Aluminio	mg Al /L	0.772	Menor de 0.550
Antimonio	mg Sb /L	Menor de 0.521	Menor de 0.521
Arsenico	mg As /L	Menor de 0.552	Menor de 0.552
Bario	mg Ba /L	Menor de 0.031	Menor de 0.031
Cadmio	mg Cd /L	Menor de 0.006	Menor de 0.06
Cobre	mg Cu /L	Menor de 0.033	0.067
Cromo	mg Cr/L	Menor de 0.088	Menor de 0.088
Hierro	mg Fe/L	0.534	1.22
Niquel	mg Ni /L	Menor de 0.033	Menor de 0.033
Plata	mg Ag/L	Menor de 0.0032	Menor de 0.0032
Plomo	mg Pb/L	Menor de 0.031	Menor de 0.031
Selenio	mg Se/L	Menor de 0.230	Menor de 0.230
Zinc	mg Zn/L	Menor de 0.028	Menor de 0.028
Coliformes totales	NMP	$23x10^3$	70

Coliformes fecales	NMP	$13x10^3$	70
Hidrocarburos totales	mg/L	8.35	< 0,08

Fuente: Integral 2009

Tabla 3.36 Resultados parámetros fisicoquímicos año 2000.

Parámetro	Santa Elena	La Aguada	La Espadera	Bonanza	Media Agua	Media Agua (1)	Media Agua (2)	Sajonia
Altura punto de muestreo	1935	1935	2000	1935	1741	1961	1949	2200
Oxígeno disuelto	6,9	6,7	7,1	6	6,8	6,7	5,1	5,9
Oxígeno de saturación	8	8	7,7	7,7	7,8	7,8	7,7	7,3
% de saturación	86	84	92	78	87	86	66	81
NMP coliformes totales/100 ml	$>24*10^5$	$>24*10^5$	$23*10^3$	$>24*10^5$	$>24*10^5$	$>24*10^5$	$>24*10^5$	$11*10^5$
NMP coliformes fecales/100 ml	$>24*10^5$	$>24*10^5$	$23*10^3$	$11*10^5$	$>24*10^5$	$>24*10^5$	$>24*10^5$	$11*10^5$
pH	6,4	7,45	8,33	7,5	7,3	8,02	7,9	7,8
DQO, mg/l de O_2	12	7	5	10	10	5	7	44
Nitratos, mg/l de NO_3^-	2,0	2,2	0,9	1,2	1,3	1,6	2,5	1,4
Fosfatos totales, mg/l PO_4^{3-}	0,16	0,77	0,32	0,25	0,56	2,64	9,5	0,73
Temperatura del Agua °C	15	15	16	17	17	16,5	17	19
Sólidos totales, mg/l	49	101	95	109	1091	150	107	50
Sólidos disueltos, mg/l	44	88	93	89	1027	130	94	35
Sólidos suspendidos, mg/l	5	13	2	2	64	20	13	15
Sólidos disueltos, mg/l NaCl	3	7	7	8	790	3	7	2
Turbiedad	2	1	1	1	7	2	2	5
Indice de calidad NFS-WQI	66,22	66,45	71,83	68,09	63,67	60,56	55,91	60,44

Fuente: Integral 2000, tomado de Tabla 4.11 Parámetros Físico-químicos de las quebradas del sector occidental y Tabla 4.12 Parámetros Físico-químicos de las quebradas del sector oriental.

3.2.5.5 Índices ambientales

Un índice de calidad de agua es un número que expresa la calidad del agua en un punto y un momento determinado, basado en diversas variables medidas sobre la fuente. El objetivo es convertir una gran cantidad de información en un solo dato que sea fácilmente entendible.

Para el año 2009 se determinaron los índices de Calidad NFS-WQI y de Calidad Objetivo (ICA Obj), para las quebradas La Cangreja y La Yerbabuena con el fin de evaluar la calidad del agua que presenta cada una de estas corrientes y determinar sus posibles usos.

En el EIA del año 2000 se obtuvieron resultados del índice de calidad NFS-WQI, para las quebradas: Santa Elena, La Aguada o Aguadita, La Espadera, Bonanza o Bocana, Media Agua y Sajonia.

Siguiendo la metodología descrita en el ítem 1.5.1. Metodologías especificas de obtención de información; se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla 3.37 para el Índice de Calidad NFS-WQI, para las corrientes analizadas en el año 2009 y en la Tabla 3.38 el valor del Índice de Calidad Objetivo (ICA Obj).

Tabla 3.37 Índices de calidad NFS-WQI y clasificación de los afluentes, 2009.

Punto de muestreo	T°	Coliformes fecales	Sólidos Totales	OD	pH	Turbiedad	DBO	Nitratos	Fosfatos	NFS_WQI	Calidad
La Cangreja	24	9	84	2	88	76	80	97	100	54	Media
Yerbabuena	24	48	80	34	84	62	5	95	100	56	Media

Tabla 3.38 Índice de calidad objetivo (ICAObj) y clasificación de los afluentes, 2009.

Punto de muestreo	Índice ICA Obj	
	Valor	Clasificación
Quebrada La Cangreja	2.31	Media
Quebrada Yerbabuena	1.98	Media

3.2.5.6 Análisis de resultados

A continuación se lleva a cabo el análisis de de los parámetros obtenidos in situ y en el laboratorio, para determinar las características de calidad de agua de las corrientes de agua, de acuerdo al alcance de esta actualización.

Según el Decreto 1594 de 1984 los parámetros más limitantes para el uso de los afluentes son la presencia de coliformes totales y fecales y de metales pesados restringiendo los usos de los afluentes. Para el caso de la muestra analizada para la quebrada La Cangreja se superan las concentraciones de 103 NMP de Coliformes totales y fecales, por lo tanto se recomiendan tratamientos de desinfección en caso de utilizar esta fuente para consumo humano; para la muestra de la Yerbabuena el valor está por debajo de este valor de referencia. Se debe considerar que para uso agrícola no debe excederse de 5000 y 1000 NMP respectivamente.

La presencia de metales pesados en el agua se considera de gran poder toxico debido a que es absorbido y bioacumulado en los tejidos de los organismos vivos tanto humanos, como vegetales y animales, causando desordenes en la gestación, aborto espontaneo, malformaciones e incremento en la incidencia de tumores del sistema nervioso central, entre otros. Para su remoción en aguas destinadas a uso agrícola pueden emplearse tratamientos para elevar el pH y hacer posterior filtración. Sin embargo, en las muestras de agua analizadas, la concentraciones de metales halladas no superan las exigidas por la norma, por tal no se considera necesario realizar este tipo de tratamiento.

A continuación se detallan los demás parámetros que afectan la vida acuática y los diversos usos del recurso agua:

Los niveles de pH en el agua son muy importantes sobre todo para el suministro de agua potable ya que es un factor a considerar en los procesos de coagulación, desinfección, ablandamiento y control de corrosión; y en los procesos de tratamiento biológico, en donde el pH debe ser controlado de tal forma que no afecte el crecimiento y adecuado desempeño bacteriano. El pH en los afluentes estudiados varía entre 7,32 el valor más bajo, para la quebrada La Cangreja y 8,6 el valor más alto, para la quebrada Chupadero, según Roldan (1992), los valores de pH en las aguas naturales varía entre 6 y 9, entonces se puedé decir que las corrientes de agua estudiadas están dentro de este rango.

Las concentraciones de oxígeno disuelto están influenciadas por el grado de contaminación del agua, por factores como la temperatura, la salinidad y la presión atmosférica. El comportamiento de este parámetro también depende de las condiciones propias del sitio de muestreo, por ejemplo descarga de vertimientos cercanos, por actividad ganadera etc. La concentración optima de oxigeno en un cauce de agua superficial es cercana a 18 mg/L; sin embargo, en los sitios de muestreo las concentraciones halladas están entre 0,01 mg/L el valor más bajo, para la quebrada La Cangreja y 6,53 mg/L el valor más alto, para la quebrada La Aguadita.

Para el análisis de la DBO5 y la DQO, como referencia se puede considerar que la medición de DBO5 en aguas residuales domesticas generalmente está por encima de 250mg/L y la DQO por encima de 600 mg/L. La DBO y la DQO presentan valores bajos, para los dos puntos de muestreo en los cuales se analizaron estos parámetros; para la quebrada la Cangreja se obtuvo una DBO5 de 2.44 mg/L y una DQO de 16,41; para la quebrada la Yerbabuena se obtuvo una DBO5 de 43 mg/L y una DQO de 105,7 mg/L.

Según Roldan, "La concentración total de sustancias o minerales disueltos en las aguas es un parámetro útil para conocer las relaciones edáficas y la productividad en un cuerpo de agua". Los valores encontrados para sólidos totales en los afluentes, son de 21.55 mg/L para la quebrada La Cangreja y de 140 mg/L para la quebrada Yerbabuena; obteniéndose un valor mayor para la última corriente mencionada y manteniéndose esta misma relación para los sólidos disueltos y en suspensión.

Desde el punto de vista ecológico, los Sólidos en suspensión disminuyen la transparencia del agua y dificultan los procesos fotosintéticos, y cuando sedimentan, forman depósitos que ocasionan cambios en las poblaciones de organismos bénticos. Adicionalmente, altas concentraciones de sólidos impiden la penetración de la luz, por lo tanto limitan el proceso de fotosíntesis, disminuyendo de esta manera el oxígeno disuelto con lo que se limita el desarrollo de la vida acuática. Sin embargo, si el interés es potabilizar el agua, es

de mayor importancia conocer el contenido de sólidos disueltos y totales, ya que altas concentraciones de sólidos disueltos pueden ocasionar reacciones fisiológicas desfavorables en los consumidores.

Una medida indirecta de los sólidos suspendidos es la turbiedad que se aplica a las aguas que contienen materia suspendida que interfiere el paso de la luz a través de la columna de agua. Esta puede ser causada por una amplia variedad de materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos e incluso microorganismos, que se presentan principalmente en aguas superficiales. Los valores de turbiedad encontrados varían entre 10,7 NTU para La Cangreja y 19,3 NTU para La Yerbabuena. . La turbiedad encontrada en las muestras es la representativa de un cauce con calidad regular de acuerdo con lo establecido en el RAS, 2000.

Con respecto a la alcalinidad, es una medida de la cantidad de iones bicarbonato y carbonato presentes en el agua; el menor valor 84,41 mg CaCO3/L corresponde a la quebrada La Yerbabuena, y el valor más alto 113,89 mg CaCO3/L corresponde a la quebrada Yerbabuena. Si se comparan los valores encontrados con lo definido por Roldan (1992), quien establece que las aguas tropicales presentan generalmente una concentración por debajo de 100 mg/l, la yerbabuena incumple esta condición. Se ha establecido una relación entre la alcalinidad y la productividad de las aguas naturales (Ohle, W. Chemische und physikalische untersuchungen norddeusher seen. Arch. Hydrobiol. 36: 386-464, 1934), según la cual las aguas, se pueden clasificar en: poco productivas, medianamente productivas y muy productivas, siendo este último caso el de aguas con alcalinidad superior a los 25 mg/l. Tomando esta información de referencia todas las corrientes estudiadas se encuentran en este último rango,

Los sulfatos son los aniones más importantes en el agua después de los carbonatos, y en los puntos muestreados presentan un valor de 10,56 mg SO42-/L para la quebrada la Yerbabuena y de 11,44 mg SO42-/L para la quebrada La Cangreja, estos valores están estrictamente relacionados con el sustrato de los cuerpos de agua y con el pH. Su análisis es importante ya que bajo condiciones anóxicas, el azufre pasa a formar ácido sulfhídrico (H2S). En aguas neotropicales la concentración normal de sulfatos varía entre 2 y 10 mg/L (Roldán, 1992), situación presentada para los dos cauces.

Los cloruros, que ocupan el tercer lugar en porcentaje de los aniones en el agua, expresan la salinidad del agua; los afluentes estudiados presentan concentraciones iguales o menores de 3 Cl2/L, valor que no excede lo reportado en la bibliografía para ríos (<5 mg/l), este parámetro es condicionante para la distribución de los organismos.

Los valores encontrados en este estudio se encuentran dentro de los rangos establecidos para ríos tropicales, donde se tiene valores cercanos a 0,002 mg/l en aguas naturales (Roldan, 1992).

Para el Hierro se han reportado concentraciones de 5,0 y 6,0 mg/l en ríos con cierto grado de contaminación; los afluentes analizados presentan valores por debajo de estos.

El índice de calidad NFS-WQI para los afluentes estudiados tuvo clasificación media, siendo el factor más determinante la alta concentración de Coliformes Fecales y Coliformes Totales, resultado de vertimientos en dicho resultado domésticos posiblemente de las poblaciones cercanas y de actividades como la ganadería.

De igual forma, según el ICA Obj los afluentes se clasifican como calidad media lo cual implica que para uso potable requiere tratamientos convencionales de coagulación, decantación, filtración y desinfección y uso en riego restringido.

3.2.6 Usos del agua

Las quebradas que tendrán algún grado de intervención en la etapa de construcción y operación del proyecto vial son: Caunces, La Cangreja, La Loma, Yerbabuena, La Pastora, El Chupadero, Mediagua, La Espadera, La Bocana, La Aguadita, Santa Elena y Sajonia; ya que sobre estas se construirán puentes para dar paso a los viaductos que conforman el proyecto y además se encuentran en las zonas de ingreso y salida de los portales orientales, como se describe en el Capítulo 2, Descripción del proyecto.

Para determinar los usos del agua de dichas fuentes, se revisaron los registros de concesiones agua (Tabla 3.40) y permisos de vertimientos (Tabla 3.43) otorgados por las autoridades ambientales competentes CORANTIOQUIA, CORNARE y el AMVA- y los estudios realizados de las fuentes mencionadas como se muestra en la Tabla 3.39. Debido a la cantidad y calidad de la información otorgada por las autoridades ambientales competentes, en este informe se reflejaran algunos faltantes, que son propios de la información suministrada, a continuación se describen:

- Algunas veces no se reporta el caudal otorgado
- Gran cantidad de concesiones son asignadas a fuentes sin nombre.
- La vigencia de algunos permisos no se encuentra registrada.
- Los usos para los cuales son otorgadas las concesiones no son debidamente reportados.
- Algunos permisos no tienen los datos del usuario.

Tabla 3.39 Información encontrada de las fuentes con posible intervención

Quebrada	Autoridad Ambiental competente	Información encontrada
Caunces	AMVA	Captaciones y vertimientos no autorizados registradas en el POMCA de Santa Elena
La Cangreja	AMVA	Captaciones y vertimientos no autorizados registradas en el POMCA de Santa Elena
La Loma	AMVA	Captaciones no autorizadas registradas en la formulación del POMCA de La Presidenta
Yerbabuena	CORANTIOQUIA	Concesiones otorgadas por CORANTIOQUIA y captaciones no autorizadas registradas en la formulación del POMCA de La Presidenta
La Pastora	CORANTIOQUIA	Concesiones otorgadas y vertimientos autorizados por CORANTIOQUIA, información suministrada por la corporación.
El Chupadero	CORANTIOQUIA	Concesiones otorgadas y vertimientos autorizados por CORANTIOQUIA, información suministrada por la corporación.
Mediagua	CORANTIOQUIA	Vertimientos no autorizados registrados en el POMCA de Santa Elena
La Espadera	CORANTIOQUIA	Concesiones otorgadas Y vertimientos autorizados por CORANTIOQUIA, información suministrada por la corporación
La Bocana	CORANTIOQUIA	La corporación informo que no se encuentran concesiones otorgadas para esta fuente.

Quebrada	Autoridad Ambiental competente	Información encontrada
La Aguadita	CORANTIOQUIA	Vertimientos no autorizados registrados en el POMCA de Santa Elena
Santa Elena	CORANTIOQUIA	Vertimientos no autorizados registrados en el POMCA de Santa Elena
Sajonia	CORNARE	Concesiones otorgadas por CORNARE, información suministrada por la corporación.

Fuente: Integral. Elaboración propia. 2009

Tabla 3.40 Concesiones otorgadas por CORANTIOQUIA

Quebrada	Caudal otorgado (l/s)	Uso
La Pastora	0,1230	Doméstico
	0,1230	Doméstico
La Espadera	0,0520	Riego
	0,0220	Riego
	0,0160	Doméstico
	0,0300	Riego
	0,0200	Riego
	0,0162	Doméstico
Santa Elena	0,0122	Doméstico
	0,0100	Riego
	0,0018	Pecuario
El Chupadero	0,2600	Doméstico
Yerbabuena	0,2060	Doméstico
	0,0170	Doméstico
	0,0400	Doméstico
	0,4560	Comercial

Fuente: elaboración propia con información suministrada por CORANTIOQUIA

Para la quebrada Sajonia se tienen datos de concesiones otorgadas por CORNARE distribuidos como se muestra en la Tabla 3.41

Tabla 3.41 Concesiones quebrada Sajonia otorgadas por CORNARE

Quebrada Sajonia		
Uso	**Numero concesiones**	**Caudal L/S**
Doméstico	184	93,335
Riego	70	1,385
Pecuario	36	1,756
Piscícola	12	5,060
Generación Hidroeléctrica	2	16,000
NA	6	
Total	310	117,537

Fuente: elaboración propia con información suministrada por CORNARE

En la Tabla 3.42 se totalizan las concesiones otorgadas por CORANTIOQUIA y CORNARE a las fuentes que tendrán posible intervención por el proyecto

Tabla 3.42Total usos de concesiones

Uso	Total caudal (l/s)
Doméstico	94,1488
Generación Hidroeléctrica	16
Piscicola	5,06
Pecuario	1,7582
Riego	1,519
Comercial	0,456

Uso	Total caudal (l/s)
Total:	118,942

Fuente: Integral. Elaboración propia. 2009

Puede observarse a partir de la totalización de las concesiones que predomina el uso domestico del recurso, tanto en número de concesiones como en la magnitud del caudal otorgado.

En la Tabla 3.43 se observan los permisos de vertimientos otorgados por CORANTIOQUIA para las quebradas La Pastora, La Espadera y El Chupadero. La quebrada la Sajonia no cuenta con permisos de vertimientos legalizados otorgados por CORNARE, de acuerdo con información suministrada por funcionarios de la Corporación.

Tabla 3.43 Permisos de vertimientos otorgados por CORANTIOQUIA

Quebrada	Caudal autorizado (l/s)
La Pastora	0,010
La Espadera	0,017
El Chupadero	0,090

Fuente: elaboración propia con información de CORANTIOQUIA

Los vertimientos realizados a las fuentes de agua deben cumplir con la normatividad vigente Decreto 1594 de 1984.

Para las quebradas Mediagua, La Bocana y La Aguadita no se hallaron registros de concesiones otorgadas por CORANTIOQUIA, lo cual no indica que no se haga uso de las fuentes mediante captaciones y vertimientos, que no hayan sido legalizados ante la autoridad ambiental.

En el Plan de Ordenación y Manejo –POMCA- de la microcuenca Santa Elena y en la Formulación del POMCA de la quebrada La Presidenta Zona Suroriental de Medellín se halló información de vertimientos (Tabla 3.44) y captaciones (Tabla 3.45) que los usuarios realizan de manera informal y sin permiso de la Autoridad Ambiental.

Tabla 3.44Cantidad de vertimientos no autorizados

Quebrada	Numero de vertimientos
Santa Elena	168
La Aguadita	65
Caunces	2
Mediagua	1

Fuente: Plan de Ordenación y Manejo de la microcuenca Santa Elena. 2006

Tabla 3.45 Captaciones informales

Quebrada	Caudal captado de forma superficial (l/s)
Yerbabuena	1,00
Yerbabuena	1,50
La Loma	4,00
La Loma	2,00

Fuente: Formulación del Plan de Manejo de la microcuenca de la quebrada La Presidenta Zona Suroriental de Medellín. 2005

La infraestructura identificada para realizar las captaciones y los vertimientos superficiales ha sido construida por los mismos pobladores para satisfacer las necesidades en el hogar.

Para las quebradas Caunces y La Cangreja que se ubican en la zona urbana de la microcuenca Santa Elena, se consultó el POMCA de la Microcuenca Santa Elena y se encontró la siguiente información general para la zona urbana:

Las comunas Candelaria, Villa Hermosa y Buenos Aires son abastecidas por Empresas Públicas de Medellín; en los sectores periféricos más altos de Villa Hermosa no son abastecidos por esta empresa, debido a problemas topográficos y amenaza geológica, según información general de las comunidades.

En la zona urbana se encontraron 40 captaciones distribuidas en los siguientes barrios: El Cartucho, El Cerro, Villa Turbay, Villa Hermosa, Brisas de Oriente, Santa Lucia y La Sierra.

El 49% de las captaciones son conducidas por mangueras las cuales se encuentran parcialmente rotas y con muchas fugas, lo que incrementa las pérdidas de agua; otro 43% se presenta por bocatomas en estados de conservación buenos y con funcionamiento hidráulico acorde a las necesidades de la población y el material predominante es la mampostería en un 63%.

Desafortunadamente, de las 40 captaciones que existen en la zona urbana solo una cuenta con todos los requerimientos al día para la concesión de aguas, las demás son ilegales o se han vencido los términos y no han actualizado su merced.

Básicamente los usos de las captaciones son para satisfacer las necesidades domésticas de la población que no tiene acceso al acueducto de EEPPM.

Al realizar el análisis de los usos del agua se puede concluir que el uso domestico es el más representativo, por tal motivo es importante ejecutar los Planes de Manejo Ambiental, formulados para este Estudio de Impacto Ambiental, asociados al manejo del recurso hídrico con el fin de prevenir, mitigar y compensar cualquier efecto negativo que pueda surgir del desarrollo de las actividades de construcción y operación del proyecto y pueda repercutir en el desarrollo de las actividades domesticas desarrolladas por la población que se abastece del recurso.

3.2.7 Hidrogeología

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el tema de hidrogeología se presenta el estudio completo realizado por la firma Solingral, en el Anexo_1.3.

3.2.8 Atmósfera

A continuación se lleva a cabo la descripción de los elementos climáticos, como los vientos, temperatura, precipitación, humedad relativa y brillo solar encontrados para el área de influencia del proyecto y las consideraciones pertinentes en cuanto al tema de calidad de agua y ruido.

3.2.8.1 Clima

El comportamiento general del clima en el área del proyecto está determinado, al igual que en la mayor parte de la región andina colombiana, por el Frente Intertropical de Convergencia (FIC), que interactúa con los factores orográficos y las circulaciones locales de las áreas montañosas (vientos de valle y de montaña, influencia de la circulación general y circulación de valle montañoso de la vertiente occidental del río Magdalena en la meseta de Rionegro).

Según la latitud y altitud, el área de estudio da como resultado entre las cotas 1 400 y 2 000 msnm, se tiene una temperatura entre los 17 y 24°C y una precipitación anual de 1 744 mm, identificándose la zona de vida bosque húmedo Premontano (bh-PM); y entre las cotas 2 000 y 2 700 msnm, con una temperatura media que oscila entre los 12 y 17°C y una precipitación de 2 067 mm al año, se tiene la zona de vida bosque muy húmeda Montano Bajo (bmh-MB). El comienzo y la mitad del año son estaciones secas, de resto el clima es variable, lluvioso en algunas épocas y medianamente seco en otras.

3.2.8.1.1 Vientos

Por su ubicación entre montañas, Medellín es una ciudad de vientos suaves provenientes del valle, que ascienden hasta chocar con los vientos regionales del alto de Santa Elena, esto obliga a que se eleven aún más, permitiendo el enfriamiento, condensación y posterior precipitación en el área del centro de la ciudad. El régimen de vientos lo determinan los alisios dominantes del nordeste y las masas de aire cálido que suben desde los valles bajos de los ríos Cauca y Magdalena, con predominio de movimiento en la zona norte del Valle de Aburrá, lo que origina que el viento sople en dirección norte-sur.

3.2.8.1.2 Temperatura

El proyecto se localiza en un zona que tiene un comportamiento de régimen tropical o ecuatorial de montaña, caracterizado por pequeñas variaciones de temperatura media en el transcurso del año.

Para el Valle del Aburrá, la temperatura media multianual en los últimos 20 años fue de 22,1°C, con máximos y mínimos multianuales de 30,5 y 14,9°C respectivamente.

Para el Valle de San Nicolás, y de acuerdo con los datos de la estación climática José María Córdova, la temperatura media multianual es de 17°C, con máximos mensuales multianuales de 28,8°C (enero) y mínimos de 5,4°C (julio y agosto).

En la Figura 3.3 se observa el comportamiento de la temperatura a lo largo del año.

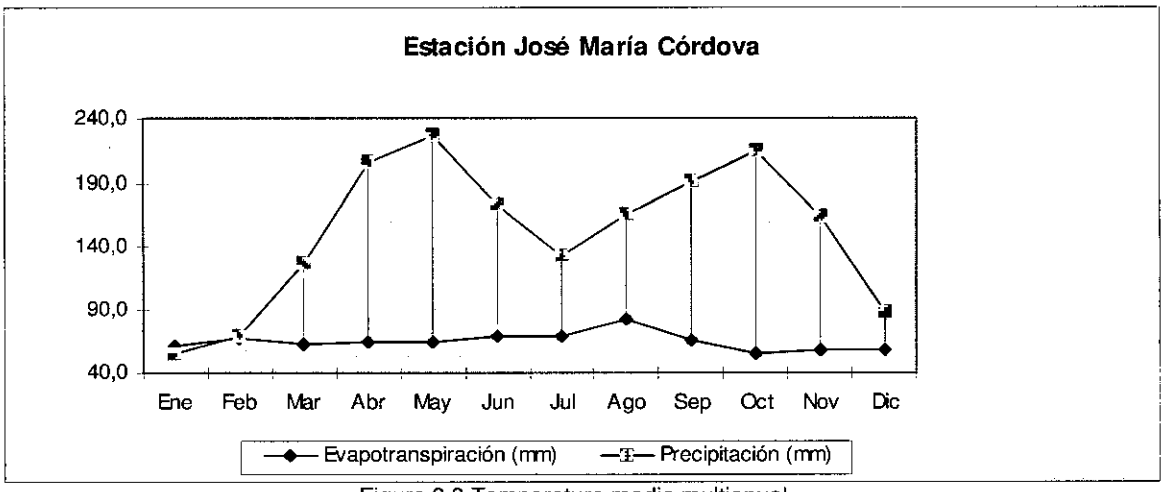


Figura 3.3 Temperatura media multianual.

A pesar de las pequeñas variaciones que se presentan mes a mes, los contrastes de temperatura noche - día son significativos, pudiendo alcanzar valores de hasta 25 °C en el Valle del Aburrá, con mínimos y máximos absolutos de 10 y 35°C, respectivamente, y en el Valle de San Nicolás de 23°C, con mínimos y máximos absolutos de 5,4 y 28,8°C.

Al comparar los registros de la estación climatológica Olaya Herrera, puede apreciarse que la temperatura media máxima anual ha aumentado 2,4°C, muy seguramente como consecuencia de la drástica conversión de zonas verdes en construcciones.

3.2.8.1.3 Precipitación

Las características pluviales fueron analizadas para tres aspectos; los dos primeros relacionados con el régimen de precipitaciones, evaluando la variación mensual de la precipitación y el número de días con lluvia que se presentan en promedio en cada uno de los meses del año y el tercero con el análisis de las precipitaciones máximas.

- Precipitaciones medias:

A partir de los registros de precipitación se construyeron los histogramas y se analizó la precipitación media mensual para algunas estaciones cercanas, a modo de ejemplo se muestra la distribución de lluvias para el mes de enero del presente año en el municipio de Medellín (ver Figura 3.5); adicionalmente, la Figura 3.4 muestra la variación de la precipitación total anual en las diferentes estaciones analizadas.

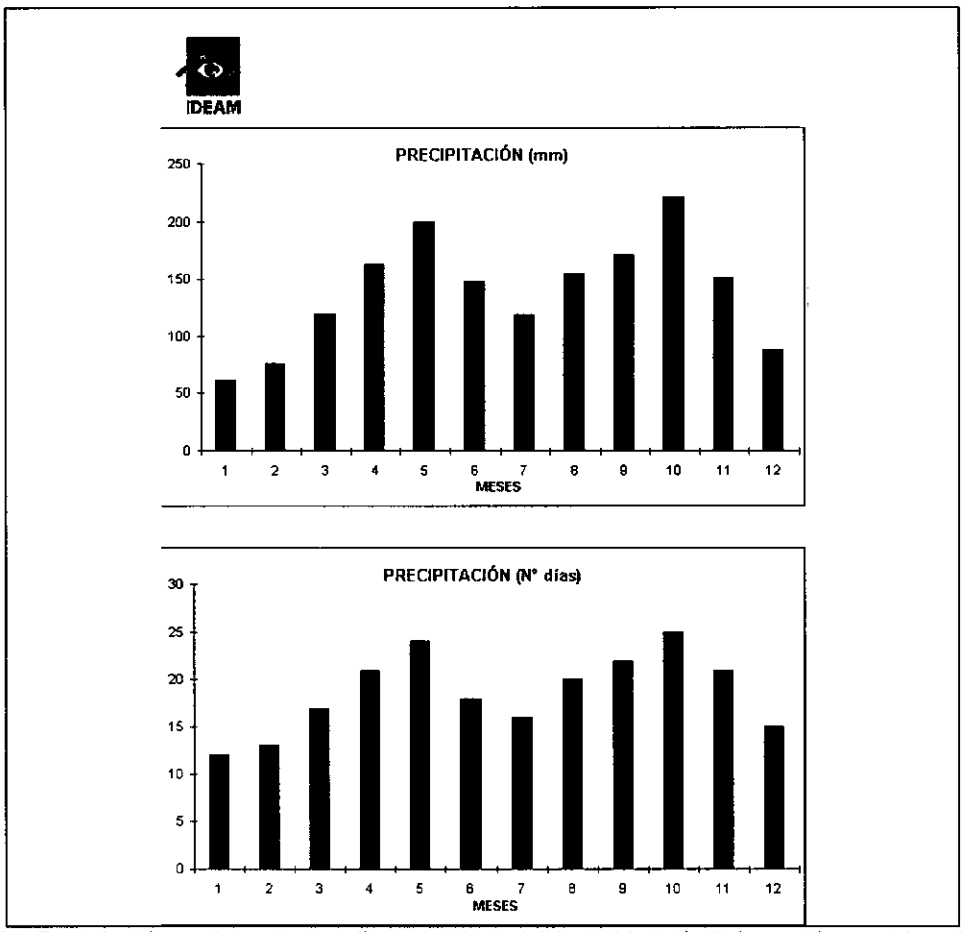


Figura 3.4 Precipitación total anual y por días para el municipio de Medellín (Información suministrada por el Programa de Meteorología Aeronáutica del IDEAM)

Como se puede observar, el régimen de precipitaciones de la zona es de tipo bimodal, donde se alternan las temporadas lluviosas en los meses de abril-mayo, con máximos de precipitación de 200 mm y de septiembre a noviembre, con máximos de 220 mm. Los periodos de lluvia menores se presentan en los periodos de diciembre-febrero y julio, siendo los meses de enero a febrero los más secos, con precipitaciones que oscilan entre 60 y 75 mm.

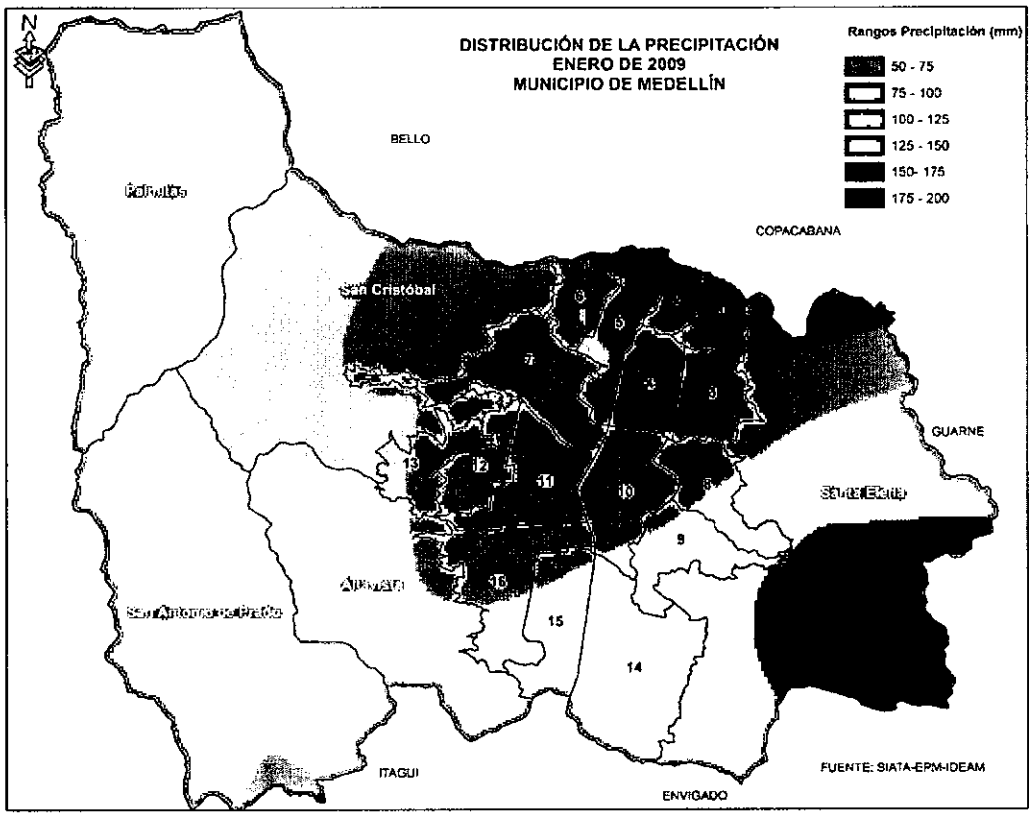


Figura 3.5 Precipitaciones en el mes de enero para el municipio de Medellín

Como se observa en el mapa anterior, en el mes de enero de 2009 las mayores precipitaciones se concentraron hacia el corregimiento de Santa Elena. La estación con mayores valores de precipitación mensual reportados fue la ubicada en el corregimiento de Santa Elena (Liceo Santa Elena) con 185,5 mm.

3.2.8.1.4 Humedad relativa

Una característica importante del clima tropical lo constituyen las variaciones regulares de la humedad relativa durante el día, haciéndose mínima en las horas del medio día.

En los últimos 20 años, la humedad relativa promedio en la estación Olaya Herrera fue del 67%, siendo los meses más húmedos los de invierno, y en la estación Miguel de Aguinaga fue del 66%.

La humedad relativa promedio en la estación climatológica del aeropuerto José María Córdova es del 77%, presentándose valores extremos de 60% mínima y del 90% máxima.

3.2.8.1.5 Brillo solar

El brillo solar se define como el número de horas durante el día, en las cuales los rayos solares llegan directamente hasta la superficie terrestre. Este tiene relación directa con la temperatura, evaporación y nubosidad del medio.

En el Valle del Aburrá, el promedio de horas de brillo solar anual fue de 1 891, lo que equivale a 5,2 horas diarias. Los meses con mayor y menor número de horas fueron julio y abril con 204 y 124 respectivamente.

Para la zona del Valle de San Nicolás, los meses con más horas de brillo solar son junio, julio y agosto, y los de menos noviembre, abril y mayo (meses lluviosos). Según el valor medio anual (1787,5 horas) el valor promedio diario de brillo solar es 4,89 horas.

3.2.8.2 Calidad de aire y ruido

De acuerdo con alcance de actualización del presente Estudio de Impacto Ambiental y según lo establecido en la Licencia Ambiental, otorgada mediante la Resolución No. 1764 del 4 de julio de 2002, Artículo Segundo, se llevará a cabo un plan de monitoreo de material particulado, monóxido de carbono y dióxido de carbono, con una periodicidad para la etapa de construcción trimestral y semestral durante la operación del proyecto. Además se deberá establecer, antes del inicio del proyecto, la línea base para la calidad del aire en las áreas de influencia de los portales, mediante monitoreos que deberán realizarse tres meses antes del inicio de las obras con un modelo de dispersión que permita establecer la capacidad de asimilación de las sustancias y en consecuencia, establecer las medidas de control, mitigación y compensación ambiental requeridas. Esta línea base será el soporte para el diseño y construcción de barreras antirruido para la fase de operación.

Por estos antecedentes y debido a que en la actualidad no existen estaciones de medición cercanas a la zona de influencia, se retoma la información que se incluyó en el estudio del año 2000.

Para establecer la calidad del aire en la zona de influencia del Proyecto, se utilizó la información recopilada por la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire Valles de Aburrá y San Nicolas - REDAIRE Monitoreo de Material Particulado en Suspensión, que tiene un programa de Monitoreo de Material Particulado en suspensión.

Las altas concentraciones de material particulado en suspensión en el Valle de Aburrá son atribuibles a la combinación de factores climáticos, tráfico vehicular y ciclos productivos industriales, en donde el segundo aporta entre el 70-75 % de la concentración total. Esto es debido principalmente a las condiciones de flujo en las vías, que está por debajo de las condiciones de crucero (velocidad de mejor desenvolvimiento del motor en recorrido / consumo de combustible). Adicionalmente se deben considerar las características de circulación de aire en el valle, las cuales no favorecen los procesos de dispersión de emisiones.

El Valle de San Nicolás posee unas condiciones de calidad del aire buena, las cuales se ven favorecidas por la topografía de la región, las condiciones climáticas y los procesos de dispersión atmosféricos. Además, los procesos industriales de gran escala están

comenzando a iniciarse y el flujo vehicular goza de unas condiciones adecuadas de circulación y movilización.

3.2.9 Geotecnia

A continuación se presentan los resultados de los estudios e investigaciones del subsuelo del proyecto, que se consideran de importancia para este EIA, orientados a evaluar y estimar las propiedades mecánicas de los materiales involucrados en las diferentes obras, además del diseño geotécnico del túnel y de las vías de acceso, así como el diseño de las obras necesarias para garantizar su estabilidad. También se lleva a cabo la evaluación de las laderas, sitios de depósitos y fuentes de materiales, y se presentan los diseños geotécnicos de las cimentaciones de los puentes y de la estructura del pavimento.

El alineamiento proyectado del túnel de Santa Elena tiene una longitud aproximada de 8,2 km, donde sus portales occidental y oriental se localizan en la cotas 2 020 m y 2 200 m, respectivamente. Por otro lado, el alineamiento del túnel Seminario tiene una longitud aproximada de 0,8 km, con sus portales sur y norte localizados en las cotas 1 764 m y 1 809 m respectivamente. El portal del lazo 3 se localiza en la cota 1 767 m. Geológicamente, el túnel transcurre en su totalidad por el cuerpo del Gabro de San Diego.

3.2.9.1 Exploraciones geotécnicas y ensayos

Para esta etapa se realizaron en el alineamiento del túnel de Santa Elena tres perforaciones. La perforación AO-TS-P-01 en inmediaciones de la cabecera urbana del corregimiento de Santa Elena con una longitud de 150 m, azimut de 128° y un buzamiento de 65°, la perforación AO-TS-P-02 en el costado noroccidental del Cerro Verde con una longitud de 150 m y la perforación AO-TS-P-03 aproximadamente en el km 15+600 del corredor del túnel con una longitud de 150,0 m. Las perforaciones AO-TS-01 y AO-TS-02 se ejecutaron en el cuerpo de anfibolitas con el fin de obtener información directa de éste y en el caso de la AO-TS-01, para identificar las características de la falla Santa Elena. La perforación AO-TS-03 se realizó en el Stock de Samarcanda el cual no había sido explorado en las etapas anteriores del proyecto.

Para el túnel Seminario se realizaron 5 perforaciones, la AO-TB-01 en el portal sur; la AO-TB-03 localizada aproximadamente en el km 5+150 de 50,20 m de longitud; la AO-TB-05 ejecutada en la parte de mayor techo del túnel, aproximadamente en el km 5+620, de 130,0 m de longitud; la AO-TB-06 de 50,10 m de longitud, en la zona del portal norte en el km 5+750 aproximadamente; y finalmente la AO-TB-07 también en la zona del portal norte, de 30,0 m de longitud y ubicada aproximadamente hacia el km 5+810.

Además de la exploración programada para caracterizar los materiales de las zonas adyacentes a los túneles, se ejecutó un programa de exploración enfocado a estimar parámetros para el modelo hidrogeológico del túnel de Santa Elena. Este programa incluyó 4 perforaciones de 30,0 m de longitud cada una, dichas perforaciones son AO-H-P-01 a AO-H-P-04.

Sondeos geofísicos también fueron realizados tanto para el estudio geotécnico como hidrogeológico del corredor. La relación de estos sondeos se presenta en el estudio hidrogeológico.

Las perforaciones se realizaron para determinar el espesor y las propiedades de los suelos y depósitos existentes, estimar los perfiles de meteorización de los diferentes tipos de rocas, la localización y características de las zonas de falla, la posición del nivel freático y las condiciones generales del macizo rocoso existente en la zona donde se ha proyectado el túnel.

3.2.9.2 Ensayos de laboratorio

A continuación se describen los ensayos de laboratorio realizados para el año 2000 y el año 2009.

3.2.9.2.1 Ensayos de laboratorio sobre muestras de suelo (año 2000)

A las diferentes muestras recuperadas de las perforaciones se les realizaron diversos ensayos de laboratorio. En las muestras de suelo recuperadas de la perforación AO-TE-01, zona del portal oriental, se hicieron ensayos de caracterización física como granulometría, límite líquido, límite plástico y humedad natural. En la Tabla 3.46 se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados en las diferentes muestras de suelo.

Para determinar los parámetros de resistencia al corte de los suelos de las anfibolitas de Medellín, en la zona del portal oriental, se realizó un ensayo en cámara triaxial CU, con medida de presión de poros a una muestra de la perforación AO-TE-01.

3.2.9.2.2 Ensayos de laboratorio sobre muestras de suelo (2009)

En esta etapa del proyecto se realizaron ensayos de laboratorio a las muestras de suelo recuperadas de todas las perforaciones ejecutadas para la exploración del túnel Seminario. Sobre estas muestras se hicieron ensayos de caracterización física como granulometría, límite líquido, límite plástico y humedad natural. Para las muestras recuperadas de las perforaciones del estudio hidrogeológico se ejecutaron, además de los ensayos mencionados anteriormente, ensayos de permeabilidad.

Para la zona de los portales del túnel Seminario también se realizaron dos ensayos triaxiales C.U. en dos muestras de las perforaciones AO-TB-P-01 y AO-TB-P-07, y de corte directo en dos muestras de estas mismas perforaciones para estimar las propiedades de resistencia al corte de estos materiales.

3.2.9.2.3 Ensayos de laboratorio sobre muestras de roca

Para la caracterización del macizo rocoso y estimar la calidad del mismo, se utilizaron los núcleos de roca obtenidos de las tres perforaciones utilizadas para la exploración del túnel de Santa Elena (AO-TS-P-01, AO–TS–P-02 y AO-TS-P-03) y en la perforación AO-TB-P-05 del túnel Seminario. A los núcleos de roca sana se les hizo ensayos de carga puntual y resistencia a la compresión simple. En esta etapa del proyecto, se llevaron a cabo doce ensayos de compresión simple en muestras de roca sana de la anfibolita y algunas alteradas del Stock de Samarcanda, según lo indica el procedimiento descrito en la Referencia 4.2. Los valores de resistencia a la compresión simple dieron como resultado para el gabro de San Diego una resistencia promedio de 103 MPa con un valor máximo de 159 MPa para la anfibolita, una resistencia promedio de 101,7 MPa con un valor

máximo de 136 MPa y para la zona meteorizada del stock de Samarcanda una resistencia promedio de 41,4 MPa con un valor máximo de 62,3 MPa. Adicionalmente, se ejecutaron dieciséis ensayos de carga puntual siguiendo la norma de la Referencia 4.3, para los que se obtuvo una resistencia promedio para el gabro de San Diego de 3,4 MPa, con un valor máximo de 6,2 MPa; Para la anfibolita se obtuvo una resistencia promedio de 6,4 MPa, con un valor máximo de 9,9 MPa; y para el stock de Samarcanda un valor promedio de 2,0 MPa, con un valor máximo de 3,1 MPa. En las Tablas 4.3 y 4.4 se muestran los resultados de los ensayos de carga puntual y de compresión simple de la etapa anterior del proyecto y en la Tabla 4.5 los resultados de los ensayos realizados sobre las muestras recuperadas en esta etapa.

Tabla 3.46 Resultados de Ensayos de Laboratorio del Portal Oriental

SONDEO	MUEST.	PROF.	W nat.	P-200	P-4	ENSAYOS DE LABORATORIO									CLASIF.
	No.	(m)	%	%	%	LL %	LP %	IP %	□d kN/m³	qu kPa	c kPa	□	c' kPa	□'	(USCS)
AO-TE-01	7	6,20	51,6	64	84	50	41	9							ML
	19	15,80	59,8	84	100	55	41	14							MH
	20	16,70	52,8						11,05		66,9	28,4	23,9	35,9	

Tabla 3.47 Ensayos de Carga Puntual sobre Núcleos de Roca del Túnel

Sondeo	Prof. (m)	Núcleo No.	Diám. del núcleo D (mm)	Long. Del núcelo L (mm)	Tipo de ensayo	Carga P (kN)	De² (mm²)	(kN/mm²)	a=(D/50)^0,45	Is(50)=Isxa (kN/mm²)	Is(50) (MPa)
AO-TW-01	5,03	1	47,35	53,1	Diámet.	8	2242	0,003568	0,97579	0,003482	3,48183
AO-TW-01	17,40	3	47,35	64,23	Diámet.	1,5	2242	0,000669	0,97579	0,000653	0,65284
AO-TW-01	25,5	5	47,35	51,45	Diámet.	12	2242	0,005352	0,97579	0,005223	5,22274
AO-TW-01	29,25	6A	47,35	47,2	Diámet.	10	2242	0,004460	0,97579	0,004352	4,35229
AO-TW-01	29,25	6B	47,35	52,65	Diámet.	12	2242	0,005352	0,97579	0,005223	5,22274
AO-TE-01	31,43	14A	47,35	49,6	Diámet.	12,5	2242	0,005575	0,97579	0,005440	5,44036
AO-TE-01	31,43	14B	47,35	51,75	Diámet.	16	2242	0,007136	0,97579	0,006964	6,96366
AO-TE-01	32,86	15	47,35	51,85	Diámet.	19	2242	0,008474	0,97579	0,008269	8,26935
AO-TE-01	32,35	16ª	47,3	51,5	Diámet.	21,5	2237	0,009610	0,97533	0,009373	9,37275
AO-TE-01	32,35	16B	47,3	52,3	Diámet.	22	2237	0,009833	0,97533	0,009591	9,59072

Tabla 3.48 Ensayos de Compresión sobre Núcleos de Roca del Túnel

Sondeo	Prof. (m)	Núcleo No.	Diámet (mm)	Área (mm²)	Altura (mm)	Volumen (mm³)	Peso (kN)	Densid. (kN/m³)	H/D	Factor de corr.	Carga Rotura (kN)	Resist. Correg. (MPa)
AO-TW-01	5,35	2	47,2	1750	98,0	171 560	4,549E-03	26,52	2,076	1	106,02	60,24
AO-TW-01	22,00	4	47,4	1765	108,0	190 620	5,631E-03	29,54	2,278	1	160,02	89,62
AO-TW-01	29,62	7	47,3	1757	95,4	167 620	4,803E-03	28,66	2,02	1	116,03	65,50
AO-TE-01	30,20	13	47,3	1757	107,8	189 400	5,523E-03	29,16	2,28	1	130,02	73,30
AO-TE-01	31,43	14	47,3	1757	108,8	191 160	5,670E-03	29,66	2,30	1	120,03	68,14

Tabla 3.49 Resumen de ensayos de laboratorio – Exploración túneles 2009

Muestra Número	Peso Específico	Relación de vacíos	Saturación (%)	Densidad húmeda (kN/m^3)	Densidad seca (kN/m^3)	C (kPa)	□ (°)	C´ (kPa)	□´ (°)	Permeabilidad (cm/s)
11(AO-TB-P-1)	2.6	-	-	16.5	12.8	-	-	-	-	3.20E-06
17(AO-TB-P-1)	2.9	1.1	67.3	17.2	13.0	-	-	11.0	35.0	-
20(AO-TB-P-1)	2.8	0.9	87.6	18.9	14.8	58.5	25.6	18.3	35.3	-
13(AO-TB-P-3)	-	-	-	11.9	8.5	-	-	-	-	-
1(AO-TB-P-5)	-	-	-	29.3	29.3	-	-	-	-	-
2(AO-TB-P-5)	-	-	-	30.0	30.0	-	-	-	-	-
3(AO-TB-P-5)	-	-	-	29.3	29.3	-	-	-	-	-
13(AO-TB-P-5)	-	-	-	17.4	13.4	-	-	-	-	-
20(AO-TB-P-6)	-	-	-	16.2	10.7	-	-	16.2	10.7	-
7(AO-TB-P-7)	-	-	-	16.6	11.0	-	-	-	-	-
13(AO-TB-P-7)	2.8	1.6	94.2	16.0	10.3	-	-	-	-	3.70E-06
16(AO-TB-P-7)	2.8	1.4	87.7	16.5	11.3	-	-	11.0	28.0	-
19(AO-TB-P-7)	2.8	-	94.8	17.5	12.0	56.5	20.3	23.9	33.7	-
8(AO-H-P-1)	2.9	1.8	86.0	15.7	10.2	-	-	-	-	6.80E-06
11(AO-H-P-1)	2.8	1.9	68.9	14.3	9.8	-	-	-	-	9.50E-06
17(AO-H-P-1)	2.8	1.9	87.9	15.4	9.7	-	-	-	-	1.00E-05
7(AO-H-P-2)	2.8	1.9	95.4	15.9	9.7	-	-	-	-	2.80E-06
12(AO-H-P-4)	2.7	1.7	99.7	16.3	9.9	-	-	-	-	1.80E-06
18(AO-H-P-4)	2.8	1.9	92.5	16.1	10.4	-	-	-	-	7.40E-06
1(AO-TS-P-1)	-	-	-	29.2	29.2	-	-	-	-	-
3(AO-TS-P-1)	-	-	-	28.2	28.2	-	-	-	-	-
5(AO-TS-P-1)	-	-	-	29.5	29.5	-	-	-	-	-
6(AO-TS-P-1)	-	-	-	28.0	28.0	-	-	-	-	-
11(AO-TS-P-1)	-	-	-	29.5	29.5	-	-	-	-	-
1(AO-TS-P-3)	-	-	-	24.8	24.8	-	-	-	-	-
2(AO-TS-P-3)	-	-	-	25.5	25.5	-	-	-	-	-
4(AO-TS-P-3)	-	-	-	26.0	26.0	-	-	-	-	-
6(AO-TS-P-3)	-	-	-	25.8	25.8	-	-	-	-	-
15(AO-TS-P-3)	2.6	1.2	83.1	16.6	12.0	-	-	-	-	1.50E-04
18(AO-TS-P-3)	2.6	0.9	98.5	18.5	13.9	-	-	-	-	3.80E-05

Tabla 3.50Resumen de ensayos de laboratorio – Exploración de túneles 2009

Muestra Número	Profundidad (m)	I_{50} (MPa)	Esfuerzo Máximo (kPa) (muestras De suelo)	Módulo de Elasticidad (kPa) (muestras de Suelo)	Esfuerzo Máximo (MPa) (muestras De roca)	Módulo de Elasticidad (GPa) (muestras de Roca)
23(AO-TB-P-1)	15.70	-	108.4	1880.0	-	-
13(AO-TB-P-3)	12.60	-	51.3	744.0	-	-
1(AO-TB-P-5)	66.50	-	-	-	136.0	28.0
2(AO-TB-P-5)	80.95	-	-	-	89.7	28.0
3(AO-TB-P-5)	88.15	-	-	-	79.5	29.0
4(AO-TB-P-5)	97.35	0.7	-	-	-	-
5(AO-TB-P-5)	106.80	3.3	-	-	-	-
6(AO-TB-P-5)	113.00	6.2	-	-	-	-
13(AO-TB-P-5)	8.15	-	116.0	3072.0	-	-
20(AO-TB-P-6)	14.70	-	119.0	3514.0	-	-
7(AO-TB-P-7)	3.90	-	120.2	1850.0	-	-
18(AO-H-P-4)	17.00	-	13.3	424.0	-	-
1(AO-TS-P-1)	44.50	9.9	-	-	159.3	30.0
2(AO-TS-P-1)	47.25	7.7	-	-	-	-
3(AO-TS-P-1)	59.35	5.4	-	-	80.3	14.0
5(AO-TS-P-1)	78.05	3.7	-	-	103.2	16.0
6(AO-TS-P-1)	102.75	-	-	-	70.8	17.0
7(AO-TS-P-1)	112.30	2.6	-	-	-	-
8(AO-TS-P-1)	117.15	8.9	-	-	-	-
9(AO-TS-P-1)	123.60	5.1	-	-	-	-
10(AO-TS-P-1)	129.30	7.9	-	-	-	-
11(AO-TS-P-1)	150.30	-	-	-	53.4	13.0
1(AO-TS-P-3)	126.40	-	-	-	16.9	2.0
2(AO-TS-P-3)	137.70	1.9	-	-	44.7	5.0
3(AO-TS-P-3)	141.10	1.2	-	-	-	-
4(AO-TS-P-3)	141.20	2.9	-	-	62.3	11.0
5(AO-TS-P-3)	149.50	3.1	-	-	-	-
6(AO-TS-P-3)	150.60	0.7	-	-	29.7	21.0

3.2.10 SECTORIZACIÓN GEOTÉCNICA

3.2.10.1 Túnel Seminario

Con base en la descripción de las perforaciones realizadas a lo largo del alineamiento del túnel y la clasificación del macizo rocoso realizado en los tramos donde la excavación del túnel transcurrirá en roca, se determinó la clasificación geotécnica la cual contempla cinco tipos de terrenos homogéneos incluyendo la zona de los portales. Hay que tener en cuenta que gran parte de la excavación se llevará a cabo en suelo, por lo cual la clasificación del macizo rocoso en estos terrenos no fue posible.

En el plano AO-VI-GO-004 se presenta el perfil geotécnico con la sectorización definitiva. Las condiciones incluidas en esta sectorización van desde roca fracturada y moderadamente alterada hasta suelo.

- Roca tipo D (1<Q<4): corresponde a una roca dura, fracturada y con cierto grado de alteración. En este tipo de terreno pueden presentarse infiltraciones y goteos. Para su sostenimiento se requiere un refuerzo sistemático con pernos de roca tipo BAL8 de 5,0 m de longitud espaciados cada 2,0 m a manera de tresbolillo, además de concreto lanzado reforzado con fibra de 0,05 m de espesor en la bóveda de la sección.

  Este tipo de terreno se podrá excavar en una sola etapa y tendrá un avance máximo de 10,0 m antes de completar la instalación del sistema de soporte.

- Roca tipo E (0,1<Q<1): corresponde a una roca de dureza media, de fracturada a muy fracturada y con zonas de alteración en donde hay presencia de flujo de agua. Se pueden presentar infiltraciones y goteos. El avance debe realizarse máximo de 5,0 m.

  El sistema de sostenimiento para este terreno consiste en:

  - Colocación de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra en la sección superior.

  - Colocación de pernos tipo BAL8 de 5,0 m de longitud, espaciados cada 1,5 m a manera de tresbolillo.

- Roca tipo F (0,01<Q<0,1): este terreno está relacionado a una roca con mayor nivel de alteración, fracturada y de dureza media. El techo en roca es mínimo y habrá presencia de flujos de agua durante la excavación. El avance en esta sección deberá ser reducido a máximo 1,5 m antes de instalar las medidas de soporte recomendadas.

  El sistema de sostenimiento para este terreno consiste:

  - Colocación de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra.

  - Colocación de pernos tipo BAL8 de 5,0 m de longitud, espaciados cada 1,0 m a manera de tresbolillo.

  - Aplicación de otra capa de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra.

- Roca tipo G1 (Suelo): La excavación de este tipo de terreno transcurrirá a través de una sección mixta, es decir, en toda su longitud el techo de este terreno será en suelo y su proporción irá aumentando entre más cerca se encuentre de los portales. La fracción de roca presente en este terreno es de dureza media a blanda y muy alterada; las infiltraciones de agua pueden ser moderadas y deberán ser controladas rápidamente para evitar desprendimientos.

  En este tipo de roca deberá colocarse el sistema de sombrilla (forepoling) antes de cada avance, para sostener el techo previamente al avance en materiales de baja cohesión, deleznables y/o de roca muy fracturada y alterada.

  En la roca tipo G1 se requiere una excavación en cuatro etapas, retirando inicialmente la bóveda y dejando como mínimo 3,5 m para la altura de la banca (sección inferior); posteriormente se retiran las galerías laterales que tendrán un ancho inferior a 1/3 del ancho total de la sección, además su excavación deberá comenzar una vez se haya avanzado como mínimo 15,0 m en la sección superior y entre galerías también deberá haber un desfase de 15,0 m teniendo instalado el sistema de soporte; y finalmente se retirará la banca. El avance por ciclo en la sección superior no podrá ser mayor de 1,0 m.

  El sistema de sostenimiento para este terreno consiste en:

  - Colocación sombrilla (forepoling) de 12,0 m de longitud y traslapos de 4,0 m.
  - Aplicación de una primera capa de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra, en la sección superior después del avance.
  - Colocación de arcos de acero estructural espaciados máximo cada 1,0 m en la sección superior después de cada avance.
  - Colocación de anillo de pernos tipo BAL8 de 3,0 m de longitud espaciados 1,0 m.
  - Colocación de 0,10 m de concreto lanzado reforzado con fibra en la sección superior.
  - En la sección inferior el soporte deberá ser colocado siguiendo la misma secuencia anteriormente descrita para la sección superior y deberá completarse a no más de cinco avances del frente de excavación de la banca.

- Roca tipo G2 (Suelo): corresponde a condiciones de excavación completamente en suelo, donde la magnitud de las infiltraciones puede ser de media a baja pero su efecto puede perjudicar el comportamiento de la excavación, produciendo empujes al disminuir la resistencia del material e intensificar los desprendimientos en el frente de excavación.

  La excavación se llevará a cabo en cuatro etapas. La primera etapa consiste en la bóveda de la sección, la cual deberá dejar una banca de mínimo 3,5 m de altura. La segunda y tercera etapa consiste en la excavación de dos galerías laterales. Una de

estas no podrá iniciarse hasta tanto la excavación y soporte de la etapa superior no haya avanzado aproximadamente 15,0 m. la segunda galería no se podrá iniciar hasta que se haya avanzado 15,0 m en la excavación y el soporte de la primera.

Finalmente se retirará la cuña central inferior una vez se tenga un avance de excavación y soporte 15,0 m en la segunda galería. Esta cuña inferior deberá de completar el perímetro de soporte con una capa de 0,10 m de concreto lanzado reforzado con fibra inmediatamente después de su excavación.

El avance por ciclo de cada sección no podrá exceder 1,0 m. El sistema y secuencia de colocación del soporte será como sigue:

- Colocación sombrilla (forepoling) de 12,0 m de longitud y traslapos de 4,0 m.
- Construcción de perforaciones de drenaje de 12,0 m de longitud en el frente de avance.
- Aplicación de una primera capa de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra, en la sección superior después del avance.
- Colocación de arcos de acero estructural espaciados máximo cada 0,7 m en la sección superior después de cada avance.
- Colocación de anillo de pernos tipo BAL8 de 3,0 m de longitud espaciados 0,7 m.
- Colocación de 0,10 m de concreto lanzado reforzado con fibra en la sección superior.
- En las demás secciones el soporte deberá ser colocado siguiendo la misma secuencia anteriormente descrita para la sección superior y deberá completarse a no más de cinco avances del frente de excavación de la banca.
- El sistema de soporte de un tramo deberá estar colocado en su totalidad máximo 1 día después de haberse efectuado la excavación correspondiente.
- La construcción de la solera curva se deberá realizar a más tardar 30 días después de ejecutada la excavación de la sección superior correspondiente. Este tiempo podrá ser menor si los desplazamientos medidos en las paredes así lo indican. Esta operación se deberá hacer por tramos cuya longitud no podrá exceder de los 10,0 m.

3.2.10.2 Túnel de Santa Elena

Con base en la clasificación del macizo rocoso definido de acuerdo con los índices de calidad de la roca y en la sectorización geológica anteriormente descrita, se llegó a una sectorización geotécnica, en donde incluyendo la zona de los portales, se determinaron cinco tipos de terreno homogéneos. Lo anterior servirá como orientación para el diseño definitivo del túnel.

En el plano AO-VI-GO-005 se presenta el perfil geotécnico con la sectorización definida. No obstante, para considerar diferentes condiciones del terreno que pudieran presentarse en el alineamiento propuesto, se han supuesto cinco categorías de terreno que cubren condiciones desde roca muy buena hasta suelo.

Las características de los diferentes tipos de roca que se espera encontrar en todo el alineamiento del túnel que hacen fácil su identificación son:

- Roca Tipo B (10<Q<40): corresponde a una roca dura, poco fracturada y estable, masiva o de foliación incipiente. En este tipo de roca las infiltraciones pueden presentarse como pequeños flujos de agua localizados, pero concentradas a lo largo de las fracturas de la roca sin que produzca problemas de inestabilidad. Una vez realizados los trabajos de desabombe de las superficies excavadas no se requiere soporte sistemático, únicamente concreto lanzado con o sin fibra de 0,05 m de espesor y/o pernos por motivos de seguridad donde sea necesario. En este tipo de roca las obras se podrán excavar en una sola etapa y no habrá limitación de avance.

- Roca Tipo C (4<Q<10): Corresponde a una roca de dureza media, desde fracturada a moderadamente fracturada, donde pueden existir algunas trazas de meteorización en los planos de discontinuidad. Fracturas en grupos (dos sistemas al azar), fallas y zonas de cizalladura muy delgadas que pueden originar la tendencia a que se produzcan desprendimientos pequeños con el tiempo; las infiltraciones se pueden presentar en goteos y chorros sin afectar la estabilidad del túnel.

  El sistema de soporte para este tipo de roca consiste en:

  - Colocación de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra en la sección superior.

  - Colocación de pernos tipo BAL8 de 5,0 m de longitud, espaciados cada 1,5 m a manera de tresbolillo en la bóveda de la sección.

  En este tipo de roca el túnel podrá ser excavado en una sola etapa.

- Roca Tipo D (1<Q<4) relacionado a rocas de resistencia media a blanda fracturada, en parte cizallada, con zonas de cizalla del orden de 1 cm con la presencia de alteración y/o meteorización en los planos de discontinuidad, por lo que pueden presentarse desprendimientos locales, con RQD entre 50% y 80%, fracturas en grupos (hasta tres sistemas y algunas aleatorias), con relleno de poco espesor (< 1 cm) y moderado flujo de agua. Este tipo de roca se asocia a las zonas de los portales de horizontes IIB y el nivel inferior del horizonte IIA.

  El sistema de soporte a implementar en esta roca consiste en:

  - Colocación de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra.

  - Instalación de pernos tipo BAL8 de 5,0 m de longitud, espaciados cada 1,5 m a manera de tresbolillo en todo el perímetro de la excavación

- Colocación de una segunda capa de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra.

Este tipo de roca podrá ser excavado en una o dos etapas, con avance máximo de 2,0 m.

- Roca Tipo E (0,1<Q<1) se definió como roca muy fracturada y/o foliada, cizallada, meteorizada, de resistencia media a baja, donde el RQD varía entre 25% y 50%, con zonas de falla amplias (menores de 1,0 m), rellenas de roca triturada o partículas arenosas, moderado flujo de agua. En este caso se incluyeron zonas de influencia de falla.

  La roca tipo E se excavará en dos etapas, con una altura mínima de la banca de 3,5 m. El avance por ciclo en la sección superior no podrá ser mayor a 1,0 m.

  El soporte a utilizar en este terreno consiste en:

  - Una capa de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra después de cada avance.

  - Colocación de arcos de acero estructural, espaciados máximo cada 1,0 m después de cada avance.

  - Colocación de anillos de pernos radiales tipo BAL8 de 5,0 m de longitud cada 1,0 m. Restringiendo el número de avances a máximo dos antes de su colocación.

  - Colocación de 0,10 m adicionales de concreto lanzado reforzado con fibra, embebiendo completamente los arcos metálicos.

  La sección inferior deberá llevar el mismo sistema de soporte y deberá completarse a no más de 5 avances del frente de excavación de la banca.

  - Roca Tipo F (0,01<Q<0,1) se definió como roca descompuesta o muy fracturada, cizallada, triturada y milonitizada, de resistencia blanda, con un RQD menor del 10% (frecuentemente del 0%), con un moderado flujo de agua. Esta categoría corresponde a las zonas de falla.

  El túnel en este tipo de roca debe ser excavado en tres etapas; una sección central intermedia, posteriormente las secciones laterales en ambas paredes y luego una sección inferior. El avance máximo por sección en este tipo de roca es de 1,0 m.

  El sistema de soporte a implementar consiste en:

  - Una capa de 0,05 m de concreto lanzado reforzado con fibra después de cada avance.

  - Colocación de arcos de acero estructural mostrados en los planos, espaciados máximo cada 0,8 m después de cada avance.

- Colocación de anillos de pernos radiales tipo BAL8 de 5,0 m de longitud cada 0,8 m. Restringiendo el número de avances a máximo dos antes de su colocación.

- Colocación de 0,10 m adicionales de concreto lanzado reforzado con fibra, embebiendo completamente los arcos metálicos.

Se recomiendan hacer inyecciones de consolidación de 12 m de longitud en todo el perímetro del túnel, para conformar un anillo alrededor de él de baja permeabilidad. Este tratamiento se debe realizar en las zonas de intenso fracturamiento y/o terrenos tipo E y F o donde en el proceso constructivo se considere necesario.

3.2.11 Paisaje

Para la actualización en la caracterización del componente Paisaje, se siguió la misma metodología que en los otros componentes abióticos: se tomó la información utilizada en el año 2000 y se actualizó con nuevos estudios e investigaciones, así como las visitas de campo que permitieron confirmar tanto la información secundaria del pasado EIA como la más reciente. De igual manera, se tomó la nueva sectorización del proyecto.

3.2.11.1 Generalidades

La cobertura vegetal es la expresión del paisaje que más acerca a una región, pues ella resume las costumbres y la forma de vida de los habitantes de un área específica.

La clasificación de la cobertura vegetal del AID y del All del proyecto, como un componente del paisaje, está basado en la metodología Corine (Coordination of Information of the Environment) Land Cover que se encuentra en el estudio del levantamiento de suelos del Departamento de Antioquia del IGAC, 2007.

Teniendo en cuenta la nueva sectorización del proyecto, y sabiendo que el paisaje es un componente de una magnitud más holística que otros componentes físicos, sectorizaremos la caracterización del paisaje de la siguiente manera:

- Túnel Seminario: comprende el Intercambio vial y el techo del Túnel Seminario.
- Acceso occidental: viaducto que conecta ambos túneles.
- Acceso oriental: comprende la conexión vial desde el portal oriental del Túnel de Santa Elena, hasta la glorieta Sajonia.

Para el sector Baltimore se distinguen tres grupos de cobertura vegetal, los cuales se presentan en la Tabla 3.51, incluyendo las respectivas extensiones.

Tabla 3.51 Coberturas vegetales Sector Baltimore.

Cobertura vegetal	Área	
	(ha)	(%)
Tejido urbano discontinuo	98,13	73,07
Pastos limpios	27,47	20,46
Bosque plantado	7,53	5,61
Bosque natural fragmentado (Ra-Rb)	1,17	0,87
TOTAL	**134,29**	**100**

Para el acceso occidental se presentan 5 grupos de cobertura vegetal, como se observa en la Tabla 3.52.

Tabla 3.52 Coberturas vegetales Acceso occidental

Cobertura vegetal	Área	
	(ha)	(%)
Bosque plantado	214,68	47,58
Mosaico pastos y espacios naturales	123,62	27,40
Pastos limpios	67,64	14,99
Tejido urbano continuo	28,10	6,23
Mosaico cultivo, pastos y espacios naturales	17,13	3,80
TOTAL	**451,18**	**100**

Para el Acceso Oriental encontramos 8 grupos de cobertura vegetal diferente, ver Tabla 3.53:

Tabla 3.53 Coberturas vegetales Acceso oriental

Cobertura vegetal	Área	
	(ha)	(%)
Pastos limpios	40,67	25,43
Bosque natural fragmentado	28,68	17,93
Pastos enmalezados	23,50	14,69
Mosaico cultivos, pastos y espacios naturales	22,07	13,80
Instalaciones recreativas	19,15	11,97
Fincas de recreo-parcelación	12,14	7,59
Bosque plantado	10,50	6,56
Tierras desnudas o degradadas	3,24	2,03
TOTAL	**159,95**	**100**

3.2.11.2 Historia

3.2.11.2.1 Túnel Seminario

Una visión del territorio muestra que el paisaje de la zona está influenciado por asentamientos urbanos, establecidos en zona declarada por Planeación Municipal como de alto riesgo. En el Seminario Conciliar de Medellín y en propiedad de la Universidad Pontificia Bolivariana que se hallan en este sector, se observa que el paisaje está influenciado por viejas plantaciones de eucalipto expresadas como regeneración natural. Además resalta en forma particular la cúpula del Seminario Mayor, que durante muchos años ha caracterizado dicho sector.

- **Acceso Occidental**

Las coberturas vegetales de esta zona muestran que el paisaje está influenciado en su mayor extensión por bosque plantado con coníferas y eucalipto. En el área de influencia, el crecimiento de la malla urbana presenta un patrón de crecimiento más planificado que el de la margen derecha de la cuenca de la quebrada Santa Elena, lo que ha permitido una mayor conservación de áreas bajo cobertura vegetal natural y plantaciones forestales comerciales.

- **Acceso Oriental**

En este sector existió una cantera de roca, de la cual aún se conserva un talud irregular escalonado en roca, que alcanza alturas de hasta 25 m. Así mismo vale la pena mencionar que un rasgo de gran importancia es el alto grado de humedad de la zona del portal, con varios afloramientos de agua y el cruce (sobre la plazoleta existente) de una

quebrada. El desarrollo de la cobertura vegetal de esta zona, muestra una marcada influencia hacia un desarrollo más urbano y/o suburbano que rural.

3.2.11.3 Matriz

3.2.11.3.1 Túnel Seminario

La matriz de la zona de influencia de este sector está representada por tejido urbano discontinuo. Esta matriz ocupa un área de 98,13 ha que corresponde a un 73,07% del total de este sector. Por lo tanto el grado de conectividad para esta matriz es alto.

3.2.11.3.2 Acceso Occidental

La matriz de la zona de influencia se encuentra bajo una cobertura vegetal en bosque de plantación, la cual avanzó por la ejecución del Plan Laderas, programa de Empresas Públicas de Medellín y CORANTIOQUIA.

Ocupa un área de 214,68 ha, observándose áreas plantadas en las vertientes de las quebradas La Pastora, Chupadero y Mediagua.

Esta cobertura genera una serie de beneficios como son la regulación hídrica de los caudales de las diferentes quebradas, la generación de empleo a los habitantes de la zona, la estabilidad de los suelos de ladera, el control de la erosión superficial, la permanencia de la fauna y la conformación de zonas de esparcimiento para los habitantes que disfrutan de caminatas recreativas por los bosques y montañas en las cercanías de la ciudad.

La matriz aísla las áreas en bosque natural y rastrojos con la actual vía a Santa Elena, por lo que crea una barrera que dificulta el aprovechamiento de las especies establecidas allí.

El grado de conectividad es del orden del 47,58%, con una porosidad del 52,42%, lo que la clasifica con un grado de porosidad medio.

3.2.11.3.3 Acceso Oriental

En este sector encontramos como matriz la cobertura denominada como Pastos limpios con un área de 40,67 ha que corresponde al 25,43% del área total. Los pastos observados presentan diferentes tipos de manejo, contrastantes entre sí, que van desde el mantenimiento periódico con la aplicación de herbicidas de hoja ancha, hasta pasto enmalezado. Le sigue en importancia por área, una zona de bosque natural fragmentado, localizado específicamente hacia el interior del portal oriental del túnel de Santa Elena. Sin embargo, teniendo en cuenta que existen otras dos coberturas de áreas similares, solo podríamos evaluar como matriz la cobertura de pastos limpios.

3.2.11.4 Parches

3.2.11.4.1 Túnel Seminario

Se identificaron en el área de influencia los siguientes parches.

- Pastos limpios.

Las zonas de pastos limpios (ver Tabla 3.54) pertenecen básicamente al Seminario Conciliar de Medellín, en las cuales su mantenimiento se basa en conceptos netamente de paisaje y de entorno inmediato. Estas zonas al interior de las propiedades continuarán así, hasta que sus dueños no determinen otros usos.

Tabla 3.54 Parche en Pasto

Tipo de Parche	Área	
	ha	%
Introducido	27,47	100
Total	**27.47**	**100**

- Bosque plantado

Este sector presenta dos áreas pequeñas y concentradas de plantación de eucalipto, al interior de diversas propiedades que se encuentran aledañas a la vía las Palmas en el punto donde se construirá la interconexión vial Baltimore, dicha cobertura se halla en un estado avanzado de desarrollo pues los individuos allí observados presentan alturas de hasta 26 metros y diámetros normales hasta de 80 cm. Este parche se verá reducido con la construcción del proyecto (Tabla 3.55).

Tabla 3.55 Parche en Bosque plantado

Tipo de Parche	Área	
	ha	%
Introducido	7,53	100
Total	**7,53**	**100**

- Bosque natural fragmentado

Este pequeño parche se encuentra localizado en el ingreso al Seminario Conciliar de Medellín sobre el costado izquierdo de la portería. Esta cobertura presenta una mezcla de rastrojo alto y bajo con vegetación pionera en un estado sucesional poco avanzado. Este parche (Tabla 3.56) desaparecerá en su totalidad con la construcción tanto de la interconexión vial Baltimore como de la plazoleta de entrada para este túnel.

Tabla 3.56 Parche en Bosque natural fragmentado

Tipo de Parche	Área	
	ha	%
Perturbación	1,17	100
Total	**1,17**	**100**

3.2.11.4.2 Acceso Occidental

Se identificaron en el área de influencia los siguientes parches.

- Mosaico pastos y espacios naturales.

A continuación, se presentan los parches de este tipo de cobertura (ver Tabla 3.57).

Tabla 3.57 Parche en Mosaico pastos y espacios naturales

Tipo de Parche	Área	
	ha	%
Remanente	123,62	100
Total	**123,62**	**100**

Uno de los parches remanentes se encuentra localizado en cercanía del portal de salida del Túnel Seminario. Se podría concluir que en esta zona existió anteriormente una plantación de eucalipto que ya fue aprovechada y su regeneración natural se ha dejado sin ningún tipo de manejo silvicultural. En la zona donde se halla el pasto arbolado se evidenció la presencia de unos pocos semovientes. El otro parche se halla localizado cerca al portal occidental del Túnel de oriente y desciende hasta la vía Santa Elena abrazando parte de la quebrada del mismo nombre. Estos parches están constituidos por zonas con rastrojo bajo, pastos enmalezados y pastos arbolados. Esta cobertura continuará así hasta que sus propietarios, determinen un uso diferente.

Hacia la parte alta de la montaña y al interior de los terrenos que anteriormente pertenecieron a CORFORESTAL, dada la ejecución del proyecto Plan Laderas y del Parque Arví, se han generado y conservado algunas zonas de protección para los cuerpos de agua que están llamados a servir como hábitat de entomofauna y avifauna, los cuales sirven de control natural de las plagas que potencialmente puedan desarrollarse en las actuales y futuras plantaciones forestales. Estas zonas de retiro presentan un futuro promisorio, cuya filosofía y manejo, les permitirá su permanencia.

Estos rastrojos presentan beneficios ecológicos importantes similares a los que brindan los parches en bosque natural.

La mayor zona presente en rastrojo bajo corresponde a áreas de servidumbre utilizadas para el mantenimiento de las líneas de transmisión de alta tensión que cruzan por el sector, y otras, más pequeñas, a áreas erosionadas sin uso.

Se definió que este parche es de tipo remanente por las siguientes razones:

- No se evidencia hacia el futuro la evolución de la composición florística de estas zonas, a coberturas más especializadas dentro de lo que se considera la sucesión vegetal.
- El mantenimiento de las líneas es constante y por tiempo indefinido.

- Pastos limpios.

A continuación se presentan los diferentes parches identificados (ver Tabla 3.58).

Tabla 3.58 Parche en Pastos limpios

Tipo de parche	Área	
	ha	%
Remanentes	50,04	73,98
	15,43	22,81
	2,01	2,97
	0,16	0,24
Total	**67,64**	**100**

Estas zonas presentan las siguientes características:

- En general, los pastos de la zona no están dedicados a la producción por razones de seguridad o por la poca fertilidad y productividad de los suelos.

- Otras zonas de pastos son aquellas que se encuentran en los alrededores de barrios o pequeñas casas aisladas, por lo que su mantenimiento es importante por razones de seguridad y de estética.

- Las zonas de gramas pertenecen a viviendas o construcciones, en las cuales su mantenimiento se basa en conceptos netamente de paisaje y entorno inmediato.

- De la anterior clasificación de parches, se concluye que se podrían presentar tres situaciones:

  – Las zonas que se sustraigan del plan de expansión urbana municipal, y que presenten una extensión que cumpla con los requisitos del Plan laderas, es posible que sean reforestadas.

  – Áreas que se sustraigan del plan de expansión urbana y que no tengan extensiones apropiadas para la reforestación, es posible que se urbanicen, en forma normal o subnormal, según se desenvuelva la historia del sector.

  – Zonas verdes al interior de las propiedades continuarán así, hasta que sus dueños no determinen otros usos.

  – Debiera desestimularse el pastoreo, controlar el sobrepastoreo mediante programas de extensión y fomentarse la reforestación en las zonas actualmente en pastos de la parte media de la microcuenca de la quebrada santa Elena.

- Tejido urbano continuo

En la Tabla 3.59 se presenta el área correspondiente a este parche.

Tabla 3.59 Parche en Tejido urbano continuo

Tipo de Parche	Área	
	ha	%
Introducido	28,10	100
Total	28,10	100

A diferencia del tejido urbano discontinuo del sector en Seminario, en esta zona se encuentran concentradas las zonas urbanas de forma continua: barrio Loreto, Medellín sin Tugurios, Cataluña y varios conjuntos habitacionales entre otros.

El fuerte relieve y la presencia de una capa de alteración de espesor moderado a bajo, junto con el clima húmedo y el uso de la tierra hacen de esta zona la más inestable y con mayores problemas actuales y potenciales de erosión hídrica superficial (erosión por escurrimiento difuso intenso y cárcavas en zonas sin vegetación) y de remoción en masa (desprendimientos en escarpes y deslizamientos en filos y otras unidades).

- Mosaico cultivo, pastos y espacios naturales

En la Tabla 3.60 se presenta el área correspondiente a este parche.

Tabla 3.60 Parche en Mosaico cultivo, pasto y espacios naturales

Tipo de Parche	Área	
	ha	%
Introducido	**17,13**	**100**
Total	**17,13**	**100**

Este sector clasificado en las coberturas terrestres como Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales se encuentra localizado en la vereda Media luna (zona rural), en el área donde la quebrada de santa Elena cruza la vía de este mismo corregimiento.

La agricultura debería desestimularse totalmente en zonas de pendiente por encima del 50%.

3.2.11.4.3 Acceso Oriental

- Bosque natural fragmentado.

En la Tabla 3.61 se identifica el siguiente parche

Tabla 3.61 Parche en Bosque natural fragmentado

Tipo de parche	Área	
	ha	%
Remanente	28,68	100
Total	**28,68**	**100**

Este parche incluye un área de 28,68 ha, pertenecientes al 17,93% del área total. No obstante el carácter remanente de este parche, su importancia en el paisaje radica en que forma parte de un gran parche que se localiza por fuera del área de influencia.

Razones como la producción de semillas y plántulas, con potencial de ser utilizadas mediante siembras o plantaciones de enriquecimiento al interior de los rastrojos existentes, hacen de este parche un área de especial interés.

- Pastos enmalezados.

En la Tabla 3.62 se identificó el siguiente parche.

Tabla 3.62 Parche en Pasto enmalezado

Tipo de parche	Área	
	ha	%
Remanente	23,50	100
Total	**23,50**	**100**

Es un pequeño parche que a pesar de tener vegetación con algún grado de diversidad, no se deben de separar del concepto de parcela bajo uso en ganadería extensiva, ya que hacen parte de una etapa específica del manejo tradicional de los potreros, como es la etapa o período de descanso.

Estos terrenos retornan, en la mayoría de los casos, a la producción ganadera, por lo que pierden la vegetación acumulada durante el período de descanso volviendo a una cobertura de pastos (potreros en general).

- Mosaico cultivos, pastos y espacios naturales.

En la Tabla 3.63 se presenta el área correspondiente a este parche.

Tabla 3.63 Parche en Mosaico cultivos, pasto y espacios naturales

Tipo de parche	Área	
	ha	%
Remanente	22,07	100
Total	**22,07**	**100**

Este parche tiene una extensión de 22,07 ha que corresponde a un 13,80% del área total del sector. Debido a la importancia que en los últimos años han tomado los cultivos de flores en Colombia para exportación, pequeñas parcelas han implementado este uso del suelo, igualmente en este parche se encuentran pastos y espacios naturales. A nivel de paisaje, indica estabilidad en la producción al igual que una utilización intensiva y permanente de la tierra.

La agricultura es de tipo minifundista. La ecología del paisaje tiene una tendencia a la mayor fragmentación de la tierra, en parcelas cada vez más pequeñas, debido a la partición de la tierra de padres a hijos por efectos de la conformación de nuevas familias.

- **Zonas verdes artificializadas no agrícolas**

En la Tabla 3.64 se presentan las áreas correspondientes a este tipo de parche

Tabla 3.64 Parche en Zonas verdes artificializadas no agrícolas

Tipo de parche	Área	
	ha	%
Introducido	31,29	100
Total	**31,29**	**100**

Los dos parches correspondientes a: Instalaciones recreativas y Fincas de recreo-parcelación que pertenecen al nivel 3 de la Clasificación Corine line (IGAC 2007), pasan a un nivel 2 (ver Tabla 3.13), como zonas verdes artificializadas, no agrícolas y abarcan una extensión de 31,29 ha, que corresponden a 19,56% del área total del sector. Este parche es el único territorio artificializado del sector y tiende a aumentar, debido a la aparición de foráneos en la zona, cuyo interés es comprar una parcela para construir una finca de recreo.

- Bosque plantado.

Se identificó el siguiente parche (Tabla 3.65).

Tabla 3.65 Parche en Bosque plantado

Tipo de parche	Área	
	ha	%
Introducido	10,50	100
Total	**10,50**	**100**

Este parche tiene una extensión de 10,50 ha correspondiente al 6,56% del área total del sector.

Este parche se considera introducido porque un parche de plantación forestal no deja de ser una cobertura introducida por la acción del hombre.

Estos bosques están compuestos fundamentalmente por latifoliadas rodeadas por algunas zonas de potreros, rurales nucleadas y rastrojos altos principalmente.

Las plantaciones forestales en esta zona presentan beneficios ecológicos intangibles, como la protección y regulación hídrica que ejercen sobre la quebrada Sajonia.

- Tierras desnudas o degradas.

Se identificó el siguiente parche (Tabla 3.66)

Tabla 3.66 Parche en Tierras desnudas o degradadas

Tipo de parche	Área	
	ha	%
Introducido	3,24	100
Total	**3,24**	**100**

Esta zona corresponde a una antigua cantera, localizada en el portal oriental del Túnel de Santa Elena, caracterizando el paisaje como un territorio escarpado con afloramiento de roca.

3.2.11.5 Corredores

Conformados por vías principales y de penetración, quebradas y caminos presentes en el área de influencia.

3.2.11.5.1 Acceso Occidental

- Santa Elena.

La vía a Santa Elena es el corredor de mayor influencia en este sector. En sus alrededores se han desarrollado y consolidado asentamientos como los barrios Juan Pablo II, Ocho de Marzo y Santa Lucía de las Estancias. Las influencias de esta vía sobre el desarrollo de la ecología del paisaje son:

- Por su cercanía a Medellín y la disponibilidad de terreno, ha facilitado el asentamiento subnormal de pequeñas comunidades que crecen aceleradamente.
- Deterioro de los bosques naturales, rastrojos y bosques comerciales que no tengan vigilancia adecuada, debido a que éstos tienen maderas que suplen elementos estructurales para la conformación de la casa, y leña para la cocción de alimentos.
- Extracción de musgo, tierra negra, plantas de interior, aves y otros animales para la venta en la ciudad, lo que afecta las áreas de bosques y rastrojos.

- Vías de penetración.

La zona presenta dos vías de penetración, una de ellas sale a la altura del sitio conocido como el Aserradero y la otra a la altura del seminario Arquidiocesano Redentoras Mater.

La vía del Aserradero es un camino forestal, con aproximadamente 1 800 m de longitud, de bajas especificaciones, concebido para la extracción de madera de las plantaciones que se encuentran en ese sector.

La vía que se desprende cerca al Seminario, con aproximadamente 1 200 m de longitud, es el camino de entrada a las instalaciones de éste, por lo que su función está prácticamente reducida y controlada a los quehaceres directos de la institución.

- Caminos indígenas.

En la margen izquierda de la cuenca de la quebrada Santa Elena, se identificaron estructuras en piedra como caminos, muros y vallados. De los primeros, construidos

durante la época prehispánica, se identificaron dos: el "Camino de los Chivos" y el "Camino del Tirabuzón"

El paisaje toma una nueva dimensión, pues además de las bondades escénicas y ecológicas, se incorpora un nuevo recurso, digno de análisis e inversión estatal, como es el de derecho a la conservación del patrimonio histórico y cultural de los pueblos.

- Quebradas.

Las características generales de la zona son:

- 18 cauces principales con 12 500 m de longitud.
- 14 afluentes para 7 quebradas, con una longitud de 4 131m.
- Longitud total de corrientes de agua de 16 733 m.
- Densidad de drenaje de 3,27 km/km^2.

Los cauces de agua localizados en el área de influencia son: ver Tabla 3.67:

Tabla 3.67 Cauces Sector Occidental

Quebrada	Longitud (m)	Afluentes (número)	Longitud (m)	Longitud total(m)
La Aguada	461			461
Bocana	1 141			1 141
La Escorrentía	518			518
La Espadera	1 732	5	2 915	4 647
NN1	175			175
NN2	260			260
La Seca	476	1	120	596
La Salada	440			440
Media Agua	1 584	2	466	2 150
El Chupadero	1 666			1 666
El Aserradero	360	2	124	484
La Pastora	1 047	1	107	1 154
La Pastorcita	749			749
La Pulgarina	238			238
Los Caunces	447	1	51	498
El Cuchillón	552			552
Los Caunces 1	136			136
La India	520	2	348	868
TOTAL	**12 502**	**14**	**4 131**	**16 733**

3.2.11.5.2 Acceso Oriental

- Vías principales.

Entre el portal Oriental del túnel y la glorieta del aeropuerto existen 6,13 km de vías principales, que corresponden al 63,1% de las vías de la zona.

La distribución de estas vías se presenta en la Tabla 3.68:

Tabla 3.68 Vías principales sector Oriental

Principales	km
Santa Elena	3,80
Aeropuerto - Las Palmas	0,60

Principales	km
Glorieta aeropuerto - autopista Medellín - Bogotá	1,34
Aeropuerto - Llano Grande	0,38
Total	**6,13**

La anterior cifra corresponde a una densidad vial de 2,34 km/km^2 (23,4 m/ha) para las vías principales.

- Vías secundarias.

Entre el portal Oriental y la glorieta del aeropuerto, se contabilizaron 3,58 km de vías secundarias y penetración, para una densidad vial de 1,37km/km^2 (13,7m/ha).

- Quebradas.

Entre el portal Oriental y la glorieta del aeropuerto se encuentran las siguientes quebradas, ver Tabla 3.69:

Tabla 3.69 Cauces Sector Oriental

Quebrada	Longitud en la zona(m)
Sajonia	3 500
Los Escobares	980
El Yarumo	790
Total	**5 270**

La quebrada Sajonia abastece algunos acueductos veredales. La quebrada El Yarumo sirve como fuente de abastecimiento a los acueductos veredales de Sajonia - Alto Vallejo, el cual tiene capacidad para 400 usuarios, y al acueducto del aeropuerto José María Córdova y parte de la Vereda Yarumal.

La densidad de drenaje es de 2km/km^2 (20m/ha).

3.2.11.6 La dimensión perceptual del paisaje

El paisaje como recurso se puede definir como el espacio que provoca una serie de sensaciones que tienen que ver con componentes estéticos, culturales o emocionales y en el que existe un amplio sistema de interrelaciones.

El ser humano, analiza e interpreta lo percibido en este espacio, por tal razón para que exista un paisaje deben darse dos requisitos: la existencia de un espacio físico constituido por una porción de terreno o una masa de agua y la percepción de este territorio originada por la alteración de los sentidos.

La imagen del paisaje se forma en la mente de la persona gracias a la información que recibe a través de los sentidos: formas, tamaños, colores, movimientos, sonidos. Otra es la formada por las relaciones existentes entre los distintos componentes del paisaje y entre seres vivos, otra la percibida por los habitantes de una zona a través de su relación con el territorio que habita.

La memoria como mecanismo de transmisión del conocimiento, permite que la población especialmente los más jóvenes asuman referentes geográficos, históricos y culturales que les identifica con el territorio, y construyan a través del tiempo lazos sociales y territoriales. A pesar de la magnitud de la transformación en el contexto natural y social que nos ocupa, se observa la persistencia de una frágil continuidad en la valoración y uso del

territorio; el arraigo de una población que aunque cada vez menos, reconoce en el territorio las huellas de sus anteriores generaciones como identidad y a pesar de los constantes factores externos que la amenazan, se niega a desaparecer.

3.2.11.6.1 Túnel Seminario y Acceso Occidental

Los principales referentes espaciales para el primer sector son, la vía que conecta a Medellín con Rionegro, via Las Palmas y el seminario mayor con su cúpula emblemática; ellos simbolizan diversos valores suburbanos espaciales relacionados con el límite del territorio, la conectividad y la localización.

El segundo sector no posee referentes espaciales significativos para la escasa población asentada en dicha zona, y los que existen no son de fácil reconocimiento. Se identifican dos marcas longitudinales alineadas de oriente a occidente, las cuales son formadas por el cambio de cobertura vegetal de plantaciones forestales a rastrojo bajo y potrero; el origen de dichas franjas proviene del mantenimiento de la servidumbre para dos líneas de transmisión eléctrica, aun existentes.

La vertiente izquierda de la quebrada Santa Elena se encuentra dividida en dos zonas bien diferenciadas y demarcadas a partir de la forma, el color y la textura que poseen; la vía que conecta a Medellín con Rionegro por Santa Elena, es el eje que articula y separa estas dos zonas.

La primera zona corresponde a la franja existente entre la quebrada Santa Elena y la vía intermunicipal, en donde existen asentamientos de considerable densidad como los barrios Ocho de Marzo, Juan Pablo II y Barrios de Jesús; este sector se extiende desde el cruce de la quebrada Santa Elena con la vía intermunicipal hasta el cruce de esta misma vía con el límite urbano de Medellín. Los barrios, que se consolidaron desde la década de los 70 hasta los 90, ocupan zonas de protección, clasificadas de alto riesgo de deslizamiento.

La forma longitudinal de la zona está marcada por la disposición de las viviendas, las cuales son alineadas siguiendo la topografía. El color y la textura de los materiales empleados en la construcción de las viviendas permiten un fácil reconocimiento y clasificación de los asentamientos, que varían entre viviendas en mampostería con una o dos alcobas y los más precarios, "cambuches", construidos con diversos materiales de desecho.

La segunda zona va desde la vía intermunicipal hasta la divisoria de la margen izquierda de la quebrada Santa Elena. La forma se enmarca por la silueta que establece la cuchilla y por las disecciones de las microcuencas que generan grandes sombras verticales sobre dicha vertiente.

Debido a los diferentes usos del suelo y a los tipos de coberturas vegetales existentes, los colores y las texturas tienen múltiples variaciones, aún en las zonas de plantación, gracias a las edades de los cultivos y a los diversos estados sucesionales en los bosques naturales; sin embargo, este aparente equilibrio en la variedad compositiva por el tipo de cobertura, tiene una tendencia de dominio de las plantaciones correspondientes al *Pinus Patula y Cupressus lusitanica*.

Fuera de las plantaciones, los bosques, potreros y rastrojos, existen algunas edificaciones dispersas en cercanías a la vía intermunicipal, donde sobresale el Seminario Redentoras

Máter, que se articulan escénicamente como contrapuntos de referencia contra el paisaje de fondo, estableciendo una escala espacial que es difícil de asimilar sólo con la cobertura vegetal.

También se encuentran los parajes naturales como saltos y pequeñas cascadas, localizadas en los diferentes afluentes de la quebrada Santa Elena, que son referentes poco reconocidos, dada las condiciones de inaccesibilidad en que se encuentran; existe además un mirador conocido como el alto de La Paloma, localizado sobre la divisoria de aguas de la vertiente sur de la quebrada Santa Elena, desde donde se puede apreciar el valle del Aburrá con una panorámica que se extiende del municipio de la Estrella hasta el municipio de Bello.

- Edificaciones: Cúpula Seminario Conciliar de Medellín y Seminario Redentoras Máter.

- Zonas verdes: corresponde a los tratamientos dados en los conjuntos residenciales, a la vegetación que existe al borde de la vía a Las Palmas, a una franja sin intervenciones urbanas desde el cruce del proyecto con la vía las Palmas hasta el barrio Loreto, donde existen especies y a una zona final con plantaciones de pinos y eucaliptos en terrenos de la Universidad Potificia Bolivariana. Dichas coberturas ofrecen diversos grados de permeabilidad visual, brindando altos contrastes contra las edificaciones distribuidas a lo largo de la zona de estudio.

- Obras civiles: la vía a Las Palmas y el tanque de almacenamiento de agua de las Empresas Públicas de Medellín.

- Ríos y quebradas: quebradas La Asomadera, La Milagrosa, Los Arados, La India y La Pastora.

- Relieve topográfico: Sobresale la cuchilla sur de la quebrada Santa Elena

3.2.11.6.2 Túnel de Santa Elena

Existen lugares de memoria significativos por el uso que han tenido a través del tiempo. En términos generales en este caso pueden reconocerse varios usos, el asociado al transporte de los materiales extraídos del bosque y de los cultivos, de algunos se sabe que corresponden a lugares actualmente utilizados por el carácter histórico y paisajístico de la zona, como en el caso de los caminos utilizados actualmente por un sin numero de caminantes; otros lugares están asociados a diferentes especialidades, por ejemplo, culinarias demandadas por visitantes quienes desean encontrar en el estilo "típico", el prototipo paisa, reforzando así una tradición y alimentando un ideal de pertenencia y otra no menos importante corresponde a lugares que ofrecen la belleza de la naturaleza.

Se observa la predilección tanto por los espacios construidos como por los hitos naturales, como referentes construidos se tienen placas polideportivas, escuelas, miradores, tiendas, estaderos, iglesias, el Liceo, el parque central y como hitos naturales que para los jóvenes han contribuido a construir la historia de la región y han sido testigos de los cambios de la zona, se ubican sitios de interés como: Chorro Clarín, La Laguna de Guarne, Charco Hondo, los miradores, Charco Azul y los bosques nativos; igualmente en las veredas algunos referentes particulares son:

- El Mirador del Plan, un atractivo turístico de carácter escénico paisajístico por la visual sobre la ciudad que en términos locales convoca a la población joven tanto por este

hecho como por ser escenario de encuentro de los grupos, el cual utilizan para sus paseos y otras actividades lúdicas.

• En Media Luna la escuela es el epicentro, cumple las funciones educativas propias y también de convocatoria para los asuntos sociales de la vereda, igualmente se reconoce la importancia para la población de figuras como la Capilla y el estadero El Pingüino.

• En la vereda el Plan, la centralidad está configurada por una escuela, un parque recreativo pequeño, un salón comunal y una tienda tradicional denominada El Chispero; la cual aparte de la actividad tradicional de venta de comestibles, legumbres y el billar, es centro de diversiones. A este epicentro llega gente de otras veredas que hacen de este un lugar de rumba, lo cual aumenta en los días de la Feria de las Flores y en las festividades navideñas.

• Santa Elena Central es el punto focal del corregimiento, es una centralidad geográfica y social resultado de la acumulación de sedes fundamentalmente a lo largo del eje formado por la vía Medellín – Rionegro; punto de referencia y encuentro con una apropiación total por parte de la comunidad y un uso intenso del espacio.

3.2.11.6.3 Acceso Oriental

• El elemento de composición de esta zona va desde el portal oriental del túnel, localizado arriba del estanquillo de Sajonia, hasta la glorieta del aeropuerto. Entre estos dos puntos se han establecido varios asentamientos destinados al uso residencial, recreacional y comercial, reflejando con sus edificaciones su nivel socioeconómico, en el cual predominan los estratos medio y alto.

• Los elementos de composición más reconocibles son:

• Zonas verdes: La cobertura vegetal responde a un diseño que ayuda a conformar diferentes ambientes escénicos y paisajísticos; en algunos casos, y gracias a la cobertura vegetal existente en el lindero hacia la vía, se puede deducir el tipo de relaciones sociales de sus residentes. Sobresalen algunos predios por el aislamiento visual que logran con el bambú y otros tipos de coberturas; también existen los que delimitan sus propiedades con diversas especies arbóreas con una mayor permeabilidad visual.

• Obras civiles: la vía a Medellín.-.Santa Elena, la glorieta Sajonia -variante Las Palmas, la glorieta del aeropuerto y el aeropuerto José María Córdova

• Ríos y quebradas: La quebrada Sajonia

• Relieve topográfico: Sobresale el alto Cerro Verde donde se encuentran las instalaciones de radar y microondas de la AEROCIVIL.

Otro referente: estanquillo de Sajonia

3.3 MEDIO BIÓTICO

La caracterización de los aspectos bióticos se enfoca hacia las zonas afectadas directamente por el proyecto, define las coberturas vegetales naturales, la flora y fauna existente, sus usos e importancia ecológica. La información presentada a continuación está basada en el EIA del año 2000 y actualizada por información secundaria en varias fuentes consultadas y por información recolectada en diferentes visitas de campo.

3.3.1 Flora

3.3.1.1 Coberturas vegetales

La mayor parte del área estudiada presenta un paisaje que es resultado de la perturbación antrópica; por lo cual, en esta sección se caracterizan las coberturas presentes en las diferentes zonas de influencia, especialmente de tipo puntual.

La caracterización de la cobertura vegetal natural se presenta dividida en cuatro sectores: Baltimore, Acceso Occidental, Túnel de Santa Elena y Acceso Oriental.

La información presentada a continuación fue verificada en visitas de campo y complementa el levantamiento semidetallado de las coberturas terrestres para el departamento de Antioquia realizado por el IGAC en el año 2007. (PLANO AO_EA_LB_001). El sector Baltimore se caracteriza a partir de una imagen satelital de Google Earth. Los ecosistemas naturales existentes en el área de estudio se pueden clasificar en:

3.3.1.1.1 Bosque natural fragmentado

Son bosques naturales con intervención humana, pero que mantienen su estructura original. Se notan transformaciones completas de la cobertura en su interior, originando parches por la presencia de otras coberturas como pasto, cultivos y/o rastrojos, que ocupan áreas no mayores al 30% de la unidad. Incluye vegetación de bosque secundario. El bosque secundario forma parte de la llamada Reserva Forestal Protectora Parque Regional ARVI, localizada en la parte media de la Microcuenca. Además contempla los rastrojos altos y mezclas de rastrojos altos y bajos (Ra-Rb), que constituyen estadíos avanzados de la sucesión natural, en los cuales se entremezclan especies propias del bosque maduro con especies de estadios intermedios de la sucesión y algunas veces de estadios tempranos (rastrojo bajo).

3.3.1.1.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva

Corresponde a aquellas unidades de vegetación natural de porte bajo con un dosel irregular en donde predominan elementos arbustivos producto de las condiciones naturales o la acción antrópica. Presenta arbustos y posiblemente elementos arbóreos dispersos.

3.3.1.1.3 Bosque de galería o ripario

Se refiere a la vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. En las zonas ribereñas, las especies son generalmente más higrófilas.

3.3.1.1.4 Bosque plantado

Es una plantación de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. Se constituyen rodales forestales establecidos mediante plantación y/o siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la

producción de madera. El bosque plantado cubre gran parte de la zona media, en especial en la vertiente sur, y luego continúa por las laderas próximas a la divisoria de aguas en la zona del altiplano de Santa Elena. Se encuentra especialmente entre las cotas 1 800 y 2 800 msnm, en laderas de alta pendiente, y sus principales especies son eucalipto (*Eucalyptus sp)*, ciprés *(Cupressus lusitanica)* y pino pátula *(Pinus patula)*, siendo el eucalipto la más importante. El uso de estos bosques es el forestal (productor y protector-productor).

3.3.1.1.5 Regeneración natural de eucalipto

El bosque plantado de eucalipto, luego de ser aprovechado regenera naturalmente y presenta varios individuos muy poco desarrollados a partir del tocón. Esta cobertura es hallada en la mayoría del área del sector Baltimore.

3.3.1.1.6 Árboles aislados

Se presenta una pequeña área con árboles aislados ornamentales en el sector Baltimore.

3.3.1.1.7 *Pastos* o formación abierta a base principalmente de gramíneas y leguminosas herbáceas

Pueden presentarse como pastos limpios en donde un porcentaje de cobertura mayor a un 70% impide la presencia de otras coberturas, también como pastos arbolados en los cuales se aprecian de manera dispersa árboles, y finalmente como pastos enmalezados invadidos por malezas que conforman rastrojos con una altura de estrato menor de 1,5 m.

3.3.1.1.8 Mosaico de pastos con espacios naturales

Superficies ocupadas principalmente por pastos en combinación con espacios naturales tales como relictos de bosque natural, arbustos y matorrales, bosque de galería y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y que debido a limitaciones de uso por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural. Las áreas de pastos ocupan entre el 30 y el 70% de la superficie total de la unidad.

3.3.1.1.9 Cultivos

Áreas ocupadas con cultivos, se encuentran localizados especialmente en las áreas de menor pendiente del altiplano, por lo general en pequeñas parcelas. Entre los cultivos más importantes se encuentran la mora y la papa, aunque también se observan parcelas con hortalizas tales como cebolla de rama, tomate, apio, cilantro, y frutales como el tomate de árbol y uchuva. No obstante, dominan los complejos de cultivos limpios y pastos.

3.3.1.1.10 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Superficies ocupadas principalmente por cultivos y pastos en combinación de espacios naturales importantes. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre el 30 y 70% de la superficie total de la unidad.

- Túnel Seminario.

Esta zona en su mayoría se encuentra dentro de predios del Seminario Conciliar de Medellín y de la Universidad Pontificia Bolivariana. Es importante anotar que, desde el punto de vista ecológico, se caracteriza por un mosaico o cobertura vegetal mixta de árboles, jardines, arbustos, alguna huerta de hortalizas, parcelas de pasto, además de la construcción y de lotes con regeneración natural de eucalipto en estadios muy poco avanzados. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular regeneración natural de eucalipto).

El intercambio vial del Túnel Seminario se halla contiguo a la actual vía de las Palmas, lo cual se refleja en la intensa alteración de las coberturas allí presentes. Es así como se diferencian dos coberturas: una plantación muy intervenida de *Eucalyptus saligna* por todas las obras ejecutadas en esta vía y por otra parte dentro de predios del Seminario Conciliar de Medellín se puede diferenciar una Mezcla de rastrojo alto y bajo compuesta por vegetación pionera. Las especies dominantes son helechos y especies de las familias Melastomataceae, Cecropiaceae y Myrtaceae, en donde se genera un ambiente apropiado para el crecimiento de yarumo, punta lanza y eucalipto, este último como regeneración por la existencia de antiguas plantaciones. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular plantación de eucalipto y mezcla de rastrojo alto y bajo).

- Acceso Occidental.

El Sector correspondiente al portal Occidental del Túnel de Santa Elena, perteneciente a la finca San Jorge, ha sido transformado casi en su totalidad en pastizales y plantación forestal, conservando vegetación natural en áreas aledañas a la quebrada La Aguadita, generalmente en forma de vegetación ribereña, y como mosaico de pastos y espacios naturales. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular vegetación Quebrada La Aguadita)

La cobertura vegetal natural en la Vereda Media Luna aparece como un mosaico muy variado, dependiente del uso del suelo, cuya actividad principal ha sido la plantación forestal. Al interior de las áreas plantadas, en especial con ciprés, se presenta en forma abundante la regeneración de algunas especies nativas de carácter pionero. Las zonas donde existe alta densidad de siembra y los árboles presentan alturas de más de 10 metros, la regeneración de especies vasculares es prácticamente nula, observándose principalmente un manto de líquenes y briofitas sobre la superficie del suelo.

Existen zonas, generalmente localizadas en las márgenes de las quebradas, que presentan rastrojos con alturas promedio no mayores de cinco metros. Es el caso particular de la quebrada Bocana, en cuyas riberas se presentan rastrojos bajos no estratificados. En áreas aledañas a la quebrada La Espadera se localiza un relicto de bosque secundario, con cierto nivel de conservación, el cual posee sotobosque dominado por helechos, anturios y palmas, además de estratos intermedios y un dosel definido. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular vegetación quebrada La Bocana y La Espadera).

Las quebradas Mediagua y El Chupadero, se encuentran dentro de una plantación forestal de ciprés, ninguna de ellas presenta vegetación ribereña en la zona donde pasa el

eje de la vía. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular plantación forestal de cipres).

La quebrada La Pastora se encuentra rodeada por una plantación forestal de *Eucalyptus saligna* y presenta vegetación ribereña de carácter pionero.

- Túnel de Santa Elena.

En este Sector se presentan varios tipos de cobertura propios de una zona con fuerte intervención antrópica, donde son muy escasas las comunidades vegetales que presentan una representatividad aceptable de la composición florística original de la región, y en la zona rural, la mayor parte de las áreas existentes corresponden a potreros, que gradualmente pasan a ser sustituidos por zonas urbanizadas. En esta zona por ser de gran extensión, se presentan muchos de los ecosistemas naturales descritos para las coberturas vegetales: Bosque natural fragmentado, Bosque plantado, Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, Cultivos, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Pastos limpios, arbolados y enmalezados. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular, coberturas vegetales del techo del Túnel de Santa Elena).

- Acceso Oriental.

La zona correspondiente al sitio de acceso entre la vía a Santa Elena y el portal Oriental del túnel hace parte de una antigua cantera de explotación de material, razón por la cual, la cobertura vegetal existente se limita a rastrojos bajos, pastizales enrastrojados con algunos árboles aislados intercalados con pequeñas áreas de plantación de pino pátula, ciprés y eucalipto, con alto grado de perturbación, ocasionado por entresaca no controlada. Presenta una vegetación ribereña muy pobre alrededor de la Quebrada Sajonia. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular, Sector portal oriental).

3.3.1.2 Túnel Seminario

3.3.1.2.1 Inventario forestal

La caracterización florística del sector se realizó mediante un inventario forestal al 100% de las zonas específicas que serán intervenidas (polígonos) y mediante la identificación y caracterización de las coberturas por las que pasará la infraestructura.

En total se establecieron 6 polígonos correspondientes a las zonas en las que se comprometen árboles por la construcción del proyecto en este sector (PLANO AO_EA_DE_001). En cada polígono se midieron los individuos con diámetro a la altura del pecho mayor o igual a 10 cm (DAP ≥ 10 cm). En la Tabla 3.70 se presentan los polígonos, la cobertura a la que pertenecen y su localización.

Tabla 3.70 Polígonos de medición, tipo de cobertura y localización.

Polígono	Cobertura					Localización			Área (m^2)
	Ra-Rb	Pe	Ai	Pa	Re	Norte	Este	Altitud (m)	
Portal oriental Túnel Seminario	x					1179802	836181	1769	18.698
Intercambio Vial de Baltimore		x				1179759	836146	1759	4.099

Polígono	Cobertura					Localización			Área (m^2)
	Ra-Rb	Pe	Ai	Pa	Re	Norte	Este	Altitud (m)	
Portería Seminario			x			1179747	836215	1766	3.341
Portal Occidental Túnel Seminario					x	1180389	836819	1812	3.985
Depósito Seminario	x				x	1180180	836937	1860	56.828
Depósito Bolivariana	x			x		1180595	836399	1800	58.286

Ra-Rb: Mezcla de Rastrojo alto-bajo; Pe: Plantación de eucalipto; Ai: Árboles ornamentales aislados; Pa: Pasto arbolado, Re: Regeneración natural de eucalipto.

3.3.1.2.2 Composición florística

En la Tabla 3.71 se presenta el listado de especies halladas en este sector y en el Anexo _ 3.4, el censo de especies con sus nombres locales y variables dasométricas.

Tabla 3.71 Especies vegetales identificadas en el sector Baltimore

Familia	Especie	Nombre común
Anacardiaceae	*Anacardium excelsum*	Caracolí
	Mangifera indica	Mango
	Toxicodendron striatum	Manzanillo
Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabana
Arecaceae	*Aiphanes aculeata*	Corozo
Asteraceae	*Asteraceae Indet. 1*	
	Asteraceae Indet. 2	
Bignoniaceae	*Jacaranda mimosifolia*	Gualanday
	Tecoma stans	Chirlobirlo
Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba
	Ochroma lagopus	Balso
Caesalpinaceae	*Albizia carbonaria*	Pisquin
Cecropiaceae	*Cecropia angustifolia*	Guarumo
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Ciprés
Euphorbiaceae	*Hyeronima sp.*	
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate
	Persea caerulea	Aguacatillo
Liliaceae	*Dracaena fragrans*	dracena
Lythraceae	*Adenaria floribunda*	Chaparro
Melastomataceae	*Miconia caudata*	
	Miconia jahnnii	
Mimosaceae	*Acacia melanoxylon*	Acacia negra
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro
Moraceae	*Ficus benjamina*	Falso laurel
	Ficus sp.	Higuerón
	Ficus tonduzii	Lechoso

Familia	Especie	Nombre común
Myrsinaceae	*Myrsine coriaceae*	Espadero
Myrtaceae	*Eucalyptus saligna*	Eucalipto
	Eucalyptus sp.	Eucalipto
	Psidium guajava	Guayabo
	Syzygium jambos	Pomo
Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Urapán
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino patula
Rutaceae	*Citrus reticulata*	Mandarino
	Citrus sp.	Cítricos
	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo
Sterculiaceae	*Theobroma cacao*	Cacao
Ulmaceae	*Trema micrantha*	Surrumbo
Urticaceae	*Urera sp*	

En total se registraron 39 especies pertenecientes a 24 familias botánicas para un total de 1.171 individuos registrados. Las familias más representativas son: Myrtaceae representada por 4 especies, Anacardiaceae, Moraceae y Rutaceae representadas por 3 especies (Figura 3.6).

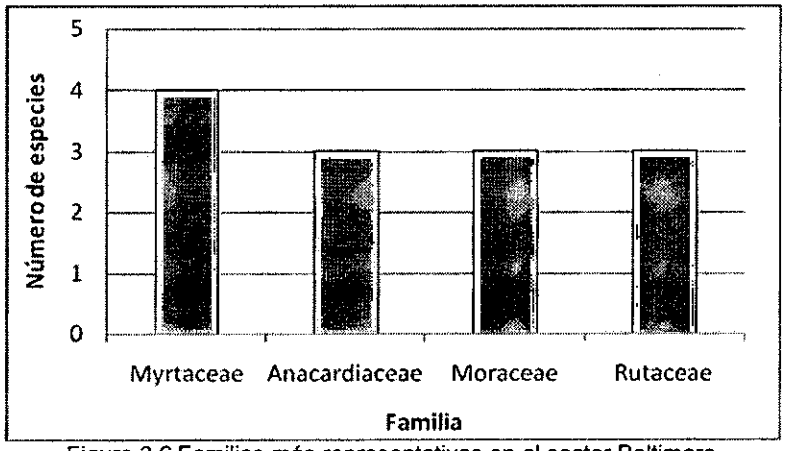


Figura 3.6 Familias más representativas en el sector Baltimore

- Portal oriental Túnel Seminario:

Este polígono se encuentra bajo la cobertura denominada como Mezcla de rastrojo alto-bajo donde se presentan especies típicas de una zona con fuerte intervención antrópica, dominando las siguientes: *Miconia caudata* (punta lanza), *Cecropia angustifolia* (yarumo) y *Syzygium jambos* (pomo). También son frecuentes individuos de la especie *Toxicodendron striatum* (manzanillo) y algunos individuos resultado de la regeneración natural de la especie *Eucalyptus saligna*, la cual ha sido ampliamente plantada en estas zonas.

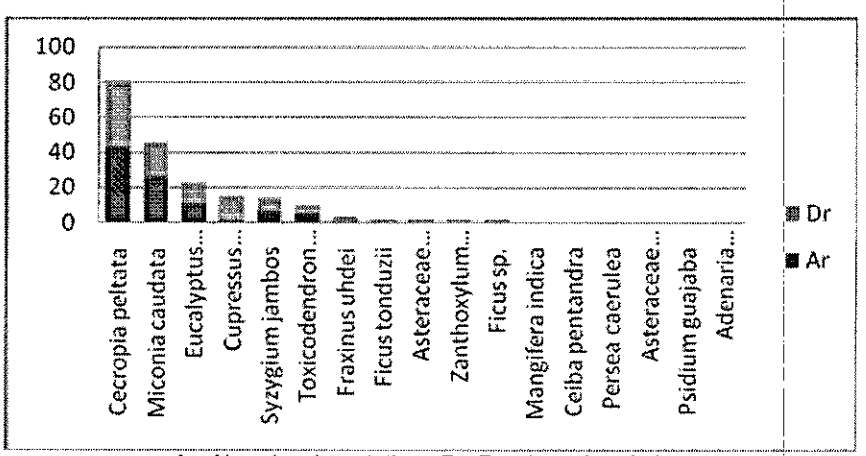
3.3.1.2.3 Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para este polígono se calculó el índice de valor de importancia a partir de los datos tomados en campo del área total a intervenir, que arrojó los siguientes resultados (Tabla 3.72; Figura 3.7 y Figura 3.8):

Tabla 3.72 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal oriental Túnel Seminario para individuos con DAP ≥ 10 cm

Familia	Especie	Nombre común	N	Ar	Dr	IVI
Cecropiaceae	*Cecropia angustifolia*	Yarumo	139	43,30	37,62	80,92
Melastomataceae	*Miconia caudata*	Punta lanza	86	26,79	18,45	45,24
Myrtaceae	*Eucalyptus saligna*	Eucalipto	35	10,90	11,53	22,44
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Ciprés	6	1,87	12,95	14,82
Myrtaceae	*Syzygium jambos*	Pomo	21	6,54	6,93	13,47
Anacardiaceae	*Toxicodendron striatum*	Manzanillo	17	5,30	3,88	9,18
Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Urapán	2	0,62	2,49	3,12
Moraceae	*Ficus tonduzii*	Lechoso	3	0,93	0,98	1,91
Asteraceae	*Asteraceae Indet. 2*		3	0,93	0,85	1,78
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium*	Tachuelo	2	0,62	0,97	1,60
Moraceae	*Ficus sp.*	Lechoso	1	0,31	1,25	1,56
Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	1	0,31	0,58	0,89
Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba	1	0,31	0,49	0,80
Lauraceae	*Persea caerulea*	Aguacatillo	1	0,31	0,49	0,80
Asteraceae	*Asteraceae Ind. 1*		1	0,31	0,20	0,51
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayabo	1	0,31	0,18	0,50
Lythraceae	*Adenaria floribunda*	Chaparro	1	0,31	0,14	0,45

N: Número de individuos. Ar: Abundancia relativa. Dr: Dominancia relativa. IVI: Índice de valor de importancia



Ar: Abundancia relativa. Dr: Dominancia relativa

Figura 3.7 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal Oriental Túnel Seminario para individuos con DAP ≥ 10 cm

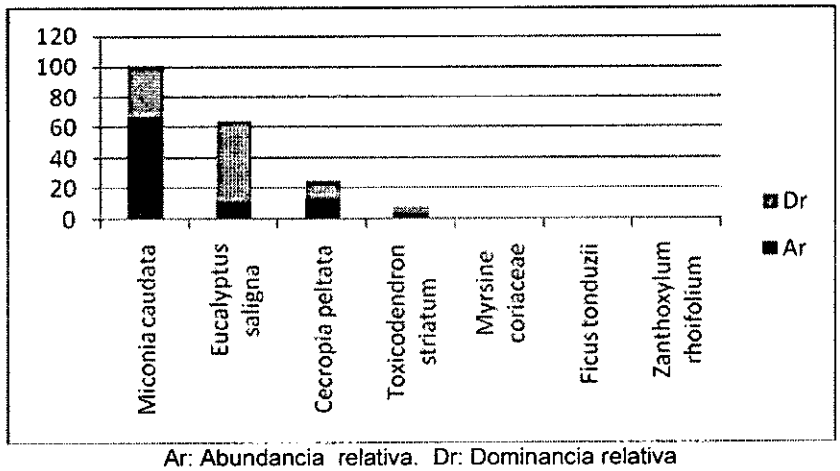
Se hallaron un total de 17 especies pertenecientes a 12 familias botánicas, para un total de 321 individuos. Al realizar un análisis de abundancia se encuentra que la especie con mayor número de individuos es *Cecropia angustifolia* (yarumo) representada por 139 individuos (43,30%), seguida por *Miconia caudata* (punta lanza) con 86 individuos (26,79%) y finalmente se encuentra la especie *Eucalyptus saligna* con 35 individuos (10,90%). Estas tres especies abarcan el 80,99% de individuos registrados para esta

cobertura. Este hallazgo hace referencia a la poca diversidad y a las condiciones de vegetación pionera marcadas en esta cobertura. En cuanto a la distribución horizontal que hace referencia al área basal, se presenta una tendencia muy similar a la de la abundancia o densidad relativa, ocupando el primer lugar la especie *Cecropia angustifolia,* seguida por *Miconia caudata*. Entre estas dos especies se concentra más del 50% del valor del IVI. Así mismo se halló el índice de Valor de importancia para los individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 3.73

Tabla 3.73 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal oriental Túnel Seminario para individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm

Familia	Especie	Nombre común	N	Ar	Dr	IVI
Melastomataceae	*Miconia caudata*	Punta lanza	139	67,15	35,04	78,21
Myrtaceae	*Eucalyptus saligna*	Eucalipto	25	12,08	16,99	43,44
Cecropiaceae	*Cecropia angustifolia*	Yarumo	30	14,49	17,13	28,07
Anacardiaceae	*Toxicodendron striatum*	Manzanillo	10	4,83	12,64	14,77
Myrsinaceae	*Myrsine coriacea*	Espadero	1	0,48	3,53	8,70
Moraceae	*Ficus tonduzii*	Lechoso	1	0,48	2,27	2,88
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium*	Tachuelo	1	0,48	0,77	1,69

N: Número de individuos. Ar: Abundancia relativa. Dr: Dominancia relativa. IVI: Índice de valor de importancia



Ar: Abundancia relativa. Dr: Dominancia relativa

Figura 3.8 Índice de valor de importancia (IVI) de las especies registradas en el polígono Portal oriental Túnel Seminario para individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm

En esta categoría se hallaron 7 especies pertenecientes a 7 familias botánicas, para un total de 207 individuos. En esta categoría se encuentra que la especie más abundante es *Miconia caudata* (punta lanza) con 139 individuos (67,15%), seguida por *Cecropia angustifolia* (yarumo) representada por 30 individuos (14,49%) y finalmente se encuentra la especie *Eucalyptus saligna* con 25 individuos (12,08%). Estas tres especies abarcan el 93,72% del total de individuos, por lo que se concluye una baja diversidad en cuanto a la regeneración natural además de ser especies de carácter pionero. En cuanto a la distribución horizontal la especie que mejor se distribuye es *Eucalyptus saligna*, una especie representada por 25 individuos pero que por su dominancia ocupa el segundo lugar del índice.

El análisis de composición permite observar que la vegetación característica de esta zona es totalmente pionera y se refleja en la presencia de especies naturales rústicas de muy fácil regeneración, así mismo se hallan algunos individuos de mayor porte que han permanecido a través del tiempo, aunque su abundancia es mínima y en algunos casos representadas por tan solo un individuo.

En cuanto a las especies herbáceas y de menor porte, en el momento de realizar el inventario no se hallaron en esta cobertura, debido a que el Seminario Conciliar de Medellín, realiza labor de limpieza dentro de sus predios.

Intercambio vial Baltimore: Presenta una plantación madura de *Eucalyptus saligna* aledaña a la vía actual de las Palmas, donde se observan muy pocos individuos de otras especies como: *Albizia carbonaria* (pisquín), *Miconia caudata* (punta lanza), *Cecropia angustifolia* (yarumo) y *Urera sp.*, representadas por un número muy bajo de individuos

Portería del Seminario: En este polígono se encuentra un grupo de 26 individuos ornamentales de las especies: *Annona muricata* (guanábana), *Psidium guajava* (guayabo), *Mangifera indica* (mango), *Persea americana* (aguacate), *Cedrela odorata* (cedro), *Citrus sp.* (Naranja agria y limón mandarino) *Dracaena fragans* (dracena), *Theobroma cacao* (cacao), *Cedrela odorata* (cedro), y las palmas *Dypsis lutescens* (palma areca) y *Aiphanes aculeata* (Corozo).

Portal occidental túnel Seminario: En esta zona se halló una regeneración natural de eucalipto con muy pocos individuos de otras especies, entre ellas: *Cecropia angustifolia* (yarumo), *Miconia caudata* (punta lanza) y *Cupressus lusitánica* (ciprés).

Depósito Seminario: En este polígono se identificaron dos coberturas: Mezcla de rastrojo alto-bajo y Regeneración natural de eucalipto. Además del eucalipto *(Eucalyptus saligna),* se encontraron algunos individuos de especies como: *Syzygium jambos* (pomo), *Cecropia angustifolia* (yarumo), *Miconia caudata* (punta lanza), *Persea caerulea* (aguacatillo) y *Ficus spp.* (higuerón).

Depósito Bolivariana: Posee dos zonas una con un pasto arbolado con especies como: *Spathodea campanulata* (miona), *Ficus benjamina* (laurel), *Eucalyptus sp.*, *Pinus patula* (pino pátula), *Fraxinus uhdei* (urapán) y la otra bajo un rastrojo alto donde se hallaron individuos de las especies, *Cupressus lusitánica* (ciprés), *Miconia caudata* (punta lanza), *Cecropia angustifolia* (yarumo), *Fraxinus uhdei* (urapán) y en mayor cantidad individuos de la especie *Eucalyptus sp.,* esta zona posee una gran cantidad de caña brava (*gynerium sagitatum*).

3.3.1.2.4 Análisis estructural

Las variables promedio de los árboles individuales en cada polígono se presentan en la Tabla 3.74.

Tabla 3.74 Variables dendrométricas promedio en los polígonos estudiados para individuos con DAP ≥ 10 cm

Polígono	D (cm)	Ht (m)	Hc (m)	g (m^2)	Vt (m^3)	Vc (m^3)	B (ton)
Portal oriental Túnel Seminario	15,72	7,46	4,78	0,023	0,137	0,103	0,179
Intercambio Vial de Baltimore	30,52	14,56	11,54	0,098	0,666	0,604	0,368

Polígono	D (cm)	Ht (m)	Hc (m)	g (m^2)	Vt (m^3)	Vc (m^3)	B (ton)
Portería Seminario	20,53	6,63	3,16	0,047	0,165	0,102	0,316
Portal occidental Túnel Seminario	11,87	9,68	5,06	0,011	0,266	0,202	0,041
Depósito Seminario	14,68	7,40	3,43	0,020	0,145	0,087	0,153
Depósito Bolivariana	19,29	9,31	4,53	0,042	0,320	0,225	0,183

D: diámetro a la altura de pecho; Ht: altura total; Hc: altura comercial g: área basal; Vt: volumen total; Vc: volumen comercial; B: biomasa.

Los análisis estructurales de un bosque permiten evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie. Estos análisis pueden involucrar diferentes parámetros como diámetro, altura total y área basal. A partir de los datos obtenidos en el inventario forestal se elaboraron diagramas de distribución diamétrica y de alturas para el polígono Portal oriental Túnel Seminario.

- Distribución diamétrica

El polígono estudiado que se encuentra bajo la cobertrua denominada Mezcla de rastrojo alto-bajo, posee una gran cantidad de pequeños y medianos individuos mezclados con escasos individuos de gran tamaño en diámetro y altura (Figura 3.6). Se aprecia la forma típica de "J" invertida, característica de poblaciones irregulares o disetáneas, conformada por árboles de edades diferentes, en donde los mayores diámetros tienden a ser los árboles de mayor edad. Esta composición constituye la mejor garantía para la existencia y sobrevivencia de la comunidad forestal, ya que los individuos de mayores dimensiones que son eliminados ocasionalmente, son sustituidos por individuos de categorías diamétricas inferiores. En general se presentan pocos individuos con valores altos de diámetro correspondientes a especies de *Eucalyptus saligna* (eucalipto), *Cupressus lusitánica* (ciprés) y representadas por tan solo un individuo especies como *Fraxinus uhdei* (urapán) y *Ficus spp.* (higuerón). Estadísticamente, el modelo que mejor representa la estructura diamétrica de la cobertura es el de De Licourt y Meyer (exponencial negativo).

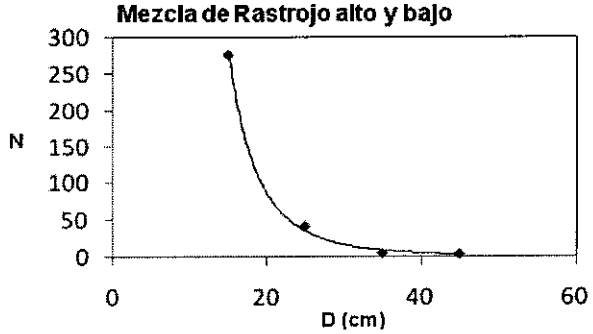


Figura 3.9 Estructura diamétrica del polígono Portal oriental Túnel Seminario; N: número de individuos por clase diamétrica, D: diámetro a la altura de pecho.

- Distribución de alturas

La estructura de alturas en el polígono Portal oriental Túnel Seminario, presenta una distribución unimodal (Figura 3.10) indicando un estrato donde se concentra la mayor cantidad de copas (entre los 6 y 8 metros). En general se presentan pocos individuos de

gran porte correspondientes a especies de eucalipto (*Eucalyptus saligna)*, ciprés (*Cupressus lusitánica*), y representadas por tan solo un individuo especies como *Fraxinus uhdei* (urapán), *Ficus spp.* (higuerón) y *Persea caerulea* (aguacatillo).

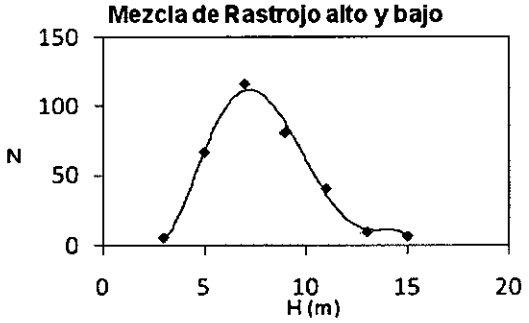


Figura 3.10 Estructura de altura en la cobertura estudiada, donde N es el número de individuos por clase de altura y H: la altura total.

3.3.1.2.5 Cálculo del volumen y cuantificación de biomasa

A partir de los datos de campo y la estimación de las variables dendrométricas del árbol individual se calcularon los valores de volumen total y comercial en los polígonos registrados para árboles con DAP mayor o igual a 10 cm y en el polígono denominado como Portal oriental Túnel Seminario se calculó además para individuos con un DAP entre 5 y 9,9 cm. Así mismo se estimó el valor de biomasa total afectada en toneladas. Los cálculos por polígono del volumen total, comercial y área basal se presentan en la Tabla 3.75 y Tabla 3.76.

Tabla 3.75 Cálculo por polígono del volumen total (Vt), volumen comercial (Vc), área basal (g) y biomasa (B) para individuos con DAP ≥ 10 cm.

Polígono	Área (m^2)	N	Vt (m^3)	Vc (m^3)	g (m^2)	B (ton)
Portal oriental Túnel Seminario	18.698	321	43,87	33,05	7,276	57,56
Intercambio Vial de Baltimore	4.099	158	105,27	95,45	15,511	58,19
Portería Seminario	3.341	26	4,30	2,66	1,233	8,23
Portal occidental Túnel Seminario	3.985	124	33,02	25,10	1,420	5,15
Depósito Seminario	56.828	214	31,12	18,53	4,297	32,87
Depósito Bolivariana	58.286	328	104,86	73,67	13,676	60,21
Total	**145.237**	**1.171**	**322,43**	**248,45**	**43,413**	**217,87**

N: Número de individuos, Vt: Volumen total; Vc: Volumen comercial, g: área basal, B: Biomasa

Tabla 3.76 Cálculo del volumen total (Vt), área basal (g) y biomasa (B) para individuos con DAP entre 5 y 9,9 cm en el polígono Portal oriental Túnel Seminario.

Polígono	Área (m^2)	N	Vt (m^3)	g (m^2)	B (ton)
Portal oriental Túnel Seminario	18.698	207	4,97	1,669	5,46

N: Número de individuos, Vt: Volumen total; Vc: Volumen comercial, g: área basal, B: Biomasa

3.3.1.3 Acceso occidental, Túnel de Santa Elena y Acceso oriental

3.3.1.3.1 Composición florística

En el siguiente listado (Tabla 3.77) se presentan las especies encontradas en la caracterización del Estudio de Impacto ambiental del año 2000 que parten de un levantamiento primario en el sector La Espadera y de revisión de información secundaria para el resto de sectores del proyecto. Además de estas especies se citan las encontradas en el Plan de ordenación y manejo de la Microcuenca de la Quebrada Santa Elena, realizado por el Área Metropolitana tomando estas últimas como actualización a la información presentada en el año 2000.

Tabla 3.77 Listado general de especies en el Área de estudio

Familia	Especie	Nombre común	2000*	2007**
Actinidiaceae	*Saurauia sp.*	Dulomoco	x	
Actinidiaceae	*Saurauia chiliantha*	Dulomoco	x	
Actinidiaceae	*Saurauia ursina*	Dulomoco	x	x
Anacardiaceae	*Toxicodendron striatum*	Manzanillo	x	x
Annonaceae	*Guatteria goudotiana*	Cargadero		x
Annonaceae	*Guatteria sp.*	Cargadero	x	
Annonaceae	*Indeterminada*		x	
Apocynaceae	*Rauvolfia cf leptophylla*			x
Aquifoliaceae	*Ilex nervosa*	Palo blanco		x
Arecaceae	*Ceroxilon quindiuense*	Palma de cera	x	
Arecaceae	*Chamaedorea sp.*	Cola de pescado	x	
Asteraceae	*Ageratum conyzoides*	Chilco	x	
Asteraceae	*Baccharis sp.*	Chilco	x	
Asteraceae	*Bidens pilosa*	Chipaca	x	
Asteraceae	*Calea prunifolia*	Carrasposa		x
Asteraceae	*Emilia sonchifolia*		x	
Asteraceae	*Eupatorium sp.*		x	x
Asteraceae	*Eupatorium odoratum*	Balsilla	x	
Asteraceae	*Hebeclinium sp.*		x	
Asteraceae	*Mikania sp.*	Chilco		x
Asteraceae	*Tithonia diversifolia*	Botón de oro	x	
Asteraceae	*Verbesina sp.*	Camargo		x
Asteraceae	*Verbesina helianthoides*	Camargo		x
Asteraceae	*Vernonia canescens*	Gallinazo	x	
Balsaminaceae	*Impatiens balsamina*	Besito	x	
Bombacaceae	*Ochroma pyramidale*	Balso		x

Familia	Especie	Nombre común	2000*	2007**
Boraginaceae	*Cordia rufescens*	Nogal		x
Boraginaceae	*Tournefortia fuliginosa*	Frutillo		x
Cecropiaceae	*Cecropia angustifolia*	Yarumo	x	x
Cecropiaceae	*Cecropia telealba*	Yarumo	x	
Celastraceae	*Maytenus macrocarpa*			x
Celastraceae	*Maytenus robustoides*			
Chrysobalanaceae	*Couepia platycalyx*	Mapurito		x
Chrysobalanaceae	*Licania cabrerae*	Marfil	x	
Chrysobalanaceae	*Licania salicifolia*	Marfil	x	
Clethraceae	*Clethra revoluta (R. & P.) Spr.*	Cargagua	x	
Clusiaceae	*Chrysochlamys colombiana*	Chagualo		x
Clusiaceae	*Clusia alata*	Cucharo	x	x
Clusiaceae	*Clusia cuneifolia*	Chagualo	x	x
Clusiaceae	*Clusia sp.*	Chagualo	x	
Clusiaceae	*Vismia baccifera (L.) Tr. & Pl. subsp. ferruginea*	Sietecueros, Carate	x	
Clusiaceae	*Vismia guianensis (Aublet) Choisy*	Carate	x	
Cunoniaceae	*Weinmannia tomentosa*	Encenillo	x	
Cyperaceae	*Cyperus sp.*	Papiro	x	
Dilleniaceae	*Dilleniaceae sp.*		x	
Ericaceae	*Cavendishia bracteata (R. & P. ex J. St. Hil.) H.*	Uvito	x	
Euphorbiaceae	*Croton funckianus*	Drago	x	x
Euphorbiaceae	*Croton magdalenensis*	Drago	x	x
Euphorbiaceae	*Hyeronima antioquensis*	Candelo		x
Euphorbiaceae	*Hyeronima sp.*		x	
Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerillo	x	
Fabaceae	*Erythrina glauca*	Cámbulo blanco	x	
Fabaceae	*Desmodium adscendens*	Amor Seco	x	
Fabaceae	*Dussia colombiana*	Chocho		x
Fabaceae	*Erythrina edulis*	Cámbulo	x	
Fabaceae	*Mimosa albida*	Carbonero	x	
Fabaceae	*Mimosa pudica*	Carbonero	x	
Fabaceae	*Ormosia sp.*	Chocho	x	
Fabaceae	*Ulex europaeus L.*	Espinoso	x	
Fagaceae	*Quercus humboldtii Bonpl. -*	Roble	x	
Flacourtiaceae	*Casearia mariquitensis*	Tabaida		x
Haloragaceae	*Gunnera brephogea Lind. & André*	Hoja de pantano	x	
Juglandaceae	*Juglans neotropica*	Cedro negro	x	

Familia	Especie	Nombre común	2000*	2007**
Lacistemataceae	*Lozania mutisiana*	Falsa banara		x
Lamiaceae	*Lepechinia bullata*	Salvieluego		x
Lauraceae	*Nectandra acutifolia*	Laurel jabón		x
Lauraceae	*Nectandra laurel*	Laurel	x	x
Lauraceae	*Nectandra macrophylla*	Laurel	x	
Lauraceae	*Nectandra sp.*	Laurel	x	
Lauraceae	*Ocotea sp.*	Laurel	x	x
Lauraceae	*Persea caerulea*	Aguacatillo	x	
Lauraceae	*Pleurothyrium sp.*	Laurel tuno		x
Lauraceae	*Rhodostemonodaphne sp*		x	x
Lecythidaceae	*Eschweilera sp.*	Olla de Monio	x	
Lycopodiaceae	*Lycopodium cernuum*	Colchón de pobre	x	
Lycopodiaceae	*Lycopodium clavatum*	Colchón de pobre	x	
Malpighiaceae	*Byrsonima cumingana*	Tuno	x	
Malpighiaceae	*Stigmaphyllon bogotense*			x
Melastomataceae	*Clidemia hirta*	Mariño negro	x	
Melastomataceae	*Leandra sp.*			x
Melastomataceae	*Miconia caudata*	Nigüito	x	x
Melastomataceae	*Miconia cf. theaezans (Bonpl.) Cogn.*	Nigüito	x	x
Melastomataceae	*Miconia minutiflora*	Nigüito	x	
Melastomataceae	*Miconia sp.*	Nigüito	x	
Melastomataceae	*Miconia theaezans*	Nigüito	x	
Melastomataceae	*Tibouchina lepidota (Bonpl.) Baill.*	Siete cueros	x	
Meliaceae	*Cedrela montana*	Cedro rojo		x
Meliaceae	*Ruagea glabra*	Cedrón		x
Meliaceae	*Ruagea pubescens*	Cedrillo		x
Mimosaceae	*Inga sp.*	Guamo		x
Mimosaceae	*Inga sierrae*	Guamo	x	x
Monimiaceae	*Mollinedia tomentosa*			x
Monimiaceae	*Siparuna aspera*	Limoncillo		x
Monimiaceae	*Siparuna gesnerioides*	Limón de monte		x
Monimiaceae	*Siparuna lepidota*	Limón de monte		x
Moraceae	*Ficus cf cuatrecasana*	Higuerón	x	x
Moraceae	*Ficus sp.*	Higuerón	x	
Moraceae	*Morus insignis*	Lechero		x
Myricaceae	*Morella pubescens H. & B. ex Willd.*	Olivo de cera	x	
Myrsinaceae	*Ardisia sp.*	Ardisia		x
Myrsinaceae	*Myrsine coriacea (Sw.) R. & S.*	Espadero	x	

Familia	Especie	Nombre común	2000*	2007**
Myrsinaceae	*Myrsine ferruginea*	Espadero	x	
Myrsinaceae	*Stylogine sp.*			x
Myrtaceae	*Eugenia limbata H.B.K.*	Arrayán	x	
Myrtaceae	*Myrcia sp.*	Arrayán	x	x
Myrtaceae	*Myrcia popayanensis*	Arrayán	x	x
Myrtaceae	*Myrcia sp.*	Arrayán	x	
Myrtaceae	*Psidium sp.*	Guayabo	x	x
Ochnaceae	*Godoya antioquensis*	Caunce	x	
Passifloraceae	*Passiflora sp.*	Curubo	x	
Piperaceae	*Piper cabellense*	Cordoncillo		x
Piperaceae	*Piper calceolarium*	Cordoncillo		x
Piperaceae	*Piper daniel-gonzalezii*	Cordoncillo	x	x
Piperaceae	*Piper lacunosum*	Cordoncillo		x
Piperaceae	*Piper sp.*	Cordoncillo	x	
Poaceae	*Arundo donax*	Cañabrava	x	
Poaceae	*Chusquea sp.*	Chusque	x	
Poaceae	*Guadua angustifolia*	Guadua	x	
Poaceae	*Gynerium sagittatum*	Cañaflecha	x	
Poaceae	*Pennisetum purpureum*	Kikuyo	x	
Proteaceae	*Euplassa duquei*	Yolombo blanco		x
Proteaceae	*Panopsis yolombo*	Yolombo		x
Proteaceae	*Roupala cf. montana*	Carne	x	
Proteaceae	*Roupala glabriflora Killip*	Carnefiambre	x	
Proteaceae	*Roupala obovata*	Carnefiambre		x
Rhamnaceae	*Rhamnus goudotiana*	Cabo de hacha		x
Rhamnaceae	*Rhamnus pubescens*	Naranjuelo	x	
Rosaceae	*Rubus floribundus*	Hierbamora	x	
Rosaceae	*Rubus sp.*		x	
Rubiaceae	*Cinchona pubescens*	Quina		x
Rubiaceae	*Faramea flavicans*	Lato		x
Rubiaceae	*Guettarda chiriquensis*	Motefrío, Cafeto		x
Rubiaceae	*Hoffmannia riparia*		x	
Rubiaceae	*Palicourea angustifolia*	Tominejero		x
Rubiaceae	*Palicourea lyristipula*		x	x
Rubiaceae	*Palicourea perquadrangularis*	Aguadulce		x
Rubiaceae	*Palicourea sp.*	Aguadulce	x	
Rubiaceae	*Palicourea thyrsiflora*	Aguapanela	x	
Rubiaceae	*Palicourea zarucchii*	Aguadulce		x

Familia	Especie	Nombre común	2000*	2007**
Rubiaceae	*Posoqueria coriacea*	Azuceno		x
Rubiaceae	*Prunus integrifolia*	Trapiche		x
Rubiaceae	*Psychotria parvifolia*			x
Rutaceae	*Zanthoxylum sp.*	Tachuelo	x	
Sabiaceae	*Meliosma echeverryana*	Babillo		x
Sapindaceae	*Allophylus mollis*	Treshojas		x
Sapindaceae	*Matayba sp.*	Cariseco		x
Saxifragaceae	*Hydrangea oerstedii*			x
Smilacaceae	*Smilax sp.*		x	
Solanaceae	*Brugmansia candida*	Borrachero		x
Solanaceae	*Capsicum lycianthoides*	Ají		x
Solanaceae	*Solanum sp.*		x	x
Solanaceae	*Solanum ruizii*		x	x
Solanaceae	*Witheringia riparia*			x
Ulmaceae	*Trema micrantha*	Surrumbo	x	x
Urticaceae	*Boehmeria caudata*	Pringamosa		x
Verbenaceae	*Aegiphila novogranatensis*	Tabaquillo		x
Verbenaceae	*Lantana camara*	Tango		x
Verbenaceae	*Lantana glandulosissima*	Tango	x	
Verbenaceae	*Lippia schlimii*	Gallinazo		x
Verbenaceae	*Stachytarpheta cayennensis*	Verbena	x	

*Especies caracterización EIA 2000; **Especies Estudio Área Metropolitana

En el listado anterior se citan en total 160 especies pertenecientes a 56 familias. Las familias más representativas resultan ser en orden de abundancia según especie las siguientes: Asteraceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Fabaceae y Lauraceae.

En el estudio del Área Metropolitana, analizado independientemente se encontró que las familias mejor representadas son: Asteraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Lauraceae, considerando los individuos mayores de 2,5 cm de DAP, mientras que en los reportes del EIA del año 2000, las familias mejor representadas son: Asteraceae, Melastomataceae, Fabaceae y Myrtaceae.

La mayoría de especies adicionales presentadas en la tabla anterior arrojadas por el estudio del Área Metropolitana, fueron halladas en el bosque de La Aguada (Parque ARVI). Este bosque es considerado, según la literatura, como uno de los pocos relictos de bosque natural, presentes tanto en el Parque ARVI como en la región metropolitana del valle de Aburrá, con un buen estado de conservación y una composición y estructura diferente a los demás fragmentos en la microcuenca de la quebrada Santa Elena y sus alrededores. Es por esto que se presenta esta diferencia en la composición florística marcada principalmente por las condiciones microclimáticas especiales, como son la mayor humedad relativa, nieblas frecuentes y menor brillo solar, entre otras.

Para el estudio: Plan Maestro del Parque Arví (2001), el inventario florístico realizado en los siguientes sitios: Bosque de Los Vásquez (Vda. Mazo, Cerro La Gualupera), Bosques de la Represa (Vda. Piedras Blancas, Qda. Chorrillos), Bosque Cerro Asturias (Vdas. Piedras Blancas y Granizal, Cerro Asturias), Bosque La Aguada (Vda. Media Luna, Finca La Aguada de Corantioquia), Bosque Qdas Espíritu Santo y La Gallinaza (Vdas Pantanillo y Perico, en cercanías a la variante de las Palmas), Bosque de la ECA (Vda. El Plan, Cerro de la ECA o Alto Patio Bonito); se encontró en cuanto a la riqueza de especies por familia, que en los sitios de muestreo las familias mejor representadas son Asteraceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Lauracea, considerando tanto los individuos de categorías de crecimiento menores y mayores a 2,5 cm de DAP, sin embargo existen familias con un alto número de especies que no presentan un hábito arbóreo ni arbustivo, pero que hacen parte importante de la composición florística como son Orchidaceae, Asteraceae, Polypodiaceae y Bromeliaceae.

En una parcela de 2x30 m realizada en el sector de la quebrada La Espadera (ver Tabla 3.78), en el Estudio de impacto ambiental del año 2000, se hallaron un total de 31 individuos mayores de un centímetro de diámetro, pertenecientes a 15 especies diferentes, de las cuales obtuvieron los mayores índices de valor de importancia: Hyeronima sp, manzanillo (*Toxicodendron striatum*), palma bolenillo (*Chamaedorea pinnatifrons*) y chocho (*Ormosia sp.*), tal como aparece en la Tabla 3.79.

Tabla 3.78 Levantamiento de campo - vegetación, sector La Espadera

ID	Especie	Ht (m)	Hc (m)	Circ.	D (cm)	Fenología	Observaciones
1	*Indet.*	9,0	8,0	35,6		Estéril	
2	*Asteraceae sp.*	2,0			1,6	Estéril	
3	*Cecropia angustifolia*	1,2			1,8	Estéril	
4	*Moraceae sp.*	1,5			0,8	Estéril	Látex blanco
5	*Asteraceae sp.*	2,5			1,8	Estéril	
6	*Asteraceae sp.*	2,5			1,6	Estéril	
7	*Chamaedorea sp.*	2,5			1,5	Estéril	
8	*Toxicodendron striatum*	7,0	3,0		20,0	Florecido	
9	*Guatteria sp.*	9,5	6,5	42,0		Florecido	Pétalos oscuros
10	*Flacourtiaceae sp.*	2,5			1,8	Estéril	
11	*Hyeronima sp.*	15,0	1,0	98,0		Estéril	
12	*Flacourtiaceae sp.*	3,0			2,1	Estéril	
13	*Lecythidaceae sp.*	2,0			1,0	Estéril	
14	*Chamaedorea sp.*	0,8			2,1	Estéril	
15	*Chamaedorea sp.*	0,6			1,8	Estéril	
16	*Chamaedorea sp.*	2,2			2,0	Florecido	
17	*Chamaedorea sp.*	2,0			1,8	Estéril	
18	*Palicourea sp.*	1,8			0,9	Estéril	
19	*Hyeronima sp.*	9,5	8,0	51,0		Estéril	Corteza rojiza
20	*Chamaedorea sp.*	2,6			1,7	Estéril	
21	*Chamaedorea sp.*	3,0			2,2	Fructificado	Frutos verdes
22	*Palicourea sp*	1,2			0,5	Estéril	
23	*Nectandra sp.*	2,2			1,8	Estéril	
24	*Chamaedorea sp.*	3,2			2,1	Fructificado	
25	*Clusia sp.*	1,5			1,1	Estéril	Látex blanco

ID	Especie	Ht (m)	Hc (m)	Circ.	D (cm)	Fenología	Observaciones
26	*Cecropia angustifolia*	1,0			1,5	Estéril	
27	*Hyeronima sp.*	16,5	7,5	89,0		Estéril	
28	*Myrtaceae sp.*	12,0	8,0	44,5		Estéril	
29	*Ormosia sp.*	7,0		42,5		Estéril	
30	*Toxicodendron striatum*	10,0	3,5	20,0		Florecido	Inclinado
31	*Ormosia sp.*	3,0			3,5	Estéril	

D: diámetro a la altura de pecho; Ht: altura total; Hc: altura comercial
Sitio: Bosque de La quebrada La Espadera.
Características: Regeneración abundante de Palma bolenillo (*Chamaedorea* sp.)
Transecto: 1 Tamaño: 2x30m

Tabla 3.79 Índice de valor de importancia, vegetación sector La Espadera

Familia	Especie	N	Ar	Dr	IVI
Euphorbiaceae	*Hyeronima sp.*	3	9,67	55,88	65,55
Anacardiaceae	*Toxicodendron striatum*	2	6,45	23,36	29,82
Arecaceae	*Chamaedorea sp.*	8	25,80	0,84	26,65
Fabaceae	*Ormosia sp.*	2	6,45	4,22	10,67
Asteraceae	*Asteraceae sp.*	3	9,67	0,24	9,92
Myrtaceae	*Myrtaceae sp.*	1	3,22	5,89	9,11
Annonaceae	*Guatteria sp.*	1	3,22	5,24	8,47
Annonaceae	*Indeterminada sp.*	1	3,22	3,73	6,95
Flacourtiaceae	*Flacourtiaceae sp.*	2	6,45	0,21	6,66
Cecropiaceae	*Cecropia angustifolia*	2	6,45	0,16	6,61
Rubiaceae	*Palicourea sp.*	2	6,45	0,03	6,48
Lauraceae	*Nectandra sp.*	1	3,22	0,09	3,32
Clusiaceae	*Clusia sp.*	1	3,22	0,03	3,26
Lecythidaceae	*Eschweilera sp.*	1	3,22	0,03	3,25
Moraceae	*Moraceae sp.*	1	3,22	0,02	3,24

N: Número de individuos. Ar: Abundancia relativa. Dr: Dominancia relativa. IVI: Índice de valor de importancia

El sotobosque está dominado por palma bolenillo; en su estrato arbustivo son muy abundantes algunas rubiáceas (*Palicourea spp.*) y piperáceas (*Piper spp.*), mientras que en el estrato arbóreo aparece con frecuencia, además de las antes citadas, el arrayán (*Myrcia cf. popayanensis*).

3.3.1.4 Especies en vía de extinción

Mediante la revisión de los listados preliminares de especies de plantas amenazadas (Calderón 1997, 2001) y los libros rojos para Colombia (Calderón et al. 2002, 2005; García & Galeano 2007; Cárdenas & Salinas, 2007), se determinó si alguna de las especies registradas se encuentra en categoría de peligro o vulnerabilidad. En la Tabla 3.80 se presentan las especies amenazadas encontradas en la zona de estudio a partir de la caracterización del área de influencia del proyecto en el año 2000 y actualizada con las especies halladas como amenazadas en el estudio del Área Metropolitana en el año 2007. Se incluyen además las especies con algún grado de peligro, encontradas en el sector Baltimore en el levantamiento primario realizado en el presente año. En este sector se encontró un individuo de la especie Cedrela odorata sembrado como ornamental.

Tabla 3.80 Especies en vía de extinción

Familia	Especie	Nombre común	Categoría	Referencia
Celastraceae	*Maytenus robustoides*		En peligro (EN)	Calderón 2001
Chrysobalanaceae	*Licania cabrerae*	Marfil	En peligro Crítico (CR)	Calderón *et al. 2002*
Chrysobalanaceae	*Licania salicifolia*	Marfil	En peligro Crítico (CR)	Calderón *et al. 2002*
Juglandaceae	*Juglans neotropica*	Cedro negro	En peligro (EN)	Cárdenas & Salinas 2007
Lauraceae	*Nectandra macrophylla*	Laurel	En peligro Crítico (CR)	Calderón 2001
Ochnaceae	*Godoya antioquensis*	Caunce	En peligro (EN)	Calderón 2001
Meliaceae	*Cedrela montana*	Cedro rojo	Casi amenazada (NT)	Cárdenas & Salinas 2007
Arecaceae	*Ceroxilon quindiuense*	Palma de cera	En peligro (EN)	Calderón *et al. 2005*
Arecaceae	*Aiphanex simplex*	Corozo	Casi amenazada (NT)	Calderón *et al. 2005*
Fagaceae	*Quercus humboldtii*	Roble	Vulnerable (VU)	Cárdenas & Salinas 2007
Magnoliaceae	*Magnolia espinalii*	Molinillo	En peligro Crítico (CR)	García 2007
Chrysobalanaceae	*Couepia platycalyx*	Mapurito	En peligro (EN)	Calderón *et al. 2002*
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	En peligro (EN)	Cárdenas & Salinas 2007
Proteaceae	*Euplassa duquei*	Yolombo blanco	Propuesta	Área Metropolitana 2007
Sabiaceae	*Meliosma echeverryana*		Propuesta	Área Metropolitana 2007

3.3.1.5 Características y usos de las especies

En el Anexo_3.5, se presenta un listado de las especies y sus usos, con algunas categorías relacionadas con tipo de hábitat y otras singularidades (Giraldo et al. 1997). Esta tabla incluye además los usos de las especies halladas en el levantamiento primario del sector: Baltimore. Los usos identificados se pueden agrupar en los siguientes bloques:

3.3.1.5.1 Especies que cumplen funciones ambientales en la protección del recurso hídrico y en la recuperación y protección de suelos

Pueden ser empleadas en programas de recuperación de áreas estratégicas, como afloramientos de agua y márgenes de quebradas; también para revegetalización de taludes, potreros y canteras abandonadas, lo que genera condiciones microambientales propicias para el establecimiento y desarrollo de otros organismos.

3.3.1.5.2 Especies que aportan alimento a la fauna

En general poseen flores que producen miel, frutos y semillas con tejidos nutritivos, que son consumidos por animales, que a cambio dispersan los propágulos. Las melíferas constituyen el mayor número de especies, lo cual es explicable por el elevado número de

hierbas. En la Tabla 3.81 se presenta el listado de plantas del Parque Arví asociadas con la fauna, que contiene varias especies halladas en la caracterización del área de estudio.

3.3.1.5.3 Especies que son o pueden ser utilizadas para la satisfacción de necesidades humanas

Ornamentales, útiles para la medicina, elaboración de artesanías, producción de madera y potencial fitoquímico. Se destacan en este grupo las especies de la familia Solanaceae, igualmente, bajo esta categoría, se incluyeron las especies de Moraceae y Euphorbiaceae por presentar látex o exudados fitoquímicamente potenciales.

Tabla 3.81 Especies del parque Arví asociadas con la fauna silvestre

Familia	Especie	Nombre común	Hábito	Fauna
Actinidiaceae	*Saurauia ursina*	Dulomoco	Ar	Av
Aquifoliaceae	*Ilex cf goudotti*	Cardenillo	Ar	Av
Araceae	*Anthurium sp*	Anturio	Her	M
Araceae	*Colocasia esculenta*	Rascadera	Her	M
Bromeliaceae	*Guzmania sp*	Bolinillo	Her	Av
Brunelliaceae	*Brunellia subsesillis*	Riñón	Ar	Av
Caprifoliaceae	*Viburnum anabaptista*	Sauco de monte	Ar	Av
Chloranthaceae	*Hedyosmum bonplandianum*	Silvo silvo	Ar	Av
Cunnoniaceae	*Weinmannia pubescens*	Encenillo	Ar	M y Av
Ericaceae	*Cavendishia pubescens*	Uvito de monte	Arb	Av
Euphorbiaceae	*Croton magdalenensis*	Drago	Ar	Av
Fagaceae	*Quercus humboldtii*	Roble	Ar	M
Flacourtiaceae	*Xylosma benthami*	Cacho de venado	Ar	M
Gunneraceae	*Gunnera brephogea*	Pantano	Her	M
Hyppericaceae	*Vismia guianensis*	Carate	Ar	M
Lauraceae	*Persea chrysophylla*	Aguacatillo	Ar	Av
Loranthaceae	*Gaiadendron tagua*	Platero	Ar, Arb	M y Av
Melastomataceae	*Miconia lehemanii*	Tinto amarillo	Ar	Av
Melastomataceae	*Miconia sp.*	Colorado	Ar	Av
Melastomataceae	*Miconia theazens*	Niguito	Ar	Av
Myricaceae	*Myrica pubescens*	Olivo de cera	Ar	Av
Myrsinaceae	*Myrsine ferruginea*	Espadero	Ar	M
Myrsinaceae	*Geissanthus kalbreyeri*	Colorado	Ar	Av
Myrtaceae	*Eugenia sp*	Cochobo	Ar	Av
Myrtaceae	*Myrcia popayanensis*	Arrayán	Ar	Av
Phytolacaceae	*Phytolacca bogotensis*	Cargamanta	Her	Av
Proteaceae	*Panopsis metcalfii*	Yolombo	Ar	M
Rosaceae	*Hesperomeles heterophylla*	Mortiño	Ar	Av
Rubiaceae	*Palicourea percuadrangularis*	Verdenazo	Ar	Av
Rubiaceae	*Palicourea angustifolia*	Aguadulce	Ar	Av
Theaceae	*Ternstroemia meridionalis*	Trompo, Arenillo	Ar	Av

Ar: Árboreo, Arb: Arbustivo, Her: Herbácea, M: Mamíferos, Av: Avifauna

En la zona de influencia del proyecto se presenta un bajo número de especies con uso artesanal definido; además, hay pocos árboles empleados como maderables, y éstos

corresponden, generalmente, a especies introducidas como pino pátula, ciprés y eucalipto.

En la Tabla 3.82 se presenta un listado de las especies vegetales más empleadas para la industria de flores y para la elaboración de las tradicionales silletas. Especies a tener en cuenta por su alto valor cultural y económico para la zona de Santa Elena.

Tabla 3.82 Listado de plantas empleadas en la industria de flores y en la elaboración de las silletas

Familia	Nombre científico	Nombre común	Procedencia
Araceae	*Anthurium andreanum*	Anturio	
Araceae	*Zantedeschia aethiopica*	Cartucho blanco	
Araceae	*Zantedeschia elliothiopica*	Cartucho amarillo	
Asteraceae	*Achyricline satureidides*	Vira vira	
Asteraceae	*Arthemisa sp*	Manzanillón	
Asteraceae	*Bellis perennis*	Pascuita	
Asteraceae	*Calendula oficinalis*	Calendula	
Asteraceae	*Centaurea cyanus*	Alvarina	Mediterráneo
Asteraceae	*Chrysanthemum parthen*	Pinocho	Oriente
Asteraceae	*Chrysanthemum spp*	Margarita	Japón
Asteraceae	*Dahlia pinnata*	Dalia	México
Asteraceae	*Gazania sp*	Margarita	
Asteraceae	*Gerbera jamesonii*	Gérbera	
Asteraceae	*Helianthus annus*	Girasol	
Asteraceae	*Helichrysum bracteatum*	Botón de oro	Austria
Asteraceae	*Limoniom sinuatum*	Extasis	
Asteraceae	*Solidago nemoralis*	Solidaster	
Asteraceae	*Tagetes patula*	Rosa amarilla	
Caprifoliaceae	*Vibumum anabaptistta*	Sauco de monte	
Caryophyllaceae	*Dianthus barbatus*	Clavellina	
Caryophyllaceae	*Dianthus caryophyllus*	Clavel	Mediterráneo
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Pino, Ciprés	
Estrelitziaceae	*Strelitzia reginae*	Ave del paraíso	
Geraniaceae	*Pelargonium sp*	Novio, Geranio	
Iridaceae	*Ornithogalum saudersiae*	Africa meridional	
Iridaceae	*Watsonia sp*	Africa del sur	
Lamiaceae	*Salvia leucantha*	Salvia blanca	
Liliaceae	*Agapanthus africanus*	Agapanto	Buena Esperanza
Liliaceae	*Gladiolus sp*	Gladiolo	Sudáfrica
Liliaceae	*Kniphobia uvaria*	Antorcha	Sudáfrica
Liliaceae	*Lilium candidum*	Azucena	
Lythraceae	*Cuphea ignea*	Virgencita	
Lythraceae	*Lagerstroemia indica*	Astromelia	China, India
Malvaceae	*Abutilón sp*	San Joaquín	
Myrtaceae	*Myrcia popayanensis*	Arrayán	
Onagraceae	*Fucsia sp*	Fucsia	
Orchidaceae	*Cattleya spp*	Orquídea	
Orchidaceae	*Cymbidium sp*	Orquídea	Asia
Orchidaceae	*Miltoniopsis sp*	Josefina	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Procedencia
Orchidaceae	*Oncidium sp*	Orquídea	
Orchidaceae	*Telipogon polymerus*	Orquídea	
Poaceae	*Chusquea sp*	Chusque	
Poaceae	*Cortadeira selloana*	Espiga	Argentina
Rhamnaceae	*Rhamnus goudotiana*	Arracacho	
Rosaceae	*Rosa indica*	Rosa amarilla	Antigua Grecia
Rubiaceae	*Pentas sp*		
Rutaceae	*Ruta graveolens*	Ruda	Península Ibérica
Saxifragaceae	*Escallonia paniculata*	Chilco colorado	
Saxifragaceae	*Hydrangea macrophylla*	Hortensia	Japón
Saxifragaceae	*Hydrangea peruviana*	Hortensia	
Scrophulariaceae	*Digitalis ambigua*	Mediterráneo	Mediterráneo
Scrophulariaceae	*Eves sp*		
Solanaceae	*Streptosolen jamesonii*	Mermelada	Colombia, Ecuador
Verbenaceae	*Hyptis sp*	Siempreviva	
Violaceae	*Viola tricolor*	Pensamiento	Península Ibérica

A partir de 1955 se inician las primeras actividades de la estación forestal experimental de Piedras Blancas, tendientes a determinar las especies más adecuadas por su adaptabilidad y rendimiento, y se encontró que *Pinus patula* y *Cupressus lusitanica* presentaron mejor adaptabilidad en suelos de poca fertilidad y alta pendiente, además de un rápido crecimiento en condiciones tropicales. Las fibras del pino pátula han sido utilizadas para producir pulpa en la industria del papel y se obtiene tablilla para pisos y techos, postes y estacones, tablones aglomerados o de partículas para la ebanistería y la construcción. El ciprés ha sido preferido como madera para la ebanistería.

3.3.2 Fauna Terrestre

Dada su rica topografía y la gran variedad de climas locales que forman múltiples ecosistemas, en Colombia se encuentra un poco más del 10% de la biodiversidad mundial a nivel de especies, esta amplia diversidad es clave en el desarrollo y funcionamiento de los ecosistemas, donde la fauna juega un rol fundamental.

En relación con el grupo de las aves, en Colombia se encuentra aproximadamente el 19,4% del total mundial que equivale a 1.754 especies (Hilty & Brown, 2001), razón por la cual, nuestro país es reconocido como uno de los más diversos en el mundo (Hernández-Camacho *et al.,* 1992). Las aves son consideradas, importantes componentes de sus ambientes como polinizadores, dispersores de semillas y controladores de insectos, por otro lado juegan un papel trascendental en los ecosistemas pues son considerados "indicadores", es decir que las condiciones y características de su presencia, estructura, composición y comportamiento en un área determinada son referentes de la calidad ambiental donde residen. En el caso de los mamíferos, los murciélagos (Chiroptera) son el grupo más diversificado y son esenciales por su función ecológica como polinizadores, dispersores de semillas y controladores de poblaciones de insectos.

En orden de magnitud les siguen los roedores (Rodentia), que en conjunto representan alrededor del 60% de la fauna de mamíferos del país (Rodríguez-M *et al.,* 2006). Los anfibios y reptiles de igual manera, son un componente muy importante dentro de los ecosistemas por su papel dentro de las cadenas tróficas al actuar como presa o

predadores y también constituyen excelentes modelos para indagar el nivel de deterioro de los hábitats y ecosistemas del mundo (Pough *et al.,* 1998; Páez *et al.*, 2002; Rueda-Almonacid *et al.,* 2004).

Es por lo anterior que la presencia y conservación de las comunidades de vida silvestre ecológicamente diversas constituyen un objetivo importante dentro de todo estudio de impacto ambiental, para evitar o en su defecto minimizar la presión ejercida sobre las poblaciones faunísticas que aún quedan (Mc Nelly *et al.,* 1990); pues es bien sabido que los vertebrados terrestres poseen las mayores tasas de extinción (Primack *et al.*, 2001), afectando el frágil equilibrio y el mantenimiento y regeneración de los ecosistemas (Terborgh, 1992).

Las especies de fauna terrestre reportadas para el área de estudio como se menciona en la metodología están basadas en información primaria (Estudio de Impacto Ambiental, 2000) y en información obtenida a partir de algunos recorridos de campo e información secundaria para complementar la caracterización existente para los diferentes grupos (aves, mamíferos, anfibios y reptiles). La información empleada fue:

- Plan de ordenación y manejo de la microcuenca de la quebrada Santa Elena, Municipio de Medellín (área Metropolitana y consorcio epam-cpt 2007).
- Plan Maestro para el distrito de manejo integrado Arví-Valle de San Nicolás, Oriente Antioqueño (Cornare-Universidad Católica de Oriente en el 2006).
- Plan Maestro Parque Regional Arví (unión temporal Fundación Natura- Holos Ltda. En el 2001).
- Plan de ordenación y manejo de la cuenca del Río Aburrá. Aspectos principales (MAVDT, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Cornare, Corantioquia y Universidad Nacional de Colombia sede Medellín en el 2007).
- Riqueza faunística en la cuenca de la quebrada Piedras Blancas. Revista Empresas Públicas de Medellín. Vol. 16 No. 1. 2007.

3.3.2.1 Sector Baltimore

Se realizó dos recorridos en esta área y se determinó la presencia de 17 especies de aves, un mamífero, y un reptil. Debido a la facilidad de avistamiento de las aves este grupo fue el que presentó un mayor número de especies. Es importante resaltar que la avifauna presente en el área de estudio al igual que en zonas con intervención antrópica, se compone de un conjunto de especies generalistas de amplia distribución y un pequeño grupo de aves silvícolas dependientes de parches de vegetación (Naranjo 1992), tal como lo indica la dominancia de algunos grupos de aves de "campos abiertos" representadas en las familias Tyrannidae, Columbidae y Thraupidae. Ver Tabla 3.83

Tabla 3.83 Especies de fauna terrestre avistadas en el sector Baltimore

Aves
Familia Apodidae
Streptoprocne zonaris (vencejo)
Familia columbidae
Patagioenas subvinacea (paloma collareja)
Columbina talpacoti (tortolita)
Zenaida auriculata (tórtola)
Columba fasciata (tórtola)

Aves
Familia Accipitridae
Buteo magnirostris (gavilán caminero)
Elanus caeruleus (aguililla blanca)
Familia Cathartidae
Cathartes aura(guala)
Coragyps atratus (gallinazo)
Familia Cracidae
Ortalis guttata(guacharaca)
Familia Thraupidae
Thraupis episcopus (azulejo)
Thraupis palmarum (azulejo palmero)
Familia Troglodytidae
Troglodytes aedon (cucarachero común)
Familia Turdidae
Turdus ignobilis (mayo embarrador, mirla)
Familia Tyrannidae
Tyrannus melancholicus (siriri común)
Pitangus sulphuratus (bichofue)
Pyrocephalus rubinus (pechirrojo)
Mamíferos
Sciurus granatensis (ardilla)
Reptiles
Familia: Polychrotidae
Norops mariarum lagartija

Durante el recorrido de campo se identifico un grupo de guacharacas (*Ortalis guttata*) vocalizando y buscando frutos de yarumo (*Cecropia peltata*) en los rastrojos cercanos al Seminario Conciliar de Medellín (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular, Guacharaca *(Ortalis guttata)*). Para el caso de los mamíferos y la herpetofauna (anfibios y reptiles) estos grupos requieren de unas búsquedas más minuciosas y de una búsqueda en las noches debido a que muchos de ellos poseen hábitos nocturnos y crepusculares. Por esta razón únicamente se pudo avistar la ardilla *Sciurus granatensis* y la lagartija *Norops mariarum* especies diurnas y comunes en zonas cercanas ál área urbana.

3.3.2.2 Acceso Occidental, Túnel de Santa Elena y Acceso Oriental

3.3.2.2.1 Aves

- **Composición de especies**

En esta revisión de la avifauna presente en el área de influencia del proyecto, se registraron un total de 43 familias y 229 especies (especies reportadas en el EIA 2000 y complementadas con información secundaria). Las familias con mayor representación de especies fueron Thraupidae con 33 especies, seguida por Tyrannidae con 29 especies, Trochilidae con 22 y Parulidae con 13 especies. Ver Figura 3.11 y se destaca la presencia de 15 especies migratorias procedentes de Norteamérica que son visitantes comunes entre los meses de octubre (llegada) y principios de marzo (partida) estas especies fueron: *Actitis macularia, Tringa melanoleuca, Catharus ustulatus, coccyzus americanus, Dendroica fusca, D. petechia, D. castanea, D. striata, Mniotilta varia, Piranga olivacea, Piranga rubra, Pheucticus ludovicianus, Tyrannus savana, Vermivora chrysoptera* y *V. peregrina* (Tabla 3.84)

Tabla 3.84 Avifauna reportada para la zona de estudio durante el EIA del 2000 y la actualización con información secundaria en el año 2007.

Especies de aves reportadas	Estatus de Conservación	Gremio trófico	Año 2000	Año 2007
Familia Apodidae				
Streptoprocne zonaris (vencejo collarejo)		I	X	X
Familia Trochilidae				
Chaptocereus mulsant (zumbador)		N	X	X
Adelomyia melanogenys (colibrí)		N	X	X
Aglaiocercus kingi (cometa coliazul)		N	X	X
Amazilia saucerrottei (Amazilia coliazul)		N	X	X
Amazilia tzacatl (Amazilia colirufa)		N	X	X
Anthracothorax nigricollis (mango pechinegro)		N	X	X
Boissonneaua flavescens (colibrí chupasavia)		I/N	X	X
Coeligena coeligena (inca bronceado)		I/N	X	X
Coeligena torquata (Inca collarejo)		I/N	X	X
Chlorostilbon mellisugus (esmeralda coliazul)		I/N	X	X
Colibri thalassinus (colibrí verdemar)		N	X	X
Colibri coruscans (colibrí chillón)		N	X	X
Doryfera ludovicae (pico de lanza)		N	X	X
Haplophaedia aureliae (colibrí)		N	X	X
Heliangelus exortis (angel)		N	X	X
Heliodoxa leadbeateri (diamante coronado)		I/N		X
Heliodoxa rubinoides (diamante)		N	X	X
Lafresnaya lafresnayi (colibrí)		N	X	X
Metallura tyrianthina (metalura colirroja)		N	X	X
Ocreatus underwoodii (cola de raqueta)		N	X	X
Phaethornis syrmatophorus (ermitaño leonado)		N	X	X
Thalurania colombica (tominejo)		N		X
Familia caprimulgidae				
Caprimulgus longirostris (gallina ciega)		I	X	X
Chordeiles minor		I	X	
Familia Columbidae				
Patagioenas fasciata (paloma collareja)		G/F	X	X
Patagioenas subvinacea (paloma colorada)		G	X	X
Columbina talpacoti (tortolita rojiza)		G	X	X
Geotrygon linearis (paloma)		G	X	X
Leptotila varreauxi (tortolita)		G	X	X
Zenaida auriculata (torcaza)		G	X	X
Familia Momotidae				
Momotus momota		I	X	X
Familia Ardeidae				
Bubulcus ibis (garza bueyera)		I	X	X
Familia cuculidae				
Crotophaga ani (garrapatero)		I	X	X
Tapera naevia (sin fin, tres pies)		I	X	X
*Coccyzus americanus** (cuco americano)		I	X	
Piaya cayana (cuco ardilla)		I	X	X
Familia Charadriidae				
Vanelus chilensis (caravana)		I	X	X
Familia Accipitridae				
Accipiter striatus (Gavilán)		C	X	X
Buteo albicaudatus (Gavilán coliblanco)		C	X	X
Buteo magnirostris (gavilán caminero)		C	X	X

Especies de aves reportadas	Estatus de Conservación	Gremio trófico	Año 2000	Año 2007
Elanus leucurus(Gavilán Maromero)		C	X	X
Familia Cathartidae				
Cathartes aura (guala)		Carr.	X	X
Coragyps atratus (gallinazo)		Carr.	X	X
Familia Rallidae				
Aramides cajanea (polla)		I	X	
Familia Falconidae				
Caracara cherieay (caracara)		Carr.	X	X
Falco sparverius (cernícalo americano, aguililla)		C	X	X
Herpetotheres cachinnans (guacó)		C	X	
Familia Cracidae				
Chamaepetes goudoutii (pava maraquera)		G/F	X	X
Ortalis guttata (guacharaca)		F	X	X
Familia Odonthophoridae				
Odonthophorus hyperythrus (perdíz)	**NT**	O	X	X
Familia Cinclidae				
Cinclus leucocephalus (mirlo acuático)		O	X	X
Familia Corvidae				
Cyanocorax yncas (carriquí)		O	X	X
Familia Cotingidae				
Ampelion rubrocristatus (cotinga crestada)		F	X	X
Ampelion rufaxilla (cotinga alirufa)		F		X
Pipreola riefferii (frutero)		F		X
Pyroderus scutatus (toropisco)		F		X
Familia Tityridae				
Pachyramphus polychopterus (cabezón)		F		X
Familia Furnariidae				
Dendrocincla tyrannina (trepatroncos)		I		X
Dendrocolaptes picumnus (trepatroncos)		I		X
Xiphorhynchus triangularis (trepatroncos)		I		X
Margarornis squamiger (corretroncos perlado)		I	X	X
Premnoplex brunnescens (trepatroncos)		I		X
Pseudocolaptes boissonneautii (trepatroncos)		I		X
Synallaxis azarae (chamicero, piscuis)		I	X	X
Synallaxis unirufa (chamicero de antifaz)		I	X	X
Synallaxis albescens (chamicero pálido)		I	X	X
Thripadectes holostictus (hojarasquero mediano)		I	X	X
Xenops rutilans (pico de lesna)		I	X	X
Familia Tamnophilidae				
Drymophila caudata (hormiguerito)		I	X	X
Thamnophilus multistriatus (batará carcajada)		I	X	X
Thamnophilus unicolor (batará)		I		X
Familia Grallaridae				
Grallaricula cucullata (tororoi)	**VU**	I		X
Grallaricula nana (tororoi enano)		I		X
Grallaria hypoleuca (comprapan)		I		X
Grallaria nuchalis (tororoi)		I		X
Grallaria ruficapilla (tororoi)		I	X	X
Grallaria rufocinerea (tororoi)	**VU**	I		X
Familia Emberizidae				
Arremon brunneinucha (gorrión de bosque)		G/F	X	X
Atlapetes albinucha(gorrión)		G/F	X	X
Arremon torquatus (Atlapetes listado)		G/F	X	X
Haplospiza rustica (semillero de montaña)		G/F		X

Especies de aves reportadas	Estatus de Conservación	Gremio trófico	Año 2000	Año 2007
Sporophila intermedia (semillero)		G/F		X
Sporophila luctuosa (espiguero negriblanco)		G/F	X	X
Sporophila minuta (espiguero ladrillo)		G/F	X	X
Sporophila nigricollis (espiguero capuchino)		G/F	X	X
Volatinia jacarina (espiguero saltarín)		G	X	X
Zonotrichia capensis (copetón)		G/F		X
Sicalis flaveola		I		X
Carduelis psaltria		I	X	X
Familia Hirundinidae				
Pygochelidonn cyanoleuca (golondrina blanquiazul)		I	X	X
Familia Icteridae				
Cacicus chrysonotus (arrendajo montañero)		F		X
Hypopyrrhus pyrohypogaster (cacique candela)	**EN**	F	X	X
Molothrus bonariensis (chamón)		I	X	X
Icterus chrysater (toche)		I/ F	X	
Familia Parulidae				
Basileuterus coronatus (arañero, reinita)		F	X	X
Basileuterus tristriatus (arañero cabecirrayado)		F		X
Basileuterus nigrocristatus (arañero cabecinegro)		I		X
*Dendroica fusca** (reinita goginaranja)		I	X	X
*Dendroica petechia** (reinita)		I	X	
*Dendroica striata** (reinita rayada)		I	X	X
*Dendroica castanea** (reinita)		I	X	
*Mniotilta varia** (cebrita)		I	X	X
Myioborus miniatus (reinita, candelita)		I	X	X
Myioborus ornatus (reinita, candelita)		I	X	X
*Vermivora chrysoptera** (reinita alidorada)		I		X
*Vermivora peregrina**		I	X	
Setophaga ruticilla		I	X	
Familia Pipridae				
Xenopipo flavicapilla (saltarín dorado)	**NT**	I		X
Familia Rhinocryptidae				
Acropternis orthonyx (tapaculo ocelado)		I		X
Scytalopus unicolor (tapaculo unicolor)		I	X	X
Familia Scolopacidae				
*Actitis macularius** (andarríos manchado)		O	X	X
*Tringa melanoleuca** (patiamarillo grande)		O	X	X
Gallinago nobilis		I	X	
Familia Polioptilidae				
Ramphocaenus melanurus (curruca picuda)		I		X
Familia Thraupidae				
Anisognathus lacrymosus (tangara lacrimosa)		F	X	X
Cnemoscopus rubrirostris (montero piquirojo)		F		X
Creurgops verticalis (buscaquiches rufo)		F		X
Catamblyrhynchus diadema (gorrión)		I		X
Coereba flaveola (mielero)		N	X	X
Diglossa albilatera (picaflor, mielero)		F/N	X	X
Diglossa brunneiventris (picaflor rabiazul)		N	X	X
Diglossa caerulescens (picaflor azul)		N	X	X
Diglossa cyanea (picaflor)		I/N	X	X
Diglossa humeralis (piquiboltiao)		N		X
Conirostrum albifrons (mielero capirotado)		I/N		X
Dubusia taeniata (tangara diadema)		F		X
Hemispingus atropileus (Hemispingus cabecinegro)		F		X

Especies de aves reportadas	Estatus de Conservación	Gremio trófico	Año 2000	Año 2007
Hemispingus frontalis (tangara verdosa)		I	X	X
Hemispingus verticalis		I		X
Iridosornis rufivertex (musguerito paramuno)		F		X
Iridosornis porphyrocephalus (musguerito)	NT	F		X
Saltator coerulescens (papayero)		F	X	X
Saltator striatipectus (saltator)		F		X
Saltator atripennis		F	X	
Tiaris olivaceus (semillero cariamarillo)		G/F	X	X
Tangara arthus (tangara dorada)		F	X	X
Tangara heinei (tangara capirotada)		F	X	X
Tangara labradorides (tangara verdiplata)		F	X	X
Tangara nigroviridis (tangara berilina)		F	X	X
Tangara vassorii (tangara azul)		F	X	X
Tangara vitriolina (tangara rastrojera)		F	X	X
Tangara cyanicollis (tangara)		F	X	
Thraupis cyanocephala (azulejo montañero)		F	X	X
Thraupis episcopus (azulejo común)		F	X	X
Thraupis palmarum (azulejo palmero)		F	X	X
Ramphocelus flammigerus (toche enjalmado)		F	X	X
Ramphocelus dimidiatus (toche pico de pluma)		F	X	X
Familia Cardinalidae				
*Pheucticus ludovicianus**		F	X	
Chlorornis riefferii (tangara verdirroja)		F		X
Chlorospingus ophthalmicus (tangara, montero)		F	X	X
Chlorospingus semifuscus		F	X	
Piranga flava (piranga)		F	X	X
*Piranga olivácea** (piranga)		F	X	X
*Piranga rubra** (piranga, abejero)		F	X	X
Piranga rubriceps (piranga cabecirroja)		F		X
Familia Fringillidae				
Euphonia laniirostris (eufonía gorgiamarilla)		F	X	X
Chlorophonia pyrrhophrys (clorofonia ferruginosa)		F		X
Familia Troglodytidae				
Cinnycerthia olivascens (cucarachero sepia)		I		X
Henicorhina leucophrys (cucarachero de montaña)		I	X	X
Troglodytes aedon (cucarachero común)		I	X	X
Troglodytes solstitialis (cucarachero montaraz)		I		X
Familia Turdidae				
Catharus aurantiirostris (zorzal)		O	X	X
Catharus ustulatus *(zorzal buchipecoso)		O	X	X
Myadestes ralloides (solitario andino)		O	X	X
Turdus fuscater (mirla)		O	X	X
Turdus ignobilis (mayo embarrador)		O	X	X
Turdus serranus (mirla)		O		X
Familia Tyrannidae				
Contopus fumigatus (pibí oscuro)		I	X	X
Elaenia flavogaster (elaenia copetona)		I	X	X
Elaenia frantzii (elaenia montañera)		I	X	X
Hemitriccus granadensis (picochato carinegro)		I		X
Knipolegus poecilurus (atrapamoscas ojirrojo)		I	X	X
Leptopogon rufipectus (atrapamoscas pechirufo)		I		X
Mionectes striaticollis (atrapamoscas estriado)		I	X	X
Myiarchus cephalotes (atrapamoscas)		I	X	X
Myiophobus flavicans (atrapamoscas)		I		X

Especies de aves reportadas	Estatus de Conservación	Gremio trófico	Año 2000	Año 2007
Myiotheretes fumigatus (atrapamoscas tiznado)		I		X
Myiotheretes striaticollis (atrapamoscas chiflaperro)		I	X	X
Myiozetetes cayanensis (suelda crestinegra)		I	X	X
Ochthoeca cinnamomeiventris (pitajo torrentero)		I	X	X
Ochthoeca diadema (pitajo diadema)		I		X
Ochthoeca fumicolor (cacaíto, pitajo cenizo)		I	X	X
Ochthoeca rufipectoralis (pitajo pechirufo)		I	X	X
Phaeomyias murina (tiranuelo gris)		I	X	X
Phyllomyias nigrocapillus (mosquiterito cabecinegro)		I		X
Phyllomyias cinereiceps (tiranuelo cenizo)		I		X
Poecilotriccus ruficeps (tiranuelo coronado)		I	X	X
Pyrocephalus rubinus (titiribí pechirrojo)		I	X	X
Pyrrhomyias cinnamomeaus (atrapamoscas canelo)		I	X	X
Sayornis nigricans (atrapamoscas)		I	X	X
Serpophaga cinerea (tiranuelo pantanero)		I	X	X
Todirostrum cinereum (mosquiterito pico-barco)		I	X	X
Tyrannus melancholicus (sirirí común)		I	X	X
*Tyrannus savana** (tijereta)		I		X
Zimmerius vilissimus (tiranuelo matapalos)		I	X	X
Pitangus sulphuratus (bichofue)		I	X	X
Familia Vireonidae				
Cyclarhis nigrirostris (verderón piquinegro)		I	X	X
Cyclarhis gujanensis (verderón)		I	X	
Vireo flavifrons (verderón cariamarillo)		I	X	X
Vireo leucophrys (verderón montañero)		I	X	X
Vireo olivaceus		I	X	
Familia Picidae				
Campephilus pollens (carpintero gigante)		I		X
Colaneptes punctigula (carpintero buchipecoso)		I	X	X
Dryocopus lineatus (carpintero real)		I		X
Melanerpes formicivorus (carpintero de robledales)		I	X	X
Melanerpes rubricapillus (carpintero habado)		I	X	X
Piculus rubiginosus (carpintero cariblanco)		I	X	X
Piculus rivolii (carpintero carmesí)		I	X	X
Picumnus olivaceus (carpinterito olivaceo)		I	X	X
Veniliornis affinis (Carpintero embridado)		I	X	X
Picoides fumigatus (carpintero cariblanco)		I	X	X
Familia Ramphastidae				
Andigena nigrirostris (terlaque pechiazul)		I/F	X	X
Aulacorhynchus prasinus (tucaneta)		I/F	X	X
Familia Psittacidae				
Ara severus (guacamaya cariseca)		G/F	X	X
Forpus conspicillatus (perico cascabel)		G/F	X	X
Familia Strigidae				
Asio stygius (búho orejudo)		C		X
Ciccaba virgata (búho moteado)		C	X	X
Ciccaba albitarsis		C	X	
Glaucidium jardinii (buhito andino)		C		X
Megascops choliba (currucutú)		C	X	X
Megascops albogularis (autillo gorgiblanco)		C	X	X
Familia Tytonidae				
Tyto alba (lechuza común)		C	X	X
Familia Trogonidae				
Trogon collaris (trogón collarejo)		I/F	X	X

Especies de aves reportadas	Estatus de Conservación	Gremio trófico	Año 2000	Año 2007
Trogon melanurus (trogón colinegro)		I/F		X
Trogon personatus (trogón enmascarado)		I/F	X	X
Pharomachrus antisianus (quetzal crestado)		I/F		X
Pharomachrus auriceps (quetzal colinegro)		I/F		X
Familia Mimidae				
Mimus gilvus		O	X	

* Especies migratorias

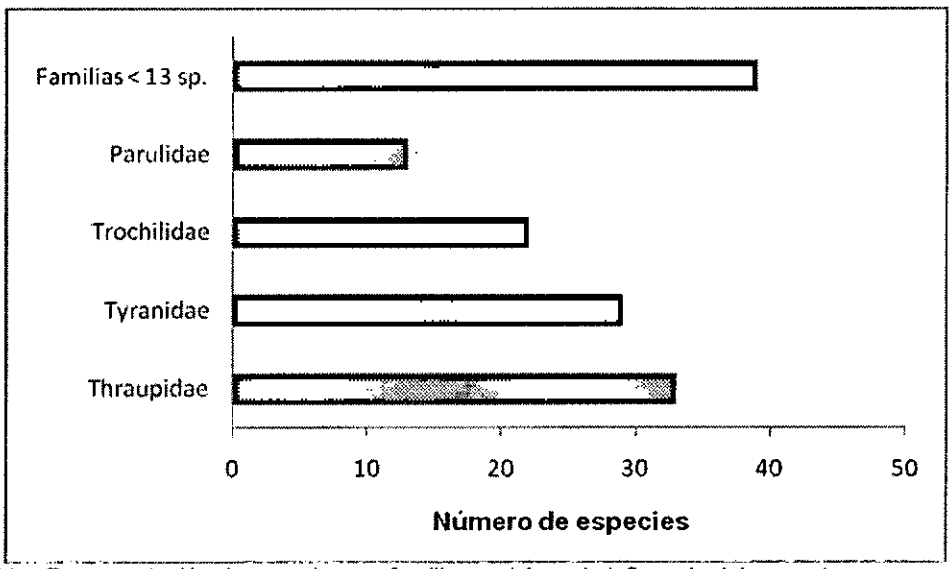


Figura 3.11 Representación de especies por familia en el área de influencia del proyecto.

En general, la avifauna está compuesta por especies que presentan amplia distribución, típicas de bosques secundarios y sitios más abiertos como rastrojos medios y bajos, capaces de tolerar la perturbación del hábitat. También se reportan especies raras o poco frecuentes en el valle del Aburrá, como es el caso de los trogones (*Trogon collaris y T. personatus*), el atrapamoscas (*Mionectes striaticollis*), y el chamicero (*Synallaxis unirufa*), entre otras. La presencia de estas especies hace suponer la existencia de manchones de bosque poco alterados en algunos sectores del área de estudio muy posiblemente los correspondientes a la Quebrada La Espadera y el bosque de La Aguada. Por otro lado, se reportan dos especies que son cazadas en la zona para consumo a saber: guacharaca (*Ortalis guttata*) y la pava *Chamaepetes goudoutii* y otras especies son capturadas y vendidas como mascotas, entre las cuales se encuentran los periquitos (*Forpus conspicillatus*), el carriquí (*Cyanocorax yncas*), el toche (*Icterus chrysater*), y el sinsonte (*Mimus gilvus*).

- Gremios tróficos

El amplio conocimiento que se tiene sobre las aves ha permitido determinar su tipo de alimentación y sus estrategias de forrajeo. Con base en tal información, las diferentes especies que se encuentran en un sitio específico pueden agruparse en diferentes gremios tróficos. Un gremio trófico es un grupo de especies que explotan un recurso alimenticio de la misma manera (Willis, 1979). Esta información puede ser útil para determinar cómo cambia la composición de la avifauna respecto a la variación de los

recursos alimenticios (Loiselle & Blake, 1992). En el caso de las aves de bosque, y que dependen de los recursos que este les provee, la fragmentación y la pérdida de cobertura boscosa pueden afectarlas gravemente, llevándolas incluso a la extinción (Kattan *et al.*, 1994; Renjifo, 1999).

Entre los diversos gremios tróficos presentes en el área de estudio (11 en total), los insectívoros tienen la mayor diversidad de especies (102 sp.), con diferentes especializaciones en cada una de las coberturas muestreadas (insectívoros arbóreos, del estrato herbáceo, de troncos o de sotobosque). En diferentes estudios ecológicos (Ricklefs, 1993) y los presentados en este estudio sugieren que estas aves son más plásticas en sus necesidades ecológicas, es decir, que ocupan una amplia variedad de nichos en esta región y son abundantes a través de todos los estados sucesionales de la vegetación, cuerpos de agua y aún en áreas altamente perturbadas y transformadas.

La abundancia de aves insectívoras posiblemente se debe a que encuentran alimento disponible, tanto en los bosques nativos como en los rastrojos, plantaciones forestales, cultivos y otros sitios más abiertos, constituyéndose estas especies en importantes controladoras de las poblaciones de insectos, algunos de los cuales se consideran plagas para la agricultura, lo que beneficia en muchos casos al hombre. Le siguen en importancia las aves frugívoras (42 sp.), las cuales con frecuencia se observan cuando se desplazan a lo largo de las franjas de vegetación que protegen los cauces de agua, aunque también se encuentran en el interior de los bosques nativos. Estas especies son importantes diseminadoras de semillas, y con ello ayudan a la regeneración natural de los bosques; gran cantidad de las especies arbustivas que se encuentran en los rastrojos y en el interior de las plantaciones de coníferas llegan allí gracias a que estas aves transportan sus semillas.

Las aves nectarívoras (21 sp.) cumplen la función de ser polinizadoras de las plantas y contribuyen a la reproducción de las mismas. Por lo general son especies asociadas a los rastrojos y a los bosques secundarios, debido a que el recurso del que se alimentan, el néctar, es más abundante allí que en los potreros y en las pineras. También es posible encontrar algunas de estas especies cerca de las casas, pues el néctar abunda en muchas de las plantas que comúnmente se utilizan como ornamentales. Las aves carnívoras (13 sp.) importantes en el control de las poblaciones de roedores y otros mamíferos pequeños, estas por lo general frecuentan tanto las zonas abiertas como las boscosas. Ver Figura 3.12

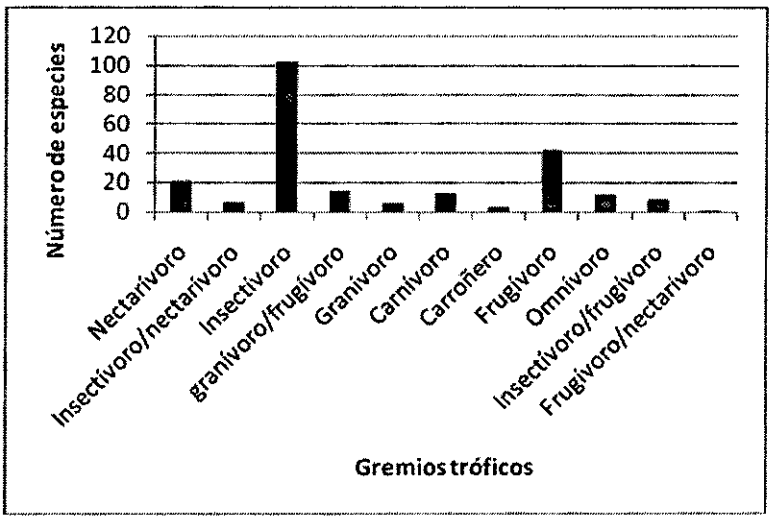


Figura 3.12 Gremios tróficos

- Especies endémicas o en peligro de extinción

Basados en la literatura consultada se encuentran seis especies listadas dentro del libro rojo la perdíz *Odontophorus hyperythrus,* el musguerito *Iridosornis porphyrocephalus* y el saltarín dorado *Xenopipo flavicapilla* clasificadas como casi amenazado NT, Los tororoi *Grallaricula cucullata* y *Grallaria rufocinerea* clasificadas como vulnerables (VU) y el cacique candela *Hypopyrrhus pyrohypogaster* clasificado como en peligro (EN) según (Renjifo *et al.* 2002). Los factores causantes del riesgo de extinción pueden actuar de forma aislada o como la suma de varios de ellos. En general, el agente que más afecta a las aves es la fragmentación del bosque, que ocasiona la consecuente pérdida de hábitat disponibles y adecuados para ellas (Kattan *et al.* 1994). En el área de estudio la destrucción del bosque es inminente y está llevando a las especies a confinarse en pequeños parches de bosque o en el peor de los casos a su completa desaparición.

3.3.2.2.2 Mamíferos

- Composición de especies

La información recolectada a cerca de los mamíferos está basada en trabajo de campo (EIA realizado por Integral en el 2000), junto con la consulta de fuentes secundarias y ha permitido identificar 81 especies de mamíferos, agrupadas en 10 ordenes y 22 familias que equivalen al 18% de las especies reportadas para Colombia. El orden Chiroptera (murciélagos) es el que presenta mayor riqueza con 43 especies equivalentes al 53%, seguido por el orden Rodentia con 17 especies (21%) y el orden Carnívora con 8 especies (10%) (Tabla 3.85).

Tabla 3.85 Mamíferos reportados para la zona de estudio

Orden	Familia	Especie	Nombre vulgar	Gremio trófico
Carnivora	Canidae	*Cerdocyon thous*	Zorro patas negras, perro lobo	C
		Urocyon cinereoargenteus	Zorro gatuno,zorro plateado, lumba	C
	Mustelidae	*Eira barbara*	Tayra,comadreja,zorro	O
		Mustela frenata	Comadreja cola larga	C
	Procyonidae	*Bassaricyon gabbii*	Olingo, macoperro, leoncillo	O
		Nasua nasua	Cusumbo, guache,	O
		Nasuella olivacea	Guache de manada, coati	O
		Potos flavus	Perro de monte	C
Chiroptera	Molossidae	*Eumops glaucinus*	Murcielago mastin azulado	I
		Eumops auripendulus	Murcielago mastin de orejas caidas	I
		Molossus molossus	Murcielago coludo de las casas	I
		Promops centralis	Murcielago crestado castano	I
	Phyllostomi-dae	*Anoura caudifer*	Murcielago trompudo	O
		Anoura cultrata	Murcielago negro trompudo	O
		Anoura geoffroyi	Murcielago trompudo de Geoffroy	O
		Artibeus cinereus	Murcielago frutero cenizo	F
		Artibeus glaucus	Murcielago frutero azulado	F
		Artibeus jamaicensis	Murciélago	F
		Artibeus phaeotis	Murciélago frutero	F
		Artibeus toltecus	Murciélago totelco	F
		Artibeus lituratus	Murciélago frutero	F
		Carollia brevicauda	Murciélago frugivoro	F
		Carollia colombiana	Murciélago	F
		Carollia castanea	Murcielago castaño	F
		Carollia perspicillata	Murciélago	I-F
		Enchisthenes hartii	Murciélago	F
		Glossophaga commissarisi	Murcielago de lengua larga de Commissaris	O
		Glossophaga soricina	Murciélago	N
		Glossophaga longirostris	Murciélago longirostro	O
		Phyllostomus discolor	Murciélago dorado	O
		Phyllostomus elongatus	Murcielago de linea dorsal	O
		Platyrrhinus aurarios	Murciélago sombrio	F
		Platyrrhinus dorsalis	Murcielago de hombros amarillos	F
		Platyrrhinus umbratus	Murcielago de charreteras bidentado	F

Orden	Familia	Especie	Nombre vulgar	Gremio trófico
		Platyrrhinus vitatus	Murciélago	F
		Sturnira aratathomasi	Murciélago bogotano	F
		Sturnira bidens	Murciélago rojizo	F
		Sturnira bogotensis	Murciélago flor de Lis	F
		Sturnira erythromus	Murcielago de chrreteras de Anthony	F
		Sturnira ludovici	Murciélago	I-F
		Sturnira mordax	Murcielago de charreteras de Thomas	F
		Sturnira oporaphilum	Murcielago constructor de tiendas oscuro	F
		Sturnira thomasi	Murcielago cabecilistado	F
	Vespertilioni-dae	*Eptesicus brasiliensis*	Murciélago negro	I
		Eptesicus fuscus	Murciélago	I
		Histiotus montanus	Murciélago	I
		Myotis albescens	Murciélago	I
		Myotis nigricans	Murciálago amarillo de alas negras	I
		Rhogeessa minutilla	Murcielaguito	I
		Rhogeessa tumida	Murciélago	I
	Emballonuri-dae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago trompudo	I
Cingulata	Dasypodidae	*Cabassous centralis*	Armadillo cola de trapo, gurre	I
		Dasypus novemcinctus	Armadillo	I
Didelphi-morphia	Didelphidae	*Caluromys lanatus*	Chucha rata,marteja,rajaco	O
		Didelphis albiventris	Chucha de oreja blanca,runcho	O
		Didelphis marsupiales	Fara, chucha	O
	Marmosidae	*Marmosops impavidus*	Zarigüeya	O
Insectivora	Soricidae	*Cryptotis colombiana*	Musaraña, ratón marsupial	I
		Cryptotis medellinia	Musaraña, ratón marsupial	I
Lagomor-pha	Leporidae	*Sylvilagus brasiliensis*	Conejo	H
Phyllophaga	Badypodidae	*Bradypus variegatus*	Perezoso castaño de tres dedos	H
	Megalony-chidae	*Choloepus hoffmanni*	Perezoso de dos dedos	H
Primates	Aotidae	*Aotus lemurinus*	Marteja	C
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Boruga, lapa, paca	F
		Cuniculus taczanowskii	Paca de montaña, boruga de paramo	H
	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Conejo negro,ñeque	F
	Dinomydae	*Dinomys branickii*	Guagua,lapa,pacarana	F
	Erethizontidae	*Coendou prehensilis*	Puercoespin	F
	Muridae	*Akodon affinis*	Raton	F
		Hanullelamys intectus	Raton	F
		Melanomys caliginosus	Raton arrocero	F

Orden	Familia	Especie	Nombre vulgar	Gremio trófico
		Nephelomys gr. Albigularis	Raton de monte	F
		Oligoryzomys fulvescens	Raton arrocero	F
		Oryzomys albigularis	Raton panza blanca, raton arrocero	F
		Sigmodontomys Alfaro	Raton	F
		Thomasomys aureuFs	Raton	F
		Thomasomys bombycinus	Raton	F
		Zygodontomys brevicauda	Raton	F
	Sciuridae	*Microsciurus mimulus*	Ardilla cusca, ardillita chocoana	F
		Sciurus granatensis	Ardilla alazana	F
Vermilingua	Mymecopha-gidae	*Tamandua mexicana*	Oso hormiguero,zorro hormiguero	I

En general, los mamíferos reportados para la zona son de amplia distribución y comunes en sitios intervenidos, con algunas excepciones como la guagua (*Cuniculus taczanowskii*), la cual es muy escasa y restringida a las zonas menos perturbadas (eg.Quebrada la Espadera). Los mamíferos más comunes que reportan los habitantes de esta zona son los pertenecientes al orden Chiroptera (murciélagos) y Rodentia (roedores).

En cuanto a la diversidad por familias, las familias Phyllostomidae, Muridae y Vespertilionidae presentan el mayor número de especies reportadas (31, 10 y 7 respectivamente); la alta abundancia del orden de los murciélagos se debe a su diversidad de hábito alimenticio, característica fundamental para la conservación del medio ambiente, ya que actúan como dispersores de semillas, polinizadores o controladores de plagas. La familia Muridae, perteneciente al orden Rodentia, se puede encontrar en la mayoría de las zonas habitables, convirtiéndose en la segunda familia de mamíferos que mas áreas han ocupado en el mundo después de la familia Vespertilionidae (Figura 3.13).

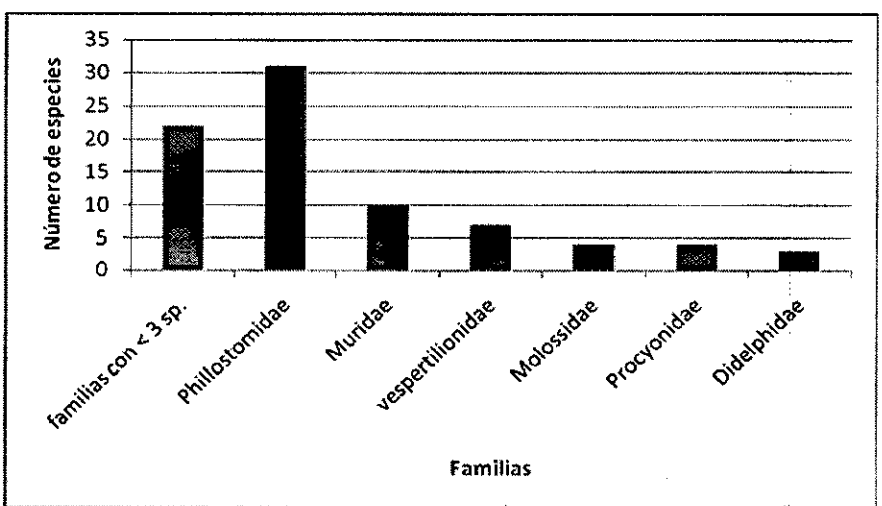


Figura 3.13 Familias presentes en el área de estudio

- Gremios tróficos

Se tiene que la diversidad de hábitos alimenticios es muy amplia, como una estrategia natural para el mejor aprovechamiento del recurso, pudiéndose encontrar en la zona de estudio mamíferos frugívoros (37 especies), insectívoros (19 especies), omnívoros (15), herbívoros (4), carnívoros (5 especies) y nectarívoros (1) Ver Figura 3.14. Los mamíferos frugívoros se desempeñan como diseminadores de semillas, favoreciendo la riqueza florística de la región, pues algunas especies vegetales dependen exclusivamente de estos organismos para su diseminación; las especies insectívoras controlan poblaciones de insectos que pueden llegar a ser nocivas para la salud humana y animal.

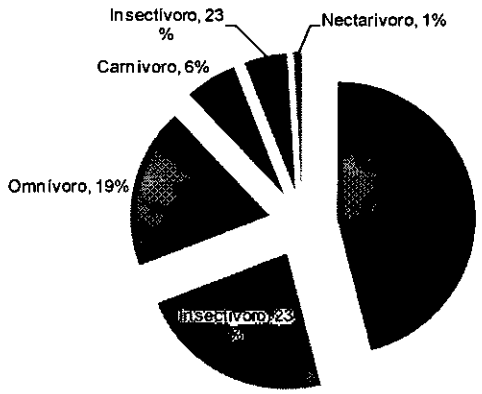


Figura 3.14 Gremios tróficos presentes en el área de estudio

Las especies reportadas como omnívoras (órdenes Carnívora, Chiroptera y Didelphimorphia) muestran una adaptación al medio mediante la variación de dieta alimenticia, ya que pueden ser dispersadores de semillas, polinizadores o controladores de insectos. La función ecológica de los carnívoros es atenuar la densidad de los herbívoros; sin embargo, cuando el recurso disminuye, su atención se centra en los animales domésticos, lo que ha causado su exterminio en algunos lugares. Los mamíferos carnívoros, debido a su integración al ecosistema y a las redes tróficas, son de una gran importancia ecológica, siendo esenciales para el buen funcionamiento de los ecosistemas. Los nectarívoros ayudan a la polinización de las plantas mediante la visita a diferentes fuentes de alimento que alcanzan varios kilómetros de distancia.

- Especies endémicas o en peligro de extinción

La especie *Dinomys branickii* (guagua loba) es la única especie que aparece listada según el libro rojo de los mamíferos de Colombia como Vulnerable (VU) debido a la destrucción de su hábitat y a la cacería (Rodríguez- M *et al.* 2006).

3.3.2.2.3 Anfibios y Reptiles

Corroborando con la distribución en Colombia (Páez *et al.* 2002 y Palacio *et al.* 2006) se pudo identificar 18 especies para esta zona: siete especies de ranas, dos salamandras, cuatro lagartos y cinco serpientes (ver Tabla 3.86).

Tabla 3.86 Anfibios y reptiles presentes en el área de estudio.

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Anura	Brachycephalidae	*Eleutherodactylus paisa*	Rana
	Bufonidae	*Chaunus marinus*	Sapo común
	Dendrobatidae	*Colostethus fraterdanieli*	Rana
	Centrolenidae	*Centrolene robledoi* *Centrolene* Grupo *Prosoblepon* *Cocranella savagei*	Rana de cristal Rana de cristal Rana de cristal
	Hylidae	*Dendropsophus bogerti*	Rana
Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa ramosi* *Bolitoglossa vallecula*	Salamandra Salamandra
Squamata (sauria)	Guekkonidae	*Gonatodes albogularis*	Lagartija
	Gymnopthalmidae	*Cercosaura vertebralis*	Lagartija
	Polychrotidae	*Anolis heterodermus* *Norops mariarum*	Camaleón Lagartija
Squamata (serpentes)	Colubridae	*Atractus lasallei* *Liophis epinephelus bimaculatus* *Lampropeltis triangulum* *Mastigodryas boddaerti* *Sibon nebulatus*	Culebra Culebra Culebra Yarumá Culebra

En el caso particular de la herpetofauna, la riqueza y abundancia de los anfibios y reptiles en una región se relacionan con ciertas características del hábitat como humedad, estructura de la vegetación, proporción de epífitas y la presencia de hojarasca en el suelo entre otras. Tanto los anfibios como los reptiles son sensibles a las alteraciones en el microclima y la reducción de los microhábitats disponibles. La baja capacidad de dispersión, la alta permeabilidad de la piel y la reproducción acuática y terrestre hacen que los anfibios sean particularmente sensibles a los cambios ambientales y propensos a los procesos de extinción local (Castro y Kattan, 1991; Herrera *et al.,* 2004 citado en Palacio-Baena *et al.*, 2006). A pesar de que los reptiles son menos sensibles que los anfibios a las perturbaciones ambientales, debido, a su cubierta de escamas que los hace más independientes de los cambios climáticos, numerosas especies requieren de fragmentos de árboles como hábitat o de una capa de hojarasca profunda y húmeda como refugio durante el día (Palacio-Baena *et al.*, 2006). De acuerdo a las características de la vegetación se espera encontrar entonces especies más generalistas asociadas a fragmentos de bosque más homogéneos como lo son las coberturas de plantación y pastizal y una mayor diversidad de especies asociada a las coberturas de rastrojo y bosque.

Para el caso del área de estudio, las especies encontradas constituyen especies típicas de estos hábitats; la rana *Eleutherodactylus paisa* por ejemplo, es una especie nocturna común en los bosques secundarios o en zonas con alto grado de intervención antrópica (plantación y bosque natural intervenido). Esta especie no depende del ambiente acuático para su reproducción, pues posee desarrollo directo (Palacio-Baena et al., 2006), lo que la hace más tolerante a las variaciones micro ambientales producidas por la destrucción del hábitat. Por otra parte, el sapo común *Chaunus marinus;* es frecuentemente encontrada en los paisajes alterados por los humanos y son principalmente nocturnos, pasando el día oculto en sus refugios (Páez et al. 2002). Los lagartos *Norops mariarum* y *Cercosaura vertebralis* son de hábitos diurnos y ectotérmicos, es decir, presentan una temperatura corporal no constante y necesitan de la luz solar para realizar sus funciones (Pough, 1998). En los días nublados y fríos permanecen ocultos, dificultando su detección.

- Gremios tróficos

Todas las especies de anuros, salamandras y saurios (lagartos) presentes en esta área de estudio son insectívoros. Las serpientes de la familia Colubridae son carnívoras alimentándose principalmente de pequeños vertebrados como lagartos y ranas.

- Especies endémicas o en peligro de extinción

No se identifico ninguna especie dentro de los libros rojos de anfibios y reptiles (Castaño-Mora 2004 y Rueda-Almonacid et al. 2004).

3.3.3 Fauna Acuática

Los ecosistemas lóticos integran relaciones entre los ambientes terrestres y acuáticos, que determinan la complejidad de sus asociaciones faunísticas, la estabilidad del sistema y el impacto que sobre estos puedan tener las alteraciones del medio (Merona y Bittecourt, 1993 en Lasso et al; 1999). En consecuencia el manejo que se debe dar al sistema acuático cuando las obras de desarrollo implican modificaciones sobre este, debe procurar conservar el frágil equilibrio que les es propio y debe estar supeditado a un conocimiento mínimo de su ecología.

Los estudios hidrobiológicos pretenden evaluar indicadores de la calidad ambiental del ecosistema y los tensores que lo afectan. Los alcances de estos estudios son muy variables y están determinados tanto por el grado de impacto potencial sobre el sistema como por el estado de conservación y función ambiental del mismo. El análisis de información representativa sirve para definir condiciones y tendencias en el cuerpo de agua, así como relaciones causa-efecto que permiten hacer recomendaciones de manejo. En el caso particular de los ríos, los aspectos de estudio incluyen, además de la medición de las características fisicoquímicas del agua, la composición y abundancia de la biota. Los peces, los macroinvertebrados bentónicos y el fitoperifiton son los más frecuentemente utilizados.

El fitoperifiton se define como una agremiación vegetal (en general se consideran solo las algas) adherida a sustratos vivos o inertes y que varían en abundancia de acuerdo a las características físicas del sistema (Allan, 1995). En particular las algas perifíticas cumplen el rol productor o fotosintetizador dentro de la comunidad y el sistema, es por esta razón que son un componente de especial importancia en el estudio de las comunidades acuáticas de sistemas de corriente. Por su posición en la interfase el sustrato-agua, el perifiton juega un rol fundamental en algunos ciclos biogeoquímicos y en la dinámica del ecosistema (Amblart *et al.*, 1990; Hansson, 1990 en Masseret *et al.,* 1998). Dado que las formas perifíticas son sésiles su composición y abundancia reflejan las condiciones ambientales del pasado reciente y consecuentemente pueden ser usados como indicadores de la calidad del agua. Esta capacidad del perifiton como fuente de información integrada ha sido documentada por (Masseret *et al.,* 1998).

Los macroinvertebrados por su parte se destacan por ser un indicador clásico de la calidad del agua, especialmente el lo que respecta a la polución orgánica y son además, un importante recurso trófico (Muñoz *et al.* 2001) para los peces. Otras variables complementarias incluyen, la extensión y el tipo de cobertura vegetal, tanto riparia como de macrófitas, estas últimas de gran importancia para las asociaciones ícticas (Petry, 2003).

Probablemente el componente sobre el cual son más evidentes los impactos son los peces, principalmente por el efecto de la construcción de obras de infraestructura que afecten el flujo o los caudales de los ríos. Su utilización como indicadores biológicos de cambio, está fundamentada en el conocimiento que se tiene sobre su ecología y en la activa participación en las redes tróficas acuáticas. En quebradas de zonas altas las asociaciones ícticas están compuestas por poblaciones pequeñas de especies residentes, de manera que los impactos no se presentan por la interrupción de las migraciones como si ocurre en la cuenca media y baja de los ríos. No obstante, el pequeño número de individuos y la poca complejidad de las cadenas tróficas, incrementa el riesgo de desaparición de las poblaciones de peces en estos ambientes.

3.3.3.1 Sector Baltimore

El sitio de muestreo hidrbiológico fue definido en la quebrada La Cangreja el cual se caracteriza por ser un cuerpo de agua corriente bastante somero y que ha desaparecido en casi toda su extensión. El cauce, cuya amplitud no supera los 40 cm en casi toda su longitud, se extiende por unos 30 metros en medio de grandes rocas, para continuar como una acequia que se pierde entre cafetales. La acequia es mantenida por campesinos asentados en predios de la quebrada y que aprovechan el agua de esta para la irrigación de sus cultivos. La vegetación marginal sumergida es escasa ya que es removida periódicamente. No obstante se mantienen los árboles de sombrío junto con los cafetales. En cuanto a las características del lecho, se identifica un sustrato fangoarenoso con algunas rocas emergentes y pozas en las que se acumula hojarasca en descomposición. El tipo de corriente predominante en el cauce original fueron probablemente los chorros y las pozas, y es posible que en el periodo de lluvias aún se observen estas corrientes. El pequeño caudal de la quebrada y el grado de intervención antrópica hace suponer que en temporada seca el curso de agua desaparece temporalmente. (Ver anexo_3.3_Registro fotográfico_medio_biotico).

3.3.3.1.1 Fitoperifiton

El fitoperifiton de la Quebrada La Cangreja estuvo compuesto principalmente por géneros pertenecientes a la división Chrysophyta (13 géneros), la cual presenta características fisiológicas diversas, algunas de sus representantes poseen nutrición heterotrófica facultativa, pueden sobrevivir en ambientes con baja luminosidad y suelen crecer en aguas poco profundas (Hernández – Atilano *et al.,* 2005). Aunque con muy pocos géneros, las divisiones Cyanophyta y Chlorophyta también estuvieron presentes en el ficoperifiton Tabla 3.87.

Tabla 3.87 Composición y densidad del ficoperifiton registrado en la Quebrada La Cangreja en marzo de 2009

Taxones	Perifiton
	Ind/cm2
Chrysophyta (Bacillariophyceae)	
Navicula	2514,71
Anomoeoneis	178,21
Nitzschia	554,421
Gomphonema	99,00
Cymbella	39,60

Taxones	Perifiton
	Ind/cm2
Luticola	79,20
Gyrosigma	79,20
Aff Diatoma	19,80
Melosira	79,20
Fragilaria	19,80
Cyclotella	39,60
Synedra	19,80
Pinnularia	19,80
Cyanophyta	
Oscillatoria	297,01
Chlorophyta	
Mougeotia	19,80
Cladophora	19,80

El género con mayor densidad fue *Navicula* con 2514,71 ind/cm^2, seguido por *Nitzschia* (554,42 ind/cm^2) y *Oscillatoria* (297,01 Ind/cm^2) (Figura 3.15). La composición del perifiton depende del tipo de sustrato, de su rugosidad y del estado trófico del agua. Algunos géneros de diatomeas se desarrollan muy bien en medios eutrofizados como algunas especies de *Navicula* y *Nitzschia*, otras como *Anomoeoneis* se encuentran en ambientes con alta conductividad y géneros como *Gomphonema*, *Cymbella* y *Cyclotella* son caracterizados en puntos intermedios debido a que algunas de sus especies solo se presentan en ambientes alcalinos y bien oxigenados y otras pueden resistir cierto grado de contaminación. Al igual que las diatomeas las Cloroficeas y Cianoprocariotas se desarrollan bajo una variada gama de condiciones por lo que muchas también se utilizan como indicadoras; aunque en este caso se presentan dos géneros de estas dos divisiones como *Cladophora* que puede crecer muy bien en ambientes eutróficos y su desarrollo masivo está asociado a contaminación por materia orgánica y *Oscillatoria* el cual es muy tolerante a la contaminación química (Ramírez, 2000; Bicudo y Menezes, 2006; Roldán y Ramírez, 2008) no necesariamente su presencia este indicando contaminación ya que no se encuentran en muy altas densidades.

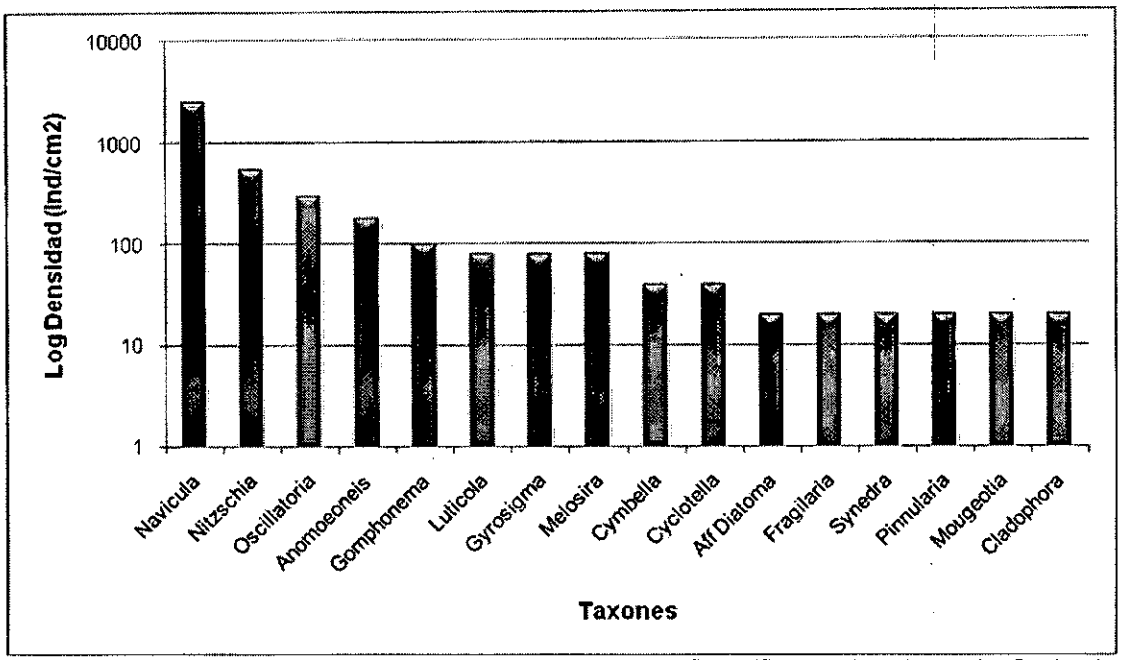


Figura 3.15 Distribución de densidades de los géneros de fitoperifiton registrado en la Quebrada La Cangreja en marzo de 2009

Dentro de los sistemas loticos el ficoperifiton es muy importante debido a su capacidad para registrar rápidamente cambios influenciados por las características físicas y químicas del agua, además algunas especies poseen un amplio rango de tolerancia a los niveles de polución y contaminación. Otro factor de gran importancia que determina la estructura del ensamble ficoperifitico y en especial para las diatomeas es la velocidad de la corriente (Ramírez, 2000; Díaz-Quirós y Rivera-Rondón, 2004; Zapata y Donato, 2005), éste combinado con otros factores como la disponibilidad de luz y nutrientes, la geología, topografía y uso del suelo (Hernández-Atilano, 2005).

3.3.3.1.2 Macroinvertebrados

En la Tabla 3.88 se presenta la ubicación taxonómica, el número de individuos y la abundancia relativa de los géneros de macroinvertebrados encontrados en la quebrada La Cangreja. Se encontraron 38 individuos representados en ocho taxones, ocho familias, cinco órdenes, dos clases y un Phylum. El Orden Odonata fue el que presentó la mayor riqueza, representado por tres taxones, seguido del Orden Hemiptera (Heteroptera) con dos taxones. Los otros tres órdenes registraron un solo taxón cada uno (Tabla 3.88 y Figura 3.16). Es importante anotar que todos los taxones encontrados están asociados a hábitats con vegetación de orillas o sumergida y hojarasca en el sustrato, con excepción de *Smicridea* que se encuentra en sustrato de arena o piedras.

Tabla 3.88 Ubicación taxonómica y número de macroinvertebrados encontrados en la quebrada

Phylum, Clase, Orden y familia	Género	Número individuos	Abundancia relativa (%)
Phylum Arthropoda			
Clase Insecta			
Odonata			
Libellulidae	cf *Orthemis*	3	7,89
Megapodagrionidae	*Megapodagrion*	10	26,32
Coenagrionidae	*Argia*	4	10,53
Trichoptera			
Hydropsychidae	*Smicridea*	1	2,63
Hemiptera (Heteroptera)			
Ochteridae	*Ochterus*	1	2,63
Gerridae	*Eurygerris kahli*	8	21,05
Diptera			
Chironomidae	Chironomidae s.d.	10	26,32
Clase Crustacea			
Decapoda			
Pseudothelpusidae	*Hypolobocera*	1	2,63
Total individuos		**38**	
Total taxones		**8**	

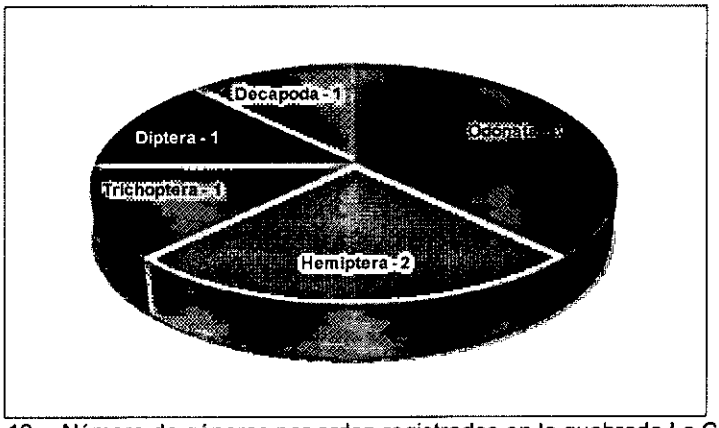


Figura 3.16 Número de géneros por orden registrados en la quebrada La Cangreja

En relación con la abundancia relativa de individuos por taxón (Figura 3.17), el género *Megapodagrion* de la familia Megapodagrionidae y un género sin determinar de la familia Chironomidae fueron los más abundantes (26,3% cada uno); la primera familia es indicadora de aguas moderadamente contaminadas y la segunda no se considera buena indicadora de la calidad del agua, ya que esta familia de dípteros incluye géneros y especies que cubren todo tipo de ecosistemas acuáticos dulceacuícolas, así como todo el rango de calidad del agua, desde zonas de aguas frías y muy limpias hasta zonas muy

contaminadas y anóxicas, como es el caso de *Chironomus* sp, el cual tiene hemoglobina en su hemolinfa, este pigmento respiratorio le permite captar oxígeno en condiciones de falta de oxígeno disuelto en el medio acuático (Álvarez 2005), aunque es importante aclarar que el género no determinado no corresponde a *Chironomus,* el cual es fácilmente identificable.

También fue abundante el género *Eurygerris* de la familia Gerridae, que tampoco es una familia bioindicadora por el hábitat en que viven, los gérridos son organismos muy tolerantes a diferentes tipos de contaminación antrópica, aunque no puedan vivir si hay cualquier agente tensoactivo que reduzca la tensión superficial del agua, por estas razones, no se les considera como buenos indicadores de la calidad del agua. (Ver anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular, abundancia relativa de los generos de macroinvertebrados registrados en la quebrada la cangreja).

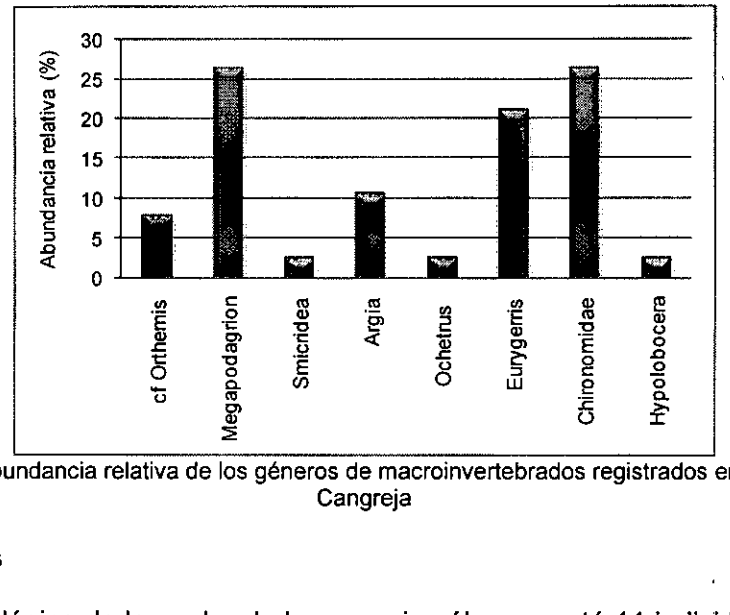


Figura 3.17 Abundancia relativa de los géneros de macroinvertebrados registrados en la quebrada La Cangreja

3.3.3.1.3 Peces

El muestreo ictiológico de la quebrada la cangreja sólo presentó 11 individuos capturados, agrupados en tres especies del mismo género, pertenecientes al órden Siluriformes y la familia Trichomycteridae. Las mayores capturas correspondieron a *Trichomycterus latiestriatus* (cinco individuos) las dos especies restantes *Trichomycterus retropinnis* y *Trichomycterus chapmani* aportaron tres individuos cada una (Tabla 3.89).

Las especies del género *Trichomycterus* prefieren pequeñas quebradas o ríos de alta montaña neotropical de tipo primario y secundario con flujo torrentoso pero poco profundas, las cuales, en condiciones naturales, son bien oxigenados, tienen sustrato rocoso y disponibilidad de materia orgánica (Ruiz y Román-Valencia, 2006; Román-Valencia, 2001). Tales condiciones serían habituales en la quebrada la cangreja, especialmente en periodos lluviosos.

Tabla 3.89 Abundancia, biomasa y medidas promedio de las especies de peces encontrados en la quebrada la Cangreja en marzo de 2009

Especie	Número de individuos	Abundancia relativa	Biomasa total(g)	Biomasa Media	Talla media
Trichomycterus chapmani	3	27,27	4,43	1,48	48,17
Trichomycterus latiestriatus	5	45,45	1,41	0,28	25,92
Trichomycterus retropinnis	3	27,27	1,55	0,52	34,97

Aunque el bajo número de individuos capturados no permite establecer diferencias estadísticas en la abundancia por especie, se encontró que la especie *Trichomycterus latiestriatus* aporta casi el 50% de los individuos capturados. Sin embargo, su pequeña talla hace que el aporte de biomasa sea menos importante que el de *Trichomycterus chapmani*, la especie de mayor tamaño (Figura 3.18 y Figura 3.19).

Entre los factores que pueden explicar la presencia de estas especies en ambientes como la quebrada la cangreja están sus hábitos bentónicos y adaptación a ambientes ritrales, una oferta de recursos tróficos concordante con sus hábitos alimentarios (generalmente macroinvertebrados) y una menor abundancia de depredadores (Habit *et al;* 2005)

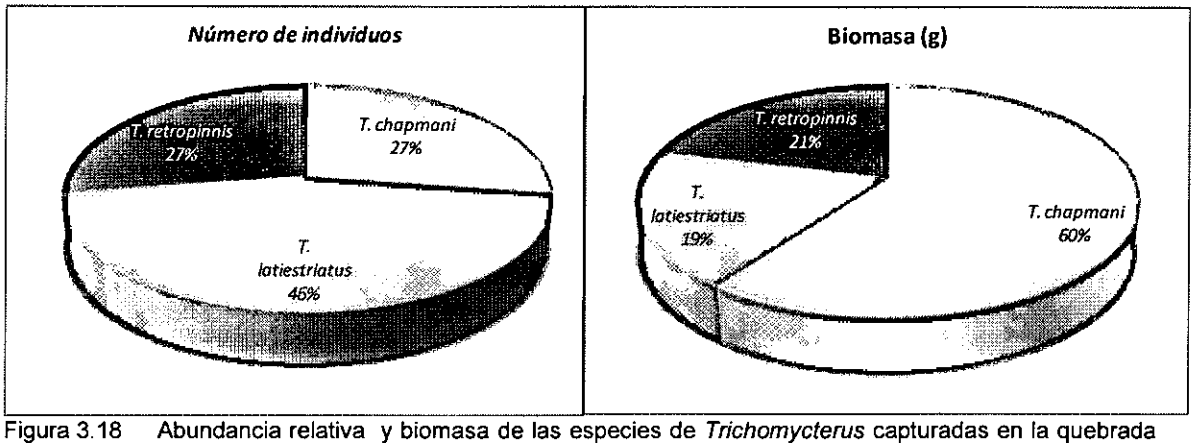


Figura 3.18 Abundancia relativa y biomasa de las especies de *Trichomycterus* capturadas en la quebrada la cangreja en marzo de 2009

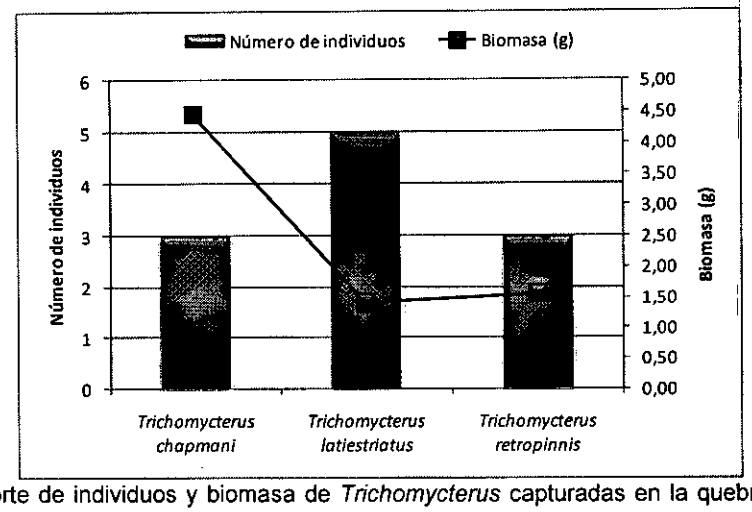


Figura 3.19 Aporte de individuos y biomasa de *Trichomycterus* capturadas en la quebrada la cangreja en marzo de 2009

Tanto la abundancia relativa como el número de especies pueden considerarse muy bajo, más aún si se consideran que las tres especies pertenecen a un mismo grupo taxonómico. Smith y Smith (2000) encontraron que en los sistemas lóticos a mayor heterogeneidad y diversidad de estructuras físicas del hábitat le corresponde una mayor diversidad de las comunidades biológicas que lo ocupan. Esto explicaría el bajo número de especies e individuos capturados en la quebrada la cangreja. Un sistema en el que el grado de intervención a reducido al mínimo la diversidad de hábitat. En el anexo_3.3_registro fotográfico_medio biótico, caso particular, especies de peces capturados en la quebrada La Cangreja en marzo de 2009, se presentan estas especies.

3.3.3.2 Conclusiones

- El ficoperifiton de la quebrada La Cangreja estuvo compuesto principalmente por géneros pertenecientes a la división Chrysophyta, este grupo está normalmente asociado con aguas poco profundas. Los géneros con mayor densidad fueron *Navicula, Nitzschia,* quienes se desarrollan bien en medios eutroficados. También se destaca la presencia de la clorofita *Cladophora,* que puede crecer muy bien en dichos ambientes eutróficos y su desarrollo masivo está asociado a contaminación por materia orgánica

- En el muestreo realizado en la quebrada La Cangreja se encontraron ocho taxones agrupados en ocho familias, cinco órdenes, dos clases y un Phylum. Todos los taxones están asociados a hábitats con vegetación de orilla u hojarasca, con excepción del género Smicridea.

  Los órdenes Odonata y Heteroptera fueron los más ricos en taxones (tres y dos géneros, respectivamente). El género Megapodagrion de la familia Megapodagrionidae y un género sin determinar de la familia Chironomidae fueron los más abundantes; la primera familia es indicadora de aguas moderadamente contaminadas y la segunda no se considera buena indicadora de la calidad del agua. Eurygerris de la familia Gerridae también fue abundante, familia que tampoco es bioindicadora.

- La ictiofauna de la quebrada La cangreja es pobre tanto en especies como en individuos, hallándose sólo 11 individuos pertenecientes a tres especies de la familia Trichomycteridae, una de las más frecuentes en quebradas de zonas altas. La presencia de estas especies en la quebrada pese a su alto grado de intervención está asociada a características del hábitat como al bajo nivel de agua, sustrato rocoso y abundante materia orgánica. Ambiente en el cual se desarrollan macroinvertebrados que son su principal recurso trófico.

  Aunque Trichomycterus latiestriatus tuvo una abundancia ligeramente superior a las otras dos especies, el bajo número de individuos no permite hacer comparaciones estadísticas para la abundancia y biomasa. Así mismo, no aplica el establecimiento de los descriptores de la asociación de especies como diversidad, equidad y dominancia, dada la ausencia de otras estaciones de muestreo en el sistema, que sirvan de referencia.

3.3.3.3 Acceso Occidental, Túnel de Santa Elena y Acceso Oriental

En el año 2000 se realizó una caracterización biótica de la quebrada Santa Elena y se encontraron seis especies de macroinvertebrados acuáticos representadas por un bajo número de organismos, a excepción del género *Baetodes*, del cual se registraron 34 ejemplares. Este género es propio de aguas limpias, aunque tolera un poco de contaminación orgánica, coincide con las características de las otras especies presentes en esta estación de muestreo.

Los resultados obtenidos para el muestreo en el año 2000 son contradictorios con los reportados por el Plan de Ordenamiento de la Quebrada Santa Elena, realizado en 1998 por el Instituto Mi Río, en el cual se reportan 25 especies de macroinvertebrados resumidos en la Tabla 3.90. Los muestreos se realizaron bajo condiciones hidrológicas muy similares y el diseño muestral fue igual. Probablemente tales diferencias se deban a la influencia de algún factor externo que afecta las comunidades de macroinvertebrados que habitan este ecosistema.

Tabla 3.90 Especies de Macroinvertebrados reportados en la quebrada Santa Elena en el año 2000

Orden	Taxón
Ephemeroptera	*Baetodes* *Baetis* *Thraulodes* *Moribaetis*
Coleoptera	*Microcylloepus* *Heterelmis* *Cylloepus* *Disersus*
Hemiptera	*Rhagovelia*
Megaloptera	*Corydalus*
Odonata	*Macrothemis* *Dythemis* *Hetaerina*
Diptera	*Simulium* *Stilobezia* *Limnophora*
Plecoptera	*Anacroneuria*

Fuente: Instituto Mi Río, 1998

En el año 2007 se realizó un nuevo muestreo, en el cual se reportó que la asociación de macroinvertebrados para la quebrada Santa Elena esta conformada por 10 taxa dentro de los cuales se destacan cuatro morfoespecies (Tabla 3.91), siendo los más frecuentes los individuos del género Physa.

Tabla 3.91 Macroinvertebrados colectados en la quebrada Santa Elena en junio de 2007.

División	Clase	Orden	Familia	Género
Annelida	Oligochaeta			*Morfoespecie 1*
Arthropoda	Crustacea	Decapada	Pseudothelpusidae	*Hypolobocera*
	Gastropoda	Basommatophora	Physidae	*Physa*
	Insecta	Diptera	Chironomidae	*Chironomus*
				Morfoespecie 3
				Morfoespecie 4
			Simuliidae	*Simulium*
			Tipulidae	*Tipula*
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	*Haplohyphes*
	Miriapoda	Scolopendria		*Morfoespecie 2*

Es importante destacar que los reportes realizados en el año 2007 difieren significativamente en la composición de especies reportada para el año 2000. Para el muestreo más reciente, es decir el del año 2007 se reportan nuevos órdenes taxonómicos como Decapoda, Basomatophora y Escolopendria que no son reportados en el muestreo del año 2000, así mismo los ordenes Díptera y Ephemeroptera son permanentes en ambos reportes, sin embargo hay diferencias en las familias encontradas.

Para otros afluentes ubicados en la zona suburbana de la cuenca de la quebrada Santa Elena, como las quebradas La Salada y La Espadera se tienen datos del muestreo realizado en el año 2000, en el cual se reporta que para ambas quebradas hay un bajo número de macroinvertebrados, los cuales se caracterizan por habitar aguas oligotróficas. No obstante, en La Salada se registraron 36 caracoles de la familia Hydrobiidae, los cuales abundan en aguas quietas y poco profundas.

Para la quebrada La Salada y del brazo de la quebrada Media Agua 1, se ha reportado el predominio de organismos de la familia Hydrobiidae en el caso de La Salada y de *Leptonema* y *Smicridea* en la otra corriente. Además, se conoce que existen una alta diversidad de especies, relacionada con la baja conductividad (Roldán, 1992).

En la quebrada La Aguada se reportó un claro predominio de quironómidos, lo que evidencia la alteración de las condiciones naturales, ya que estos organismos son indicadores de aguas medianamente contaminadas a muy contaminadas. En forma similar, en la quebrada Media Agua se observa dominancia de los nemátodos del orden Gordioidea, encontrados generalmente en aguas limpias, los cuales parecen no tener ninguna influencia sobre la salud humana; sin embargo, debe tenerse en cuenta que no fue posible determinar su género y por lo tanto se desconoce en detalle su ecología.

En la quebrada Bonanza se ha reportado la presencia de especies propias de aguas oligotróficas en la mayoría de los casos. Sin embargo, debido a la pobreza de los datos, es necesario precisar el verdadero estado de éste y de los otros ecosistemas estudiados.

Es importante resaltar el caso del brazo de la quebrada Media Agua 2, ya que en ella sólo se ha colectado una especie de macroinvertebrado del género *Rhagovelia,* que es un organismo propio de aguas oligotróficas. Sin embargo, puede concluirse que las aguas de esta corriente son de buena calidad, ya que también se capturaron algunos ejemplares de peces del género *Trychomicterus* indicadores de la misma condición.

Para la zona del altiplano, en la quebrada Sajonia y en el afluente que pasa por el portal, se han encontrado especies indicadoras de aguas limpias a ligeramente contaminadas, que como en los casos anteriores, se presentaron en un bajo número de especies y de organismos por especie. Sin embargo, en la quebrada Sajonia se presentó dominancia de *Baetodes* y *Simulium*, indicadores de aguas limpias, además de que en el afluente también fueron observados peces del género *Trychomicterus,* que como se dijo anteriormente, son indicadores de aguas de buena calidad (Tabla 3.92).

Tabla 3.92 Macroinvertebrados hallados en la zona suburbana de la cuenca de la quebrada de Santa Elena

Grupo taxonómico	**Quebradas muestreadas en la zona suburbana de la cuenca Santa Elena**							
	Santa Elena	**La Aguada**	**Bonanza**	**Espadera**	**La Salada**	**Brazo Media Agua 1**	**Media agua**	**Brazo Media Agua 2**
PHYLUM PLATYHELMINTHES								
Clase Turbellaria								
Orden Tricladida								
Familia Planariidae								
Dugesia		x		x	x	x	x	
PHYLUM NEMATOMORPHA								
Orden Gordioidea							x	
PHYLUM ARTHROPODA								
Clase Insecta								
Orden Ephemeroptera								
Familia Tricorythidae								
Thicorythodes sp				x				
Familia Leptophlebiidae								
Thraulodes sp					x	x	x	
Familia Baetidae								
Moribaetis sp			x	x			x	
Baetodes sp	x	x	x	x	x	x		

Grupo taxonómico	Quebradas muestreadas en la zona suburbana de la cuenca Santa Elena							
	Santa Elena	La Aguada	Bonanza	Espadera	La Salada	Brazo Media Agua 1	Media agua	Brazo Media Agua 2
Orden Odonata								
Familia Polythoridae								
Polythore sp				x	x			
Familia Megapodagrionidae								
Megapodagrion sp				x		x		
Orden Plecoptera								
Familia Perlidae								
Anacroneuria sp			x					
Orden Hemiptera								
Familia Veliidae								
Rhagovelia sp						x		x
Orden Coleoptera								
Familia Elmidae								
Heterelmis sp	x		x		x			
Microcylloepus sp					x	x		
Hexacilloepus sp					x			
Neocylloepus sp			x					
Narpus sp					x			
Phanocerus sp		x	x					
Stenelmis sp				x				
Familia Psephenidae								
Psephenops sp			x			x	x	
Familia Ptilodactylidae								

Grupo taxonómico	Quebradas muestreadas en la zona suburbana de la cuenca Santa Elena							
	Santa Elena	La Aguada	Bonanza	Espadera	La Salada	Brazo Media Agua 1	Media agua	Brazo Media Agua 2
Anchytarsus					x			
Orden Trichoptera								
Familia Helicopsychidae								
Helicopsyche		x	x	x				

También se tienen reportes para la cuenca de Piedras Blancas localizada entre los 220 y 2600 m.sn.m. Sobre la Cordillera Central, al Oriente del Valle del Aburrá y al occidente de San Nicolás de Rionegro, se encuentra en el extremo Oriental de la ciudad de Medellín, en el corregimiento de Santa Elena. La cuenca posee una extensión total de aproximadamente de 4187ha y representa una de las principales fuentes de aprovisionamiento de bosques naturales y plantaciones de coníferas. Dentro de la cuenca hasta el momento se tiene reporte de diferentes estaciones que corresponden a sistemas loticos de primer orden (Quebradas y pequeños arroyos.)

De acuerdo a los reportes la fauna de macroinvertebrados del parque Piedras Blancas, está compuesta por 141 taxas, dentro de los cuales se destacan por su abundancia y frecuencia en los muestreos, los odonatos, ephemeropteros, hemípteros y coleopteros, (Tabla 3.93).

Tabla 3.93 Macroinvertebrados hallados en 35 estaciones de muestreo, dentro de las principales fuentes de agua en el parque ecológico Piedras Blancas.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Q. Gurupera	Q. Uribe	Q. Piedras blancas	Q. *Matasanos*	Q. El Salado	Q. Matasanito	Q. La Honda	Q. Cuberos	Q. La beta	Q. la selva	Q. Chorrillos	Q. La Patiño	Q. San Roque	Q. Chupadero	Q. El Rosario	Q. El Molino	L de Guarna	Ciénaga
Coelenterata	Hidrozoa	Hidroida	Hydridae	sp.	x		x							x								
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladida	Planariidae	dugesia sp.			x															x
	Gordioidea		Chordidae	sp.			x	x	x						x		x					
	Annelida	Gordioida	Oligochaeta																			
	Oligochaeta	Haplotaxida	Haplotaxida	sp.	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x
Nematomorpha	Hirudinea	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	sp.	x		x				x	x										
				baetis sp.	x	x	x	x	x			x		x	x		x		x	x		
				baetodes sp.			x	x	x			x	x		x	x						
				camelobaetidius sp.									x									
			Baetidae	moribaetis sp.			x	x					x			x			x	x		
				thraulodes sp.	x	x		x	x			x	x		x	x			x			
				terpides sp.			x	x	x													
			Leptophlebiidae	haplohyphes sp.					x					x								
				leptohyphes sp.								x	x	x	x	x						
				tricorythodes sp.	x	x		x	x			x	x	x	x			x	x			
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	hermanellopsis sp.												x						
				erithrodiplax sp.																	x	x
				brechmorhoga sp.							x	x										
				sympetrum sp.																x	x	
			Libellulidae	macrothelmis sp.									x									
Arthropoda	Insecta	Odonata	Gomphidae	progomphus sp.	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x		x	x			

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Q. Gurupera	Q. Uribe	Q. Piedras blancas	Q. *Matasanos*	Q. El Salado	Q. Matasanito	Q. La Honda	Q. Cuberos	Q. La beta	Q. la selva	Q. Chorrillos	Q. La Patiño	Q. San Roque	Q. Chupadero	Q. El Rosario	Q. El Molino	L de Guarna	Ciénaga
				coryphaeshna sp.																		x
				aeshna sp.				x	x			x			x		x				x	x
				aeshna marchali	x				x													
				aeshna cerca	x		x	x	x	x			x		x	x				x		
			Aeshnidae	anax amazili															x	x	x	
			Polythoridae	polythore sp.		x												x				
			Calopterygidae	hetaerina sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
				argia sp.					x								x					
				ischnura sp.																	x	x
			Coenagrionidae	acanthagrion sp.																	x	x
			Megapodagrionidae	megapodagrion sp.				x		x		x										
		Plecoptera	Perlidae	anacroneuria sp.	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x		x	x	x	
		Megaloptera	Sialidae	sialis sp.							x								x			
			Corixidae	centrocorisa sp.																	x	x
				tenogobia sp.																	x	x
			Belastomatidae	lethocerus sp.																		x
			Naucoridae	limnocoris sp.			x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
				buenoa sp.					x													x
			Notonectidae	notonecta sp.			x		x			x				x	x		x		x	x
			Veliidae	rhagovelia sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x
				eurygerris kahli	x					x		x				x				x		
		Hemiptera	Gerridae	limnogonus sp.						x												

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Q. Gurupera	Q. Uribe	Q. Piedras blancas	Q. *Matasanos*	Q. El Salado	Q. Matasanito	Q. La Honda	Q. Cuberos	Q. La beta	Q. la selva	Q. Chorrillos	Q. La Patiño	Q. San Roque	Q. Chupadero	Q. El Rosario	Q. El Molino	L de Guarna	Ciénaga
				Trepobates sp.																	x	
				Laccophilus sp.		x										x		x				
			Dytiscidae	Dytiscus sp.									x							x		
			Gyrinidae	Gyrinus sp.								x							x	x	x	
				Andogyrus sp.					x				x		x				x	x	x	
				Dineutus sp.					x						x							
				Disersus sp.	x		x	x	x	x	x		x	x	x							
				Pseudodisersus sp.			x	x					x									
				Phanocerus sp.	x	x		x	x			x	x	x	x			x				
				Cylloepus sp.		x	x	x	x	x			x	x	x					x		
				Microcylloepus sp.			x	x							x							
				Neocylloepus sp.				x														
				Hexacylloepus sp.				x	x						x					x		
				Heterelmis sp.		x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	
				Neoelmis sp.			x	x		x												
				Notelmis sp.		x			x						x							
				Onychelmis sp.				x	x													
				Stenelmis sp.			x	x	x	x											x	
				Ordobrevia sp.			x	x	x	x			x	x			x		x	x		
				Elsianus sp.							x											
				Astrolimnius sp.				x					x									
		Coleoptera	Elmidae	Sp. 1	x		x	x					x		x				x			

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Q. Gurupera	Q. Uribe	Q. Piedras blancas	Q. *Matasanos*	Q. El Salado	Q. Matasanito	Q. La Honda	Q. Cuberos	Q. La beta	Q. la selva	Q. Chorrillos	Q. La Patiño	Q. San Roque	Q. Chupadero	Q. El Rosario	Q. El Molino	L de Guarna	Ciénaga
				Sp. 2			x													x		
				Sp. 3				x														
				Sp. 4					x													
			Psephenidae	Psephenops sp.	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x		x	
			Ptilodactylidae	Anchytarsus sp.	x										x	x		x				
				Tetraglossa sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
			Dryopidae	Ampumixis sp.	x		x	x	x				x	x	x		x		x	x		
				Elmoparmus sp.			x												x			
			Scirtidae	Scirtes sp.					x													
				Prioncyphon sp.														x	x	x		
				Elodes sp.											x							
			Hydrophilidae	Tropisternus sp.			x															
		Trichoptera	Calamoceratidae	Phylloicus sp.	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x		
			Glossosomatidae	Protoctyla sp.																		
				Mortoniella sp.			x	x	x			x	x		x							
			Helicopsychidae	Helicopsyche sp.			x						x		x							
			Hydopsychidae	Leptonema sp.			x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	
				Macronema sp.																		
				smicidea sp.	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x		x	x	
			Hydroptilidae	Hydroptila sp.		x	x										x			x	x	
				Ochrotrichia sp.				x	x	x		x	x							x		
				Oxyethira sp.					x													

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Q. Gurupera	Q. Uribe	Q. Piedras blancas	Q. *Matasanos*	Q. El Salado	Q. Matasanito	Q. La Honda	Q. Cuberos	Q. La beta	Q. la selva	Q. Chorrillos	Q. La Patiño	Q. San Roque	Q. Chupadero	Q. El Rosario	Q. El Molino	L de Guarna	Ciénaga
				Nectopsyche sp.	x		x			x		x			x	x						
				Atanatolica sp.					x								x					
				Triplectides sp.	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x		
				Oecetis sp.	x			x	x		x	x			x							
				Grumichella sp.											x							
			Leptoceridae	Trianodes sp.		x	x												x			
			Hydrobiosidae	Atopsyche sp.		x		x	x						x		x					
				Chimarra sp.	x										x							
			Philopotamidae	Wormaldiasp.					x													
			Odontoceridae	Marilia sp.		x		x	x						x					x		
				Polyplectropus sp.								x										
			Polycentronidae	Polycentropus sp.			x					x			x		x					
			Xiphocentronidae	Xiphocentron sp.			x	x	x						x							
				Parargyractis sp.			x		x		x	x								x	x	
		Lepidoptera	Pyralidae	Sp.		x	x		x			x	x		x		x	x	x			
				Limonia sp.					x						x		x					
				Tipula sp.					x							x		x				
				Molophilus sp.					x													
			Tipulidae	Hexatoma sp.					x			x			x				x			
			Blepharoceridae	Limonicola sp.			x															
			Culicidae	Culex sp.																		x
		Diptera	Ceratopogonidae	Stillobezzia sp.																		x

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Q. Gurupera	Q. Uribe	Q. Piedras blancas	Q. *Matasanos*	Q. El Salado	Q. Matasanito	Q. La Honda	Q. Culberos	Q. La beta	Q. la selva	Q. Chorrillos	Q. La Patiño	Q. San Roque	Q. Chupadero	Q. El Rosario	Q. El Molino	L de Guarna	Ciénaga
				Alluaudomya sp.	x																x	x
				Sp.																		x
				SF:Chironominae			x				x			x							x	x
				SF:Tanypodinae	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x		x	x
				Tribu:Pentaneurini																		x
				SF:Orthocladinae		x	x				x		x		x		x				x	x
				Tribu:Corynoneurini			x		x						x						x	
			Chironomidae	Sp.					x			x								x	x	x
			Simulidae	Simulium sp.	x	x	x	x	x	x			x	x	x		x	x	x	x	x	
			Tabanidae	Tabanus sp.		x		x	x										x			
				Chelifera sp.			x								x							
			Empididae	Hemerodromia sp.			x													x		
			Dolichopodidae	Rhaphium sp.																		
			Muscidae	Limnophora sp.																		
			Syrphidae	Chrisogaster sp.?												x						
			Bibionidae	Bibio sp.	x	x	x					x							x			x

Además del sistema de la quebrada Piedras Blancas, se tienen reportes de los sistemas hídricos que abastecen las plantas de potabilización de EPM Villa Hermosa y La Cascada, los cuales se ubican en el municipio de Guarne. La planta de Potabilización La cascada es abastecida por la quebrada Santa Elena. En la Tabla 3.94 se presentan las corrientes estudiadas, el número de estaciones en cada fuente y el Municipio y/o Corregimiento donde se localizan.

Ubicación de las estaciones de muestreo para cada una de las fuentes de agua que abastecen las plantas de potabilización de Villa hermosa y La cascada.

Tabla 3.94 Ubicación de las estaciones de muestreo para cada una de las fuentes de agua que abastecen las plantas de potabilización de Villa Hermosa y La cascada.

Planta de Pobilización	Corriente	Referencia de ubicación estaciones de muestreo
Villa Hermosa	Piedras Blancas	E1: Vereda Mazo: Reserva ecológica, Medellín
		E2: Vereda Piedras Blancas: Puente Piedras Blancas, Medellín
		E3: Vereda Piedras Blancas: Club Comfenalco, Medellín
	Chorrillos	E1: Vereda Piedras Blancas: Estación Limnimétrica, Medellín
		E2: Vereda Piedras Blancas: Club Comfenalco, Medellín
	La Honda	E1: Vereda La Honda: Finca La Mayoría, Guarne
		E2: Vereda La Honda: Bombeo Empresas Públicas de Medellín, Guarne
La Cascada	Santa Elena	E1: Corregimiento Santa Elena, Vereda Los Cerros, nacimiento
		E2: Corregimiento Santa Elena, Parque El Silletero
		E3: Corregimiento Santa Elena, Estadero El Silletero
		E4: Medellín, Vía Medellín-Santa Elena

Los datos obtenidos muestran que para el caso de la planta de potabilización de villa Hermosa, la cual se abastece de la Quebrada Piedras Blancas los taxa más abundantes en este sistemas son para la E1 *Heterelmis* con 34%, para la E2 *Leptonema* 41% y en la E3 Chironomidae con 71%. Los taxa más abundantes en la Quebrada Chorrillos son para la E1 *Anacroneuria* con 18% y para la E2 Chironomidae con 30%. En la Quebrada La Honda los taxa más abundantes son para la E1 *Simulium* con 26% y para la E2 *Heterelmis* 52%. (Tabla 3.95).

Tabla 3.95 Macroinvertebrados hallados en las estaciones de muestreo en las quebradas que abastecen la planta de potabilización de Villa Hermosa año 2004.

Orden y familia	Género	Piedras Blancas			Chorrillos		La Honda	
		E1	E2	E3	E1	E2	E1	E2
Simuliidae	*Simulium*	x	x	X		X	x	x
Empididae	*Chelifera*		x					
Hyalellidae	*Hyalella*					x		
Pseudothelpusidae	*Hypobolocera*	x						x
Phylum Mollusca								
Hydrobiidae	Sp.	x	x				x	

Orden y familia	Género	Piedras Blancas			Chorrillos		La Honda	
		E1	E2	E3	E1	E2	E1	E2
Lymnaeidae	*Lymnaea*		x	x			x	
Physidae	*Physa*		x	x			x	x
Planorbidae	*Biomphalaria*						x	
Ancylidae	Sp.		x	x			x	x
Sphaeriidae	Sp.	x	x	x		x	x	x
Pylum Platyhelminthes								
Planariidae	*Dugesia*	x				x		
Pylum Annelida								
Haplotaxida	Sp.	x		x				x
Pylum Arthropoda								
Perlidae	*Anacroneuria*				x	x		
Pyralidae	*Sp.*		x					
	Parargyractis					x		
Baetidae	Sp.						x	
	Baetodes		x	x		x		
Leptophlebiidae	*Thraulodes*				x	x		
Leptohyphidae	*Leptohyphes*				x	x		
Gomphidae	*Progomphus*		x					
Aeshnidae	*Aeshna*	x						
Calopterygidae	*Hetaerina*	x	x		x	x	x	x
Naucoridae	*Limnocoris*						x	
Veliidae	*Rhagovelia*	x					x	
Psphenidae	*Psephenops*				x	x		
Ptilodactylidae	*Anchytarsus*	x	x		x	x	x	x
Elmidae	Sp.	x	x		x	x		
	Heterelmis	x	x	x		x	x	x
	Cylloepus	x				x		1
	Phanocerus				x	x	x	x
Scirtidae	*Elodes*				x			
Lutrochidae	*Lutrochus*		x					
Calamoceratidae	*Phylloicus*				x	x	x	
Glossosomatidae	Sp.				x			
	Mortoniella	x					x	
Helicopsychidae	*Helicopsyche*				x		x	
Hydropsychidae	*Leptonema*	x	x		x		x	x
	Smicridea						x	

Orden y familia	Género	Piedras Blancas			Chorrillos		La Honda	
		E1	E2	E3	E1	E2	E1	E2
Hydroptilidae	*Hydroptila*	x						
	Metrichia	x	x				x	x
Leptoceridae	*Neptosyche* sp1						x	
	Oecetis						x	
Diptera	Sp./Pupas			x				
Tipulidae	*Tipula*		x					
Chironomidae	Sp.	x	x	x		x	x	x
Simuliidae	*Simulium*	x	x	x		x	x	x
Empididae	*Chelifera*		x					
Hyalellidae	*Hyalella*					x		
Pseudothelpusidae	*Hypobolocera*	x						x
Phylum Mollusca								
Hydrobiidae	Sp.	x	x				x	
Lymnaeidae	*Lymnaea*		x	x			x	
Physidae	*Physa*		x	x			x	x
Planorbidae	*Biomphalaria*						x	
Ancylidae	Sp.		x	x			x	x
Sphaeriidae	Sp.	x	x	x		x	x	x

Los taxa más abundantes en la Quebrada Santa Elena abastecedora de la planta de tratamiento La Cascada son: *Simulium* para las E1, E2 y E4 con 65%, 63% y 57%, respectivamente y para la E3 *Physa* con 65%.

Tabla 3.96 Macroinvertebrados hallados en las estaciones de muestreo en las quebradas que abastecen la planta de potabilización La cascada, año 2004.

Orden y familia	Género	E1	E2	E3	E4
Phylum Platyhelminthes					
Planariidae	*Dugesia*	x	x		
Phylum Annelida					
Haplotaxida	Sp.	x			
Tubificidae	*Tubifex?*		x		
Phylum Arthropoda					
Collembola	Sp.	x			
Sialidae	*Sialis*	x			
Pyralidae	*Parargyractis*			x	
Baetidae	*Baetodes*				x
Gomphidae	*Progomphus*			x	
Aeshnidae	Sp.	x			

Orden y familia	Género	E1	E2	E3	E4
	Aeshna			x	
Calopterygidae	*Hetaerina*	x	x	x	x
Hemiptera	sp.	x			
Veliidae	*Rhagovelia*	x			
Dytiscidae	Sp.	x			
Ptilodactylidae	*Tetraglossa*	x			
Elmidae	*Phanocerus*	x			
Scirtidae	*Elodes*	x			
Gyrinidae	*Gyrinus*		x	x	
Calamoceratidae	*Phylloicus*	x			
Glossosomatidae	sp.		x	x	x
Hydropsychidae	*Smicridea*	x			
	Leptonema				x
Leptoceridae	*Neptosyche* sp1	x			
Xiphocentronidae	*Xiphocentron*	x			
Tipulidae	Sp.	x	x	x	
Chironomidae	Sp.	x	x	x	
Simuliidae	*Simulium*	x	x		x
Hyalellidae	*Hyalella*	x			
Phylum Mollusca					
Lymnaeidae	*Lymnaea*			x	
Physidae	*Physa*		x	x	x
Planorbidae	Sp.	x			
Ancylidae	Sp.			x	
Sphaeriidae	Sp.	x			

3.4 MEDIO SOCIAL

A continuación se presenta la descripción del medio social, en sus dimensiones demográfica, espacial, económica, cultural y política, aspectos que permiten analizar y comprender las condiciones en las que se circunscribe el proyecto Túnel de Oriente, en cuanto al medio social.

Para el área de influencia indirecta, se consideró la necesidad de señalar aspectos relevantes que permitan comprender el entorno regional en el que se ubica el proyecto, como son los relacionados con la población, la actividad económica y la dinámica sociopolítica; para el área de influencia directa, la cual está comprendida por el área local y el área puntual, se hace mayor énfasis en todos los aspectos que permiten

identificar las características del medio social en el que se presenta el proyecto, toda vez que es esta área de estudio, quien recibirá directamente los impactos tanto positivos como negativos que genere el proyecto.

3.4.1 Área de Influencia Indirecta

En este aparte se presentan las características generales de los valles San Nicolás y Aburrá, contemplados como área de influencia indirecta.

3.4.1.1 Dimensión Demográfica

Los aspectos demográficos permiten reconocer la composición de la población en términos de número de habitantes y condiciones de vida, en general. Se presenta la descripción de estas características, diferenciadas para el Valle de San Nicolás y el Valle de Aburrá.

3.4.1.1.1 Valle de San Nicolás

El Valle de San Nicolás o subregión del altiplano del oriente Antioqueño, está compuesto por los municipios de Rionegro, El Carmen de Viboral, El Santuario, Guarne, San Vicente, Marinilla, La Ceja, La Unión y El Retiro. Según las cifras estadísticas, cuenta con una población estimada en 358.000 habitantes, asentados principalmente en las zonas urbanas, a excepción de los municipios de Guarne, San Vicente y el Retiro, en los cuales la mayor concentración de población se ubica en la zona rural, como se puede observar en la Tabla 3.97.

Tabla 3.97 Población urbana y rural en los municipios del Valle de San Nicolás

Municipio	Población urbana (2006)	Población rural (2006)	Población total
El Carmen de Viboral	23.462	17.791	41.253
El Retiro	8.247	8.852	17.099
El Santuario	20.264	5.969	26.233
Guarne	14.131	26.332	40.463
La Ceja	39.305	7.627	46.932
La Unión	9.641	8.302	17.943
Marinilla	33.575	12.683	46.258
Rionegro	66.282	36.334	102.616
San Vicente	7.096	12.107	19.203
TOTAL			**358.000**

Fuente: Proyecciones Censo 2005, citado en Gobernación de Antioquia. Indicadores básicos 2007, situación de salud de Antioquia. 2006

El Valle de Aburrá, limita por el norte, con los municipios de Copacabana, Girardota y Concepción; por el sur, con los municipios de Montebello, Abejorral y Sonsón; por el Oriente, con los municipios de Cocorná, Granada y el Peñol y por el Occidente, con los municipios de Medellín y Caldas.

La dinámica poblacional de los nueve municipios del altiplano, está influenciada por el intercambio constante con la ciudad de Medellín y por la migración de nuevos pobladores que establecen allí su espacio de recreo o de vivienda temporal o definitiva; atraídos por el concepto campo-ciudad, que posibilita el disfrute de la vida de campo, al tiempo que permite el flujo de relaciones económicas de compra y venta de bienes y servicios, con la capital antioqueña, debido a su cercanía.

Los municipios que conforman el altiplano, están estrechamente comunicados entre sí, no solo físicamente, sino por una serie de intercambios económicos, sociales y organizativos, este último materializado en MASORA (Municipios asociados del Oriente Antioqueño), que permite gestionar proyectos conjuntamente, manteniendo la autonomía administrativa de cada uno, pero fortaleciendo permanentemente el proceso de planeación y ordenamiento territorial, a través de su construcción conjunta.

Después del Valle del Aburrá, el Oriente Antioqueño es la segunda subregión con más población del departamento y en especial el Valle de San Nicolás, el cual muestra un mayor incremento en las tasas de crecimiento con un promedio subregional de 28%[2]. Vale la pena resaltar que en el aspecto demográfico, en el mencionado valle existe prevalencia de la población urbana sobre la rural; lo que implicará un cambio en la relación demográfica rural – urbano, con la agudización de los conflictos socio – ambientales de las áreas urbanas, debido a los cambios en el uso del suelo, la continuada explotación de recursos naturales, el acelerado proceso de industrialización y la migración poblacional, desde el Valle de Aburrá e interna campo-ciudad, en busca de nuevas posibilidades laborales y educativas o como respuesta a la presión de grupos armados ilegales.

La urbanización acelerada, unida a la construcción de obras de infraestructura de gran magnitud en la zona, ejerce gran presión sobre los ecosistemas naturales existentes, depredando recursos indispensables como las aguas, las tierras húmedas, los bosques, la vegetación y la fauna silvestre próximos a los proyectos urbanísticos y de infraestructura.

Además, la presencia de zonas industriales en el territorio, aumenta los niveles de contaminación del aire y el "Smog", debido a la emisión de desechos tóxicos, altamente nocivos para la salud de las personas.

Ligado a la dinámica de crecimiento poblacional, está el fenómeno del desplazamiento interno forzado a causa del conflicto armado, el cual atrae grandes flujos de población, que suele asentarse en zonas altamente peligrosas, ubicadas en las periferias urbanas; lo cual no solo genera un deterioro ambiental, sino también unos costos sociales altos, expresados en el aumento de los denominados "cinturones de miseria", que albergan a la población más pobre, la cual en su mayoría, carece de servicios públicos y sociales, y presenta alta vulnerabilidad frente a los desastres naturales, debido a su establecimiento en zonas de alto riesgo.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el Altiplano oriental podrían identificarse los siguientes grupos poblacionales:

- Población que labora en el altiplano, pero por distintas circunstancias no viven en el mismo lugar donde trabajan, muchos hacen diariamente el recorrido desde su sitio de vivienda hacia su sitio de trabajo y viceversa; otros en cambio, se quedan en la región los días laborales y viajan a sus hogares los fines de semana o los días de descanso, de acuerdo a su horario de trabajo. Sobresale el municipio de Rionegro

[2] Articulo consultado en la página www.cornare.gov.co/web_2004/Archivos/PGAR.pdf. *el día 13 de Mayo de 2009.*

como sitio concentrador de esta población, ya que en su territorio y cercanías funcionan el mayor número de industrias y servicios.

- Población que estudia en la región del altiplano oriental, matriculada en los centros de educación primaria, secundaria, técnica, tecnológica y superior que viven en el Valle de Aburrá. Es probable que esta población se incremente en los años siguientes, debido a la descentralización y traslado de establecimientos de educación media y superior del Área Metropolitana.
- La población flotante, compuesta por propietarios y arrendatarios de las fincas y casas de recreo, residen por fuera de la región y utilizan las propiedades solamente los fines de semana o en temporada de vacaciones.
- La población transeúnte, que viaja a la zona como turistas, atraídos por el paisaje natural, la riqueza histórica y la infraestructura de servicios especializados y servicios masivos de recreación.
- Finalmente, los usuarios del aeropuerto José María Córdova, que diariamente recibe y moviliza pasajeros con destinos nacionales e internacionales, tanto colombianos como extranjeros.

3.4.1.1.2 Valle de Aburrá

Conformado por el área metropolitana del municipio de Medellín y otros municipios aledaños que son, al norte: Barbosa, Girardota, Bello, Copacabana, y al sur, Envigado, Itagüí, la estrella, Sabaneta y Caldas.

El Valle de Aburrá, es una gran subregión urbana de carácter industrial y metropolitano, con una representación importante tanto departamental como nacional, en lo referente al desarrollo de procesos de industrialización.

Es una zona altamente receptora de población migrante de otros municipios antioqueños y otros departamentos del país, debido a circunstancias como el desplazamiento por motivos de orden público o desastres naturales, la búsqueda de empleo o nuevas oportunidades laborales, formación académica, venta de tierra, asuntos familiares o de salud.

En la zona central del Valle de Aburrá, es donde reside el mayor número de población (2.419.163 habitantes), seguida de la zona sur (604.546 habitantes), y la zona norte (542.519 habitantes), respectivamente.[3]

El número total de habitantes en el valle es de 3.566.228. Los estratos uno, dos y tres agrupan la mayor cantidad de población del Valle de Aburrá. Un ejemplo de ello es el municipio de Bello, donde más del 95% de los habitantes pertenecen a los tres primeros estratos y más del 50% de la población rural, está asentada en los municipios de Medellín y Girardota.[4]

[2] Encuesta de calidad de vida 2007, Gobernación de Antioquia
4 Articulo consultado en la página http://guajiros.udea.edu.co/fnsp/Paginas/previva_portal/pdf/PIDM.doc. el día 13 de mayo de 2009

Gran parte de la población que habita el Valle de Aburrá, es pobre y vive en condiciones precarias, buscando como alternativa de vivienda el asentamiento en zonas montañosas y periféricas, lo cual representa un alto riesgo y vulnerabilidad de esta población ante eventos impredecibles de la naturaleza, como los desastres naturales.

Esta distribución heterogénea de la población que ocupa el Valle de Aburrá, no es solo de carácter espacial, sino también en la concentración de ingresos en los municipios que conforman el gran valle, lo cual se expresa en aspectos como recurso humano, cobertura en servicios, empleo, espacios públicos y comunitarios, siendo estos elementos concluyentes de las condiciones de habitabilidad de cada municipio.

3.4.1.2 Dimensión Espacial

La dimensión espacial analiza las condiciones actuales del territorio en cuanto a oferta y calidad de servicios públicos y sociales se trata. Estas características permiten analizar las posibilidades que tiene el proyecto de insertarse en la región.

3.4.1.2.1 Valle de San Nicolás

El Oriente Antioqueño ha sido y es, un actor importante en el progreso departamental y nacional, destacándose como un sector estratégico para el desarrollo, por su papel de proveedor de productos agrícolas y materias primas al departamento y otras regiones y por sus grandes riquezas naturales, entre ellas la hidrológica, que lo convierten en un lugar de enlace del sistema eléctrico y energético, del sistema vial nacional que une la capital de la república con las costas Atlántica y Pacífica, el oriente y el occidente del país y, además, comunica dos de las ciudades más importantes del centro nacional, Bogotá y Medellín.

El altiplano occidental está estrechamente ligado a las dinámicas de la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá, por un sistema vial que los comunica a través de tres rutas diferentes y pavimentadas, como son Las Palmas, Santa Elena y la Autopista Medellín –Bogotá, contando además con un excelente servicio de transporte público, conformado por buses, busetas y colectivos.

Su amplio desarrollo urbanístico y la dotación de amplias obras de infraestructura destinadas a la prestación de servicios a los niveles departamental y nacional, como el aeropuerto José María Córdova y la zona franca, hoteles lujosos y servicios financieros, han transformado las formas de uso del suelo y encarecido el precio de la tierra en el sector del altiplano.

Respecto a la cobertura de servicios públicos domiciliarios, especialmente en las cabeceras urbanas, existe una buena cobertura por parte de las Empresas Publicas de Medellín, encargada de la prestación de los servicios. Ver Tabla 3.98.

Tabla 3.98 Cobertura de servicios públicos en el Valle de San Nicolás.

Servicio	Cobertura	Calidad del servicio			
		Bueno	Regular	Malo	No sabe / no responde
Energía	99,3%	SN	SN	SN	SN
Acueducto	97,2%	97,5%	2,2%	0,3%	0,0%
Alcantarillado	82,1%	89,6%	9,7%	0,0%	0,7%

Servicio	Cobertura	Calidad del servicio			
		Bueno	Regular	Malo	No sabe / no responde
Teléfono	68,5%	97,7%	2,2%	0,0%	0,2%
Gas por red	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gas por pipeta	88,4%	99,6%	0,4%	0,0%	0,0%
Internet	5,3%	87,6%	12,4%	0,0%	0,0%
Tv cable /satelital	42,4%	97,3%	2,6%	0,2%	0,0%
Recolección de basuras (aseo)	87,1%	98,2%	0,8%	0,2%	0,8%

Fuente: Gobernación de Antioquia. Encuesta de calidad de vida 2007.
Nota 1: El total de viviendas encuestadas fue 90.339 y las cifras reflejan la percepción de las personas sobre la prestación del servicio.
Nota 2: La encuesta de calidad de vida no consultó por la percepción de la calidad del servicio de energía.

Como puede observarse en la Tabla 3.98, la mayoría de las viviendas encuestadas, poseen los servicios públicos más relevantes como son: energía, acueducto, alcantarillado, uso de gas con pipeta, teléfono y recolección de basuras, siendo mayor la cobertura en la zonas urbanas que en las rurales, lo cual ratifica que las mejores condiciones de vida siguen estando en el centro o zona urbana, replicándose el modelo central departamental y nacional.

Por lo general las familias de las zonas rurales, cocinan sus alimentos con gas, lo cual favorece la preservación de los bosques, evitando la tala indiscriminada de árboles, la contaminación del medio ambiente y las enfermedades respiratorias contraídas por las personas debido a la expiración del humo emanado de la leña al quemarse.

La construcción de grandes obras de infraestructura y la industrialización, en el Valle de San Nicolás, motivaron nuevas formas de ocupación de actividades complementarias como la Zona Franca, la Base Aérea, la Zona Hotelera y los Servicios Turísticos.

En el plano urbanístico, el altiplano está siendo transformado rápidamente con la construcción de viviendas y unidades residenciales, lo cual va modificando el paisaje rural, haciéndolo cada vez más habitable por el hombre, pero conservando aún sus características campestres, contrastando la impetuosidad y el verdor del paisaje natural con los nuevos edificios de apartamentos que se erigen en medio de ella; materializando cada vez más, el concepto campo- ciudad.

Según la encuesta de calidad de vida 2007, de la gobernación de Antioquia, en el Valle de San Nicolás, hay un total de 90.339 viviendas, de las cuales 99 son viviendas en edificación, no destinadas para habitación; 186 son ranchos o viviendas de deshechos; 53 son cuartos; 11.624 son apartamentos y 78.378 son casas.

La tipología de vivienda dominante es la casa, pero los datos también dan cuenta del gran número de viviendas que aún no son habitables, porque están siendo edificadas y del número de personas que viven en cuartos y ranchos, y que por tales condiciones habitacionales no tienen acceso a una vivienda digna, que cumpla con las normas mínimas de construcción y este fabricada con materiales que brinden seguridad y protección a sus habitantes, que posea los espacios y divisiones adecuados para los

diferentes usos y que les permita a estos la intimidad e independencia, que deben ofrecer lugares de la casa como las alcobas.

Es común encontrar que varios hogares pueden compartir la misma vivienda; generalmente son familiares, que carecen de recursos económicos y materiales para independizarse. Este arreglo les permite compartir los costos de la vivienda y alimentación, así como tener más fuerza de trabajo permanente en la finca; pero puede generar condiciones de hacinamiento y conflictos de carácter interno en las relaciones familiares.

Esta disminución de la calidad de vida de la población, está estrechamente ligada, al deterioro de las condiciones sociales y económicas del país, expresadas en el bajo rendimiento económico y el detrimento de aspectos importantes para el desarrollo como el empleo, la salud, el acceso a la educación superior y a una vivienda digna.

Unido a lo anterior, fenómenos como el narcotráfico, el desplazamiento interno forzado, la presencia de grupos armados ilegales y otras problemáticas sociales afectan las expectativas y condiciones de vida de la población, provocando redistribuciones o expulsiones poblacionales que generan invasiones y asentamientos en zonas de alto riesgo, como única alternativa viable de vivienda.

En lo referente al sector educativo el Valle de San Nicolás cuenta con una buena infraestructura en cuanto al número de establecimientos destinados para tal fin que tienen asiento tanto en la zona urbana como rural.

Dichos establecimientos son de diferente orden como escuelas, preescolares, colegios institutos, liceos y normales. El nivel con más presencia de establecimientos es el de las escuelas de básica primaria, en el área la rural y en la urbana. Muchas de estas escuelas rurales han disminuido el número de alumnos o han tenido que ser cerradas como consecuencia de los desplazamientos que han sufrido las familias principalmente del campo.

El Valle de San Nicolás tiene establecimientos del orden superior (Universidades) especialmente en los municipios de Rionegro, La Ceja y Marinilla, e institutos y tecnológicos donde acuden estudiantes de toda la Región del Oriente Antioqueño e inclusive del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

En la Tabla 3.99 puede leerse el nivel de asistencia escolar, en el altiplano oriental, clasificada por grupos etarios.

Tabla 3.99 Asistencia escolar por grupos de edad en el Valle de San Nicolás

Grupos de edad	Asistencia escolar				
	Si	%	No	%	No sabe, no responde
5 Años	1.550	30,4	3.544,70	69,6	0
6 a 10 Años	25.614	98,2	457	1,8	0
11 a 14 Años	21.403	93,7	1.432	6,3	0
15 a 16 Años	12.057	80,2	2.985	19,8	0
17 a 21 Años	10.842	30,7	24.510	69,3	0
22 Años	5.056	2,1	235.673	97,9	160

Fuente: Gobernación de Antioquia. Encuesta de calidad de vida 2007

Según las cifras son pocos los niños(as) menores de cinco años que asisten a algún tipo de establecimiento educativo en la subregión del Valle de San Nicolás; pero a partir de los seis años de edad, época en la cual el infante debe comenzar su etapa de escolarización, puede verse como el número de estudiantes que asisten a las aulas de clase es bastante representativo, disminuyendo paulatinamente, hasta las edades entre 17 y 21 años, en las cuales se observa un cambio dramático en las cifras de jóvenes desescolarizados, muchos de los que alcanzan a terminar los estudios secundarios, no continúan con los estudios superiores, a veces, porque no son admitidos en las instituciones o casi siempre porque carecen de los recursos económicos necesarios y deben ingresar al mercado laboral, para ayudar al sostenimiento de sus hogares.

El sector salud acogiéndose a lo establecido por la ley 60 de 1993, opera de manera descentralizada, lo cual permite a los municipios asumir la responsabilidad que implica ser administradores autónomos de los recursos de salud que les son asignados. Para asumir el reto de la normatividad vigente, los municipios realizaron reestructuraciones administrativas y crearon fondos locales de salud que les permitieran manejar de manera independiente los recursos destinados al área de la salud.

De igual manera los hospitales pasaron a ser Empresas Sociales del Estado y se constituyeron los – COPACO- comités de participación comunitaria.

En cuanto a los niveles de cobertura, la Tabla 3.100 muestra con claridad, las cifras correspondientes al número de población afiliada a los regímenes subsidiado y contributivo en el Valle de San Nicolás.

Tabla 3.100 Cobertura en Salud en los municipios del Valle de San Nicolás

	Población proyectada DANE 2007	Régimen Subsidiado		Régimen Contributivo		Población pendiente por afiliar al SGSSS
		Número de afiliados	% de Cobertura	Número de afiliados	% de Cobertura	
Oriente	**548.567**	**141.005**	**25,7**	**219.535**	**40,02**	**188.027**
El Carmen de Viboral	42.095	16.359	38,86	16.018	38,05	9.718
El Retiro	17.419	5.084	29,19	6.968	40	5.367
El Santuario	26.497	15.271	57,63	7.729	29,17	3.497
Guarne	41.146	9.848	23,93	12.561	30,53	18.737
La Ceja	47.584	12.571	26,42	35.782	75,2	(769)
La Unión	18.189	5.778	31,77	8.395	46,15	4.016
Marinilla	47.031	17.437	37,08	21.888	46,54	7.706
Rionegro	104.453	20.543	19,67	83.631	80,07	279
San Vicente	19.009	16.043	84,4	1.905	10,02	1.061

Fuente: Gobernación de Antioquia. Situación de salud. Indicadores básicos 2007.

Los municipios con mayor cobertura en régimen subsidiado son San Vicente con el 84,4% y El Santuario con 57,63%, mientras que las localidades con mayor cobertura en régimen contributivo son Rionegro con 50,07% y La ceja con 75,2%. Cabe resaltar que el Valle de San Nicolás presenta mayor cobertura en servicios de salud (82,7%) que el promedio de la subregión Oriente (65,7%) lo que demuestra que esta zona cuenta con mayor infraestructura física y recursos humanos para la atención de la población y la convierte en centro de atención de los demás municipios de la subregión y de otras zonas aledañas.

En la parte de infraestructura física destinada para el área de la salud, como puede verse en la Tabla 3.101, hasta el año 2007, la región contaba con 112 Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud, las cuales están distribuidas en los diferentes municipios, pero sobresalen con un mayor número de EPS, Rionegro, La Ceja y el Carmen de Víboral.

Tabla 3.101 Infraestructura física para el área de la salud Valle San Nicolás

Municipio	Total	Recursos institucionales														
		Instituciones prestadoras de salud - IPS	Consultorios			Instituciones de personal independiente										Transporte especial pacientes
			Médicos	Odontólogos	Profesional independiente laboratorio	Enfermeras	Fisioterapeutas	Fonoaudiólogos	Gerontólogos	Nutricionistas dietistas	Optómetras	Psicólogos	Terapistas del lenguaje	Terapistas ocupacionales	Terapistas respiratorios	
El Carmen de Viboral	27	15	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
El Retiro	15	3	4	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
El Santuario	27	5	6	10	3	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
Guarne	23	9	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La Ceja	50	15	5	22	0	0	1	0	2	0	2	2	0	0	1	0
La Unión	11	5	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marinilla	32	9	4	15	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0
Rionegro	185	49	69	52	2	0	1	1	1	1	3	5	0	0	0	1
San Vicente	9	2	3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Total	**379**	**112**	**96**	**135**	**6**	**0**	**3**	**1**	**5**	**2**	**10**	**7**	**0**	**0**	**1**	**1**

Fuente: Gobernación de Antioquia. Anuario Estadístico 2007.

En el mismo año se contaba con el funcionamiento de 96 consultorios médicos, distribuidos así: 69 en Rionegro, 6 en El Santuario, 5 en La Ceja, en Marinilla y El Retiro 4, en San Vicente 3, en La Unión 2 y 1 en El Carmen de Víboral. Además, se registraban 29 consultorios odontológicos en todo el Altiplano Occidental y 6 profesionales independientes trabajando en laboratorios clínicos.

Además, próximamente se iniciará la construcción de una nueva sede del Hospital Universitario San Vicente de Paul, en el municipio de Rionegro, cerca del Aeropuerto José María Córdova con los mayores estándares de calidad en salud, lo que ampliará la oferta en servicios de salud para la población de la región y facilitará también el acceso de pacientes extranjeros, redundando en el incremento de la actividad turística en la región.

Si analizamos la información de la Tabla 3.100, Rionegro es el municipio con mayor número de habitantes, (104.453) y según la Tabla 3.101, cuenta con un recurso humano representado, por 136 profesionales de diferentes áreas de la salud, de los cuales 49 son médicos, lo que significa que hay un médico por cada 2.131 habitantes; mientras que en San Vicente que es el municipio del Altiplano con menos habitantes (19.009), tiene un total de 7 profesionales de las áreas de la salud, de los cuales 3 son médicos, lo que se traduce en un médico por cada 2.715 pobladores.

La disminución en los niveles de cobertura y la incapacidad para cubrir el aumento en la demanda de servicios, es más notoria en los municipios con menor población y está ligada no solo a los recursos económicos municipales, sino también a particularidades del contexto social y la idiosincrasia propia de los colombianos, reflejada en la ausencia de una cultura de la prevención y del autocuidado, conservando la idea de la consulta médica como solución de la enfermedad cuando ésta ya ha ocasionado el deterioro. Esta situación causa inconvenientes al usuario, que debe ser remitido a un segundo y tercer nivel de atención; por no haber recibido atención a tiempo y a las entidades de salud, por los altos costos de la atención en estos niveles y la limitada disponibilidad de recurso humano especializado para atender tal demanda.

3.4.1.2.2 Valle de Aburrá

Como se observa en la Tabla 3.102, en el Valle de Aburrá hay un total de 926.152 viviendas, con predominio de las tipologías casa y apartamento y con un numero de 1.037 ranchos o viviendas de materiales de deshechos; sin embargo la encuesta no reporta datos sobre otros tipos de vivienda como las que están en construcción pero aún sin habitar, cuartos y cuartos de inquilinatos, ver Tabla 3.103.

Tabla 3.102 Tipo de Vivienda

	Viviendas		Tipo de Vivienda		
Valle de Aburrá	Total	%	Rancho o vivienda de deshechos	Apartamento	Casa
Centro	632.530	42	(a)	305.290	327.240
Norte	135.295	9	594	64.123	70.578
Sur	158.327	11	443	68.932	88.952
Total	926.152	62	1.037	438.345	486.770

Fuente: Gobernación de Antioquia. Encuesta de calidad de vida 2007

Nota: (a) significa que no se presentaron viviendas en la categoría, porque la base de datos para seleccionar las unidades muestrales fueron instalaciones eléctricas residenciales de EPM; igual aplica a las tipologías de vivienda denominadas en la encuesta como vivienda en edificación, no destinada para habitación, cuartos y cuartos en inquilinato.

Según la encuesta de calidad de vida, tienen casa propia, totalmente pagada 513.144 y 46.047 hogares de las zonas urbana y rural respectivamente; la están pagando mensualmente 35.158 hogares de la zona urbana y 1.820 hogares de la zona rural; y pagan arriendo 268.853 hogares de la zona urbana y 20.037 hogares de la zona rural.

De acuerdo con los datos anteriores el porcentaje de hogares que pagan arriendo (29,3%) es más representativo en la zona urbana; lo cual evidencia un déficit en materia de vivienda.

Tabla 3.103 Otros tipos de tenencia de la vivienda

Valle de Aburrá	Tenencia Vivienda (Urbano)			Tenencia Vivienda (Rural)		
	En Usufructo	Ocupante de hecho	Anticresis	En Usufructo	Ocupante de hecho	Anticresis
Centro	19.845	6.964	1.931	1.965	2.036	345
Norte	3.379	1.458	170	1.012	236	36
Sur	2.540	916	305	831	226	52
Total	25.764	9.338	2.406	3.808	2.498	433

Fuente: Gobernación de Antioquia. Encuesta de calidad de vida 2007

La tenencia de la vivienda, por ocupación de hecho es bastante común en las zonas rurales, en las cuales existen hogares que han vivido durante muchos años en un predio en calidad de poseedores. Algunas problemáticas sociales como la pobreza y el fenómeno del desplazamiento campo-ciudad, han generado asentamientos poblacionales en terrenos ajenos, buscando soluciones de hábitat que no se enmarcan dentro de la normatividad legal, ni cumplen con los estándares de calidad y planeación adecuados.

Tabla 3.104 Cobertura de servicios públicos en el Valle Aburrá.

Servicios Publicos por Vivienda	Posee el Servicio		Estado del Servicio			
	No	Si	Bueno	Regular	Malo	No Sabe/ No Responde
Acueducto	4.300	921.852	906.234	12.801	2.304	514
Alcantarillado	23.136	903.016	888.967	11.650	2.413	0
Teléfono	47.254	878.858	864.882	12.737	919	320
Gas por red	563.063	363.089				
Gas por pipeta	611.124	315.029	301.116	15.910	454	332
Internet	228.430	697.723	199.132	28.910	407	40
Tv cable /satelital	289.970	636.182	605.512	27.125	3.475	99
Recolección de basuras (aseo)	3.286	922.867	903.257	14.036	3.189	2.385

Fuente: Gobernación de Antioquia. Encuesta de calidad de vida 2007.

Nota: El total de viviendas encuestadas fue 926.152 y las cifras reflejan la percepción de las personas sobre la prestación del servicio.

En la prestación de servicios públicos, en todo el Valle de Aburrá, Empresas Públicas de Medellín es la entidad encargada de llevar los servicios a los hogares, velando por la calidad y la eficiencia de estos y alcanzando un nivel de cubrimiento casi total del Valle de Aburrá como muestra la Tabla 3.103, en la que se relacionan cada uno de los servicios y el número de hogares que disfrutan de ellos.

El Valle es reconocido por contar en general con una excelente dotación de servicios públicos y de un buen sistema de transporte masivo, al igual que se viene dando un progreso significativo en el sector de las telecomunicaciones y en la conformación de servicios generales modernos y proyectos culturales y ambientales significativos.

Sin embargo, aún existen viviendas en el Valle de Aburrá que presentan déficit y/o baja calidad en el acceso a los servicios públicos domiciliarios, debido a la segregación

espacial y/o por la falta de recursos económicos para solicitar la conexión de los servicios de manera legal, sumada a la cultura del no pago de algunas poblaciones.

El aumento del uso del transporte automotor en la subregión, genera también contaminación del aire y auditiva por los niveles de ruido, además impulsa la construcción de infraestructuras viales tendientes a descongestionar el tráfico vehicular, pero con un alto costo en la reducción del espacio peatonal, disminuyendo la posibilidad de disfrute de las ciudades por parte de sus pobladores.

Cada vez son más los carros y las motos que transitan por el Valle de Aburrá, haciendo más pesado el tráfico y la congestión vehicular, especialmente en "horas pico" durante las cuales es común identificar trancones en sitios específicos.

Los niveles de congestión, en algunas intersecciones y tramos de vía, crecen a través de la red vial como una mancha de aceite que genera altísima contaminación, accidentalidad, tensión individual y colectiva e incremento de costo de combustibles, equipos y tiempos de viaje. Al igual que la red peatonal es muy reducida y no hace parte del sistema vial.

El servicio de transporte público en el Valle de Aburrá es bueno, los buses y busetas presentan buen estado y cubren en gran medida la demanda de la población, incluso algunos municipios cuentan con trasporte público las 24 horas del día. Igual puede decirse de las flotas de taxis, cuya oferta es mayor que la demandada por la población.

En materia de trasporte el Valle de Aburrá, posee una gran fortaleza, representada en el Metro de Medellín, el cual ofrece con un servicio integrado, conformado por flotas de busetas ubicadas en la mayoría de las estaciones y con dos líneas de cable que llegan hasta zonas periféricas y de precaria accesibilidad en cuanto a su infraestructura vial y de transporte. Sin embargo, ante el crecimiento poblacional, la capacidad del metro se ha tornado insuficiente, y su uso resulta toda una odisea especialmente en horas de la mañana, cuando muchos pobladores van a sus lugares de trabajo y en las noches cuando se da el retorno de estos a sus casas.

En el Valle de Aburrá, las políticas sociales, están direccionadas a tratar de lograr el crecimiento sostenible de la región; con equidad. Pero dicha equidad no podrá alcanzarse si los estratos más bajos y por ende más desprotegidos no pueden acceder a una educación con calidad.

En materia de educación en el Valle de Aburrá, existen deficiencias en la cobertura, la calidad, la pertinencia y la eficiencia en todos los niveles de la educación, especialmente en la primaria y en la secundaria.

Como muestra la Tabla 3.105, son pocos los estudiantes que continúan con sus estudios secundarios, ingresando a los niveles de educación superior, para hacerse técnicos, tecnólogos o profesionales; la mayoría de las veces por causas económicas. Esta situación contribuye a crear grandes masas desempleadas, marginadas y con una fuerte tendencia a caer en la miseria y en grupos con esquemas culturales y valores asociales.

Según análisis del informe de SEDUCA de junio de 2007, sobre la caracterización de la educación media en el componente de educación vocacional y proyecto de vida, en los

estudiantes de varias subregiones del departamento de Antioquia, entre las que se cuenta el Valle de Aburrá y sobre el cual anota:

"La insuficiencia en los recursos económicos de los estudiantes es una de las principales causas para no terminar la Media, le siguen los recursos económicos, los problemas de salud, la necesidad de trabajar y los bajos logros académicos, pero en sí, sería importante apuntar en la investigación que aquí compete hacia la desmotivación, las dificultades con los maestros y los problemas disciplinarios presentes en esta zona[5]."

Tabla 3.105 Asistencia escolar por grupos de edad en el Valle de Aburrá

Grupos de edad	Asistencia escolar				
	Si	%	No	%	No sabe, no responde
5 Años	28.659	65,4	15.159,3	34,6	0
6 a 10 Años	232.789	96,2	9.301	3,8	0
11 a 14 Años	239.731	91,4	22.429	8,6	59
15 a 16 Años	107.955	87,6	15.269	12,4	69
17 a 21 Años	175.889	52,4	159.510	47,6	166
22 Años	89.609	3,8	2.270.715	96,2	527

Fuente: Gobernación de Antioquia. Encuesta de calidad de vida 2007

En las zonas rurales y periféricas del Valle de Aburrá, las largas distancias que deben recorrer los estudiantes antes de llegar a las instituciones educativas, la necesidad de incrementar la fuerza de trabajo familiar y las necesidades alimentarias insatisfechas, son causa de desmotivación y apatía frente al estudio; sin embargo los esfuerzos siguen apuntando a aumentar las tasas de permanencia escolar, mejorar los niveles de acceso y reincorporar al sistema educativo a niños y jóvenes que han desertado; estableciendo prioridades con respecto a la población de mayor vulnerabilidad.

Dentro de las estrategias estatales para reducir la deserción escolar de los niños, niñas y adolescentes, está el programa Familias en acción, coordinado por Acción Social, el cual ofrece un subsidio en dinero a las familias beneficiarias con hijos en edades entre los 7 y 18 años que estén estudiando.

De acuerdo con los estándares básicos para la prestación de un servicio educativo de calidad, las instituciones educativas deben disponer de espacios físicos que proporcionen un ambiente escolar ameno, cómodo y seguro. Brindar a la comunidad estudiantil la posibilidad de espacios para crear y recrearse, espacios de capacitación y acceso a las nuevas tecnologías.

[5] Articulo consultado en la pagina http://www.seduca.gov.co/portal/educacion/programas/edutecnica/documentos/AnexoC_Analisis_Carac_VocyPV.doc, el día 14 de mayo de 2009

Tabla 3.106 Establecimientos Educativos del Valle de Aburrá 2007

Municipios	Sector oficial		Sector privado		Total general
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	
Medellín	342	59	409	16	826
Barbosa	3	44	3	1	51
Bello	41	0	69	0	110
Caldas	5	8	12	1	26
Copacabana	2	3	14	2	21
Envigado	11	4	64	0	79
Girardota	2	2	11	0	15
Itagüí	21	3	46	0	70
La Estrella	2	2	9	7	20
Sabaneta	5	2	11	7	25

Fuente: Gobernación de Antioquia. Encuesta de calidad de vida 2007

La Tabla 3.106. Muestra el número de establecimientos educativos que existen en los municipios que conforman el Valle de Aburrá, tanto en las zonas urbanas como rurales.

En lo relacionado a infraestructura educativa, en los últimos años en el Valle de Aburrá se han venido construyendo y mejorando las instituciones educativas, al igual que un conjunto considerable de institutos y universidades con una gran oferta de estudios tecnológicos, profesionales y de postgrado.

"El fortalecimiento de la educación actualmente es un programa que aparece en todos los planes de desarrollo, desde el ámbito nacional pasando por el Plan de Desarrollo Departamental y por todos y cada uno de los planes de desarrollo de las administraciones municipales en el Valle de Aburrá. También en el *Plan Estratégico de Medellín y el Área Metropolitana 2015*, se le da gran importancia a la educación definiendo una línea estratégica como *Ciudad Educadora*. Es entonces un hecho que existe una gran conciencia sobre la importancia de la educación en todos los ámbitos de la administración pública. Sin embargo los resultados son contundentes, cuando se señala el gran retroceso que nuestra región ha venido padeciendo en los indicadores educativos. Son preocupantes entonces la calidad, la eficiencia, la equidad, la cobertura y la pertinencia del sistema educativo."[6]

En cuanto al sistema de salud, en el Valle de Aburrá, existe una cobertura del 99,1% de la población, en su mayoría perteneciente al régimen contributivo de salud y el resto beneficiario del régimen subsidiado. Ver Tabla 3.107.

[6] Proyecto Metrópoli 2002-2020

Tabla 3.107 Población afiliada a los regímenes subsidiado y contributivo de salud

Municipio	Población proyectada DANE 2007	Régimen				Cobertura Total en % al SGSSS
		Subsidiado		Contributivo		
		Número de Afiliados	Cobertura en %	Número de Afiliados	Cobertura en %	
Medellín	2.264.776	872.727	38,5	1.601.710	70,7	109,3
Barbosa	43.887	14.456	32,9	13.175	30	63
Bello	388.460	82.285	21,2	187.365	48,2	69,4
Caldas	70.140	24.380	34,8	47.417	67,6	102,4
Copacabana	63.061	16.019	25,4	29.776	47,2	72,6
Envigado	183.251	25.119	13,7	102.802	56,1	69,8
Girardota	44.788	14.443	32,2	26.607	59,4	91,7
Itagüí	242.403	71.772	29,6	182.691	75,4	105
La Estrella	54.517	17.093	31,4	10.557	19,4	50,7
Sabaneta	46.054	7.116	15,5	21.999	47,8	63,2
Valle de Aburrá	**3.401.337**	**1.145.410**	**33,7**	**2.224.099**	**65,4**	**99,1**

Fuente: Gobernación de Antioquia. Anuario Estadístico de Antioquia 2007.

Los municipios con mayores niveles de cobertura en atención en salud son Medellín, Itagüí, Caldas y Girardota respectivamente. Entre los municipios con más bajo nivel de cobertura se cuentan La Estrella, Barbosa y Sabaneta.

La situación de la salud en el Valle de Aburrá parece haber superado la capacidad de gestión del sector. A esto se le suma que los recursos destinados por transferencias para dicho sector son cada vez menores.

Contrario a lo esperado, la implementación de la ley 100 de 1993, no corrigió la inequidad en el acceso a los servicios de salud que pretendía eliminar, lo que dejó como resultado un impacto en los índices nominales y administrativos de cobertura, dejando de lado el aspecto de la atención. La reforma propuesta por esta Ley, habla de equidad pero no ha logrado materializar dicho concepto, demostrando ineficiencia y baja calidad en el servicio, pero aumentando paradójicamente el costo del mismo poniendo en riesgo el cuidado de la salud y la vida misma de los usuarios.

Tabla 3.108 Infraestructura física para el área de la salud Valle de Aburrá

Municipio	Total	Recursos institucionales															
		Instituciones prestadoras de salud - IPS	CONSULTORIOS			INSTITUCIONES DE PERSONAL INDEPENDIENTE											Transporte especial pacientes
			Médicos	Odontólogos	Profesional independiente laboratorio	Enfermeras	Fisioterapeutas	Fonoaudiologos	Gerontologos	Nutricionistas dietistas	Optómetras	Psicologos	Terapistas del lenguaje	Terapistas ocupacionales	Terapistas respiratorios	
Medellín	6.675	913	2.637	2.051	97	16	116	73	25	85	96	533	3	8	13	9
Barbosa	29	6	7	9	4	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
Bello	213	60	32	93	12	0	1	0	0	1	6	7	0	0	1	0
Caldas	58	15	10	24	1	0	0	1	0	0	3	4	0	0	0	0
Copacabana	52	13	10	17	2	0	3	1	0	1	4	1	0	0	0	0
Envigado	387	65	98	150	14	2	12	2	1	7	4	28	0	0	3	1
Girardota	34	12	8	9	1	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Itagüí	266	55	60	101	19	0	5	3	0	3	10	10	0	0	0	0
La Estrella	21	8	4	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabaneta	72	10	17	32	6	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0
Total	**7.807**	**1.157**	**2.883**	**2.493**	**157**	**19**	**139**	**80**	**26**	**100**	**126**	**589**	**3**	**8**	**17**	**10**

Fuente: Gobernación de Antioquia. Anuario Estadístico 2007.

Con respecto a infraestructura y recurso humano, el Valle de Aburrá, cuenta con una buena red hospitalaria de carácter público y privado; en la ciudad de Medellín, funcionan 913 Instituciones prestadoras de servicios de salud y le siguen los municipios de Envigado y Bello, con 65 y 60 IPS respectivamente. En el área de odontología, el mayor numero de consultorios odontológicos (2.051), funcionan en Medellín y en los municipios de Envigado (150) e Itagüí (101). Toda esta dotación, brinda a los pacientes un excelente cuerpo médico en todas las especialidades, sobresaliendo en campos de la medicina como el vascular periférico, con cirugías de corazón abierto e incluso en materia de cirugías y tratamientos estéticos, médicos y odontológicos, siendo así destino para extranjeros y nacionales en busca de las mejores opciones en salud y estética.

Las principales cinco causas de mortalidad en los habitantes del Valle de Aburrá, según los reportes presentados por el manual estadístico de Antioquia 2007, basados en estadísticas del DANE, son en primer lugar las enfermedades de la piel y el tejido subcutáneo; en segundo lugar los tumores o neoplasias; el tercer lugar se le atribuye a causas externas de morbilidad y mortalidad; el cuarto lugar lo ocupan las enfermedades del sistema respiratorio y el quinto lugar están las enfermedades del sistema digestivo.

3.4.1.3 Dimensión Económica

La economía en el Valle de San Nicolás, tiene dos renglones principales, que son la industria y la agricultura, las cuales han tenido un desarrollo significativo en el tiempo y cuya proyección al futuro es bastante prometedora, debido al privilegio de ser zona franca y a su posición estratégica en el aspecto geográfico.

Por su parte el Valle de Aburrá, se ha destacado a nivel nacional como la capital de la moda, debido al desarrollo de la industria textil y manufacturera; siendo también una zona comercial por excelencia.

3.4.1.3.1 Valle de San Nicolás

La principal fuente de economía es la industria, concentrada principalmente sobre las cuencas del Rio Negro y la quebrada La Mosca, a lo largo de cuyo territorio funcionan varias empresas reconocidas en el territorio nacional.

Es pertinente resaltar la condición de zona franca ostentada por el municipio de Rionegro, lo cual motiva de manera amplia a los empresarios, para abrir allí sus fabricas, aprovechando los privilegios que concede dicha condición, impulsando el desarrollo del comercio exterior, atrayendo divisas e incentivando la inversión extranjera en el país y favoreciendo la generación de empleo.

Dicho municipio, es considerado como centro o metrópoli del altiplano debido a sus características de infraestructura, de dotación y de servicios, lo cual hace que esté catalogado como el centro empresarial del Oriente Antioqueño, donde hacen presencia empresas grandes de carácter financiero, de seguros, comunicaciones y almacenes de cadena, entre otros.

Otro sector representativo en la economía del Valle de San Nicolás, es la agroindustria, materializada en dos plantas de producción avícola y los floricultivos altamente tecnificados en modalidad de invernadero, característicos de la zona y una fuente de empleo. Agregado a esto, la explotación de minerales no metálicos como el caolín, específicamente en el municipio de la Unión, ocupa un espacio significativo en el valle, en cuanto a economía se trata.

La agricultura marca un renglón importante para la economía de la región, varios municipios del altiplano mediante la producción minifundista, son despensas agrícolas del país, ya que de aquí sale gran cantidad de alimentos con destino especialmente hacia la Costa Atlántica.

A pesar de que en la zona rural, la tierra está bastante subdividida, la agricultura campesina aún conserva un papel significativo en la economía local, con el desarrollo de actividades pecuarias con técnicas incipientes para la cría de animales como aves, porcinos, caprinos, ganado lechero y algunos cultivos, con fines de comercialización y de pancoger.

Estos pequeños productores están siendo fortalecidos por la Corporación Agencia para el Desarrollo Económico de la Provincia del Oriente Antioqueño –ADEPROA.

Otra forma de empleo común en la subregión es la mayordomía, la cual es fuente de sustento de muchas familias que se dedican a administrar y realizar mantenimiento de las fincas, utilizadas por sus dueños como sitio de recreo.

El turismo, también representa una fuente de ingresos significativa para el Valle de San Nicolás, el cual cuenta con el aeropuerto internacional "José María Córdova", construcciones antiguas de valor histórico, como la casa de la convención (ubicada en Rionegro), parques recreativos, hoteles y fincas de recreo, que lo hacen paso obligado para viajeros, turistas y transeúntes.

3.4.1.3.2 Valle de Aburrá

La Región Metropolitana del Valle de Aburrá, es reconocida como una de las zonas más emprendedoras y de mayor desarrollo económico en Colombia, debido a su ubicación geográfica y a su estructura; lo cual le ha permitido afianzarse como un centro dinámico, donde confluyen las actividades industriales, comerciales y logísticas.

Sin embargo, la situación de crisis económica que enfrenta Colombia, desde mitad de los años setenta, causada primero, por el debilitamiento del modelo económico tradicional capitalista, basado en la industrialización por sustitución de importaciones y segundo por la imposición de las políticas de globalización cimentadas en el modelo económico Neoliberal, se ha reflejado de manera inevitable en la economía del Valle de Aburrá, una prueba de ello es la flexibilización del trabajo, expresada en la precarización de este, a través de formas de trabajo informal e independiente, como las ventas ambulantes, los negocios caseros, las pequeñas microempresas, las contrataciones por prestación de servicios y por horas de trabajo; en los que el individuo se hace responsable de su propia seguridad social, alivianando así la carga prestacional que generan los empleados a las empresas, y haciendo cada vez más vulnerables a las personas que no tiene una vinculación laboral.

El modelo económico imperante en la actualidad, se caracteriza también por conceder mayor representatividad a los gobiernos locales, en las relaciones comerciales internacionales y en el impulso del desarrollo (aldeas globales).[7]

Según un reporte de la CEPAL (2007) Antioquia ocupa el segundo lugar en la economía del país, sin embargo esta fortaleza económica se opaca con los grandes índices de inequidad y pobreza del departamento. En el Valle de Aburrá se concentra gran parte de la actividad económica de Antioquia y de Colombia, sin embargo el área metropolitana, presenta una alta concentración de la población, lo cual ha entorpecido su articulación productiva con los demás municipios del departamento y se ha visto reflejado en problemas de desempleo y marginalidad urbanos[8], aglomeración de negocios y venteros ambulantes en el centro de la ciudad, lo cual dificulta la movilidad y deteriora el medio ambiente, agota los suelos disponibles para la expansión urbana, aumenta la competencia y reduce las posibilidades económicas de los pobladores.

[7] BOAVENTURA de Sousa Santos. El Milenio Huérfano, Ensayos para una Nueva Política. Editorial Trotta.2004.

[8] En el año 2005, el 48.9% de la población de Medellín se encontraba en los estratos 1 y 2, mientras que el 80% pertenecía a los estratos 1,2 y 3 según registros de la encuesta de calidad de vida.

Las directrices de planeación del Valle de Aburrá y su área metropolitana, apuntan hacia el concepto de "Región de ciudades" la cual parte de la planeación de un sistema urbano organizado y equilibrado, que posibilite la integración de los mercados regionales-nacionales-internacionales; ciudades en red, que soporten la economía y redistribuyan la población y las oportunidades, revirtiendo los flujos de poblacionales que se dan hacia la metrópolis.

"Lo que ocurre afuera del Valle de Aburrá impacta sobre lo que hay adentro del él y viceversa. El valle depende críticamente de la oferta ambiental, servicios y recursos de la región y ésta a su vez depende en diversos aspectos de la gran ciudad. Reconocer este fenómeno, asumir la problemática que representa hoy cada municipio con su autonomía es un reto crucial para asegurar equidad, calidad de vida, desarrollo, sostenibilidad, seguridad y paz, en un entorno de solidaridad regional y renovada gobernabilidad"[9]

Tabla 3.109 Empleo y Desempleo en el Valle de Aburrá

Cifras en miles, por trimestres del año 2007				
Concepto	**Enero - Marzo**	**Abril - Junio**	**Julio - Septiembre**	**Octubre - Diciembre**
Población total	3.165	3.179	3.192	3.207
Población en edad de trabajar	2.547	2.572	2.596	2.621
Población económicamente activa	1.458	1.498	1.551	1.568
Ocupados	1.245	1.314	1.371	1.405
Desocupados	213	185	181	163
Inactivos	1.089	1.073	1.044	1.054
Subempleados	377	421	442	431
Empleo inadecuado por competencias	208	228	220	256
Empleo inadecuado por ingresos	323	366	376	374

Fuente: Gobernación de Antioquia. Anuario estadístico de Antioquia 2007.

Como puede leerse en la Tabla 3.109 la población total que habita el Valle de Aburrá aumentó en un número de 42 personas entre los meses de enero y diciembre del año 2007 y de esta población, entre los meses de octubre y diciembre de 2007, un 82% está en edad de trabajar, pero solo un 49% esta económicamente activa, lo cual muestra que existe bastante presión de las personas en edad de trabajar sobre el mercado laboral. Se observa también que el número de personas ocupadas (1.405), para el último trimestre del año 2009 es significativamente mayor que el número de personas desocupadas (163) en el mismo periodo de tiempo. Pero de las personas que se registran como ocupadas, 630 están desempeñando empleos inadecuados por competencias laborales y por ingresos; Y de las personas económicamente activas (1.568), 431 están subempleados.

La flexibilización del trabajo reflejada en la Tabla 3.109 a través de conceptos como desocupados, subempleados y empleo inadecuado por competencias y por ingresos, los cuales agrupan un total de 1.224 personas de 2.621 que están en edad de trabajar y ser productivas, es significativa y podría decirse que proporcional al empobrecimiento de gran parte de la población. Y la vez, la pobreza forja otros problemas sociales como

[9] Acuerdo Metropolitano N° 15 de septiembre de 2006, pag.16

la deserción escolar de los niños, niñas y adolescentes para acceder al mercado laboral, el descenso de la tasa de crecimiento económico, el incremento de la población en edad de trabajar, mayor número de mujeres en busca de trabajo (discriminación laboral) y el desplazamiento forzado de la población rural a las ciudades, todo lo cual, ha inducido un acrecentamiento excesivo de la demanda laboral.

La Tabla 3.110 Muestra cifras de la posición ocupacional en el empleo principal de los pobladores del Valle de Aburrá.

Tabla 3.110 Posición ocupacional en el Valle de Aburrá

Posición ocupacional	Subregión del Valle de Aburrá y zonas		
	Zona centro	Zona norte	Zona sur
Empleado u obrero particular	525.379	126.106	152.680
Empleado u obrero del gobiemo	87.520	11.705	16.712
Patrón o empleador	22.889	1.809	3.640
Trabajador por cuenta propia	226.760	41.564	49.351
Jornalero o peón	11.423	4.945	2.513
Trabajador familiar sin remuneración	5.800	1.117	1.154
Empleado domestico	29.482	5.075	4.261
Total	**909.252**	**192.320**	**230.311**

Fuente: Encuesta de calidad de vida 2007 de la Gobernación de Antioquia

Como puede leerse, la posición ocupacional más relevante es la de empleado u obrero particular, seguido por la de trabajador por cuenta propia y en tercer lugar la de empleado u obrero del gobierno; y en igual escala la zona que mayor número de trabajadores agrupa, es la del centro o metropolitana del Valle de Aburrá, donde se concentra gran parte del comercio y la oferta de servicios.

En la zona sur, específicamente en el municipio de Itagüí, se estableció uno de los primeros corredores industriales del país, que en la actualidad acoge varias industrias textileras, químicas y metalúrgicas, que atrae a turistas, a comerciantes de otras ciudades y a compradores mayoristas que atraviesan la ciudad, para comprar ropa a precios de fábrica y de buena calidad.

En materia de planeación, los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), de los municipios de Envigado, Sabaneta, La Estella y Caldas, están promoviendo el uso del suelo para la ejecución de programas de vivienda, vetando el uso de este cuando se destina a una industrialización no compatible con el área residencial y/o comercial.

En lo referente a la zona norte del Valle de Aburrá, muchas de la miradas de los empresarios están puestas en él y lo identifican como el nuevo polo de desarrollo industrial del departamento de Antioquia; ya que resulta ser la mejor alternativa ante la saturación y falta de espacios que se presentan en las zonas centro y sur del territorio del Aburrá antioqueño, donde cada vez se valorizan más y son menos, los predios favorables para el asentamiento industrial.

La zona norte del valle, por su posición y adecuada infraestructura ofrece a las empresas la posibilidad de un desarrollo armónico y sostenible en el tiempo. En la zona funcionan empresas que han visto las fortalezas del llamado corredor vial del Aburrá Norte.

A diferencia del Sur, el Norte del Valle de Aburrá, dispone de una oferta de terrenos industriales superior y a más bajos precios que los del Sur. Además, los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios de Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa, incentivan la colonización industrial a lo largo del corredor Multimodal del Río Medellín y varios de ellos brindan exenciones de impuestos, para las empresas que se desempeñen allí y vinculen personal de la región, estimulando así la generación de nuevos empleos directos, que favorezcan a la población de la zona.

"Lo que más impulsa la economía y el desarrollo del Norte del Valle de Aburrá, son las obras sobre el corredor multimodal del Río Medellín y los proyectos del plan de obras de la concesión vial Aburrá Norte que se articulan a él, entre los cuales se destacan la doble calzada Bello-Hatillo[10]."

3.4.1.4 Dimensión Cultural

En esta dimensión se describen los aspectos culturales de la región en la que se encuentra el proyecto Túnel de Oriente. Los aspectos culturales están referidos a las tradiciones y formas de vivir y de relacionarse con el medio.

3.4.1.4.1 La coexistencia de lo tradicional y lo moderno

Más que en ninguna otra zona del departamento de Antioquia, en el Oriente Cercano se presenta la convivencia de dos formas de vida lo tradicional y lo moderno, como el fenómeno central en torno al cual gira la sociedad, la cultura y sus cambios.

Lo tradicional se refleja en la presencia fuerte de la familia y del sistema de parentesco como organizadores básicos de la estructura social; en la relación estrecha de la familia con la tierra como fundamento básico para la reproducción de la sociedad, a través de una agricultura tradicional, de tipo familiar y baja inversión en insumos; en el imaginario ligado a la religión católica, la familia y la tierra, sobre todo en los sectores campesinos, expresado en sus distintas manifestaciones culturales, además del ligado a la concepción de libertad, acuñado históricamente en torno a la figura cultural de José María Córdova como figura cultural en tanto figura política tradicional; en el arte popular y religioso, la música especialmente, en la expresión de la cultura y una fuerte presencia del localismo, cruzado con el partidismo, el cual se ha reflejado en rivalidades entre pueblos como Marinilla y Rionegro, por ejemplo.

Lo moderno lo representan la presencia de grandes obras como: el embalse de El Peñol, la autopista Medellín - Bogotá, el aeropuerto internacional José María Córdova, la rehabilitación de las vías a Santa Elena y a Las Palmas, que han producido fuertes cambios en el uso y valor del suelo, el paisaje, los movimientos migratorios y la conciencia colectiva. El asentamiento de gran cantidad de población nueva, en especial a lo largo de la autopista Medellín-Bogotá y en cercanías del aeropuerto, la cual ha traído nuevos estilos arquitectónicos, nuevas costumbres y formas de vida.

Los silleteros en la zona rural de Medellín, si bien era una celebración tradicional, siempre ha sido un mecanismo de proyección de lo zonal y local hacia la ciudad, y

[10] Artículo consultado en la página *barbosaturistica.es.tl/Zonas-Francas-Barbosa.htm,* el día17 de Abril de 2009

ahora con proyección en el campo internacional. Este mecanismo es organizado, en gran parte, desde fuera y propicia el contacto con elementos culturales modernos.

3.4.1.4.2 Nuevas relaciones en el seno de las comunidades

Las antiguas redes de familiares, parientes y vecinos, han paso a nuevas relaciones entre residentes y forasteros, que están modificando las relaciones de propiedad, pareja, de género, de círculos juveniles.

Se evidencian cambios, debido a los nuevos roles asumidos por las hijas (en relación con el estudio y el trabajo) y esposas (fuentes de ingreso propios, prácticas de actividades liberadoras...); por el desplazamiento de la tradicional autoridad de los hombres; por el desplazamiento de los adultos mayores (abuelos), etc. Este proceso se presenta más fuerte en las zonas urbanas de Rionegro y La Ceja, porque en ellos ha sido más relevante el fenómeno

A nivel regional, Rionegro parece actuar como el foco que dispersa los nuevos elementos culturales debido a su papel tradicional de "capital" del Oriente. Hoy no sólo lo hace a través del contacto directo de los habitantes (compras, torneos deportivos...), sino de las radioemisoras y periódicos. Pero también están las grandes carreteras, el aeropuerto y la influencia de los medios desde la capital.

3.4.1.4.3 La proximidad territorial como expresión y garantía de la existencia de las redes familiares

El papel articulador de la sociedad por parte del sistema de parentesco se observa claramente en la zona de influencia del proyecto en el Oriente antioqueño, pues no sólo se trata de la existencia de nexos intangibles que se renuevan a través de la comunicación telefónica o las visitas. Se trata de la expresión de estas relaciones en el territorio mismo, lograda por la localización de familias en una misma vereda o en veredas cercanas.

La cercanía geográfica no sólo permite la frecuencia y calidad de los contactos, sino que tiene otras implicaciones. Por un lado hace posible el antiguo mecanismo del intercambio de bienes, mediante el cual se sortean las épocas difíciles: la escasez aguda de un producto en una familia es suplida muchas veces con un préstamo o dádiva por parte del pariente que habita a unos cuantos metros o kilómetros.

Además, la cercanía geográfica permite ejercer el control social de una forma más efectiva sobre los miembros de la parentela, de tal modo que los niños y jóvenes - que en otros sectores de la sociedad han salido de este control - aún son encaminados hacia las tablas de valores y pautas de conducta propias de la sociedad tradicional. Es decir, además de los bienes tangibles, circulan los intangibles que permiten la aglutinación y organización de los comportamientos.

Dentro de esta red familiar es natural la mayor presencia de un núcleo familiar y más concretamente de un "paterfamilias", patriarca, abuelo, o quien hace sus veces, quien es el foco original de donde se produjo el surgimiento de varias familias. Frecuentemente, la ubicación de estas familias hijas en cercanías de la "casa paterna" ha sido iniciativa de un "paterfamilias", mediante la adjudicación - por vía de la herencia - de terrenos a sus hijos para que construyeran su casa.

En muchos casos, estos abuelos y los núcleos familiares satélites juegan un rol aglutinante más allá de la parentela. Su presencia en el territorio veredal y el manejo de las relaciones vecinales, les ha granjeado un respeto especial por parte de otras familias y, en ciertos casos, un rol de consejeros o consultores de los asuntos comunitarios.

Lo anterior muestra cómo las redes de familias operan como un sistema articulado en el cual la alteración significativa de una de sus partes implica la alteración del resto del sistema. Así por ejemplo, el desplazamiento de una familia puede significar la alteración de los circuitos a través de los cuales fluyen la comunicación o los intercambios.

O puede significar la ausencia de un centro de autoridad, lo cual produce un "efecto dominó" en el comportamiento: los jóvenes, por ejemplo, al verse a la deriva respecto de la red que ejerce la sanción social, se hacen vulnerables a la influencia de conductas ajenas a la localidad, lesivas muchas veces. Similares observaciones pueden hacerse sobre la conducta de los niños, al verse separados de la comunicación frecuente entre parientes que antes podían visitar diariamente.

3.4.1.4.4 El cambio en los valores

Los referentes tradicionales de la casa paterna, la libertad, Córdova y los partidos, dan paso a otros como la tierra como suelo ocioso y comercial, las casas modernas, la posesión de vehículos (carros o motos), los nuevos tipos de vestido en los jóvenes, las nuevas formas de alimentación (comidas rápidas), las nuevas formas de lenguaje. Estos cambios se han caracterizado por la velocidad, debido a la construcción de los grandes proyectos que se han dado en menos de 30 años.

3.4.1.4.5 La poca preparación de la población para asumir los cambios

Hasta donde se conoce, las poblaciones locales no contaban con una visión prospectiva que les indicara cómo serían los cambios que vendrían y cómo debían obrar a su llegada, lo que originó dos efectos: una catástrofe silenciosa para muchos que emigraron y sufrieron el desbarajuste de las redes de solidaridad o una asimilación positiva del cambio para otros, los cuales crearon nuevos mecanismos para sobrevivir con éxito (tal como lo habían hecho cuando llegó la "revolución verde" en los años sesenta). Entre los últimos están los que conservan sus tierras, los que tienen una venta para los turistas, los que tienen familia en la universidad y conservan los lazos de familia en el Oriente.

3.4.1.4.6 Cambio de valores

A partir de Santuario hacia el Oriente - área más afectada por la presencia de las hidroeléctricas - se observa la aparición de los grupos armados, cuya incidencia ha aumentado en los últimos años. Esta situación origina cambios en el componente sociocultural que altera la dinámica de la población.

Entre los pueblos del altiplano se presentan grandes diferencias así: Rionegro sigue operando como una "capital" que influye sobre los demás, con su peso de ciudad histórica, defensora de la libertad y la Constitución, su peso comercial e industrial y ahora puerta del modernismo. En ella se mezclan la tradición relacionada como las

historias de guerras y la religión católica con la presencia de poblaciones, urbanizaciones, arquitectura y transporte provenientes del valle del Aburrá; con su carácter de centro recreativo, estimulado en gran parte por la presencia de un parque de "COMFAMA"[11]; y la presencia de Universidades.

La Ceja se articula con Rionegro a través de un eje hecho para el turismo, a lo largo de vías modernas, que poseen sus propias características; allí coexisten la influencia histórica de la tradición religiosa (más acentuada que en Rionegro), con el auge de agroindustrias como floricultura y la lechería, lo mismo que del turismo. Estos últimos influyen en el rápido cambio de mentalidad, sobre todo entre los jóvenes.

En los demás municipios se observan ritmos desiguales en los cambios: es más acelerado en Guarne, Marinilla y Santuario, afectados por la cercanía de la autopista y de la influencia de Medellín o Rionegro, que en El Carmen de Viboral, donde aún sobrevive la fabricación de cerámica, tradición de hace unos 100 años, y la agricultura moderna que introdujo la "revolución verde", pero articulada en parte a la antigua estructura familiar.

En el corregimiento de Santa Elena, la coexistencia entre lo tradicional y lo moderno se refleja en la presencia de pobladores inmigrantes de la ciudad, jóvenes sobre todo, y de predios para prácticas tecnológicas (sede campestre de la Universidad Nacional) con los pobladores de este corregimiento, a los cuales el desfile de silleteros les ha dado una connotación cultural, que los señala de campesinos horticultores y floricultores, expertos en artesanías, sociables, de actividades de convite, que habitan una de las zonas de mayores reservas ecológicas del departamento y esto les da orgullo, arraigo y sentido de pertenencia con respecto a su territorio.

Esta coexistencia también se refleja en la sede moderna del liceo, que se diseñó para complementar los estudios de secundaria con programas de educación superior, dado que su territorio lo comparte con habitantes de Medellín.

Tienen contacto y trabajo artístico cultural con grupos de trayectoria nacional, que les permite consolidar un movimiento cultural donde combinan valores y tradiciones y que su población a pesar de la cercanía geográfica con Medellín conserva elementos valiosos de la cultura campesina.

3.4.1.4.7 El imaginario tradicional

El desarrollo de esta zona ha estado atado al llamado *mito paisa*, es decir, la ideología que exalta al pueblo antioqueño como trabajador, activo, creativo, pujante, la cual gira en torno a unos principios éticos de origen católico, profundamente arraigados. El mito se resume en el autocalificativo de "raza", que parece corresponder a un carácter más de *grupo étnico* que a un término racial. El haber acuñado el término con unos apelativos que señalan a sus pobladores como una especie de héroes, apuntó a la creación de un ideal de hombre que se ha formado en el imaginario colectivo y ha trascendido las fronteras regionales y nacionales. Esto replica en un arraigo y sentido de pertenencia que da cuenta de la identidad cultural que poseen sus habitantes.

[11] Dicho de paso, donde se hace una curiosa réplica ("Tutucán") del mundo tradicional que el propio parque contribuye a socavar.

Dentro de este mito se exhibe con orgullo a Medellín como una "Bella Villa", ciudad *sui generis* con una serie de ventajas, entre las cuales están la hospitalidad, el trabajo, la salud, el orden, el aseo y la belleza en su paisaje urbano y rural, entre otras. Este imaginario se mantiene hoy y se encarna en símbolos físicos como la plaza de toros, la Basílica Metropolitana, las grandes textileras (Coltejer y Fabricato), el edificio Coltejer, el desfile de silleteros y el Metro.

3.4.1.4.8 Rompimiento cultural de los años sesenta

Esta época coincide con los grandes cambios socioculturales y tecnológicos operados en el mundo luego de la postguerra. En Medellín estos cambios se manifestaron en el cambio generacional que enfrentó a los jóvenes con las tradiciones religiosas, sobre todo en materia de comportamiento individual; en la formación de los movimientos juveniles (en un primer momento el *hipismo*), movimientos estudiantiles, de género y grupos armados urbanos.

Este movimiento tendría su prolongación, de alguna forma, en posteriores expresiones juveniles, tales como vertientes de *punk*, de influencia inglesa, *rock* y *rap*, cuya principal característica es la ejecución de versiones alternativas de estos géneros musicales.

La importancia que tienen estos movimientos artísticos en el ámbito sociocultural es que cuando se articulan y se expanden, comienzan a hacer parte de los elementos de integración y formación cultural de los colectivos de población y marcan la proyección social y el intercambio generacional en la sociedad, esto referido a los círculos y grupos donde se desarrolle el fenómeno.

3.4.1.4.9 Influencia de la "subcultura del narcotráfico"

Aunque el fenómeno del narcotráfico se ha mirado como netamente económico, constituye ante todo un fenómeno cultural complejo, de amplias consecuencias. En Medellín se conformó una verdadera *subcultura* (Salazar y Jaramillo, 1992), con simbologías e imágenes culturales propias.

La escala de valores comenzó a medirse por la capacidad adquisitiva y las compras abundantes y de artículos estrafalarios, los jóvenes competían por pertenecer a grupos articulados a narcotraficantes que estuvieran en el "boom" de la fama. Esto provocó cambios socioculturales fuertes con consecuencias de descomposición social.

Con el enriquecimiento rápido de las negociaciones del narcotráfico, se reafirmó el mito de Estados Unidos como un paraíso; se organizó a una parte de la juventud en grupos armados, y la lucha directa sustituyó más que nunca los escenarios de la negociación. El resultado fue una profunda depresión social y la asociación automática de la imagen de la ciudad a estos fenómenos, lo cual causó su aislamiento en la segunda mitad de los años 80.

Hoy subsisten consecuencias como el fenómeno de aculturación cuyas consecuencias negativas para el componente sociocultural no se han podido superar.

3.4.1.4.10 El desarrollo cultural de Medellín desde la planeación

El sistema cultural de Medellín, visto desde la nueva óptica planificadora, será la articulación de varios subsistemas: información y comunicación, formación y capacitación de agentes culturales, planeación y gestión cultural, servicios culturales y financiación de proyectos culturales. Habrá, asimismo, un Observatorio de Cultura Urbana a semejanza de Bogotá. Enfatizará varias grandes líneas:

- La ciudad educadora.
- La ciudad metropolitana, "descentralizada, participativa y centro internacional de la convivencia".
- La ciudad como "centro logístico y de servicios avanzados en la región andina".
- La ciudad metropolitana "acogedora, integrada y con calidad ambiental".

Con esta nueva visión, que aborda la cultura como un eje que integra la vida del hombre y las colectividades en razón de la articulación de los elementos funcionales para el desarrollo humano y social, la ciudad se proyecta con una dimensión cultural socializante.

3.4.1.4.11 Las influencias de la mundialización

Una característica de la cultura tradicional en Antioquia es que, a la par con su regionalismo, practica un tipo de apertura que la hace influenciable por diferentes movimientos mundiales. Esta apertura se ha acentuado, a pesar de los problemas que inhiben los contactos internacionales, principalmente la violencia, y se manifiesta en los eventos culturales (congresos, intercambios académicos, modas, festivales, exposiciones), así como en estrechos y continuos contactos de tipo comercial, industrial y tecnológico.

En forma simultánea se da el proceso, común a las grandes ciudades, de reproducción de patrones de comportamiento, gustos y demás, tomados no sólo de los contactos directos, sino también de los mensajes recibidos a través de la red mundial de comunicaciones. Como siempre, el sector de la juventud es el más permeable a los nuevos comportamientos.

Se fusionaron elementos tradicionales con los nuevos inducidos por el narcotráfico y con las influencias globalizantes aceleradas de fines de los años 80. El resultado es hoy una concepción que, aunque regional, se caracteriza por su carácter altamente híbrido y por la coexistencia de "subculturas".

El propósito es orientar el desarrollo simbólico, satisfacer las necesidades culturales de la población, incorporar visiones generacionales y de género, y obtener consensos para un tipo de orden.

3.4.1.5 Patrimonio arqueológico

Los aspectos arqueológicos dan cuenta del potencial y características del material arqueológico identificado en el área de influencia indirecta.

3.4.1.5.1 Ubicación y descripción fisiográfica

El corredor de la vía transcurre en sentido Oeste Este, entre los valles de Aburrá y San Nicolás, atraviesa dos macrounidades de paisaje, cada una con características ambientales particulares. En el costado occidental del Valle de Aburrá, la carretera asciende hacia el oriente, por la vertiente izquierda de la cuenca de la quebrada Santa Elena hasta el portal occidental del túnel en el sitio La Cascada, en un paisaje típico de vertientes empinadas.

- Vertiente izquierda de la cuenca de la quebrada Santa Elena (Valle de Aburrá)

El Valle de Aburrá es una depresión de origen tectónico, atravesada por el río Medellín, de forma alargada con una orientación general Norte-Sur, que separa las altillanuras de Santa Rosa de Osos al Noroeste y de Rionegro al oriente, mediante una cadena montañosa de relieve quebrado con alturas promedio de 2.800 m.s.n.m. y fuertes pendientes hasta el fondo del valle (IGAC, 1982).

En términos generales las condiciones ambientales del valle están dadas por las características de un clima templado y húmedo, una temperatura promedio anual de 22° C, con vientos suaves que corren de Norte a Sur, la pluviosidad media anual es del orden de 1.400 mm, y dos zonas de vida con predominio del Bosque húmedo Premontano (bh-PM). Las características que determinan las condiciones ambientales de esta primera unidad son las siguientes:

- Superficie erosional de Rionegro

En términos generales esta macrounidad abarca la penillanura central de Antioquia en la Cordillera Central con una extensión aproximada de 2.000 km^2 en su mayor parte por encima de los 2000 msnm, y a su vez separa el valle de Aburrá del valle del Magdalena, constituyendo la parte alta de la hoya hidrográfica del Río Negro

Dentro la superficie erosional de Rionegro se pueden diferenciar el altiplano de Santa Elena por encima de los 2400 msnm, que incluye la cuenca transversal de la quebrada Piedras Blancas y el Altiplano de Rionegro propiamente dicho o valle de San Nicolás. Las siguientes son las características que definen a grosso modo esta macrounidad.

3.4.1.5.2 La ocupación prehispánica del Valle de Aburrá y el altiplano de Santa Elena

El corredor requerido por el proyecto transcurre a lo largo de dos macro unidades fisiográficas: el valle del Aburrá en particular las vertientes orientales de la cuenca de la quebrada Santa Elena (hasta el portal occidental del túnel), y la superficie de erosión de Rionegro o valle de San Nicolás (desde el portal oriental), con características ambientales específicas, que han facilitado o condicionado su ocupación humana en diferentes momentos históricos.

En este sentido, el estudio de las problemáticas arqueológicas compromete un contexto regional, que implica la posibilidad de comprender los procesos históricos a partir de los sitios con evidencias de ocupación, en relación a los desarrollos sociales y culturales prehispánicos.

El conocimiento de la zona desde el punto de vista arqueológico, todavía está en una etapa incipiente; no obstante, se han perfilado lineamientos de investigación desde varias perspectivas. En el valle del Aburrá el registro arqueológico identificado (básicamente la cerámica, los contextos estratigráficos de deposición, la distribución espacial y las cronologías) ha derivado en el planteamiento de hipótesis relacionadas con el origen de los grupos agroalfareros desde varios siglos antes de Cristo, con la identificación de culturas arqueológicas y sus fases de desarrollo, y en general, con la dinámica cultural de la ocupación del valle (Castillo, 1995).

Para el altiplano de Rionegro hay un marcado énfasis en prefigurar las condiciones de la ocupación prehispánica de la región, a partir de la implementación de un modelo económico sustentado en las actividades agrícolas (Botero y Vélez 1997) o en el aprovechamiento intensivo de fuentes de agua salina (Santos 1986).

En ambas unidades fisiográficas, el panorama de la investigación se traduce en algunos estudios de arqueología básica y propuestas dentro del ámbito de la arqueología de rescate, desde los cuales se ha empezado a configurar la historia prehispánica de la región.

Si bien se tiene alguna información sobre el contexto ambiental en la época prehispánica, la distribución espacial y temporal del registro arqueológico de algunos sitios, alguna precisión sobre patrones de asentamiento y enterramiento, la alfarería, etc., los datos disponibles, tanto en el valle del Aburrá como para el altiplano de Santa Elena, no son definitivos para proponer modelos de periodización histórica consistentes.

En la región confluyeron varias tradiciones, cada una con una producción alfarera y unas manifestaciones culturales particulares, que hacían parte de la dinámica de apropiación y ocupación regional en vastas regiones del departamento, aprovechando la gran diversidad ecológica y ambiental a lo largo de valles, altiplanos y vertientes cordilleranas.

Desde el punto de vista cultural e histórico, el poblamiento en el valle del Aburrá se relaciona con procesos de ocupación que al parecer se remontan varios milenios atrás, a juzgar por el hallazgo de puntas de proyectil en el sector de Niquía (Arcila, 1977). Datos obtenidos en investigaciones arqueológicas realizadas en el municipio de Girardota, permiten identificar un proceso de ocupación por parte de sociedades alfareras que en la zona podría remontarse por lo menos al siglo décimo a.C. (Botero Arcila y otros, 1998).

Si bien todavía no es claro el origen de las sociedades agroalfareras en el valle del Aburrá y altiplano de Santa Elena, se sabe que se trata de grupos humanos de vocación fundamentalmente agrícola, al parecer con desarrollos que generaron procesos de diferenciación social y cultural, expresados en las tradiciones cerámicas, que han sido la base para la identificación arqueológica y para explicar el modelo de poblamiento de las culturas que ocuparon buena parte del macizo central antioqueño: Ferrería, Marrón Inciso y Tardío.

En el departamento de Antioquia, la dispersión del registro arqueológico asociado con la denominada cerámica Ferrería, señala la ocupación de diversas unidades

fisiográficas, en los tres pisos térmicos, a lo largo de valles interandinos, vertientes cordilleranas y altiplanos de la cordillera central.

No obstante contar únicamente con datos aislados de algunas porciones del valle del Aburrá, las evidencias culturales señalan la existencia de asentamientos con cerámica Ferrería desde el curso superior del río Medellín hasta el municipio de Girardota, en planos naturales de poca extensión, sobre pequeñas cimas de colinas, o en antiguas terrazas aluviales, cimas amplias de colinas erosionales en las partes bajas (Castillo, 1995; Santos, 1998; Botero Arcila, 1997, Castro, 1998, GAIA, 1999).

En esta alfarería se presenta un material con un buen tratamiento de superficies, a veces tienen brillo y engobe crema; en la decoración predomina la incisión en líneas cortas y puntos en el borde de algunas vasijas, así como una decoración en escamado en el cuerpo; hay formas globulares de bordes muy evertidos, engrosados en su parte media y adelgazados en el labio.

Si bien se ha atribuido un momento específico para la aparición de estos grupos en el en el Sur del valle de Aburrá, en el siglo V antes de Cristo (Castillo, 1995), algunas dataciones podrían sugerir un proceso de más larga duración, dado que en el altiplano de Santa Elena, una datación de 2900 ± 70 (Beta 94906) antes del presente, en un contexto agrícola relacionado con el comienzo de la construcción de un campo de cultivo, se encontró un fragmento de borde con características típicas de esta cerámica (Botero, 1999), mientras que Castillo (Ibid) reporta un yacimiento arqueológico en el barrio Belén, con un contexto Ferrería fechado para el siglo XVI, justo en el momento del contacto con los europeos.

Por su parte, la cerámica Marrón Inciso constituye uno de los principales referentes arqueológicos de grupos humanos que habitaron un extenso territorio en el macizo central antioqueño, con buena densidad de evidencias de ocupación durante los primeros siglos de la era cristiana, distribuidos en diversos pisos térmicos y nichos ecológicos, a través de valles interandinos, vertientes cordilleranas y altiplanos, en extensos territorios del cañón del río Cauca, valle del Aburrá, Altiplano de Oriente, entre otros.

En el valle del Aburrá y regiones circunvecinas, la distribución espacial de los asentamientos con cerámica Marrón Inciso, a través de valles intramontañosos, en las cimas planas de colinas pequeñas y cuchillas, en antiguas terrazas aluviales y en aterrazamientos artificiales sobre ladera, señalan una ocupación de los tres pisos térmicos, en función de la explotación de un amplio espectro de recursos.

Dentro de este modelo de apropiación y ocupación por pisos térmicos y áreas geográficas, los asentamientos ribereños o de la zona cálidas de los corredores del río Cauca, incluyeron dentro de sus actividades económicas la pesca, la minería del oro y la caza de especies menores, así como la fabricación de vasijas de cerámica para el intercambio; por su parte los asentamientos de las tierras templadas y frías, aprovecharon los suelos cultivables para la agricultura o bien se dedicaron a la explotación de recursos minerales de las fuentes de agua salada.

La dedicación de estas sociedades a las actividades agrícolas, se sustenta en el hallazgo en el municipio de La Estrella de pequeñas mazorcas fósiles de maíz y de

instrumentos de piedra para el procesamiento de recursos agrícolas (Castillo, 1995). En el altiplano de Santa Elena, estos grupos desarrollaron un sistema de cultivo que incluía el aterrazamiento de huertas con muros de piedra y drenajes para evitar la erosión, donde cultivaron maíz, ahuyamas, batatas y moras (Botero y Vélez, 1994), o se dedicaron a la fabricación de panes de sal, a juzgar por las enormes cantidades de fragmentos de cerámica que al parecer fue fabricada para este fin (Santos, 1998).

La realización de actividades económicas relacionadas con la industria alfarera, fue registrada en el occidente cercano, donde se obtuvieron evidencias de un taller alfarero, en el que se fabricó cerámica con características de los estilos Marrón Inciso y Ferrería durante un lapso de unos 300 años, en los primeros siglos de la era cristiana (Múnera, Monsalve y Botero Arcila, 1998).

A raíz del hallazgo de evidencias culturales asociadas con la cerámica Marrón Inciso en el corregimiento Pueblo Viejo en el municipio de La Estrella (Castillo, 1995), algunos trabajos de investigación que se han adelantado en el valle del Aburrá han hecho extensiva la categoría "fase Pueblo Viejo", para referirse a cerámica con características tecnológicas y estilísticas similares al Marrón Inciso, dado que según esta autora, la cerámica identificada en esta localidad, representa una fase cultural del estilo Marrón Inciso.

El sistema alfarero mantiene elementos formales y decorativos de gran homogeneidad en el tiempo y en el espacio, remitiendo a la existencia de pautas culturales fuertemente arraigadas, que se refleja en la existencia de conjuntos de formas estandarizadas. Las formas generales son: vasijas de cuerpo globular y subglobular con bordes reforzados, engrosados y biselados en la parte exterior; urnas funerarias globulares de cuello cónico; urnas antropomorfas, vasijas fitomorfas de cuerpo lobulado y bordes ligeramente evertidos; cuencos aquillados de bordes ligeramente evertidos y labios planos, entre otras.

Esta cerámica tiene un buen tratamiento de superficies, con paredes alisadas y pulidas, engobe rojo o marrón, en la decoración predomina la incisión en líneas cortas y puntos estampados con diseños geométricos en el borde y el cuerpo de algunas vasijas.

El origen y desarrollo de las sociedades agroalfareras relacionadas con el Marrón Inciso en el valle de Aburrá y altiplano de Santa Elena, es todavía incierto; si bien la información disponible (Véase la Tabla 3.111) señala una intensa ocupación durante los cinco primeros siglos de la era cristiana, al igual que con la cerámica Ferrería, el proceso de ocupación expresado en las dataciones de los contextos con Marrón Inciso, sugieren un rango de mayor duración en esta región.

En efecto, en el municipio de Girardota, se tiene Marrón Inciso en el sitio arqueológico El Indio, que estaría indicando una manifestación temprana de estas sociedades en la región, desde el siglo décimo antes de Cristo (Botero Arcila, Monsalve y Múnera, 1998) y manifestaciones culturales similares, en el sitio Loma Ochoa, con fecha del siglo XIII después de Cristo (GAIA, 1999); datos recientes obtenidos en contextos arqueológicos en el occidente cercano, en el corregimiento de Palmitas, muestran que al parecer, este proceso se extendió hasta finales del siglo XIV, momento en el cual coexistían con

grupos humanos representados por una tradiciones culturales Tardías (Múnera, Monsalve y Botero Arcila, 1999).

Para los cinco siglos anteriores a la conquista española, los contextos arqueológicos en el valle del Aburrá y altiplano de Santa Elena muestran cambios substanciales, reflejados en las características de la cerámica y en las pautas funerarias, que podrían marcar cambios drásticos en la estructura social de estos grupos humanos.

Este fenómeno se hace evidente en diversas regiones del macizo central antioqueño, con la aparición de conjuntos cerámicos, como el Inciso con Borde Doblado, producidos por sociedades que prevalecieron hasta la llegada de los españoles a lo largo del cañón del río Cauca (Castillo, 1988; Botero Arcila, Monsalve y Múnera, 1998), así mismo la cerámica del sitio La Picardía en el valle medio del río Porce (Castillo, 1992), la cerámica Tardía en el valle de Aburrá, Sureste y Suroeste antioqueño (Santos, 1998; Otero, 1992; Bermúdez, 1997; Castro, 1998), representan los últimos momentos de ocupación de este amplio territorio. En el valle del Aburrá, las cronologías se extienden entre los siglos X y XVII.

Todas estas evidencias constituyen lo que se ha denominado el Tardío de Antioquia, que en términos generales está representado por conjuntos cerámicos con características tecnológicas diferentes a las de épocas anteriores. Es recurrente la presencia de vasijas que presentan como rasgos distintivos formas asimétricas, acabados burdos y poca decoración, que igualmente se ha llamado estilo Tardío, dada su aparición en contextos domésticos y funerarios relacionados con los últimos siglos antes de la conquista española.

Algunos investigadores suponen que los procesos históricos y culturales ocurridos en el valle del Aburrá y regiones circunvecinas desde los comienzos de la era cristiana, han estado marcados por relaciones de contacto y coexistencia entre grupos humanos con manifestaciones culturales diferentes (Castillo, 1995); sin embargo, las cronologías y el registro arqueológico de algunos sitios muestran secuencias estratigráficas en las que se encuentran asociados materiales Marrón Inciso y Ferrería; también se han encontrado elaboraciones que indican que no tienen que ser necesariamente tradiciones culturales diferentes coexistiendo a través de siglos, y que una misma sociedad puede fabricar objetos de estilos diversos, que se mantuvieron a través del tiempo como parte de una misma tradición cultural.

Por otra parte, para etapas posteriores al siglo X después de Cristo, la posición estratigráfica de la cerámica Tardía en el valle del Aburrá y occidente cercano, está mostrando una superposición con la identificada para épocas anteriores, y posiblemente esté relacionada con los nuevos desarrollos culturales que prevalecen hasta la época del contacto con los europeos.

Algunos trabajos de investigación han centrado sus esfuerzos en la caracterización de los grupos humanos que enfrentaron la conquista española durante los siglos XVI y XVII, en el valle del Aburrá y Altiplano de Oriente. Para ello, además del análisis de la información consignada en los documentos escritos (crónicas de conquista y documentos de archivo), se han valido de la indagación de elementos de la fisiografía, del estudio de la distribución espacial de algunos accidentes geográficos, de la

simulación de distancias recorridas, de la consulta de cartografía y reconocimientos sistemáticos (Vélez y Botero, 1997; Vélez, 1999; Guingue, 1999).

En este sentido, La búsqueda del Valle de Arví es básicamente el ejercicio de un método novedoso en la arqueología colombiana; constituye un trabajo de reconstrucción del contexto espacial geográfico de las rutas y corredores de los conquistadores en busca del llamado valle de Arví, incluyendo su paso por el valle del Aburrá hacia el oriente Antioqueño. Fue igualmente importante, el análisis de algunos vestigios de arquitectura prehispánica, que por su singularidad, también fueron registrados en los relatos de las crónicas de conquista, como referentes culturales de sociedades extintas (Vélez y Botero, 1997). Si bien la cerámica ha sido de manera tradicional el principal referente para identificar culturas arqueológicas, estos materiales han proporcionado información para intentar entender los procesos históricos y culturales de los grupos humanos de esta región, los cuales permiten establecer la existencia de otras actividades de importancia económica.

En la cuenca de la quebrada Piedras Blancas (corredor y límite entre los valles del Aburrá y Rionegro), la diversidad y densidad del registro arqueológico da cuenta de una fuerte transformación del espacio desde por lo menos el siglo X antes de Cristo, lo cual se manifiesta en la existencia de diversos tipos de estructuras en piedra, como caminos, cañuelas, acequias, canalizaciones de quebradas, terrazas para campos de cultivo y plataformas entre otros, al lado de basureros con fuertes concentraciones de cerámica y fuentes de agua salada, que dan cuenta de la existencia de métodos de obtención de sal, de prácticas agrícolas intensivas, de la adecuación, aprovechamiento y control de las aguas y del establecimiento de sistemas de comunicación en el ámbito local y regional (Botero y Vélez, 1997; Botero Arcila, 1999).

La relativa abundancia de este tipo de vestigios muestra la importancia de estas construcciones no solo en el altiplano de Santa Elena, sino también en el valle del Aburrá y Occidente cercano, donde igualmente se ha identificado plataformas y caminos empedrados con diseños constructivos que incluyen cañuelas, muros de contención en talud, entre otros (Múnera, Monsalve y Botero Arcila, 1999; CORVIDE, 1999).

Si bien es cierto que en uno de los llamados campos circundados, se fechó un contexto con un fragmento que al parecer se podría asociar con el estilo Ferrería, es claro que no es posible relacionar de manera directa este tipo de vestigios en piedra con las culturas arqueológicas identificadas a través de la cerámica, lo que hace necesario emprender investigaciones para dar un contexto temporal, dado que por su naturaleza, estas obras permanecen y como en el caso de los caminos, son utilizados, readecuados o reconstruidos a través del tiempo para que sigan cumpliendo su objetivo principal: comunicar regiones geográficas próximas o distantes.

Tabla 3.111 Secuencias culturales en el Valle de Aburrá y regiones circunvecinas.

Escala	Múnera y Otros, 1998 (OCC)	Santos, 1992,1998 (V.A.)	Castillo, 1995 (V.A.)	Botero y otros, 1997 (V.A.)	Rivera y otros, 1997 (V.A.)	Castro, 1998 (V.A.)	GAIA, 1999 (V.A.)	Correa, 1998 (V.A.)	Botero y Vélez, 1994 (ASE)
-1000				-960					950?
-950									

Escala	Múnera y Otros, 1998 (OCC)	Santos, 1992,1998 (V.A.)	Castillo, 1995 (V.A.)	Botero y otros, 1997 (V.A.)	Rivera y otros, 1997 (V.A.)	Castro, 1998 (V.A.)	GAIA, 1999 (V.A.)	Correa, 1998 (V.A.)	Botero y Vélez, 1994 (ASE)
-500									
-450			-440						
-400									
-350									
-300						-280			
-250									
-200			-160				-160		
-150									
-100									
-50									
0			0						
50			10				10 ; 30		
100			60 ; 80						
150	130	150							
200	180 ; 200								
250	250	240					240		
300	300		270 300				290		
350	330	310 330			330		340		
400		360		360	400				410
450	430				420				
500									
550									520
600									560
650									
700									
750				730					
800				770					
850									
900									
950					940				
1000		1000							
1050									
1250									
1300							1270		
1350	1420								
1400	1390								
1450		1420							
1500		1470							
1550		1530							
1600	1600								
1650		1620	1620						
1700	1660								
1750	1710					1730			
1850						1790		1840	

Convenciones	
	Ferrería
	Marrón Inciso
	Tardío
	Ferrería y Marrón Inciso
	Marrón Inciso y Tardío
OCC	Occidente cercano
VA	Valle de Aburrá
ASE	Altiplano de Santa Elena

Fuente: Integral. Estudio de Impacto Ambiental 2000.

3.4.1.6 Dimensión Político – Organizativa

La dimensión político – organizativa resalta aspectos de orden sociopolítico, relevantes para el análisis del área en el que se pretende desarrollar el proyecto, teniendo en cuenta la presencia institucional, la participación comunitaria, el desarrollo del conflicto sociopolítico, entre otros aspectos de análisis, que en su conjunto ofrecen una panorámica integral del territorio.

3.4.1.6.1 Valle de San Nicolás

- Actores sociales y comunitarios:

En medio del conflicto armado los actores sociales se han fortalecido, antes que desintegrarse, logrando protagonismo en la vida de la región, convirtiéndose en los principales actores del desarrollo con fuerte injerencia en las decisiones políticas.

En el campo de la organización social, el valle cuenta con las asociaciones de municipios del Oriente: Masora (Municipios asociados de la subregión del Altiplano), de corte institucional, y la Corporación Empresarial del Oriente —CEO— que articula el gremio empresarial básicamente, Prodepaz, el Consejo Provincial de Paz y la Fundación para el Desarrollo del Oriente —Funde— que agrupa el gremio empresarial y parte del sector educativo en el nivel superior, entre otras.

En el orden de la organización en el ámbito local, existen proyectos vinculantes de instituciones y organizaciones comunitarias, ya mencionadas en el párrafo anterior relacionadas con proyectos educativos en El Carmen y San Vicente. En todos los municipios se cuenta con Consejos Municipales de Planeación, Juntas Municipales de Educación, Comités de Participación Comunitaria, Juntas Municipales de Deportes, Juntas de Acción Comunal, Juntas de Vivienda, Juntas de Acueductos Veredales, organizaciones de tipo ambientalista y formas cooperativas y organizaciones de trabajo solidario, entre otras. Estas propuestas organizativas en cierta medida pueden constituirse en una fortaleza subregional desde la perspectiva del capital social.

Se podría afirmar que pese a los esfuerzos por desarrollar procesos integrales coherentes de planificación subregional por parte de actores como Cornare, la asociación de municipios MASORA, Funde, Prodepaz y CEO, entre otras, persisten posiciones reactivas para asumir la realidad y se adolece de proyectos de desarrollo subregional, articuladores de subregión y con visión de largo plazo.

En lo ambiental se vienen desarrollando esfuerzos por ordenar las actividades en el territorio muy acordes con la normativa vigente, se busca generar una cultura de producción más limpia, la recuperación y protección de ecosistemas estratégicos ricos en recursos naturales y se propone profundizar en el conocimiento de estos.

Por otro lado, las transformaciones recientes producto de la industrialización y urbanización, han generado cambios importantes en las formas y significaciones culturales de asumir la realidad y las relaciones sociedad–estado, sociedad–producción y sociedad–medio natural por parte de los grupos humanos que habitan el territorio. Son característicos el cosmopolitismo y la hibridación cultural, los localismos y una naciente identificación con el sentirse orientales, en buena parte de sus municipios, siendo necesario trascender la perspectiva de análisis dual tradicional–moderno para entender e interpretar su compleja realidad cultural actual.

El Oriente Antioqueño se distingue por el dinamismo de sus organizaciones y por la multiplicidad de actores que incurren en las decisiones territoriales desde lo político, gremial, económico, social y religioso, las hay de primer, segundo y tercer grado, en todos los municipios existe por lo menos una Asocomunal, una organización de mujeres y otra de victimas. En la Tabla 3.112 se nombran algunas de las organizaciones más importantes en el ámbito regional.

Tabla 3.112 Organizaciones subregión del Altiplano del Oriente Antioqueño

Instituciones públicas nivel departamental y nacional	
Nombre	**Municipio**
CORNARE (Sede Principal)	El Santuario
CORNARE (sedes)	Rionegro
Corporación del Instituto Colombiano de Agricultura – CORPOICA	Rionegro
SENA	Rionegro
Otras instituciones publicas	
MASORA	Rionegro
Instituciones públicas nivel municipal	
Alcaldías	Todos
Casas de la Cultura	Todos
Empresa de Servicios Públicos	Todos
Empresa Social del Estado E.S.E	Todos
Oficinas de Planeación	Todos
Juntas Administradoras Locales	Todos
Comités Interinstitucionales	
Núcleo educativo	Todos
Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria-UMATAS	Todos
Unidades de Gestión Ambiental Municipal – UGAM-	Todos
Corporaciones públicas	
Concejos Municipales	Todos
Asamblea departamental (Diputados del Oriente)	Medellín
Asociación de Personeros del Oriente de Antioquia –ASPOA	
Asociación de Concejales del Oriente de Antioquia – ACORA	
Instancias y espacios de participación municipales	
Consejos Rurales	Todos
Consejos Territorial de Planeación	Todos
Consejos Participación de Paz	Marinilla
Consejos de Política Social	Todos

Instituciones públicas nivel departamental y nacional	
Nombre	**Municipio**
Comité de Participación Comunitaria – COPACOS-	Todos
Comité Local de atención y prevención de desastres- CLAIPD	Todos
Organizaciones comunitarias	
Asociación de Lideres del Oriente – ALO	Rionegro
Asociación de Mujeres del Oriente – AMOR	Rionegro
Juntas de Acción Comunal – ASOCOMUNAL	Rionegro
Asociación de victimas del Oriente Antioqueño - APROVIACI -	
Asociación de Mujeres del Municipio de Marinilla –ASOMMA -	Marinilla
Cooperativa Multiactiva de Finqueros y Artesanos de Guarne	Guarne
ONG	
Agencia de Desarrollo Local- ADEPROA	
Educativas	
ADIDA	Rionegro
CEIPA	Rionegro
Iglesia	
Pastoral Social	San Francisco
Diócesis Sonsón – Rionegro	Rionegro
Corporación Católica de Oriente	Rionegro
Medios de comunicación	
Emisora Nuestra Señora de la Candelaria	Guarne
Emisora Nuestra Señora de Chiquinquirá	San Vicente
Emisora Radio María	Marinilla
Radio Cadena Nacional – RCN	Rionegro
Emisora Señora del Carmen	La Ceja
Canal Local de TV.	El Santuario
TV Cable Municipal	La Unión
Deporte	
Club Escuelas de Deporte de Marinilla – CEDEM	Marinilla
Medio ambiente	
Asociación de Organizaciones Ambientalistas del Oriente	El Santuario
Asociaciones comerciales	
Comercializadora de Papa	La Unión
ACTUAR famiempresas	Rionegro
Asociación Colombiana de Exportadores de Flores – ASOCOLFLORES	
Productores de Mora de Guarne	Guarne
Grupo Asociativo de Confesiones	San Vicente
ASPROMORA	El Retiro
Entidades privadas	
CODESARROLLO	
Comité Corporación del Oriente	Rionegro
Corporación Empresarial del Oriente – CEO	Rionegro
Corporación Vida, Justicia, y Paz	Rionegro
Corporación de Desarrollo y Paz para el Oriente	Medellín
Fundación para el Desarrollo Empresarial de Oriente FUNDE	
FUNORIENTE	

Instituciones públicas nivel departamental y nacional	
Nombre	**Municipio**
Transportes Unidos La Ceja	La Ceja
Zona Franca de Rionegro	Rionegro
FADEGAN	

Fuente: Bases de Datos del Plan Estratégico de Antioquia – PLANEA, Visión Antioquia Siglo XXI, Secretaria de Educación Y Cultura Departamental, CORNARE. 2008

- Actores Políticos y Armados

Como consecuencia de la violencia política, desde la década de los años cincuenta y a partir del la radicalización del partido conservador en los años sesenta, la zona comprendida entre el magdalena medio y el Altiplano del Oriente Antioqueño, pasó de ser un punto de confluencia limítrofe a ser una frontera histórico-política y núcleo de disputas territoriales, pues se evitaba a toda costa el flujo de la influencia del partido político liberal en la subregión del Altiplano Oriental y otros municipios, dando inicio a una violencia que ha permanecido. A esta historia, se suman además una sucesión de conflictos en el tiempo, que tienen que ver con la titulación de tierras, por la construcción de la autopista Medellín-Bogotá y la presencia de grupos armados ilegales que hacen presencia en la zona.[12]

Dentro de los grupos armados al margen de la ley, que operan en la región del Valle de San Nicolás se han identificado:

- Dos frentes de las FARC (9 y 47)
- Un frente del ELN
- Dos frentes de las Autodefensas (Desmovilizados)
- Grupos emergentes (Águilas Negras y Renacer)

La primera consecuencia negativa del conflicto armado, es el fenómeno del desplazamiento forzado interno, que se da como respuesta a la presión y la violencia que ejercen dichos grupos al margen de la ley, sobre la población civil y que azotó también al Altiplano Oriental. Según un informe regional trimestral, de enero a marzo de 2007, realizado por la Corporación Programa para el Desarrollo de la Paz – PRODEPAZ-

"La subregión del Altiplano es la que presenta mayores tasas de crecimiento con un promedio subregional de 1,30%, la mayor tasa de crecimiento la presenta el municipio de Rionegro con 2,46%, seguido por Guarne con 2,45%, Marinilla 1,61%, La Ceja 1,52%, El Retiro 1,03%, El Carmen de Víboral 0,61% y La Unión 0,49%; hay dos municipios del Altiplano que registran tasas de crecimiento negativa de su población: San Vicente -1,72%, El Santuario -0,52%, posiblemente producto de desplazamientos

[12]Articulo consultado en la página http://cocorna-antioquia.gov.co/apc-aa-files/30333734653539373537313062393838/Diagn_stico_Cocorn_.pdf, *el día 15 de mayo de 2009.*

poblacionales originados principalmente por los fenómenos de la violencia que los afecta[13].

En cuanto a presencia con minas antipersonales en el Altiplano Oriental, el mismo artículo refiere que durante el primer trimestre del año 2007, en el Carmen de Viboral se presentó el efecto de una mina contra un civil; lo cual da cuenta de este tipo de artefactos en la zona, sin embargo, las labores realizadas por el Estado ha disminuido el número de víctimas en los últimos años.

"El Desminado Humanitario sigue siendo una propuesta políticamente relevante no sólo desde la cárcel de Itagüí por oferta de los sectores de las AUC, FARC y ELN, estos últimos desmovilizados individuales o capturados, sino que desde La Habana-Cuba - en las negociaciones preliminares entre el Gobierno Nacional y el Ejército de Liberación Nacional, así se ha anunciado hacia el futuro. El territorio Oriental tiene la presencia de Organismos de Cooperación Internacional como Hándycap International y CICR, ONGG y Gobierno Departamental, liderando procesos educativos y de atención de emergencia frente a este tema de tan devastadores efectos en la población civil y en la moral de los miembros de la Fuerza Pública".[14]

Actualmente, el Valle de San Nicolás, disfruta de una relativa calma, pero los grupos armados ilegales, siguen haciendo presencia en el territorio, replegados por la política de seguridad democrática implementada por el actual gobierno nacional, pero vigentes en su capacidad de sembrar el terror y la violencia en la población.

Políticamente el ejercicio tradicional para el manejo de los asuntos colectivos no da cuenta de las dinámicas modernizantes de la subregión. Los partidos políticos tradicionales con una creciente pérdida de legitimidad continúan en el control de los poderes locales. Es tímido el surgimiento de nuevas fuerzas, que como movimientos alternativos, planteen el viraje al tradicional manejo de los asuntos públicos, en buena medida, producto de que se conserven prácticas políticas tradicionales y la represión por parte de los actores armados.

- Mesa de Derechos Humanos y Protección Humanitaria del Oriente Antioqueño

En el Oriente Antioqueño opera una Mesa de Derechos Humanos y Protección Humanitaria del Oriente Antioqueño conformada por la sociedad civil con sus ONG y líderes comunitarios, las entidades públicas y las agencias humanitarias internacionales.

La Mesa cimienta su labor en tres preceptos que son: 1) articulación interinstitucional, 2) información, todas las organizaciones que asisten a la Mesa han asumido el compromiso de poner al servicio de la comisión relatora sus bases de datos, el conocimiento de violación a derechos humanos e información sobre agresiones a población civil, y 3) acompañamiento a comunidades afectadas o vulnerables.

[13] Articulo consultado en la página http://prodepaz.org/apc-aa-files/ef44a8df5d74c5e7e790c65453e1a9f6/Informe_Regional_enero_marzo_07.pdf, *el día 15 de mayo de 2009.*
[14] Ibíd.

- Actores religiosos

La iglesia católica tiene una fuerte presencia en el territorio y ha jugado un papel importante en el conflicto armado vivido por la región, de la Diócesis Sonsón Rionegro han partido varias iniciativas que han aportado para mejorar las condiciones de las víctimas y la protección de la población civil.

Se destaca el programa Sembradores de Paz, con niños vulnerables o víctimas del conflicto, que busca ayuda y orientación a los niños para disminuir las secuelas del conflicto en este sector de la población.

La Diócesis a través de la Pastoral Social y la Corporación Vida, Justicia y Paz, ha participado y liderado varias acciones humanitarias.

3.4.1.6.2 Valle de Aburrá

Como parte de las estrategias nacionales, vale la pena destacar la creación de la Red de Solidaridad Social, como entidad líder en el tema de la política social en el ámbito nacional y de beneficio para la interlocución con la ciudadanía, las organizaciones comunitarias, los gobiernos locales y las diversas entidades del sector social en todo el territorio nacional. La Red de Solidaridad Social se encarga de coordinar y liderar los "Laboratorios de Paz", cuyo objetivo es fortalecer espacios de paz y convivencia, y visualizar los proyectos de desarrollo en el territorio; siendo además la entidad nacional responsable de impulsar programas para la población desplazada por la violencia en las diferentes zonas del país.

A la par, existen dos instancias nacionales importantes: el Fondo de Programas Especiales para la Paz, que funciona como un fondo-cuenta creado en virtud de la Ley 368 del 5 de mayo de 1997. Los recursos de los programas de paz se destinan a: generar condiciones para el logro y mantenimiento de la paz y garantizar acercamientos, diálogos y negociaciones con los grupos insurgentes; y ejecución de proyectos como empleo en acción, familias en acción, jóvenes en acción, campo en acción, vías para la paz y derechos humanos. La segunda es la Red Nacional de Buen Trato al Menor que articula organizaciones que se ocupan del tema del maltrato al menor, conformado por representantes departamentales y municipales del ICBF, Comisarías de Familia, Procuradores Delegados, Ministerio de Salud, entre otros.

La construcción y el mantenimiento de los bienes públicos es una tarea que compete tanto a los ciudadanos y ciudadanas como a las organizaciones de los tres sectores (público, privado y ONG). Lo público es lo que pertenece a todos y es el espacio donde se garantiza el libre acceso y la igualdad de participación.

"En el 2001, por Acuerdo Metropolitano No. 018, se adopta el Plan Integral de Desarrollo Metropolitano del Valle de Aburrá - Metrópoli 2002-2020: "Hacia una ecorregión metropolitana educadora, gobernable, sostenible, competitiva, confiable e integrada social y globalmente" que en uno de sus ejes estratégicos considera el Programa Metropolitano de Política de Convivencia y Seguridad Ciudadana en busca

de la articulación de los diferentes actores en torno a la convivencia, la seguridad, la confianza y la gobernabilidad."[15]

La concepción de política pública que soporta esta iniciativa regional surge, en primera instancia, de la nueva acepción de lo público que incluye al Estado, al mercado y a la sociedad civil en sus prácticas, instituciones y relaciones encaminadas al desarrollo integral de la sociedad. Este desarrollo considerado en sus espacios económicos, sociales, políticos, ambientales y culturales. Los poderes, las representaciones, las dinámicas, los controles y las sanciones son un conjunto de elaboraciones sociales y públicas que deben ordenar el espacio y el panorama de lo público en la vida diaria y las relaciones de los actores y sujetos sociales, para recrear contextos de relación, horizontales, dialógicos y solidarios que viabilicen la apropiación de lo público como territorio de convergencia ciudadana.

Se entienden entonces las políticas públicas como un conjunto de decisiones, principios y normas que ubican la acción, puntualizando objetivos y metas especificas, dirigidas a legitimar y ejercer el poder y la autoridad ciudadanas, conduciendo a la satisfacción de necesidades identificadas y en pro del mejoramiento de la calidad de vida a nivel local y regional de la población.

Entre los actores involucrados en la construcción de la Política Pública en el Valle de Aburrá, generalmente pueden identificarse:

Actores de decisión: organizaciones e instituciones de quienes depende la aprobación y el aval para emprender el diseño de política y garantizar su adopción e implantación. En éste sentido, se identificaron actores del nivel local, regional y departamental: Alcaldes, administraciones municipales y Concejo Municipal, Junta Metropolitana del Valle de Aburrá, Gremios y empresarios, Iglesia, entes regionales y Gobernación, entre otras.

Actores técnicos: Personas, organizaciones e instituciones que por su saber particular y experiencia en un tema o área tienen la responsabilidad de incorporar los elementos técnicos en el diseño, análisis de situación, implantación y evaluación de las políticas. Entre estos actores se cuentan asesores y consultores nacionales e internacionales y otras organizaciones no gubernamentales e instituciones académicas que trabajan por un tema y que se vinculan de forma directa o indirecta en el proceso.

Actores de operación: Personas, organizaciones o instituciones en quienes recae la responsabilidad de hacer realidad la política. En los municipios del Valle de Aburrá, son las direcciones y secretarias responsables del diseño y ejecución de planes, programas y proyectos sobre el tema y las ONG, entes de Estado con presencia en la región y los municipios e instituciones que en la región desarrollan intervenciones en el tema específico de cada política pública.

[15] Política pública para la promoción de la convivencia y la prevención de la violencia en el valle del Aburrá. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Marco Legal: Naturaleza del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. 2002.

Actores sociales o comunitarios: todos y cada uno de los miembros de la sociedad y la comunidad involucrada con el problema y con su solución, de esta manera deben tener participación activa y permanente en todo el proceso político.

En escena, aparecen otros actores claves en el proceso de política, los medios de comunicación. Estos actores cumplen, por lo menos dos roles claves y fundamentales, el primero como puente de difusión de las decisiones y los acuerdos de intereses y el segundo como transmisor de las reacciones y percepciones los actores sociales frente a las decisiones de los técnicos, operativos y decisores.

En una subregión fragmentada como el Valle de Aburrá, no se ha alcanzado progresar en la generación de un escenario que permita fortalecer la ciudad y a los pobladores urbanos en una efectiva dimensión pública y en procesos democráticos cimentados en el ejercicio de las ciudadanías activas; lo que se percibe es la cotidianeidad de ciudades con grandes carencias en la construcción de identidades políticas y ciudadanas modernas, donde la diferencia se resuelve, casi siempre, a través de la violencia.

La región enfrenta un tiempo histórico difícil, expresado en la profundización del conflicto armado urbano, el aumento del desempleo y la ausencia de oportunidades; la cultura de la violencia y los antivalores, inequidades y exclusión, falta de espacios de reflexión e intercambio.

Existen trabajos importantes, liderados por las Juntas de Acción Comunal, las Juntas Administradoras Locales, los grupos juveniles, las asociaciones de mujeres, los grupos de tercera edad, deportivos, semilleros, grupos parroquiales, comunitarios, entre otros; pero en la mayoría de los casos trabajan de manera aislada y poco coordinada, respondiendo a coyunturas puntuales. En este sentido surgen demandas específicas como:

- Mayor acompañamiento del Estado y las instancias administrativas.
- Mayor coordinación de objetivos, acciones y recursos, que se reflejen en la cualificación de los procesos.
- Generación de espacios de sensibilización que estimulen a la comunidad a participar, comprometerse y creer en los procesos.
- Fortalecimiento y dinamización de redes sociales.
- Seguimiento, evaluación y control de los procesos comunitarios.
- Educación en cultura política, para empoderar las comunidades.
- Sistematización de experiencias organizativas.

3.4.2 Área de Influencia Directa Local

Para la caracterización de la zona de influencia directa local, se tienen en cuenta las veredas que por su cercanía con el proyecto, merecen un tratamiento especial y requieren de la inclusión en el estudio y manejo en las diferentes etapas, aunque algunas de ellas no se verán afectadas directamente por las obras propias del proyecto, pero se encuentran a lo largo del corredor que demarca el proyecto. En este

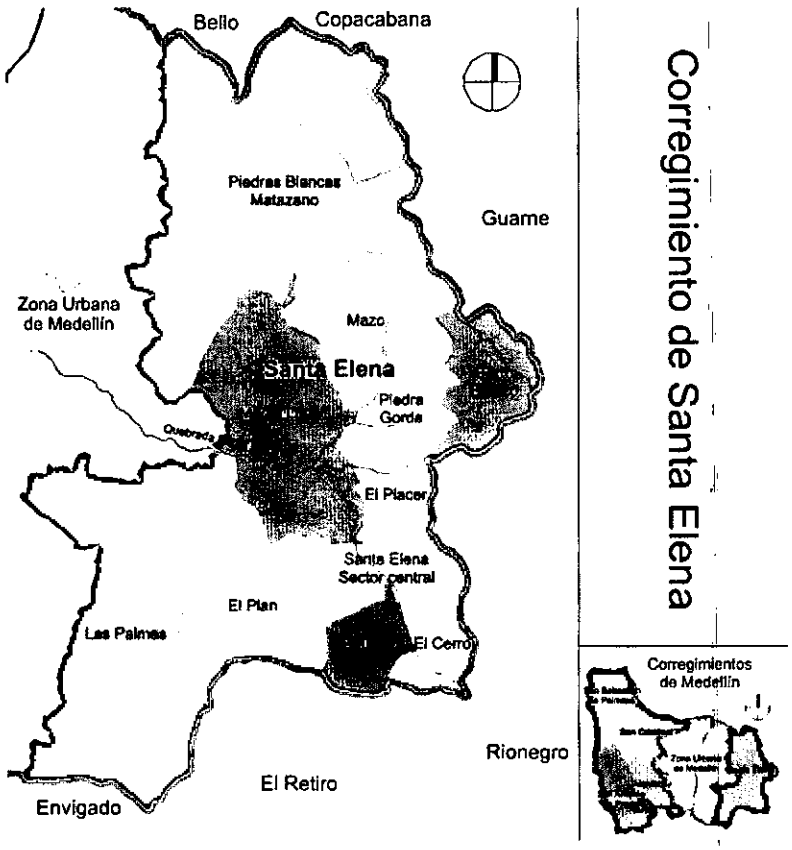
sentido, se caracterizan las veredas de los municipios de Medellín corregimiento Santa Elena (las Palmas, Media Luna, El Placer, Sector central y El Cerro), Rionegro (La Quiebra, Yarumal y La Convención) y Guarne (San Ignacio). Esta última, debido a la ubicación de la zona de depósito Ventana 2, sin embargo, las familias aledañas tienen como referente el corregimiento Santa Elena como eje articulador de sus actividades. Con respecto a ellas se caracterizan las dimensiones demográfica, espacial, económica, político-organizativa y las tendencias de desarrollo de acuerdo a sus particularidades.

Los datos recolectados para realizar el análisis de la zona de influencia directa local provienen en su totalidad de fuentes secundarias, adquiridas por medio de revisión documental en Secretarias de la Gobernación de Antioquia (entre ellas Planeación, Agricultura y Educación), páginas web oficiales de los municipios o localidades, documentos publicados por investigadores particulares, Planes de Desarrollo Muncipales vigentes para el período 2008-2011, Planes de Ordenamiento Territorial y diarios oficiales.

3.4.2.1 Dimensión Demográfica

A partir del análisis de la información reportada en el SISBEN departamental, se estudian las condiciones de composición de la población por edad y sexo, así como las condiciones de vida que permite dicha base de datos.

3.4.2.1.1 Veredas del corregimiento de Santa Elena

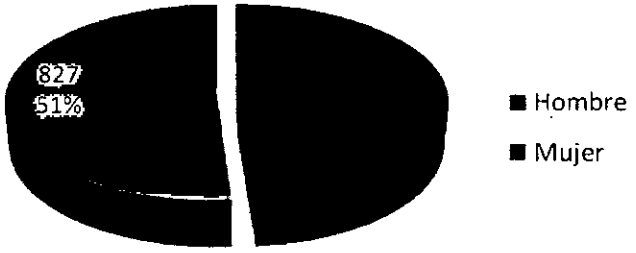


Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corregimiento_de_Santa_Elena-Medellin.png. 2007

Figura 3.20 Corregimiento Santa Elena, división por veredas

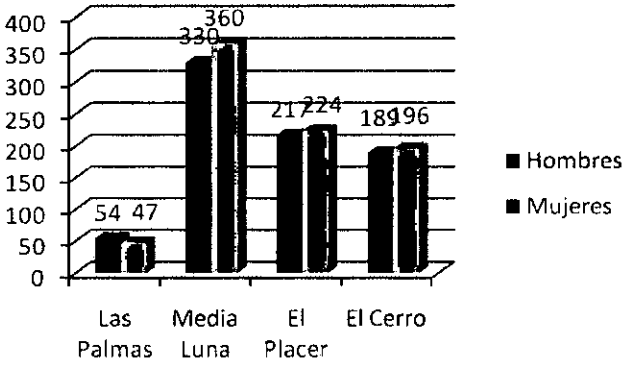
Entre las veredas que conforman el corregimiento, cuatro de ellas (Las Palmas, Media Luna, El Placer y El Cerro) y el sector central, hacen parte de la zona de influencia local del proyecto. El total de población ubicada en esta zona de estudio es de 1.617[16], de la cual el 49% lo conforman hombres y 51% mujeres. La vereda con mayor población es Media Luna (690 habitantes).

[16] La información aportada por el Sisbén Departamental 2008 no contempla datos para el sector central de Santa Elena, sólo para las Veredas Las Palmas, Media Luna, El Placer y El Cerro.



Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.21. Composición de población por sexo general. Veredas Santa Elena

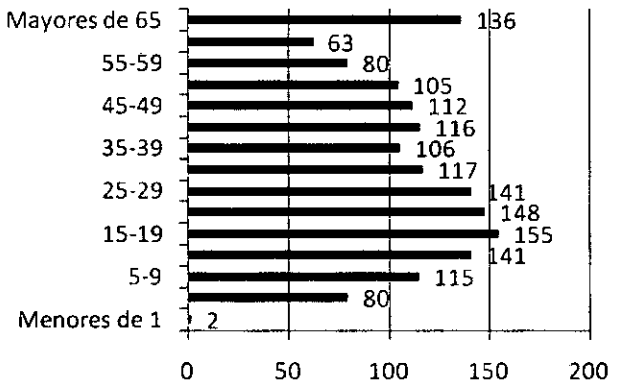


Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.22. Composición de población por sexo – diferenciado por vereda. Santa Elena

En la Figura 3.23, se puede determinar que las personas que habitan en las veredas de la zona influencia de este corregimiento se encuentran en los siguientes grupos:

- El 5,1% está conformado por menores de 4 años, es decir, hacen parte del grupo de primera infancia.
- El 25,4% de la población se encuentra en edad escolar, entre los 5 y los 19 años.
- El 70,7% son hombres y mujeres en edad económicamente activa, cuyas edades se encuentran entre los 15 y los 65 años.
- El grupo de personas mayores de 65 años representa el 8,4% de la población de esta zona.



Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

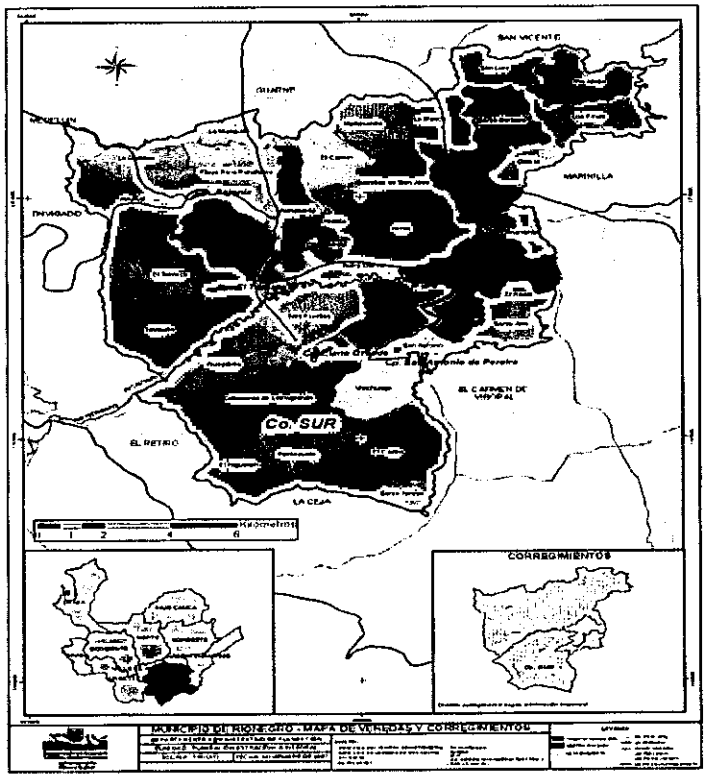
Figura 3.23. Composición de población por grupos de edad, veredas Santa Elena

Analizando los indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) entre ellos viviendas inadecuadas, viviendas con hacinamiento crítico, viviendas con servicios inadecuados, viviendas con alta dependencia económica, viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela[17], se estudia particularmente para el tema demográfico lo relacionado con asistencia escolar, en este sentido y contando con la información aportada por el Sisben para el año 2008, se puede enunciar que del total de población (1.617), el 24% (383 personas) asiste a algún Centro Educativo, bien sea para cursar grados de la educación formal, superiores o de educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano[18], mientras el 76% (1.234 personas) no se encuentra asistiendo en el año 2008.

De acuerdo con la información reportada en esta misma fuente, en el territorio no existe población registrada que pertenezca a resguardos indígenas.

[17] Indicadores simples seleccionados para la medición de NBI, Dane. 2005.
18 Ley 1064 del 26 de julio de 2006. Artículo 19: *"Reemplácese la denominación de Educación no formal contenida en la Ley General de Educación y en el Decreto Reglamentario 114 de 1996 por Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano".*

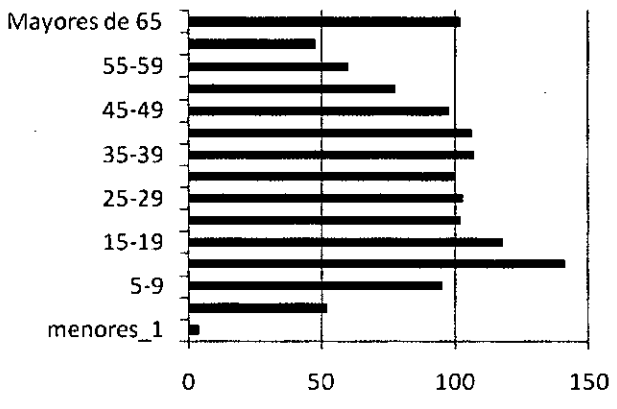
3.4.2.1.2 Veredas del municipio de Rionegro



Fuente: http://planeacion.gobant.gov.co/mapas_veredales.html. Municipio Rionegro

Figura 3.24. Municipio de Rionegro, división por veredas

Las veredas que corresponden al municipio de Rionegro para este análisis son: La Quiebra, Yarumal y La Convención. La población que habita en estas tres localidades suma 1.314 siendo la más poblada de ellas Yarumal con 762 habitantes y la menos poblada La Convención con 258 habitantes.

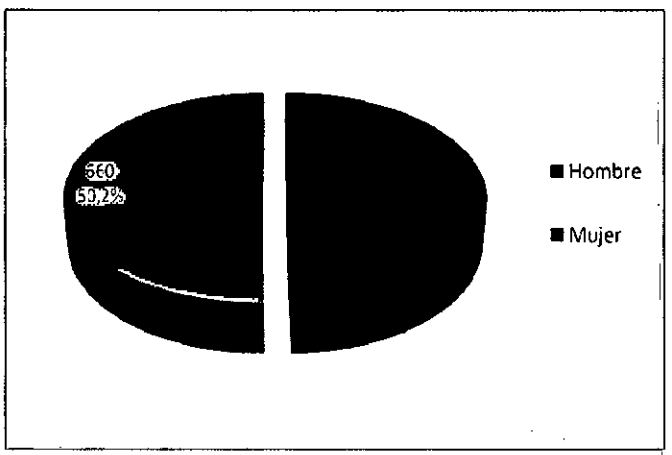


Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.25 Composición de población por grupos de edad, veredas Rionegro.

Entre estas tres veredas se encuentra que la población entre 0 y 4 años que hace parte de la primera infancia representa el 4,3% (56 personas), la población en edad escolar conforma el 26,9% (654 personas) y la población en edad laboral el 70% (920 personas).

La proporción de hombres sobre el total de la población corresponde al 49,8% (654 personas) y de mujeres al 50,2% (660 personas).

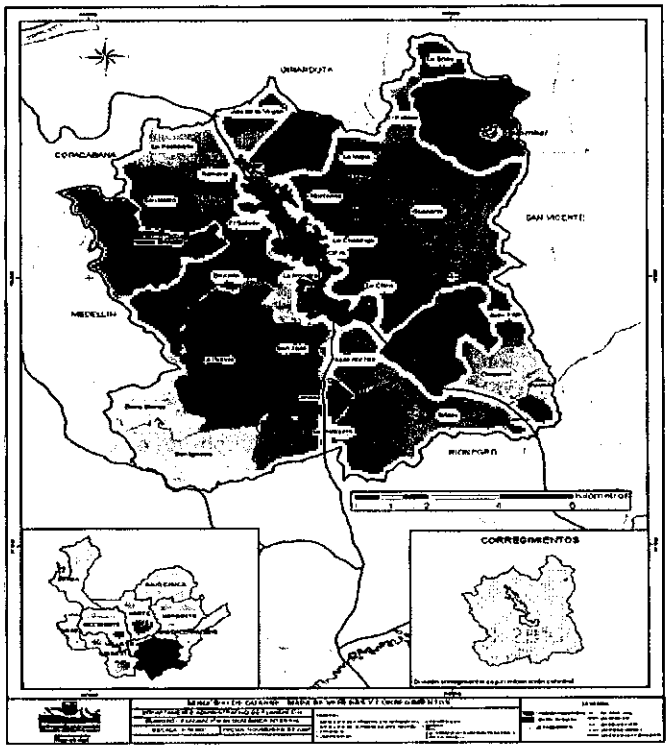


Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.26 Composición de población por sexo general. Veredas Rionegro

En el tema educativo se puede indicar, de acuerdo a los datos aportados por el Sisben para el año 2008, que del total de población que habita en las tres veredas, 310 personas asisten a un Centro Educativo o de formación para el Trabajo y el Desarrollo Humano, lo cual representa el 23,6%, en este sentido, el 76,4% (1.004) de la población no desarrolla actividades académicas.

3.4.2.1.3 Vereda del municipio de Guarne

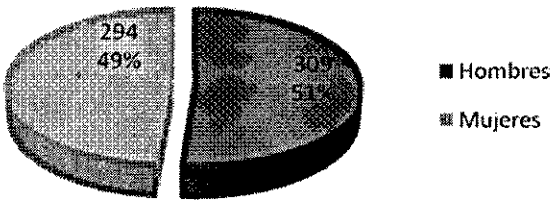


Fuente: http://planeacion.gobant.gov.co/mapas_veredales.html. Municipio Guarne

Figura 3.27 Municipio Guarne, división por veredas

Del municipio de Guarne sólo hay una vereda perteneciente a la zona de influencia directa local, San Ignacio.

Esta vereda tiene una población de 603 personas de acuerdo a los datos aportados por el Sisben para el año 2008. De este total de población, el 51% (309 personas) son hombres y 49% (294 personas) son mujeres.

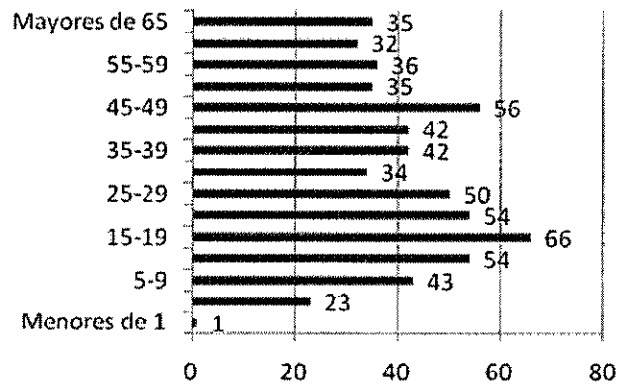


Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.28. Composición de población por sexo general. Vereda San Ignacio

De acuerdo a la distribución de la población por grupos quinquenales se encuentran los siguientes datos demográficos para el año 2008:

- El 4,0% (24 personas) está conformado por menores de 4 años, es decir, hacen parte del grupo de primera infancia.
- El 27,0% (163 personas) de la población se encuentra en edad escolar, entre los 5 y los 19 años.
- El 74,1% (447 personas) son hombres y mujeres en edad económicamente activa, cuyas edades se encuentran entre los 15 y los 65 años.
- El grupo de personas mayores de 65 años representa el 5,8% (35 personas) de la población de esta zona.



Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.29. Composición de población por grupos de edad, vereda San Ignacio

Del total de población que conforma la vereda para el año 2008 (según el Sisben) es decir 603, el 25,2% correspondiente a 152 personas asisten a un centro educativo,

bien sea para cursar educación formal obligatoria, superior o capacitación en artes y oficios y el 74,8% no asiste (451 personas).

No hay en la actualidad presencia de población perteneciente a resguardos indígenas.

Para el año 2008 se registran en el Sisben nueve personas con discapacidad de los cuales tres son hombres y seis mujeres.

3.4.2.2 Dimensión Espacial

En esta dimensión se analizan aspectos relacionados con la infraestructura física existente en el territorio, éste es servicios públicos y sociales, infraestructura de transporte, comunicaciones y espacios recreativos, entre otros.

3.4.2.2.1 Veredas del corregimiento de Santa Elena

El patrón de construcción en las veredas de la zona de influencia para este corregimiento son tipo casa, en este sentido "La proliferación de nuevas casas de personas con ingresos medios y altos se presenta principalmente, en las veredas de Las Palmas, El Plan, El Cerro y El Placer"[19]

Continuando con el análisis de NBI se retoma en la dimensión espacial el indicador de vivienda en términos de déficit cuantitativo y cualitativo. Frente al primero (déficit cuantitativo), resultante de la división del número de hogares por el número viviendas se encuentra un déficit de seis viviendas que representa 1,4%, ya que para los 423 hogares que habitan en las veredas y el sector central hay 417 viviendas.

Tabla 3.113 Déficit cuantitativo desagregado por vereda. Corregimiento Santa Elena

Localidad	Hogares	Viviendas	Déficit Cuantitativo
Las Palmas	29	29	0
Media Luna	174	171	3
El Placer	111	109	2
El Cerro	109	108	1
TOTAL	423	417	6

Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Para analizar el déficit cualitativo, determinado por la disponibilidad de servicios[20], la calidad y el estado de la construcción de la vivienda, y el hacinamiento, se indica que de las 417 viviendas que conforman las cuatro veredas, el 9,1% (38 viviendas) carecen de acueducto, el 75,5% (315 viviendas) de alcantarillado y el 0.5% (2 viviendas) de conexión a energía. Las viviendas que poseen servicio de telefonía son 330 que representan el 79,1% y sólo cuatro (1%) se encuentran conectados a la red de gas natural.

La vereda con mayor deficiencia en el acceso a servicios públicos es Media Luna en la cual se presenta una carencia promedio en el acceso a servicios públicos (energía, alcantarillado, gas, teléfono, recolección de basuras y acueducto) del 39,6%, en

[19] Zuluaga S, Gloria Patricia. Dinámicas Territoriales en Frontera Rural-Urbana en Corregimiento de Santa Elena, Medellín. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Escuela Del Hábitat, Facultad de Arquitectura, Agosto de 2005.

[20] Se considera en primer lugar el acceso a servicios públicos tales como acueducto, energía y alcantarillado.

contraste con la vereda El Cerro que disfruta de las mejores condiciones en este aspecto.

De acuerdo a la información secundaria disponible sobre las veredas del corregimiento con actualización al año 2004, "En el corregimiento existen cuatro acueductos. Acueducto Mazo: proporciona agua potable a la vereda Mazo y en parte a la vereda Barro Blanco y Piedra Gorda. Acueducto Santa Elena, Corporación Acueducto Multiveredal Santa Elena: lleva el agua a la Parte Central y a parte de las veredas El Llano, El Placer, El Plan y El Cerro. Acueducto San Pedro: suministra el líquido a las veredas El Llano, El Plan, El Cerro y Perico. Acueducto Las Flores: brinda servicios a los habitantes de Piedra Gorda y parcialmente a las veredas de Mazo, El Placer y al sector del Rosario. Además se cuenta con el Acueducto San Ignacio que proporciona el servicio de agua tratada a un sector de la parte Central. Por su parte el acueducto de la vereda Media Luna se encuentra actualmente en construcción".[21]

En términos de hacinamiento[22] de acuerdo a los datos aportados por el Sisben para el año 2008 no se identifica que presenten esta situación, toda vez que en una habitación duermen menos de tres personas.

La casa o apartamento es el tipo de unidad de vivienda más frecuente (414), seguido de la unidad cuarto (tres). En la variable de vivienda también se puede indicar desde la revisión de los materiales constructivos, que de las 417 viviendas, 325 tienen paredes de bloque, ladrillo, piedra, material prefabricado, o madera pulida, consolidándose éste como el más frecuente, seguido de la tapia pisada el cual se presenta en 63 viviendas, el número de viviendas restantes (29) tiene como material de paredes madera burda y bahareque.

Predominan los pisos de baldosas, vinilo, tableta o ladrillo en 205 viviendas, seguido de cemento o gravilla y madera Burda, tabla o tablón los cuales se presentan en 173 y 30 construcciones respectivamente, el material de pisos menos frecuente es tierra o arena usado en siete viviendas.

Como dato relevante, de necesaria revisión y mejoramiento en el aspecto de salud se puede indicar que el 42% (679) de la población según los datos aportados por el Sisbén para el año 2008 no tiene afiliación a seguridad social en salud, el 36% (588) hacen parte del régimen contributivo y el 22% (350) del régimen subsidiado.

[21] Fuente: http://www.santaelena.ws. 2006

[22] De acuerdo con el DANE, el hacinamiento es un indicador que busca captar los niveles críticos de ocupación de los recursos de la vivienda por el grupo que la habita. Se consideran en esta situación las viviendas con más de tres personas por cuarto (excluyendo cocina, baño y garaje).

Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.30. Modalidad de acceso al servicio de salud. Veredas de Santa Elena

En cuanto a los recursos hídricos, se presentan dos cuencas con nueve afluentes principales que recorren parte del territorio de las cuatro veredas y la parte central. La siguiente tabla resume las cuencas hidrográficas por vereda:

Tabla 3.114. Cuencas por vereda. Santa Elena

Cuencas	Afluentes principales	Vereda
Santa Elena	San Juan	El Cerro
	El Cerro	Parte Central
	Santa Bárbara	El Placer
	La Espadera o Bizarro	Media Luna
	La Pastora	Las Palmas
	La Presidenta	Las Palmas
Zona Suroriental	La Volcana	
	La Aguacatala	
	Zúñiga	

Fuente: http://www.santaelena.ws. 2006

La vereda Media Luna se sitúa como la de mayor riesgo por deslizamiento, seguida de la vereda El Placer, se presenta en muchos casos la ubicación de viviendas en zona de retiro de las quebradas, lo cual favorece las inundaciones y los deslizamientos.

En términos ambientales también se presentan prácticas desfavorables para el cuidado del medio y la prevención de desastres como el arrojo de basuras y escombros a las quebradas, situación particularmente relacionada para vereda El Cerro y la parte central.

Con respecto a la infraestructura vial de las veredas de la zona de influencia en el corregimiento de Santa Elena, para El Placer (y otras veredas) el ingreso se hace por la vía principal ubicada por el costado norte del corregimiento, dicha vía comunica la antigua carretera de Guarne con la de Santa Elena. Al respecto, entre las ideas a futuro "se propone la continuidad de esta vía al sur, a través de la vía al Llano hasta la

carretera que une Las Palmas con el aeropuerto José María Córdova y lograr conexión de la mayor parte de las veredas del corregimiento"[23]

Como parte de la caracterización vial también se registra como elemento importante "La presencia de las fallas Santa Bárbara, el Ñato y Loreto que afectan la infraestructura vial, igualmente el Km. 10 + 700 de la vía Medellín- Santa Elena en la banca vial se presenta hundimiento. Los árboles evidencian reptación y micro deslizamientos y la masa en movimiento está saturada de agua. En la vereda Media Luna hay agrietamiento, erosión y reptación de los depósitos de ladera. Los movimientos de masa lentos son favorecidos por corte del nivel freático por la vía. Esta situación es más grave en épocas de invierno. En cuanto a vías secundarías, se presentan dificultades de acceso en especial en la vereda Barro Blanco sector el Rosario, Mazo sector los Vásquez y Media Luna Parte Central en la Puerta del Filo"[24].

La empresa TRASANCOOP presta servicio de transporte interveredal (excepto a la vereda El Cerro) y a la misma vez favorece la conexión con el centro de la ciudad de Medellín. Dicha empresa también presta servicio a los estudiantes por medio del tiquete escolar, al 2008 beneficiaba a estudiantes de El Placer y Media Luna, entre otros.

De acuerdo a la información actualizada para el año 2008 en el portal virtual del corregimiento, si bien no existe Terminal de Transportes, se cuenta dos puntos de acopio, ubicados en la vereda El Placer y en el centro de ciudad de Medellín. Así mismo se cuenta con el servicio de busetas y microbuses que se organizan en cuatro rutas:

"Ruta 1: cabecera del corregimiento - Tambo. El Placer, Piedra Gorda, Mazo, Piedras Blancas, área urbana Medellín y viceversa. Horario: 4:30 a.m. a 10:20 p.m.

Ruta 2: cabecera del corregimiento - El Silletero. El Placer, Tres Puertas, Barro Blanco, El Rosario, San Miguel, área urbana Medellín y viceversa. Horario: 4:30 a.m. a 10:20 p.m.

Ruta 3: cabecera del corregimiento- El Plan- área urbana Medellín y viceversa. Horario: 4:30 a.m. a 10:20 p.m.

Ruta 4: cabecera del corregimiento- Perico - área urbana Medellín y viceversa. Horario: 4:30 a.m. a 10:20 p.m."[25].

La oferta del servicio educativo en las veredas del área de influencia directa local se presenta para el sector central y para tres de las cuatro veredas, faltando oferta para la vereda las Palmas. De acuerdo a la información suministrada y actualizada para el año 2008 se encuentran los siguientes establecimientos por vereda y por niveles de la educación ofertados:

[23] http://www.santaelena.ws. 2008
[24] Ibid.
[25] http://www.santaelena.ws. 2008

Tabla 3.115. Establecimientos educativos por vereda. Santa Elena

Tipo de establecimiento	Vereda	Niveles ofertados
Centro Educativo	Media Luna	Preescolar y Básica Primaria
	El Cerro	
	El Placer	
Institución Educativa	Santa Elena	Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media

Fuente: Secretaría de Educación para la Cultura de Antioquia. Directorio de Establecimientos Educativos Oficiales 2009.

3.4.2.2.2 Veredas del municipio de Rionegro

En las tres veredas pertenecientes al municipio de Rionegro que hacen parte de la zona de influencia local, se encuentra un total de 358 viviendas, siendo en 91,6% la modalidad de construcción tipo *casa o apartamento* la más frecuente, también se encuentra el *cuarto* como tipo de unidad de vivienda para el 8,4% (30) de los casos.

De otro lado, el número de hogares que habitan en las veredas suma 259, lo que indica que el déficit cuantitativo (número de hogares con respecto al número de viviendas) presentado para las tres veredas se ubica en 0,3% (uno), ya que hay 359 hogares que habitan en 358 viviendas. De acuerdo a lo anterior se concluye que las condiciones cuantitativas de hogares sobre viviendas son favorables.

Las cifras referidas a la disponibilidad y acceso a servicios públicos domiciliarios, indican que el 98% (351) de las viviendas acceden para el año 2008 (información Sisben) a energía eléctrica frente al 2% (siete viviendas) restante que no cuenta con el servicio. 64,8% (232) de las viviendas tiene acueducto, y acceso a telefonía y sólo 0,3% (una vivienda) cuenta con el servicio de gas. La vereda con mayor acceso a servicios públicos es La Quiebra y la de menor acceso Yarumal.

En el aspecto de vivienda se puede indicar que el material constructivo más usado para paredes es bloque, ladrillo, piedra, material prefabricado o madera pulida teniendo en cuenta que el 52,5% (188) de las viviendas lo emplean, seguido por el Tapia pisada usado en 139 viviendas, también se encuentra el empleo de materiales como Bahareque y Madera Burda en 5 y 25 viviendas correspondientemente.

En cuanto al material para piso se encuentra que en 173 viviendas que representan el 48,3% del total de las veredas se usa baldosas, vinilo, tableta o ladrillo, y para 155 (43,3%) se emplea cemento o gravilla.

Del total de 358 viviendas se encuentran 11 de ellas en riesgo de deslizamiento, dos en riesgo de inundación y tres amenazadas por avalanchas. De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal vigente, en la dimensión ambiental se identifica "Un estado crítico en cuanto a inundación en:...las veredas La Bodega, Yarumal, Tablacito y Cabeceras de Llanogrande."..."Un estado crítico en cuanto a movimiento en masa en: las veredas Galicia, Yarumal, La Laja y Abreito"[26] en este sentido, los datos aportados por el Sisben para el año 2008 coinciden en que la vereda con mayor riesgo es Yarumal, al igual que los informes sobre inundaciones, evacuaciones y planes de atención que se han tenido

[26] Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011. Gobernar es Educar. Rionegro

que implementar en épocas de invierno, sólo por citar un ejemplo la Gobernación de Antioquia en el año 2008 publica en un informe sobre los efectos del invierno en el departamento "en el municipio de Rionegro se presentó un torrencial aguacero que ocasionó deslizamiento y la pérdida del puente sobre la quebrada La Oculta, sector del Tablazo y en la vereda Yarumal debieron ser evacuadas seis viviendas"[27]

La infraestructura vial de las veredas de la zona de influencia para este municipio, está constituida por carreteras destapadas para cada una de las veredas, las cuales se encuentran a 8 Km, 14,5 Km y 13,5 Km de distancia a la cabecera municipal desde las veredas La Convención, La Quiebra y Yarumal respectivamente. En este sentido, llegar desde cada una de las veredas al centro urbano del municipio tarda 11 minutos desde la primera, 17,3 minutos desde la segunda y 20 minutos desde la tercera[28].

Con respecto a los acueductos veredales se encuentra el de la vereda Yarumal con 150 m^3 "Se concluye en general, que la zona rural del municipio presenta algunos problemas en cuanto al abastecimiento de los acueductos, lo cual puede traducirse en una restricción si se tienen en cuenta las marcadas dinámicas de crecimiento poblacional en la zona rural, asociada principalmente con los procesos de transformación y demandas crecientes de los actuales procesos de suburbanización, particularmente en las veredas del sur"[29].

Como parte del sistema Orográfico, que hace parte de la zona de influencia se encuentra *Cerro Verde*, el cual tiene ubicación en el Noroccidente del Municipio de Rionegro sobre las veredas La Quiebra y Yarumal, de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial, dicho cerro presenta "en la actualidad intervenciones relacionadas con la presencia de fincas de recreo y agricultura en sus estribaciones"[30]

Entre las quebradas que se encuentran en las veredas de la zona de influencia se nombran: quebrada Yarumal y quebrada Salazar (vereda La Quiebra), quebrada San Rafael, quebrada Yarumal y quebrada Salazar (vereda Yarumal), quebrada del Estoraque, quebrada El Purgatorio y quebrada Chachafruto (vereda La Convención).

La oferta de servicio educativo en las veredas se presenta en la Tabla 3.116.

[27] Gobernación de Antioquia, Gerencia de Comunicaciones "BALANCE COMPLICADO DEJA EL INVIERNO EN ANTIOQUIA" Medellín, mayo 06 de 2008Rr. # 419.
[28] Departamento Administrativo de Planeación. Dirección Sistema de Indicadores Municipio de Rionegro 2008.
[29] Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011. Gobernar es Educar. Rionegro.
[30] Plan de Ordenamiento Territorial. Rionegro.

Tabla 3.116. Establecimientos educativos por vereda. Rionegro

Tipo de establecimiento	Vereda	Niveles ofertados
Centro Educativo Rural	La Convención	Básica Primaria
	La Quiebra[31]	
Institución Educativa Guillermo Gaviria Correa	Yarumal	Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media

Fuente: Secretaría de Educación para la Cultura de Antioquia. Directorio de Establecimientos Educativos Oficiales 2009.

Los modelos educativos ofertados son Escuela Nueva para los Centros Educativos Rurales y Formal regular o tradicional para la Institución Educativa de la vereda Yarumal. En éste último establecimiento educativo se ha prestado el servicio de formación académica a estudiantes con limitaciones visuales.

3.4.2.2.3 Vereda del municipio de Guarne

La vereda San Ignacio limita con las veredas La Mosquita y La Hondita por el norte, por el sur con la vereda La Palma y el corregimiento de Santa Elena, en el occidente con la vereda El Porvenir y en el oriente con el municipio de Rionegro. "La vereda San Ignacio se encuentra ubicada en la margen derecha de la autopista que conduce de Rionegro a Medellín por la vía Santa Elena, más precisamente desde lo que la población llama La Majada (aserrío), sube por Las Brisas (Estadero de Pezuña), lindando con La Palma en la zona que se llama El Edificio"[32]. El clima frío de la vereda se encuentra entre 13° y 14° centígrados a una latitud de 2.600 metros sobre el nivel del mar.

Si bien dicha vereda pertenece geográfica y políticamente al municipio de Guarne, se encuentra a una distancia de dos horas del casco urbano, mientras al Corregimiento de Santa Elena se tarda media hora y a la ciudad de Medellín 40 minutos. La población reconoce además de la distancia en tiempo para acceder a la cabecera municipal, un elemento de carácter económico limitante: el pago de dos peajes que se deben realizar para el uso de la carretera de Rionegro, ya que no hay carreteras que los comuniquen con otras veredas del municipio de procedencia. La infraestructura vial está constituida por dos vías de penetración una pavimentada y otra enrielada, la segunda presenta mal estado y se convierte en un limitante para el transporte de productos. Para el desplazamiento se utilizan los colectivos de la Cooperativa Trasancoop o de la Cooperativa del Yarumo.

En términos de vivienda se analiza a partir de la información suministrada por el Sisben que en la vereda San Ignacio para el año 2008 hay 148 viviendas de las cuales el 94,6% (140) son casas o apartamento y 5,4% (ocho) cuartos. Los anteriores datos facilitan el análisis sobre el déficit cuantitativo que comparado con el número de hogares encontrados (149) permite concluir que sólo en una vivienda viven dos hogares, el resto de hogares habita una vivienda cada uno, razón por la cual no se asume déficit cuantitativo de gran proporción en la vereda.

[31] El Centro Educativo de la vereda La Quiebra está en funcionamiento desde el año 2009.
[32] http://www.guarne-antioquia.gov.co

Las cifras de acceso a servicios públicos en la vereda muestran que para el año 2008, el 98%(145) de las viviendas tienen energía eléctrica y 3 viviendas que representan el 2% sobre el total no acceden a este servicio.

Ninguna de las viviendas posee alcantarillado ni servicio de gas domiciliario, el 77,7 % (115) de las viviendas tiene teléfono y el 51,4% (76) conexión a acueducto, el 48,6%(72) considerado un alto porcentaje, no accede a este recurso fundamental.

Los pobladores se benefician del servicio de acueducto por medio del suministro de Empresas Públicas de Medellín y de la cuenca de la quebrada Santa Elena "Por mecanismos de bombeo llevan el agua a la parte alta de la montaña y la distribuyen a los 263 usuarios de las veredas de San Ignacio, la Quiebra (Rionegro), Barro Blanco, entre otras"[33] el uso compartido del recurso ha generado conflicto entre los pobladores.

Los materiales constructivos de las viviendas de la vereda San Ignacio son para paredes la tapia pisada o adobe en el 88,5% (131) de las viviendas, seguido por madera burda usada en 2,7% correspondiente a cuatro viviendas.

Predominan los pisos de baldosa, vinilo, tableta o ladrillo usados en 45,3% (67 viviendas) y de cemento o gravilla empleados en el 39,9% (59) de las viviendas.

Según los datos aportados por el Sisben para el año 2008, en el aspecto de salud se encuentra que de las 603 personas que habitan la vereda, el 61,7% no tiene ningún tipo de afiliación a seguridad social en salud correspondiente a 372 personas, el 16,3% (98 personas) acceden por medio del régimen subsidiado y el 22,1% restante (133 personas) se encuentran en el régimen contributivo como cotizantes o beneficiarios.

Fuente: Elaboración propia de Integral con datos suministrados por el SISBEN departamental. 2008

Figura 3.31. Modalidad de acceso al servicio de salud. Veredas San Ignacio

De acuerdo a la información aportada por la Secretaría de Planeación Departamental (año 2005) la vereda cuenta con un puesto de salud.

La vereda San Ignacio tiene zonas de riesgo que ha sufrido alteraciones a causa de épocas invernales, de acuerdo a los datos aportados para el año 2008 de las 148

[33] http://inforiente.info/content/view/7631/95/. lunes, 16 de junio de 2008

viviendas, 15 que representan el 10,1% se encuentran amenazadas por riesgos como deslizamientos e inundaciones.

La vereda San Ignacio presenta una alta densidad de ocupación y muchas amenazas geológicas que sumada a intervenciones humanas puede producir fenómenos de deslizamientos y socavamientos.

En el aspecto educativo, se encuentra el Centro Educativo Rural que lleva el mismo nombre de la vereda, un establecimiento educativo que presta el servicio en el nivel de básica primaria.

3.4.2.3 Dimensión Económica

3.4.2.3.1 Veredas del corregimiento de Santa Elena

De acuerdo a la información obtenida del Sisben para el año 2008, del total de población que habita en las veredas de la zona de influencia del corregimiento (1.617), el 31% (501 personas) se encuentra desarrollando actividades laborales y el 5,3% (85 personas) busca empleo.

La vereda el Placer se ubica en el sector norte en límites con la zona nororiental de la ciudad, esta zona se ha caracterizado por "la conservación de cinturones verdes y extensas zonas de bosque productor-protector. Allí persisten prácticas como la recolección de flores silvestres, musgo y tierra de capote, así como actividades agrícolas de baja densidad como el cultivo de flores, papa y mora. También en esta zona es donde más presencia tiene la institucionalidad de la ciudad"[34].

Las veredas El Cerro, Media Luna y el sector centro, hacen parte de la zona central del corregimiento, en dicho sector "se desarrollan economías campesinas en medianas y pequeñas parcelas, básicamente para autoconsumo y para la comercialización de algunos productos como papa y mora. Es una zona con alto fraccionamiento de la propiedad y un proceso de urbanización irregular" [35]. A parte del cultivo de legumbres también se encuentran terrenos destinados a la ganadería y la floricultura.

En sector sur del corregimiento se ubica entre otras, la vereda Las Palmas cuya vocación económica en extensiones grandes de terreno se dirige a la ganadería de leche. El sector sur y sus veredas conforman "los suelos más valorizados del corregimiento, tanto por sus paisajes como por sus características vecinales, por el acceso vial y por la demanda inmobiliaria.[36]

3.4.2.3.2 Veredas del municipio de Rionegro

El 31,8% de la población que habita en la zona de influencia directa local se dedica para el año 2008 a trabajar es decir 418 personas y el 2,5% (33 personas) a buscar empleo, también es relevante el porcentaje de personas que no tiene actividad el cual representa el 16,6% (218 personas) sobre el total de población.

[34] http://www.santaelena.ws.2008
[35] Ibíd.
[36] Ibíd.

De acuerdo a la información obtenida en el Departamento Administrativo de Planeación, en el año 2008 la actividad económica predominante en las veredas La Quiebra y Yarumal es la agricultura con productos como mora, aguacate y flores, en la vereda La Convención se encuentra una vocación de servicio basada en el préstamo de bodegas para almacenaje.

El clima frío del territorio favorece los cultivos, la vegetación y la ganadería, así mismo es un elemento favorable la disponibilidad de agua.

3.4.2.3.3 Vereda del municipio de Guarne

En términos económicos se puede enunciar a partir de los datos suministrados para el año 2005[37], que la vereda San Ignacio del municipio de Guarne se dedica al cultivo de flores y a la agricultura, en este sentido, la cercanía geográfica con las veredas del corregimiento de Santa Elena permean la vocación económica veredal, produciendo cambios en el uso del suelo, de una tradición agropecuaria a la urbanización, parcelación en fincas de recreo e instalación de cultivos de flores.

De acuerdo al Plan Básico de Ordenamiento Territorial elaborado en el año 2000, en el sector occidental, del cual hace parte la vereda San Ignacio, hay existencia de tierras dedicadas a plantaciones forestales, explotaciones porcícolas, recreación y turismo.

Del total de habitantes de la vereda (603), el 33,2% correspondiente a 200 personas se encuentra trabajando y sólo el 1,3% es decir, ocho personas buscan empleo.

En la vereda se encuentran directamente ubicadas en la zona de influencia cinco viviendas en una de ellas se encuentran cultivos de repollo, papa, zanahoria, además de la cría de cerdos y pollos, en otra vivienda se encuentra sembrado de papa y cría de chivos.

Entre los cultivadores de flor se presenta una tendencia individual de producción comercialización en baja escala, de forma doméstica y poco tecnificada, aunque actualmente se vienen adelantando algunas iniciativas para la producción de flor disecada lo cual puede introducir en algún nivel procesos tecnificados.

Los cultivos agrícolas como la mora vienen siendo implementados por personas de data en la vereda, por lo general habitantes adultos que producen de manera doméstica la fruta.

3.4.2.4 Dimensión Cultural

Este aspecto contempla varias dimensiones de la vida colectiva e individual de una población fundamentando el comportamiento y la problemática de una comunidad, atribuible a factores exógenos que marcan cambios negativos en la población. En el caso del área de estudio, sector occidental y oriental se puede observar la influencia de anteriores proyectos y acontecimientos como agentes de cambio negativos en el aspecto cultural de la población.

[37] Departamento Administrativo de Planeación. Dirección Sistema de Indicadores Municipio de Guarne 2005.

"El municipio de Rionegro ha tenido un gran auge en el aspecto comercial e industrial por la construcción del aeropuerto José María Córdova y la zona franca.

.... Se ha visto en esta región un deterioro de los valores autóctonos dentro de las costumbres de la comunidad, con la llegada de gente extraña a la región muchas costumbres fueron perdiendo importancia y se implantaron otras que traían quienes vinieron a habitar la vereda.

El creciente cambio de vocación de uso del suelo en el corregimiento Santa Elena cada vez más turístico que agrícola también genera un cambio en la relación de la población con el territorio.

...Con el cambio de profesión de algunos señores también se implantaron ideas diferentes en los hogares..."[38]

En consecuencia, estas comunidades tienen un proceso de cambio económico y sociocultural, que repercute en la deformación de sus condiciones de vida, con impactos acumulativos originados en los anteriores proyectos, que originan una contra cultura a la campesina.

El eje articulador cultural de mayor fuerza en la región es la familia. En buena parte del altiplano de oriente, el núcleo familiar constituye por excelencia, la unidad en torno a la cual se han estructurado las relaciones sociales, a la vez que ha sido el mecanismo primordial de cohesión, dentro de un territorio ocupado y apropiado a través de generaciones.

A pesar de los niveles de vulnerabilidad debidos a la introducción vertiginosa de numerosos elementos foráneos, que han penetrado y socavado las bases del sistema social, el parentesco es el mecanismo que da fuerza a las relaciones intrafamiliares, intraveredales y a la vez es el que define los niveles de pertenencia y participación al interior de cada comunidad, entre otros elementos, constituye un instrumento de resistencia al cambio. Esto se hace evidente en la posesión de un territorio común construido y transmitido de padres a hijos o a otros parientes dentro de la misma línea de apellidos, situación que igualmente diluye el ejercicio de la autoridad frente a la toma de decisiones.

En este mismo sentido, la fuerza de parentesco deriva en formas de autoreconocimiento y de pertenencia a cada grupo social, a la vez que se constituye en un referente para la identificación desde fuera del ámbito veredal.

Esta imagen se facilita por la naturaleza de las relaciones intra e interveredales, dado que en términos generales, el área presenta buenas alternativas de comunicación por medio de una red de carreteables que se han aprovechado para establecer un patrón de asentamiento, en torno de estos ejes.

A pesar de las transformaciones en el estilo de vida ocasionado por las situaciones mencionadas, la cotidianidad se expresa en la relación consuetudinaria con la tierra; a

[38] Aristizábal Duque, Aura Herminia y otros. "Orientación y capacitación para mejorar las relaciones familiares". Fundación Universitaria Luis Amigó, El Peñol, 1999.

pesar del agotamiento de los suelos, la actividad agropecuaria aun es representativa de las actividades económicas dentro del orden de lo doméstico.

Dentro de esta perspectiva, una consecuencia directa de estos procesos de cambio está dada por algunas modificaciones de roles, debido a la necesaria vinculación de los hombres y en general de la población joven a las industrias locales.

La madre y los hijos menores constituyen el modelo de reproducción de un estilo de vida sustentado en la tradición; ella además de gobernar el entorno doméstico, es a la vez la cabeza del hogar que en ocasiones, debe asumir algunas labores de fuerza requeridas en el ejercicio del trabajo cotidiano.

3.4.2.5 Dimensión Político-organizativa

Esta dimensión analiza los aspectos relacionados con la organización comunitaria, la presencia institucional y todo lo relacionado con el accionar político en el territorio, relevante para circunscribir el proyecto en un entorno atravesado por todas las variables sociales.

3.4.2.5.1 Veredas del corregimiento de Santa Elena

Las veredas aprovechan los espacios de participación que se ofrecen en las Junta de Acción Comunal – JAC, en la Junta Administradora Local – JAL y en la asociación de JAC consolidada en ASOCOMUNAL.

En la vereda Media Luna se encuentran conformadas tres JAC (La Palma, Media Luna Central y Media Luna Parte Alta), en las veredas restantes sólo se conforma una sola Junta. De ASOCOMUNAL hacen parte las tres JAC de la vereda Media Luna y las correspondientes JAC de las veredas El Placer, El Cerro y la Parte Central (además de las JAC de las veredas restantes del corregimiento).

Con respecto a la JAL como escenario para la gestión del corregimiento, se cuenta con la participación de representantes de las veredas El Placer, El Cerro y el sector centro.

Los habitantes del corregimiento y específicamente de las veredas que hacen parte de la zona de influencia, han conformado asociaciones diversas para fomentar la participación y facilitar el despliegue de intereses, habilidades y responsabilidades comunitarias, entre ellas se encuentran grupos de mujeres, de la tercera edad, de padres de familia, entre otras organizaciones de tipo cultural. La participación Juvenil se caracteriza por su debilidad, en el sentido de la permanencia y sostenibilidad de los procesos emprendidos.

Para el año 2007 se contaba en las veredas Media Luna y el Placer (entre otras que no hacen parte de la zona de influencia) con los grupos denominados Los Recreandos que tienen por objeto el desarrollo de actividades de tipo educativo, deportivo y lúdico dirigido a población infantil y juvenil. Así mismo, se cuenta con la Escuela Popular del Deporte que se implementa desde el municipio de Medellín y se dirige a población entre los 6 y los 18 años, busca fomentar los hábitos de vida sanos y armónicos, el uso adecuado del tiempo libre y el desarrollo físico entre otros, este escenario de participación se implementa para la zona de influencia en la vereda Media Luna y el sector central.

En la vereda El Cerro comunitariamente se desarrollan encuentros o "convites" para la construcción y mejoramiento de carreteras, casas, programación y realización de eventos, del mismo modo se destacan los diversos grupos deportivos, culturales, entre otros.

Entre las organizaciones comunitarias y corporaciones que tienen presencia en las veredas de influencia directa local y parte central del corregimiento se encuentran:

- Corregimiento Santa Elena: Ande Colombia, Asociación Escuela de Música Santa Elena, Red de Escuelas y Bandas, Corporación Esfera Verde, Corporación de Silleteros, Estudiantina Los Silleteros de Santa Elena, Corporación Barrio Comparsa, Grupo de Danzas Amantes de la Vida, La Caléndula, Grupo Musical Los Conquistadores, Grupo Musical y Cultural Revivir, Grupo Encuentro, Red Cultural Santa Elena, Corporación Ecocultural Caminos del Silletero, Grupo Musical Parranderos del Ayer, Asociación Club de Vida Amantes de La Vida, Asociación Mujeres de Arví, Corporación Alcohólicos Anónimos, entre otros.

- El Placer: Grupo de Mujeres la Kerunga Carnaval y Grupo Folclórico Flores del Campo, Club de Vida (tercera edad), entre otros.

- Sector La Palma (Media Luna): Grupo Musical Los Donaires y Grupo Musical Los Toños, Club de Vida (tercera edad), entre otros.

3.4.2.5.2 Veredas del municipio de Rionegro

La organización comunitaria en esta zona se consolida con énfasis en las Juntas de Acción Comunal. La vereda La Quiebra posee dos JAC, una denominada como el nombre de la vereda y otra llamada El Progreso, ambas Juntas pertenecen y participan activamente en ASOCOMUNAL (Asociaciones de Juntas de Acción Comunal).

Las veredas La Convención y Yarumal también han conformado Junta de Acción Comunal por cada una de ellas, igualmente se encuentran registradas en ASOCOMUNAL.

Entre los proyectos de alianza y trabajo comunitario en red se encuentra la conformación de una Junta Administradora Local (JAL)[39] que integre siete veredas del municipio de Rionegro, entre las cuales se encuentran las tres de la zona de influencia del proyecto además de la vereda El Tablazo.

Se han desarrollado intervenciones comunitarias dirigidas al apoyo de población afectada por desastres naturales producto de épocas invernales, para esto las veredas La Quiebra y Yarumal han contado con el apoyo municipal para reubicación, atención en salud, atención sicosocial y económica.

[39] Las Juntas Administradoras Locales (JAL) son organismos ciudadanos, que se encargan de promover el desarrollo de sus territorios y el mejoramiento socioeconómico y cultural de sus habitantes. Además, las JAL aseguran la participación efectiva de la comunidad en la gestión de los asuntos locales. Las JAL poseen una jurisdicción más amplia que las juntas de acción comunal. Las JAL se constituyen en comunidades superiores o iguales a 300.00 habitantes.

En la vereda Yarumal para el año 2008 se hizo gestión e inversión en infraestructura de contención de la quebrada Yarumal, construcción de puente, estabilización de la banca y remoción de escombros; reparación de vía e iluminación.

En las veredas de la zona de influencia existe presencia de grupos comunitarios y otras organizaciones como se muestra en la Tabla 3.117.

Tabla 3.117. Organizaciones comunitarias por vereda. Rionegro

Vereda La Convención	Vereda la Quiebra	Vereda Yarumal
1. Asociación de Padres de Familia (1) 2. Acueducto Veredal (1) 3. Junta de Acción Comunal (1) 4. Grupo Parroquial (1)	1. Grupo Juvenil (1) 2. Asociación de Padres de Familia (1) 3. Hogares Comunitarios (1) 4. Liga de la Salud (1) 5. Organización Ambientalista (1) 6. Club Deportivo (1) 7. Junta de Acción Comunal (2) 8. Empresas Asociadas de Trabajo (1)	1. Acueducto Veredal (1) 2. Junta de Acción Comunal (1)

Fuente: Desarrollo Comunitario Municipio de Rionegro. 2009

3.4.2.5.3 Vereda del municipio de Guarne

Si bien la vereda pertenece al municipio de Guarne, como se mencionó anteriormente, tiene una cercanía geográfica y comunitaria con el corregimiento de Santa Elena, razón por la cual la Junta de Acción Comunal de la vereda participa en la Junta Administradora Local del corregimiento mencionado el cual hace parte del municipio de Medellín.

En la información recolectada del corregimiento Santa Elena referida a su organización y participación comunitaria también refleja el establecimiento de redes y el reconocimiento de la vereda San Ignacio como parte de su comunidad. En el sitio Web del corregimiento se manifiesta "Administrativamente el corregimiento lo integran once veredas"..."Sin embargo, territorial y culturalmente los habitantes reconocen como parte importante de su territorio y de su historia, a seis veredas más que administrativamente pertenecen a tres de los municipios limítrofes: San Ignacio"[40]

Como escenario deportivo, la vereda cuenta con una placa polideportiva, así mismo se cuenta entre sus grupos comunitarios la Junta de Acción Comunal, el Grupo de Oración, el Grupo de la Tercera Edad y el Grupo de la Banda de la Escuela[41].

Otras fundaciones, organizaciones o grupos con presencia en la vereda son:

[40] http://www.santaelena.ws
[41] http://www.guarne-antioquia.gov.co Noviembre 15 /2007

Tabla 3.118. Organizaciones comunitarias vereda San Ignacio

Nombre	Acciones desarrolladas
Refugio de Paz	Fundación que realiza intervención con niños y niñas de escasos recursos con dificultades en el relacionamiento con la norma, es dirigida por un sacerdote y tiene convenios para la atención con el ICBF.
ASUASI	Junta de Acueducto, organización y operación del acueducto comunitario.
Abraham	Capacitación, centro de convivencias, hotel, centro de conferencias, descanso.
El Faro	Atención dirigida a jóvenes con problemas de drogadicción.

Fuente: Integral Revisión documental. Consulta de fuentes secundarias.

3.4.2.6 Tendencias del Desarrollo

3.4.2.6.1 Veredas del corregimiento de Santa Elena

En el sector se percibe una tendencia que entre mezcla el mundo rural con el urbano, se conservan territorios naturales que hacen la zona atractiva para la oferta de servicios turísticos y ecológicos, dicho sector hace parte de los destinos de descanso y vivienda de muchas personas citadinas que van permeando el territorio y sus dinámicas en todos los sentidos, desde los estilos constructivos, hasta las interacciones comunitarias, educativas, laborales y vecinales.

3.4.2.6.2 Veredas del municipio de Rionegro

Uno de los macroproyectos que se encuentra en la zona de influencia directa local, específicamente en la vereda La Convención es el Hospital San Vicente de Paul, una unidad de seis edificios de aproximadamente 110.000 m^2 que se posiciona nacional e internacionalmente con el fin de obtener reconocimiento como un proyecto sostenible que respeta el medio ambiente.

Se visiona como la segunda sede del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, reconocido por sus cirugías de trasplante de órganos.

Para el año 2013 se espera la finalización del proyecto, sin embargo la primera etapa de 67 mil metros cuadrados, se ha programado para el año 2010.

3.4.2.6.3 Vereda del municipio de Guarne

De acuerdo a la información secundaria disponible sobre la vereda y las observaciones en campo realizadas por el equipo social, en el lugar se vienen realizando acciones para la consolidación de servicios turísticos en el marco de la siembra de la flor, argumentando que la vereda vive de este producto en un 90% y cuenta con 88 silleteros, en este sentido, la vocación mayoritaria de la población se dirige a este sector cuyos habitantes tienen participación permanente en el mercado de la ciudad por medio de los llamados "Balderos" o vendedores de flores en las esquinas o lugares conglomerados de la ciudad, así mismo en la vereda hay productores de flor que surten floristerías o cementerios.

Como tendencia se observa el reemplazo del cultivo agrícola por la producción de la flor, aunque en cantidades domésticas y no industriales, pues los cultivadores tienen pequeñas parcelas de forma individual sin contar con organización para la producción en mayor escala. La población joven escasamente cultiva productos agrícolas dando un viraje en sus intereses y elecciones a la hora de definir aspectos laborales.

Entre los principales proyectos de la Junta de Acción Comunal se encuentra la instalación de un invernadero para el cultivo de tomates a cargo de 28 jóvenes con recursos del Presupuesto Participativo.

3.4.3 Área de Influencia Directa Puntual

Conformada por algunos sectores, ubicados en localidades del Valle de Aburrá y el Valle San Nicolás o Altiplano del Oriente Antioqueño, en las cuales residen familias que serán impactadas directamente por la presencia del proyecto, dichos sectores son: Sector 1: Baltimore, Sector 2: Acceso occidental (Seminario - Portal occidental), Sector 3: Túnel de Santa Elena, Sector 4: Acceso oriental (Portal oriental - Glorieta Sajonia) a lo largo del cual hay viviendas dispersas que serán intervenidas por el proyecto y las zonas de depósito ubicadas en cuatro puntos específicos que son: parte del predio propiedad de la Universidad Pontificia Bolivariana, ubicado en limites del Barrio Loreto; parte del predio perteneciente al Seminario Conciliar de Medellín, ubicado en limites del barrio Buenos Aires y el otro depósito localizado en la vereda San Ignacio del Municipio de Guarne, específicamente en el predio llamado la Vasconia, el cual se ha denominado ventana 2a y ventana 2c.

3.4.3.1 Instrumento de recolección de información

Para la recolección de información socioeconómica y de las actividades económicas específicas, se diseñaron los instrumentos que fueron aplicados a través de la metodología de encuesta uno a uno a las familias y/o personas, afectadas por causa de la construcción del Túnel de Oriente.

Se aplicó el instrumento socioeconómico teniendo como unidad de análisis el "hogar", este fue aplicado en 38 unidades de vivienda, encontrando 39 hogares, para un total de 133 personas. Este instrumento posibilitó el análisis y comprensión de las características sociales y el grado de vulnerabilidad de la población impactada directamente por el proyecto. Ver Anexo_3.6_Ficha socioeconómica, Anexo_3.7_Ficha económica y Anexo_3.8_Registro fotográfico_medio social.

Adicionalmente, se aplicó el instrumento económico a cinco hogares, que verán afectada su actividad económica con la construcción del proyecto. Este instrumento permitió indagar por el grado de afectación, de acuerdo con la especificidad económica realizada.

En el sector Occidental, específicamente en los predios pertenecientes al Seminario Conciliar de Medellín y Empresas Públicas de Medellín, se identificaron tres familias quienes habitan estos predios en calidad de poseedores. Al momento del acercamiento inicial con las comunidades, uno de los pobladores accedió a brindar la información requerida en los instrumentos utilizados, sin embargo, en días posteriores manifestó inconformidad con el levantamiento de la información suya, por lo que la información consignada en el siguiente análisis incluye los datos suministrados inicialmente por la familia ubicada en calidad de poseedores, pero no incluye a las dos familias ubicadas a sus alrededores, por manifestar, a través del poseedor que les vendió, desinterés en el proceso.

De otro lado, en este mismo sector Occidental, se ubica la finca San Jorge, a la cual no fue posible acceder para conseguir información de la familia del mayordomo, debido a

que en las diferentes visitas e intentos de comunicación con los propietarios y con el mayordomo, no fue posible ubicarlos, por lo que no se encuentra incluida en las memorias de las entrevistas, sin embargo la vivienda habitada por el mayordomo sí hace parte de la infraestructura afectada directamente por el proyecto.

3.4.3.2 Dimensión Demográfica

La mayor parte de la población ubicada en el área de influencia directa puntual del proyecto tiene como característica principal su condición de mayordomo, con tenencia de la tierra en calidad de préstamo o pago por el cuidado del predio, el cual es utilizado con fines recreativos o institucionales.

En el sector de Sajonia, se encuentra un grupo de familias con nivel de arraigo alto, propietarios y habitantes de sus viviendas, quienes llegaron allí hace varios años y tienen actividad económica en su predio, por medio de alquiler, venta de servicios, cultivos, entre otros usos; además de los vínculos familiares y culturales propios del sector.

Estas familias que ya son tradicionales en el sector, han visto nacer y crecer a diferentes generaciones, que siguen conviviendo y tejiendo redes sociales en el lugar que sienten como propio y lleno de significaciones.

En este mismo sector, en dirección al aeropuerto José María Córdova, llamado La Minita de Oro, se ubican un grupo de viviendas de uso recreativo, cuyos propietarios no son residentes habituales, más bien, encuentran en su finca, la posibilidad de descansar y alejarse de la ciudad. Mientras que sí son habitadas permanentemente por sus mayordomos, quienes no tienen sentido de pertenencia y arraigo con la zona, dado que sus actividades laborales no les permiten compartir con sus vecinos y generar lazos de comunidad, además de que sus condiciones laborales generalmente los convierte en población flotante, aunque se presentan algunos casos en los que esta población permanece allí por muchos años, ejerciendo este oficio.

En la zona de depósito Ventana 2a y 2c, ubicado en la vereda San Ignacio del municipio de Guarne, habitan dos familias, una de ellas es propietaria y la otra habita el predio en calidad de arrendataria permanente; dichas familias además de utilizar el predio como vivienda, tienen dentro de este, unidades productivas a pequeña escala pero con fines de comercialización. A pesar de estar ubicadas estas viviendas en el municipio de Guarne, dada su ubicación geográfica, estas familias se consideran habitantes del corregimiento de Santa Elena, teniendo todo tipo de relación económica, social, cultural, entre otras, con Santa Elena o Rionegro. Solo se desplazan a Guarne a realizar pago de servicios públicos y/o impuestos.

En el sector Baltimore, se presenta baja densidad poblacional; encontrando dos viviendas; en el sector Acceso Occidental nueve viviendas, de las cuales solo fue posible entrevistar ocho y de estas, una vivienda está ubicada en cercanías del sitio de depósito que pertenece al Seminario Conciliar de Medellín; en el sector Acceso Oriental 20 viviendas; y en las zonas de depósito se ubicaron 3 viviendas, de las cuales una se encuentra en el predio perteneciente a la Universidad Pontificia Bolivariana y en la vereda San Ignacio del Municipio de Guarne dos viviendas. En este último sector se

caracterizaron además cuatro viviendas, que por su cercanía podrían verse afectadas con la presencia del proyecto. Ver Figura 3.32.

Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo y análisis 2009.

Figura 3.32 Porcentaje de viviendas habitadas en los sectores del proyecto túnel Aburrá- Oriente

La información correspondiente a la convención "otras", está relacionada con la caracterización de tres familias que no habitan la zona de estudio, sin embargo el proyecto causará impacto en su actividad económica principal, ya que sus negocios están ubicados en la zona de influencia puntual del proyecto; lo que requirió el levantamiento de la ficha socioeconómica. Dichos negocios están localizados en el predio El Cortijo, sector Acceso Oriental y otro en el Sector Acceso Occidental.

Las viviendas de los propietarios de los negocios, se tomaran como si estuvieran ubicadas en al mismo sitio de la unidad de producción afectada, a excepción de una casa, que está localizada en la vereda San Ignacio del Municipio de Guarne y se agregará a las viviendas de dicha zona.

De acuerdo con la información recopilada en campo, el sector con mayor población a impactar es el Acceso Oriental, seguido por los sectores: Acceso Occidental, Zona de depósito Guarne y Seminario respectivamente.

El proyecto interviene en total 48 predios, de los cuales 35 están habitados por núcleos familiares y 13 están deshabitados o sin vivienda y son empleados como lotes de uso agrícola, forestal, espacio público o sin alguna actividad.

- Composición y Distribución de la Población por Edad y Sexo

Tabla 3.119 Datos Población por edad y sexo

Rangos de edad	Número de personas	Mujer	Hombre
0 a 4	13	5	8
5 a 9	11	6	5
10 a 14	14	7	7
15 a 19	9	4	5
20 a 39	37	22	15
40 a 59	43	20	23
>60	6	2	4
TOTAL	**133**	**66**	**67**

Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo, 2009.

La composición de la población ubicada a lo largo de los sectores del proyecto Túnel Aburrá-Oriente, según su edad, muestra que el 29% de la población se encuentra entre 0 y 14 años de edad; el 67% está en la edad productiva de los 15 a los 59 años y solo un 5% de la población tiene más de 60 años.

Según el sexo, se presenta una distribución equitativa entre el número total de mujeres y hombres, encontrando que los hombres mayores de 60 años, prevalecen por encima de las mujeres, como se aprecia en la Tabla 3.119.

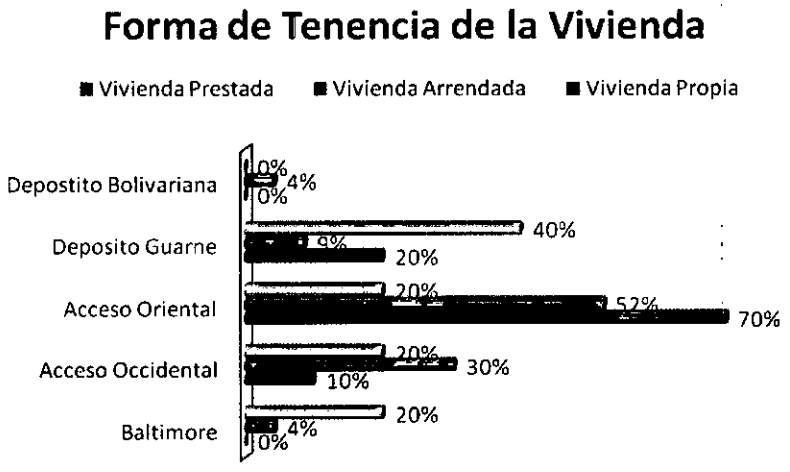
3.4.3.3 Dimensión Espacial

A continuación se describen las condiciones de habitabilidad de la población ubicada en el área de influencia directa puntual, con relación al acceso a servicios públicos y sociales.

3.4.3.3.1 Vivienda

Los tipos de vivienda más comunes son casa y apartamento, con paredes construidas con bloque o ladrillo y pisos en baldosa o en cemento, con predominancia de la teja de barro , asbesto o cemento en los techos; solo una de todas las viviendas, ubicada en la vereda Yarumal del sector Acceso Oriental, tiene paredes en madera rustica.

En los sectores Baltimore, Acceso Occidental y Acceso Oriental, la mayoría de los pobladores habitan las viviendas en calidad de préstamo, sin embargo, en la Vereda Yarumal, ubicada en el Acceso Oriental, viven siete familias que son propietarias del predio y en el sitio de depósito ubicado en Vereda San Ignacio del Municipio de Guarne, reside una familia que ha permanecido allí desde hace más de 50 años, en propiedad familiar. Para precisar la información referente a la forma de tenencia de las viviendas en los diferentes sectores y zonas de depósito del proyecto, ver Figura 3.33.



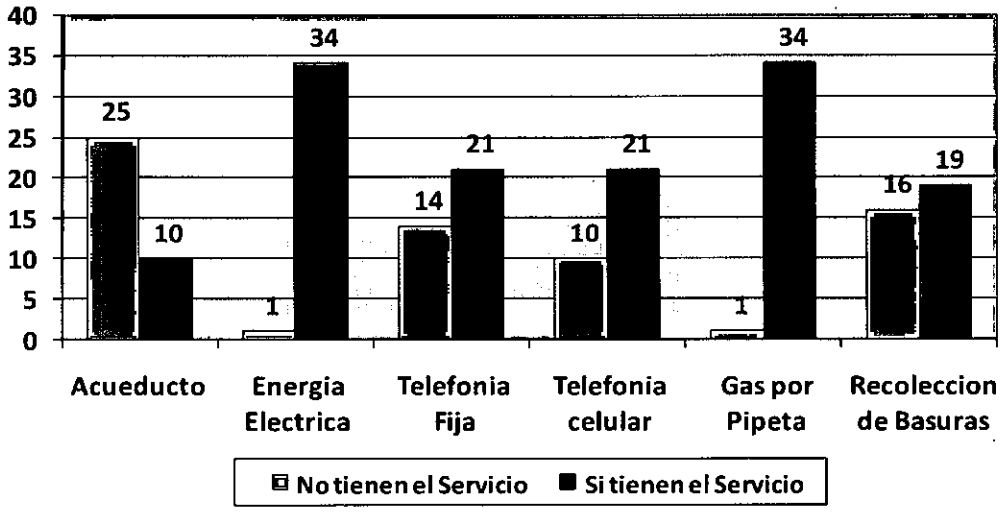
Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo y análisis 2009.

Figura 3.33 . Tenencia de las Viviendas

De las 38 familias, se encontraron: una del sector Baltimore, una del sector Acceso Occidental, dos del sector Acceso Oriental y una en la vereda San Ignacio del Municipio de Guarne; en las cuales dos hogares comparten la misma vivienda, con relaciones de parentesco, hasta tres generaciones reunidas bajo un mismo techo: abuelos, padres y nietos, compartiendo el espacio habitacional.

El 13% de las viviendas viven en condiciones de hacinamiento, con más de tres personas por cuarto; se encuentran ubicadas en el sector Acceso Occidental (1), en el sector Acceso Oriental (2) y en el depósito Ventana (2).

En cuanto al acceso a servicios públicos se observa que la mayoría de las viviendas están dotadas de servicios públicos domiciliarios, salvo un hogar que carece de energía eléctrica. Ver Figura 3.34.



Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo y análisis 2009.

Figura 3.34 Servicios Públicos Domiciliarios

No todos poseen el servicio de acueducto porque gran parte de los hogares se abastece de agua a través de manantiales que nacen en los propios predios o en zonas aledañas; en este sistema no se le da algún tratamiento al agua, lo cual puede repercutir en la salud, trayendo como consecuencia enfermedades que afectan especialmente a la población infantil.

Para la conducción del agua hasta las viviendas, los habitantes han diseñado un sistema a través de mangueras plásticas, que trasladan el agua hasta las casas por gravedad. A través de este sistema no hay control alguno en cuanto al volumen consumido y en materia de disponibilidad de agua.

En el sector Acceso Oriental existe un acueducto veredal, ubicado en la vereda Yarumal, del cual se abastecen los habitantes de dicha localidad.

La gran mayoría de familias, tienen servicio de unidad sanitaria o letrina y un hogar ubicado en el sector Acceso Oriental, no tiene ningún sistema sanitario.

Uno de los principales problemas que se observa en sectores como Acceso Occidental y Depósito Ventanas 2a y 2c , es el mal manejo y disposición de residuos, ya que algunos sectores cuentan con el servicio de recolección, pero otros no y por tradición se entierran los desechos sólidos, los quema o los arroja a campo abierto y solo algunos separan la materia orgánica para utilizarla como abono, generando daños irreversibles a los componentes de la naturaleza, como el aire, el suelo y el agua y proliferando la reproducción de animales que a su vez son portadores de enfermedades infecciosas y de la piel. Además, la combinación de materiales y restos de sustancias orgánicas e inorgánicas sin tratamientos ni separación previa, convierte a cada relleno improvisado en una mezcla de diversas sustancias químicas inclasificables y con consecuencias imprevisibles y fatales.

3.4.3.3.2 Salud

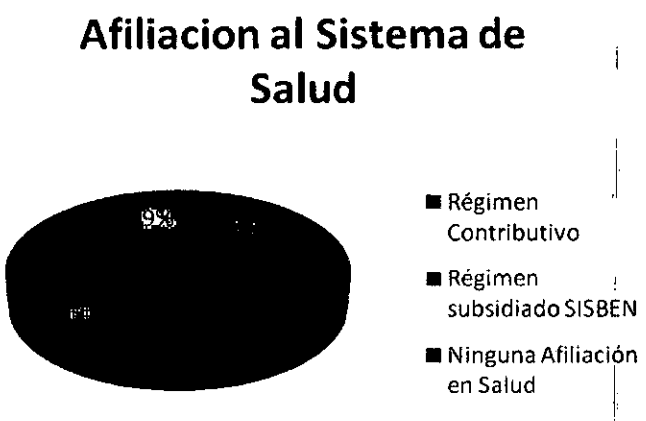
En lo relacionado con la situación de salud de los pobladores ubicados en el área de estudio, predominan las enfermedades del sistema respiratorio como gripas, amigdalitis, alergias y asma bronquial, seguidas de enfermedades como la tiroides, enfermedades renales y gastrointestinales, depresión e hiperactividad.

En general la situación de salud es favorable, las personas disfrutan de un buen estado de salud y ninguna presenta patologías complejas.

Por su cercanía geográfica con dos grandes centros urbanos como son Medellín y Rionegro, los habitantes de la zona de influencia realizan sus consultas médicas, odontológicas y demás diligencias referentes a la salud, en las IPS y hospitales de las cabeceras de dichos municipios. Una sola familia, perteneciente a la zona de depósito localizada en la Vereda San Ignacio, refirió acudir al centro de salud, ubicado en el corregimiento de Santa Elena.

Con respecto a la cobertura de salud, como se observa en la Figura 3.35, la mayoría de la población 62%, están cobijados por el régimen subsidiado, el 31% de las personas están afiliadas al régimen contributivo y un 9% no tiene ningún tipo de seguridad Social.

La población carente de afiliación al sistema de seguridad social en salud es una población altamente sensible, en especial si involucra grupos vulnerables como son los niños, las mujeres gestantes y lactantes y los adultos mayores.



Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo y análisis 2009.

Figura 3.35 Tipo de Afiliación en Salud

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud OMS el concepto de salud, es un "Estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedad." Partiendo de dicho significado de carácter universal, la salud de una población está en estrecha relación con otras variables que trascienden aspectos como las enfermedades más comunes, el lugar donde consultan en caso de enfermedad y del tipo de afiliación al sistema de salud, que aunque son importantes, deben ir ligados a todos los factores que hacen parte de la integralidad del ser humano como son: lo

genético, el medio ambiente, los estilos de vida y la eficiencia del sistema de atención en salud.

3.4.3.3.3 Educación

Según la información recolectada la educación primaria y secundaria de los habitantes de la zona de influencia, la reciben en las Instituciones educativas existentes en cada sector o vereda.

Para ofrecer una idea de la oferta educativa institucional, ver la Tabla 3.120, que muestra las instituciones con presencia en los diferentes sectores y el número de estudiantes que asisten a ellas.

Tabla 3.120 Población Escolarizada en Primaria y Secundaria por Sectores

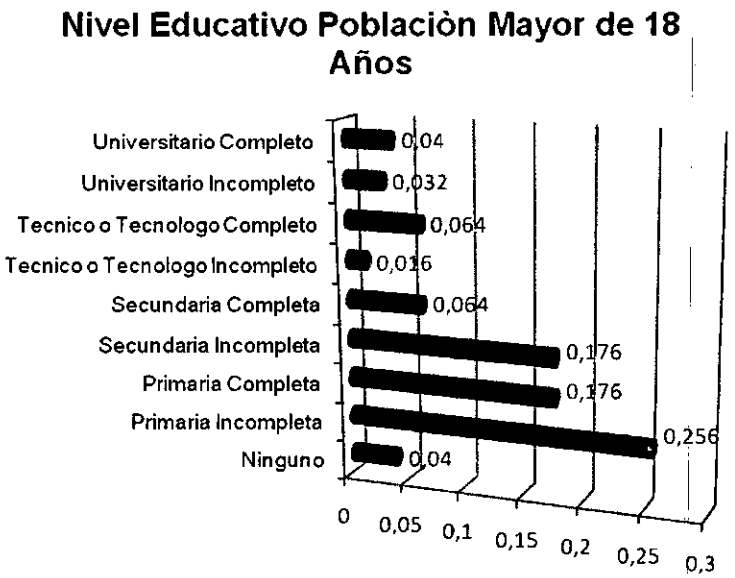
Sectores	Instituciones Educativas	Número de estudiantes
Baltimore	I.E Las Palmas	1
	I.E Loreto	3
Acceso Occidental	Colegio Latino	2
	I.E La Pastora	2
Túnel santa Elena	I.E San Ignacio	3
	I.E Santa Elena	3
Acceso Oriental	I.E Guillermo Gaviria Correa	10
	I.E Barro Blanco	1

Fuente: integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo, 2009.

La mayoría de los pobladores en edad escolar asisten a alguna Institución Educativa, del total de niños y adolescentes en edad escolar tres entre los 5 y 13 años están desescolarizados por razones como: no desea estudiar y trabajo infantil; y en el rango de edad entre 14 y 18 años, uno aparece ausente del aula escolar porque no desea estudiar.

La ubicación de los establecimientos educativos es relativamente cercana a las viviendas, la mayoría de los estudiantes se desplazan caminando y se tardan entre 15 y 30 minutos en llegar hasta el espacio escolar. Un estudiante del sector Baltimore utiliza la bicicleta y cuatro estudiantes de los sectores Acceso Occidental, Acceso oriental y zona de depósito en Guarne se transportan en vehículos de servicio público.

Actualmente están realizando estudios superiores seis personas, quienes asisten a universidades o instituciones tecnológicas ubicadas en los Municipios de Rionegro y Medellín; y generalmente van y vienen diariamente, dadas las condiciones favorables de costo y tiempo.



Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo y análisis 2009.

Figura 3.36. Nivel Educativo de la población Mayor de Edad

En la población de 18 años en adelante, el nivel educativo es relativamente bajo, teniendo en cuenta la presencia de instituciones educativas en los diferentes sectores del área de estudio y la cercanía con centros urbanos como Medellín y Rionegro, pero además de la oferta académica, es importante analizar el factor económico, el cual es decisivo ya que no todos cuentan con los recursos necesarios para validar o continuar sus estudios.

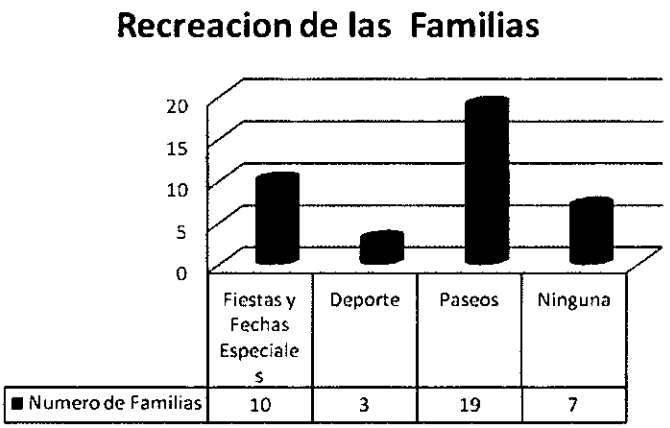
Según los datos estadísticos obtenidos a través de la recolección de información primaria, cuatro personas son analfabetas, y 10 personas no terminaron los estudios básicos primarios y secundarios respectivamente y solo uno realizó el nivel media completa, seis personas están cursando estudios superiores técnicos, tecnológicos o universitarios y 13 personas ya culminaron dichos estudios. Ver Figura 3.36.

En cuanto a temas de capacitación, uno de los integrantes de 21 familias se ha capacitado en diferentes áreas como: comercio y servicios, cinco personas; desarrollo humano, cuatro personas; temas agropecuarios, dos personas; mecánica, dos personas y otros temas como vivienda, ambientales, manipulación de alimentos, manejo de maquina plana, fileteadora y recubridora, primeros auxilios y sistemas; una persona por tema y familia.

3.4.3.3.4 Recreación

La concepción de recreación tiene una connotación propia e implícita en cada persona, la cual está relacionada con su nivel de valores, gustos y preferencias, unidas a la simple vivencia individual de quien disfruta y elige lo que le agrada para entrar en ese estado de satisfacción que le proporciona el recrearse.

La población ubicada en los diferentes sectores estudiados, tiene diversas preferencias a la hora de recrearse, las cuales están condicionadas, no solo por su deseo sino por factores igualmente importantes y que prevalecen frente a este como son la responsabilidad laboral y el factor económico.



Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo y análisis 2009.

Figura 3.37 Formas de Recrearse de las Familias

La Figura 3.37, ilustra las diferentes actividades realizadas por las familias que residen en los sectores y zonas de depósitos del proyecto, para aprovechar su tiempo libre y los ratos de ocio. Vale aclarar que algunas familias nombraron varias actividades recreativas, por lo cual el número de familias que aparece en la grafica, no corresponde a 38, lo que significa que varias familias, tienen distintas formas de recrearse.

Para las personas que se desempeñan como mayordomos y/o administradores de los diferentes predios, el tiempo para la recreación es escaso y se da solo de manera eventual, debido a la responsabilidad que les exige permanecer tiempo completo en las fincas o viviendas.

Sucede igual con aquellas personas que son propietarias de negocios, ya que su compromiso con los clientes y la oferta de un servicio, les exige abrir sus locales regularmente y cumplir con un horario específico para atender a su clientela; especialmente los que tienen negocios de alimentación y venta de víveres. Por lo tanto no disponen de mucho tiempo para recrearse.

Otros pobladores aún cuando disponen del tiempo necesario, no tienen el dinero suficiente para acceder a algunos espacios recreativos que requieren de una inversión económica, y se recrean saliendo a caminar o paseando por los sitios cercanos a sus viviendas, los cuales les ofrecen un buen paisaje y la tranquilidad y belleza de la naturaleza.

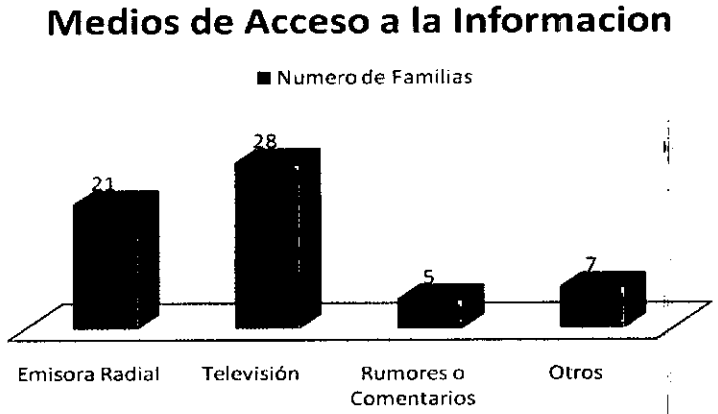
Estas actividades recreativas, están ligadas a unos espacios, que son en última instancia los que permiten su ejercicio y disfrute, lugares cerca y/o lejos a su vivienda, todo depende del dinero disponible en cada familia para sus días de descanso y de la concepción que se tenga de este.

En relación a las zonas en donde las familias se recrean; de las 38 familias, ocho respondieron que en la vereda o en el barrio, 14 dijeron que por fuera de los municipios de Medellín y Rionegro y 16 contestaron que lo hacen en la zona urbana de los municipios de Medellín y Rionegro.

3.4.3.3.5 Comunicaciones

En todos los sectores y sitios de depósito ubicados en el área de influencia del proyecto, están disponibles los servicios de telefonía fija, ofrecidos por la empresa UNE y de telefonía móvil por los tres operadores nacionales.

Los sectores cuentan con varios canales de televisión de señal abierta, el canal regional Teleantioquia, y los cinco canales nacionales: los dos privados Caracol y RCN, y los tres públicos Canal Uno, Señal Institucional y Señal Colombia. Las empresas de televisión por suscripción ofrecen canales propios.



Fuente: Integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo y análisis 2009.

Figura 3.38 Medios de Información utilizados por la Población

Una gran cantidad de emisoras tienen señal en los sectores en AM y FM, tanto de cobertura local como nacional, de las cuales la mayoría son manejadas por Caracol Radio o RCN Radio, aunque hay otras emisoras independientes de gran sintonía, como Todelar y Súper.

Lo anterior explica el hecho de que, después de la televisión, la radio sea el medio de comunicación, seleccionado por los pobladores de los sectores y zonas comprometidos puntualmente por el proyecto Túnel Aburrá-Oriente, para enterarse de la información de su interés.

3.4.3.3.5.1 Transporte

En cuanto al sistema de transporte; en los sectores Baltimore, Acceso Occidental y el sitio de depósito ubicado en la vereda San Ignacio del municipio de Guarne; todas las viviendas están al borde de la carretera, excepto dos ubicadas en cercanías de la zona de depósito mencionada, cuyos habitantes deben caminar aproximadamente una y dos cuadras para llegar hasta la vía. Lo anterior les facilita la consecución de vehículos para desplazarse a la ciudad u otros municipios cercanos.

En el sector Acceso Occidental, se dan dos casos: algunas viviendas están un poco retiradas de la carretera y sus habitantes deben caminar entre 15 y 30 minutos para llegar hasta la vía por la cual transitan los carros de transporte público y otras viviendas que están ubicadas en los predios propiedad del Seminario Mayor de Medellín, y cuya cercanía con el Barrio Quinta Linda, de la comuna Buenos Aires de Medellín, les ofrece un excelente servicio de buses y colectivos hacia el centro de la ciudad.

Es importante anotar que en este sector del Seminario, existe un camino de destapado del predio de propiedad del Seminario, el cual es transitado de manera constante por personas en bicicleta y caminantes que encuentran en la naturaleza que ofrece el lugar, un espacio ideal para el esparcimiento y actividad física.

El sitio de depósito ubicado en predios de la Universidad Pontificia Bolivariana, es habitado por una familia, la cual debe caminar entre 3 y4 cuadras antes de llegar a la carretera por la cual transitan los automotores de servicio público que los transporta hasta el área metropolitana.

En general toda el área de influencia puntual del proyecto Tunal Aburrá Oriente, cuenta con un buen servicio de transporte de público, que les permite estar en constante movilidad e intercambio social con los municipios de Rionegro y Medellín para la compra-venta de productos, la consecución de insumos y víveres y para la participación en actividades académicas, culturales y recreativas.

Además, en el territorio cercano al sector Acceso Oriental, se ubica el Aeropuerto Internacional José María Córdova que presta sus servicios al área Metropolitana y desde donde se realizan vuelos nacionales, internacionales y conexiones con otros múltiples terminales aéreos.

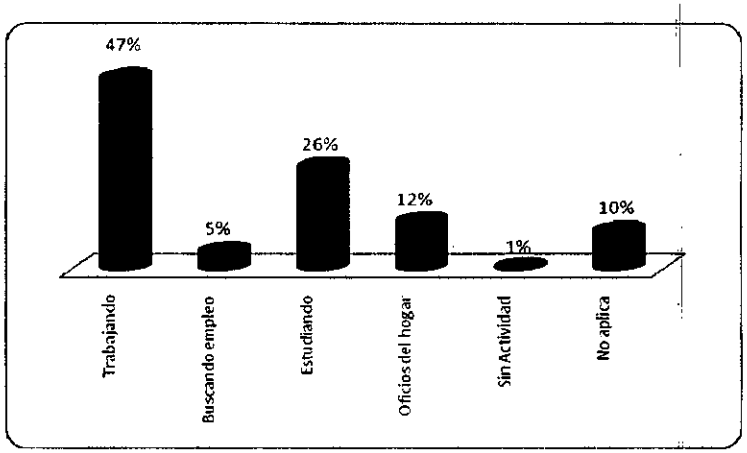
Las vías ya mencionadas están pavimentadas, a excepción de los caminos que se separan de la carretera principal y conducen hasta algunas viviendas, los cuales permiten el acceso de vehículos.

3.4.3.4 Dimensión Económica

Este aparte da cuenta de los resultados obtenidos en el análisis del levantamiento de información primaria, con relación a las actividades económicas desempeñadas por las familias que habitan viviendas con algún tipo de afectación por efectos de la construcción del Túnel de Oriente.

3.4.3.4.1 Actividad habitual

Las personas que normalmente están trabajando, son el grupo mayoritario de población, equivalente al 47% (63 personas), seguido de los estudiantes 26% (34 personas). La cifra de 5% de desempleados (6 personas), es decir quienes reportaron estar buscando trabajo es relativamente baja al compararla con el promedio nacional, cercano al 14%. En la población no se encuentran personas discapacitadas para el trabajo ni personas que devengan una renta o una pensión.



Fuente: Elaboración propia de Integral con datos recogidos en campo. 2009

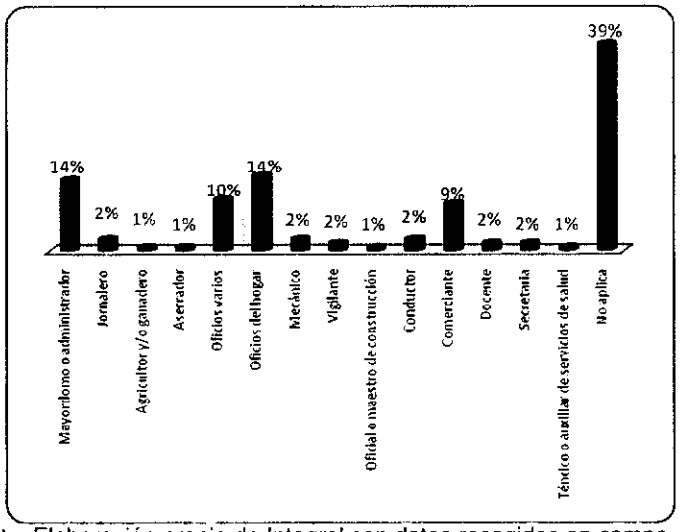
Figura 3.39 Distribución porcentual de la actividad habitual de la población de interés-2009

3.4.3.4.2 Oficio principal

Se refiere al oficio o actividad económica que reporta la mayor parte del ingreso de las familias y que demanda la dedicación de tiempo. Entre las personas que reportaron un oficio, mayordomo o administración de fincas, los comerciantes, oficios varios y oficios del hogar son las actividades que absorben la mayor parte de la población económicamente activa, un 47%, lo cual es consecuente con el perfil económico de la zona.

El 39% de la población correspondiente a 52 personas no reportan un oficio, dado que se refiere a los menores que aún no se encuentran en edad de trabajar. Muy pocas personas de la población de interés, se dedica a actividades de agricultura, construcción y servicios de salud.

Cabe anotar que quienes reportan como oficio el de mayordomo, se desempeña en muchos casos en actividades agrícolas, cuya producción es de pancoger y no constituye el sustento económico de sus familias.



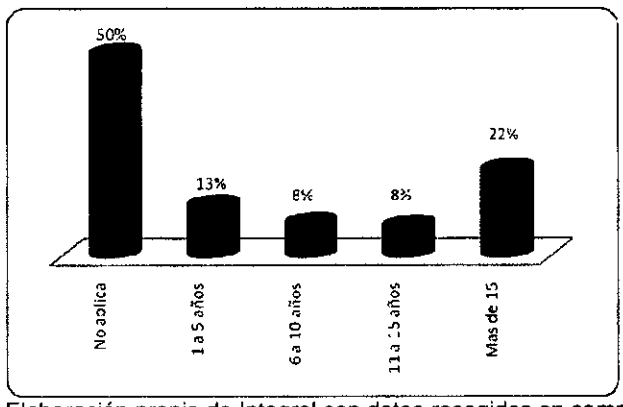
Fuente: Elaboración propia de Integral con datos recogidos en campo. 2009

Figura 3.40 Distribución porcentual oficio principal de la población de interés-2009

3.4.3.4.3 Tiempo de ejercicio del oficio principal en el sitio

En general, los oficios se ejercen durante gran parte de la etapa productiva laboral, como se evidencia en la permanencia por largos períodos desempeñándolos. Esto a su vez, asociado a los oficios desempeñados señala cierta especialización laboral en mayordomía –agricultura- y oficios varios que en el contexto del proyecto Túnel de Oriente debe tenerse en cuenta para las oportunidades laborales que conlleva.

Teniendo en cuenta lo anterior, es reconoce que en el área de influencia directa puntual especializada para trabajos específicos del proyecto, por lo que es necesario ampliar el foco de oportunidades al área de influencia directa local y al área de influencia indirecta.



Fuente: Elaboración propia de Integral con datos recogidos en campo. 2009

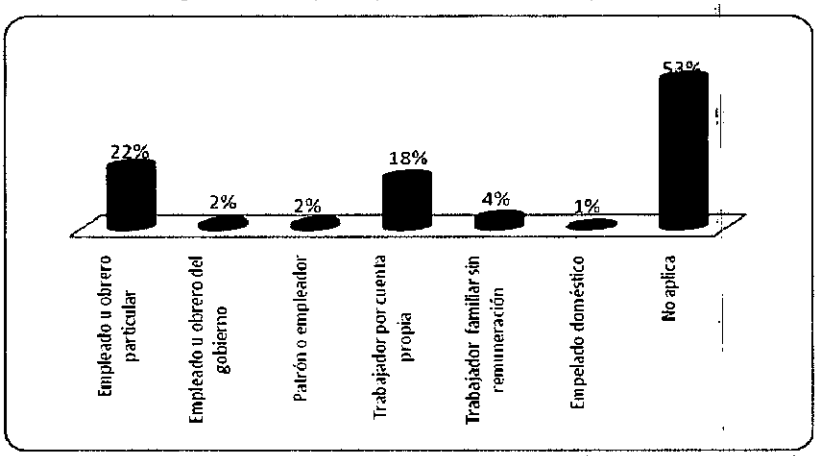
Figura 3.41 Distribución porcentual de Tiempo en años de ejercicio del oficio principal en el sitio (años)

3.4.3.4.4 Posición ocupacional

Esta variable refleja relaciones sociales de producción. Los resultados señalan varias situaciones: El sector oficial tiene poco peso en la generación de empleo para la población de interés.

Se evidencia también, un nivel medio de autoempleo, 18% de la población económicamente activa – PEA – o sea que trabaja de cuenta propia. Un alto porcentaje, 22%, de las personas señalaron ser empleadas u obreros particulares, se advierte cierta ambigüedad en esta respuesta, toda vez que un obrero particular, puede serlo desde autoempleo y no necesariamente desde relaciones obrero patronales, lo que señala que muy posiblemente el nivel de autoempleo sea muy superior al 30%.

En la PEA de la población de interés los empleadores, trabajadores familiares sin remuneración y empleadas domésticas tiene muy baja participación relativa, 7% en conjunto. El sector oficial genera empleo para el 2% de la población en análisis.

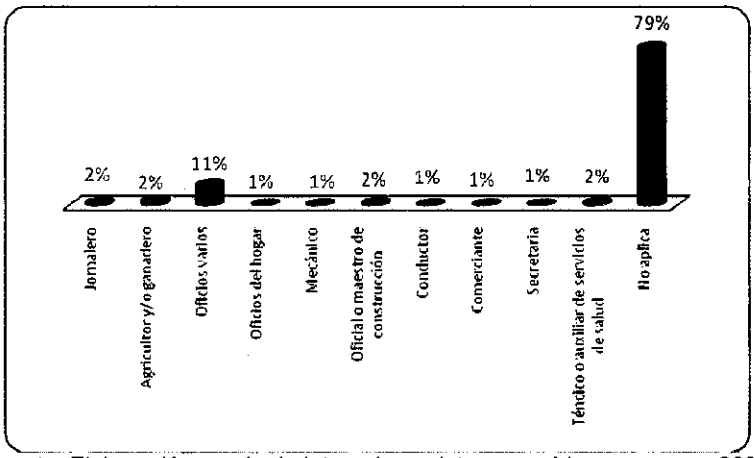


Fuente: Elaboración propia de Integral con datos recogidos en campo. 2009

Figura 3.42 Posición ocupacional

3.4.3.4.5 Oficio complementario

De la población que se interviene por la construcción del proyecto, 28 personas tienen un oficio que complemente sus ingresos, dentro de los cuales el 11% lo hacen con actividades de oficios varios. Denota esto la dedicación casi exclusiva a un solo oficio como soporte económico de las familias.

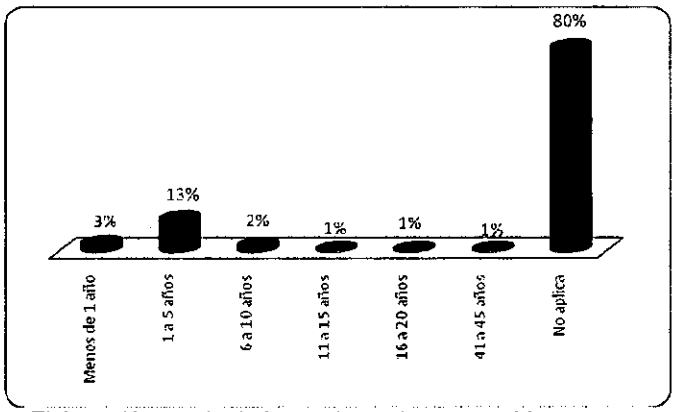


Fuente: Elaboración propia de Integral con datos recogidos en campo. 2009

Figura 3.43. Oficio complementario

3.4.3.4.6 Tiempo de ejercicio del oficio complementario en el sitio

Los resultados denotan cierta estabilidad o permanencia en el tiempo en el desempeño de oficios complementarios en la poca población que los tiene. La curva de permanencia tiene un comportamiento similar a la del oficio principal. Se puede concluir también cierta especialización en los oficios complementarios, ya evidenciada desde la permanencia en el ejercicio del oficio principal.



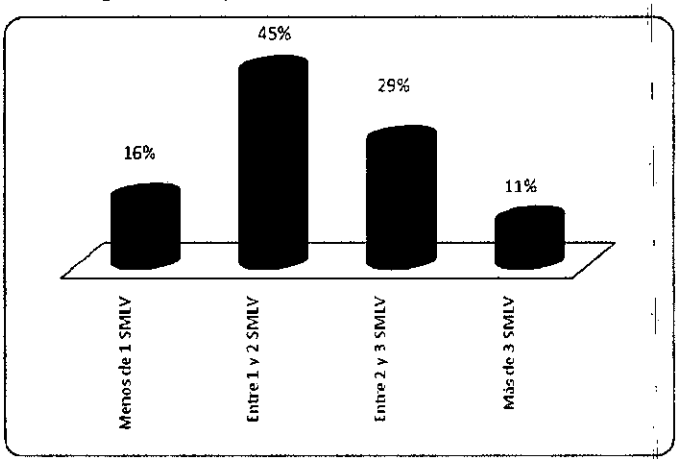
Fuente: Elaboración propia de Integral con datos recogidos en campo. 2009

Figura 3.44. Tiempo de ejercicio del oficio complementario en el sitio

3.4.3.4.7 Nivel de ingresos de las familias

El nivel de ingresos es alto en las familias que serán afectadas por las vías del proyecto Túnel de Oriente, situación generalizada en la zona en cuestión. En efecto, el 16%, representado por seis familias obtiene ingresos inferiores a un salario mínimo mensual legal vigente para 2009, que es de $496.900, lo cual señala un bajo nivel de pobreza.

Por otro lado, 17 familias, esto es el 45%, obtienen ingresos mensuales entre uno y dos salarios mínimos. Solo. 11 de las 38 familias, correspondiente al 29%, perciben ingresos entre 2 salarios mínimos mensuales e inferiores a 3 salarios y el 11%, es decir cuatro familias obtiene ingresos superiores a tres salarios mínimos mensuales.



Fuente: Elaboración propia de Integral con datos recogidos en campo. 2009

Figura 3.45. Nivel de ingresos de las familias

3.4.3.4.8 Actividades económicas afectadas directamente

En el sector Occidental se identificó como unidad productiva la extracción y venta de madera, propiedad de los hermanos Uribe Giraldo, asociada al código familiar 0037. En el predio tienen cultivadas 150 hectáreas de madera, la cual reporta utilidad anual cerca de $770.773.900; cuenta con un equipo para la extracción de madera valorado en $15.000.000. En esta unidad productiva laboran permanentemente además del propietario de la actividad económica, tres personas más, quienes perciben por jornal $20.000. Con la madera extraída se abastece el aserrío en el que labora uno de los dueños del predio de donde se explota la madera.

En el sector Oriental se identificaron tres unidades productivas que se afectarán por la construcción del proyecto, consideradas como actividades económicas principales: un establecimiento comercial con venta de gaseosas, licor y mecato, igualmente se identificó un taller de mecánica contiguo al estadero y un predio donde se alquilan caballos.

El establecimiento comercial, asociado al código familiar 0007, propiedad de Luis Guillermo Álvarez Gutiérrez es un negocio mixto de tienda y estadero atendido por el propietario y tres personas más, dos de las cuales hacen parte de su núcleo familiar, reporta utilidades anuales cercanas a $9.456.000. La inversión en activos fijos se valora en aproximadamente $10.495.000 representados en nevera, pipetas de gas, cafetera, estufa a gas, asador, mesas de madera y sillas y un piano. No se incluye el valor de la infraestructura. En esta unidad productiva familiar las cuatro personas que laboran, perciben un salario mensual cercano a $450.000 cada uno.

Asociado al código familiar 0038, se identifica un taller de mecánica automotriz propiedad de Jhon Edwin Ortega Sánchez, donde se emplean de manera permanente

tres personas más. En el año, las utilidades reportadas ascienden a $12.600.000 y el valor de los activos fijos corresponde a $5.200.000. El local, al igual que el establecimiento comercial es propiedad del señor Tiberio Echeverri quien habita en el mismo predio.

La unidad productiva de alquiler de caballos, asociada al código familiar 0017, es propiedad de Jose Bertulio Duque García. En el predio son tenidos y cuidados gran parte de los caballos que se alquilan para cabalgatas permanentemente los fines de semana. En temporada alta –sólo dos meses al año- se presta 480 servicios de alquiler con los 24 caballos que posee, mientras que en temporada baja 720 servicios – 10 meses-, lo cual genera un ingreso anual aproximado de $26.796.000. Además del propietario laboran continuamente dos personas, las cuales reciben $677.000 mensuales entre los dos.

La información de los predios o actividades económicas que se pueden ver afectados por sitios de Depósito, asociados a la construcción del proyecto, se obtuvo mediante la aplicación de la ficha económica específica agropecuaria, dado que la actividad económica principal de la familia que allí habita se ve afectada por el Depósito Ventana 2a y 2c. En este predio se encuentra una unidad productiva agropecuaria donde se explota papa, zanahoria y repollo y a la vez se desarrolla actividad pecuaria.

La actividad económica está asociada al código familiar 0024, desarrollada por el señor Luis Humberto Tangarife. Dentro de ella se encuentra que la producción agrícola reporta utilidades anuales por cerca de $228.600.000, donde la papa es el producto más representativo. Cuenta además con un componente pecuario donde la utilidad anual asciende a $56.030.000, por los siguientes conceptos: la producción de leche $34.080.000, la venta de porcino $10.000.000, la venta de vacunos $8.650.000 y cría de pollos $3.300.000.

En esta unidad productiva laboran permanentemente además del propietario de la actividad económica, tres personas más, las cuales perciben por jornal $20.000.

3.4.3.5 Dimensión Cultural

Las características culturales de las comunidades ubicadas en el área de influencia directa puntual, permiten identificar el territorio en el que se circunscribe el proyecto, en cuanto a su conformación histórica, composición cultural, dependencia del entorno, estructura familiar y aspectos económicos. Esta descripción se realiza por sectores, tal como se estableció en el instrumento de recolección de información.

3.4.3.5.1 Sector 1, Baltimore

- **Conformación histórica**

La ocupación de uno de los sectores considerados de impacto directo ha obedecido a fenómenos migratorios relativamente recientes con un proceso de afluencia y mezcla entre residentes y forasteros, con pobladores de diversas procedencias; tanto nativos como provenientes de otros municipios del departamento y el Área Metropolitana.

Esta zona ha sufrido evidentes transformaciones a partir del desarrollo del proyecto de la vía Las Palmas, se han producido fuertes cambios en el uso y valor del suelo, el paisaje, los movimientos migratorios y la conciencia colectiva. El asentamiento de un

buen número de población nueva, ha traído un cambio en el uso tradicional del suelo agrícola dando paso a otros como suelo ocioso y comercial, casas modernas, nuevos estilos arquitectónicos, nuevas costumbres y formas de vida.

Las tierras aledañas han pasado de ser forestales a potreros de ganadería y fincas de recreo para estratos altos. A través de esta vía se ha producido un crecimiento suburbano que llega incluso hasta algunas veredas del municipio de Envigado, que se ven así amenazadas en sus formas de ocupación y producción agrícola.

Se observa una gran variación en las relaciones al interior de la comunidad, representado en nuevas relaciones entre residentes y forasteros, que están modificando especialmente los sistemas de propiedad y dejan atrás los antiguos lazos familiares entre parientes y vecinos.

- **Composición cultural**

En este sector en particular se puede identificar una mixtura de matices culturales interactuando en un mismo sistema natural, con distintas formas de percibir las ventajas y limitaciones de su entorno, lo que finalmente se traduce en una gran dificultad para elaborar un proyecto de vida social compartido

No se identifica un referente cultural común que les permita entender y vivir la realidad con parámetros semejantes.

- **Dependencia del entorno**

En realidad en esta zona no se percibe una relación directa con el mismo, el carácter de prestadores de servicios y/o trabajadores de gran parte de las personas encuestadas, ha generado una disfunción territorial, por el traslado al entorno rural de dinámicas propiamente urbanas.

- **Estructura familiar**

La familia nuclear constituye el modelo típico de familia, lo cual representa un inconveniente en cuanto a la formación de vínculos que permitan construir elementos de identidad, espacios de diálogo y vida comunitaria.

No existen elementos comunes entre las distintas familias que permitan configurar referentes para la identificación fuera del grupo familiar y la creación de sentido de pertenencia a un grupo social.

La figura casi generalizada de grupos familiares aislados, inhibe la presencia fortalecida de sistemas de parentesco locales y relaciones de solidaridad con otros vecinos, lo que se traduce en la carencia casi total de vida colectiva y muy poco desarrollo de actividades comunes.

La mujer por su parte todavía conserva su rol tradicional de vinculación a las labores domesticas y su posición como núcleo de la familia, además de gobernar el entorno doméstico, es a la vez la cabeza del hogar y en algunas ocasiones por razones económicas también desempeña actividades alternas para contribuir al sostenimiento de la familia.

El desarrollo de las actividades del entorno doméstico generalmente incluyen la vinculación del núcleo familiar, excepto al hombre quien en su rol de proveedor desarrolla básicamente labores fuera de casa.

El bajo nivel de arraigo de sus pobladores no permite el establecimiento de vínculos vecinales sólidos ni la conformación de grupos asociados para el trabajo comunitario.

- **Aspectos económicos**

Dentro del grupo de familias encuestadas en este sector no existe la figura de propietarios, básicamente se trata de personal vinculado como administradores o vigilantes de los inmuebles ubicados en esta zona.

La subsistencia se basa especialmente en el trabajo asalariado.

3.4.3.5.2 Sector 2, Acceso Occidental (Seminario – Portal Occidental)

- **Conformación histórica**

La zona corresponde a los últimos asentamientos estables de Medellín y a los núcleos subnormales que los limitan; presenta alta densidad poblacional de ocupación relativamente reciente (desplazados y población flotante). Y una relación directa con los habitantes de los barrios del centro-oriente de Medellín, desarrollados dentro del proceso de expansión urbana que incluso durante las últimas décadas ha superado el límite urbano, ocupando los escarpes hacia el altiplano de Oriente.

La vía que comunica con Santa Elena y el Oriente cercano pierde importancia con la construcción de la vía a Las Palmas, igualmente el territorio presenta cambios significativos con el asiento de entidades o instituciones en la zona, representados en el traslado de algunos habitantes hacia las márgenes de la carretera.

Sobre la vía a Santa Elena, hay una alta densidad poblacional con asentamientos subnormales obre la vera de la carretera, situación que se asocia como en otras zonas afectadas por el acelerado crecimiento de las periferias a problemas de inseguridad y orden público.

Producto de ese proceso de desplazamiento se presenta un resquebrajamiento del arraigo con el territorio y una pérdida de identidad local en los pobladores. Actualmente puede observarse cómo la relación con algunos sectores de esta zona se reduce al desarrollo de actividades recreativas aprovechando algunas quebradas y cascadas y el recorrido de muchos de los antiguos caminos que cruzan el territorio, y económicas mediante la extracción de madera e incluso la caza de algunos animales.

- **Composición cultural**

En este sector se puede identificar una mezcla de matices culturales, podría hablarse de una mezcla de micro culturas con distintas percepciones del entorno, que finalmente se manifiesta en una gran dificultad para elaborar un proyecto de vida social compartido.

Entre sus pobladores no existe un referente cultural común que les permita entender y vivir la realidad con parámetros semejantes. No obstante, algunos manifiestan el deseo de construir en comunidad un espacio de convivencia en esta zona.

- **Dependencia del entorno**

Por las características propias de la zona se manifiesta una amplia tendencia hacia unos modos de trabajo y usos del suelo más urbanos que rurales. La utilización progresiva del suelo para uso residencial ha provocado una marcada reducción del suelo y por ende del uso del mismo para actividades de tipo agrario.

Sin embargo como se menciono anteriormente, por las características de algunos de los habitantes de la zona (población desplazada de zonas rurales) y en especial de los que se han ido ubicando sobre el sector de la vía a Santa Elena, muchos tratan de reproducir así sea en espacios muy reducidos algunos pequeños cultivos de pancoger o la cría de especies menores para uso doméstico.

- **Estructura familiar**

No existe un modelo típico de organización familiar, se presenta de tipo nucleada, extendida y monoparental; sin embargo es la familia el principal eje articulador a partir del cual se estructuran las relaciones sociales, la cual a su vez presenta altos niveles de vulnerabilidad debido a la presión de numerosos elementos foráneos, que han penetrado y socavado las bases del sistema social, el parentesco es el mecanismo que da fuerza a las relaciones intrafamiliares y a la vez es el que define los niveles de pertenencia y participación al interior de la comunidad.

Otro elemento de carácter articulador en esta zona son las relaciones de solidaridad entre vecinos.

Un buen número de mujeres conservan todavía su rol tradicional de vinculación a las labores domesticas y su posición como núcleo de la familia, además de gobernar el entorno doméstico, es a la vez la cabeza del hogar y en algunas ocasiones por razones económicas también desempeña actividades alternas para contribuir al sostenimiento de la familia.

En su rol de proveedores, los hombres, ofrecen su mano de obra en labores fuera de casa generalmente como asalariados; el desarrollo de las actividades del entorno doméstico generalmente incluye la vinculación del resto de la familia.

- **Aspectos económicos**

Dentro del grupo de familias encuestadas en este sector solo existe un propietario, es generalizada la figura de vivienda prestada (básicamente se trata de personal vinculado como administradores, empleados o cuidanderos de los inmuebles ubicados en la zona) a quienes se les permite utilizar algunas viviendas sin el pago de arriendo.

En el tramo sobre la vía a Santa Elena, la subsistencia basada antiguamente en la producción de café y plátano, ha cambiado radicalmente con la desaparición de tales cultivos, actualmente la economía está basada en la prestación de servicios (trabajo asalariado) y trabajo informal.

Gran parte de las comunidades ubicadas en la zona han atravesado procesos de cambio económico y sociocultural, que en la mayoría de los casos repercute en la deformación de sus condiciones de vida. Una consecuencia directa de estos procesos de cambio está dada por algunas modificaciones de roles, dada la necesaria

vinculación de los hombres y en general de la población en muchos casos a actividades nunca antes desarrolladas.

3.4.3.5.3 Sector 3, Túnel Santa Elena

- **Conformación histórica**

Su historia se origina muchos años atrás; en parte por el recurso hídrico que posibilitó el asentamiento de pobladores, por la presencia de oro y sal en los siglos XVIII y XIX, incluso desde la época prehispánica donde se asentaron núcleos indígenas de la tribu Tahamí, la cual se dedicaba básicamente a la explotación de estas minas. Muchos años después de toda la bonanza y posterior agotamiento de las fuentes salinas y de oro, la agricultura y floricultura se convirtieron en las principales actividades económicas.

Gran parte de esta zona corresponde a una región articulada a principios del siglo anterior al municipio de Rionegro, como centro regional y poblacional con una dinámica comercial y artesanal, de gran importancia política, social y cultural; asiento de establecimientos mineros, como de haciendas propiedad de campesinos prósperos, muchos de los cuales viviendo en los centros poblados, tenían gran sentido de arraigo y pertenencia en el territorio.

La zona con una geografía predominantemente campesina, de pequeñas parcelas, con producción agrícola especializada y explotación racional. Se debe mirar como parte de un sistema regional tradicional, con sentido de pertenencia, apego por el lugar y sus componentes, lazos de relaciones vecinales, familiares y referencias con el medio bastante fuertes. Características actualmente amenazadas por los procesos de conurbación y traslado de dinámicas urbanas al entorno rural.

Su posición geográfica es estratégica y le imprime un carácter especial que permite la articulación entre unidades geográficas contiguas, como el Valle del Aburrá y el Altiplano de Oriente. El territorio está configurado por una centralidad (veredas del corregimiento) que determina ciertas relaciones socioculturales y funcionales con áreas rurales y urbanas de municipios como Rionegro, Envigado, Guarne, Bello y Medellín.

En la configuración de esta centralidad las vías han representado un elemento crucial y dinamizador desde tiempos prehispánicos. Dichas vías han contribuido al desarrollo y a la consolidación de una fuerte movilidad a través del transporte, permitiendo el desplazamiento entre los dos valles.

Santa Elena aparece normativamente, a la vista y en el imaginario, como un territorio rural, ya que a primera vista todavía se percibe como campo, pero en la práctica, en muchos aspectos es una prolongación de la ciudad, dado que este territorio se ha incorporado a las dinámicas expansivas de Medellín.

A partir de las últimas décadas del siglo XX, Santa Elena presenta un proceso de conurbación con la irrupción de un número importante de población de la ciudad, que llega con el objetivo de establecer o alquilar una residencia permanente o de fin de semana, como resultado de los factores de atracción del medio rural y un poco o mucho de repulsión del medio ambiente urbano.

Estos hechos provocan un paso del espacio rural de funciones que fueron casi exclusivamente agrarias a su coexistencia con nuevas funciones no agrarias, especialmente las residenciales.

- **Composición cultural**

La estructura de la sociedad local presenta una gran modificación por el crecimiento demográfico de la zona principalmente por el establecimiento de nuevas viviendas, donde un alto porcentaje de los habitantes son de origen urbano; proceso definido por expertos como de recomposición social de las sociedades rurales.[42]

Hacia la zona se da una inmigración selectiva, dado que esta atrae residencialmente, una población con estilos de vida y trabajo en mundos sociales y económicos bastante distintos y distanciados de los pobladores nativos que por su parte han adquirido aspiraciones derivadas de la vida de la ciudad, buscando disfrutar un estilo de vida urbana. Se presenta una interacción continua de gente de múltiples procedencias, identidades y movilidades, con arraigos tanto individuales, como colectivos. Los pobladores que llegan aportan un patrimonio social que se mezcla con el patrimonio existente en los grupos de residentes, dando como resultado unas dinámicas sociales particulares.

Ambos actores distan mucho de constituir grupos homogéneos y por el contrario entre ellos se manifiestan, en gran medida intereses sociales, económicos y culturales diferentes, frecuentemente, contrapuestos y eventualmente conflictivos.

- **Dependencia del entorno**

Aunque la zona conserva rasgos típicos del ambiente rural, donde muchos de sus habitantes viven, de hecho, en "el campo", no significa que económicamente dependan de él; en realidad la tendencia en las últimas décadas se manifiesta hacia unos modos de trabajo y unos usos del suelo más urbanos que rurales.

La utilización progresiva del suelo para uso residencial y turístico, en el corregimiento y sectores vecinos, ha provocado una marcada reducción del uso del mismo para actividades agrícolas y ganaderas, con la consecuente desestimulación del trabajo agrario y el aumento del trabajo vinculado a la prestación de servicios tanto en la misma zona en casas y fincas como mayordomos, jardineros, servicio doméstico, entre otros, como en las empresas y sector comercial de los municipios vecinos.

- **Estructura familiar**

Existe el modelo típico de organización familiar nucleada y en algunos casos de tipo extendido; la familia es el principal eje articulador a partir del cual se estructuran las relaciones sociales.

Generalmente las veredas están constituidas por un mismo grupo familiar formado a partir de las alianzas matrimoniales. Las propiedades primigenias de gran extensión, se fraccionaron con cada nueva generación; la distribución de los vecindarios ha sido acorde con la ubicación inicial de la "casa paterna", resultando la sectorización de las

[42] Dinámicas territoriales en frontera rural-urbana en corregimiento de Santa Elena, Medellín.2005

veredas por apellidos. Ello propicia la fragmentación y conformación de pequeños caseríos por efecto de la división de una posesión familiar, originando nuevos núcleos familiares.

La marcada manifestación de endogamia contribuyó a la formación de una red familiar unida por lazos económicos y afectivos, los cuales acrecentaron en la comunidad los patrones de convivencia y ayuda mutua.

El proceso social de comunicación se desarrolla entre vecinos que, generalmente, son familiares, atribuyendo así los procesos y espacios de socialización a las formas endogámicas del parentesco.

- **Aspectos económicos**

Como consecuencia del fraccionamiento de la tierra y el incremento de la densidad poblacional, la comunidad se ha visto obligada a la búsqueda de nuevas alternativas laborales con la venta de mano de obra.

La tendencia última del territorio hacia la actividad turística y recreativa ha llevado a la especulación en los precios del suelo, urbanización de buena cantidad de sectores, cambio en los usos de la tierra, migración campesina y la desmotivación en la producción agrícola, entre otras.

Sin embargo, todavía subsisten algunas actividades agrícolas tradicionales no competitivas en pequeños sectores como hortalizas, frutas y/o flores; algunas de las cuales están recibiendo la introducción de nuevas técnicas para poder mantenerse a flote. Entre estos se incluye la presencia de invernaderos que se construyen con el fin de cultivar nuevas especies no tradicionales como champiñones o fresas y flores para la exportación.

En el sector encuestado aún las expectativas de las mujeres se centran en el hogar, la agricultura en tiempo parcial representa una opción para aumentar los ingresos y la mano de obra familiar disminuye por la salida de los miembros jóvenes que prefieren desempeñarse en otras actividades diferentes a las tradicionalmente realizadas por el grupo familiar; quedando éstas relegadas a las personas más adultas y mujeres de la familia.

3.4.3.5.4 Sector 4, Portal Oriental

- **Conformación histórica**

En general la actual región del Oriente Antioqueño se vinculó muy tempranamente (desde la Colonia) a la dinámica expansiva de la economía antioqueña, en particular desde comienzos del siglo XVII. Algunos parajes del Oriente empiezan a aparecer en la escena económica de explotación minera en especial durante el período de crisis que afectó a los territorios tradicionalmente productores de oro del occidente y nordeste del departamento, lo que motivó a algunos acaudalados vecinos de estas localidades a buscar nuevos frentes de explotación.

No obstante el aporte de estos nuevos puntos de explotación minera en el Oriente Antioqueño, el siglo XVII se caracterizó por una disminución en la producción aurífera. Este hecho propició que muchos de los grandes propietarios de la época procedieran a

diversificar sus inversiones, constituyendo grandes haciendas, en las cuales "la cría de ganado y los cultivos de caña, maíz y plátano contribuían a abaratar los costos en el mantenimiento de la población esclava". En el Oriente Antioqueño "con eje principal en Rionegro, Guarne y Marinilla se empezó a presentar la explotación agraria casi siempre vinculada a las explotaciones mineras que los propietarios poseían en la misma zona (...)"[43]

De esta manera, adquirió gran importancia la construcción de la ruta comercial que unía a Medellín con el Río Magdalena, y se empieza a posicionar a Rionegro como un eje articulador de diversas actividades productivas y comerciales.

De este proceso se derivaría la consolidación de Rionegro como centro estructurante del poder político, preponderancia que le significaría desarrollar un papel importante durante la Independencia y durante el período radical liberal de gobiernos federalistas

En el Oriente Antioqueño, al lado de las grandes haciendas localizadas en San Antonio, Llano Grande, Tablazo, Chachafruto y otros lugares, apareció una numerosa población de negros libres, de mestizos y de mulatos que constituyeron más del 80% de la población (...). Los mestizos y mulatos no contaron con las condiciones económicas que les permitieran explotar la tierra y tener un nivel de vida semejante al de los blancos, grandes y medianos propietarios. (...) A finales del siglo XVIII y a lo largo del siglo XIX, la escasez de la tierra, el aumento de la población libre y la necesidad de autoabastecimiento obligó a la población a desplazarse y colonizar lugares más alejados de los centros urbanos. [44]

A partir de dicha expansión territorial se empiezan a configurar tipologías de las localidades en Oriente Antioqueño que abarcan aspectos diversos de tipo económico, político y cultural. Así es fácil identificar pueblos de gran tradición como Rionegro, que por su innegable liderazgo en la subregión y como eje comercial, adquiere la connotación de ciudad intermedia.

El desplazamiento del Oriente de los principales circuitos comerciales del departamento a raíz del trazado de nuevas vías por fuera de sus límites territoriales, la concentración de las actividades económicas —industria, comercio y un naciente sector de servicios— en Medellín, así como de los poderes político administrativos de carácter departamental, ocasionaron un evidente relegamiento de la subregión.

En efecto, el diseño y construcción de proyectos como el del Ferrocarril de Antioquia (a finales del siglo XIX) y la construcción de la Carretera al Mar y la Carretera a la Costa, a partir de la tercera década del siglo XX, fueron causa directa de la exclusión en materia de desarrollo y de crecimiento económico que habían alcanzado muchos municipios.

A partir de finales del siglo XIX y durante gran parte del siglo XX, se observa en el Oriente Antioqueño una tendencia que es general en el ámbito de la política municipal del país, como es el hecho de que los municipios se piensen más en función de los

[43] Víctor Álvarez 1.988. En visión Antioquia siglo XXI; Visión subregional del oriente. 1997
[44] Cornare-INER, 1.987, Ibid

"centros de decisión política y económica", debilitando de paso los tradicionales nexos entre localidades vecinas. [45]

La cercanía del Oriente Antioqueño con Medellín, la disponibilidad de mano de obra, materias primas y recursos naturales baratos, terrenos adecuados y el ser un centro ubicado entre los mercados de Bogotá y Medellín, motivan a la elite empresarial de Medellín a proyectar su expansión hacia la subregión. Después de 1960 se observa un "despegue" de la industria en Oriente antioqueño, con empresas especialmente textileras, de calzado, productoras de alimentos, cerámicas y de asfaltos entre otras.

El dinamismo que le inyectó a la subregión la comunicación vial y la finalización de la autopista Medellín-Bogotá a finales del decenio de 1970 y la construcción hacia mediados de los 80 del Aeropuerto Internacional José María Córdova, permitió que sectores socioeconómicos alto y medio residentes en el Valle de Aburrá adquirieran casa de campo para descanso y recreo, factor que dinamizó a su vez, la demanda por bienes y servicios propios de la urbanización, se posibilitó la instalación de una oferta de turismo y la utilización como zona de recreo para los habitantes de Medellín; primero de una manera muy focalizada en el corredor de la Autopista, pero después extendiéndose a toda la subregión del Oriente cercano, aprovechando el desarrollo vial; de esta manera se convierte en complementaria y dependiente del Área Metropolitana, con todas las secuelas que conllevó.[46]

El corredor de la autopista Medellín – Bogotá es señalado como el causante de las mayores problemáticas en toda la región. A su construcción se le atribuye la génesis de una expansión sobre el entorno regional del Oriente, la cual desato una relación urbano-rural con graves disfunciones territoriales, que en vez de fortalecer las relaciones de vecindario, apareció como un factor exógeno que contribuyó a la transformación y destrucción del tejido local, con la consecuente descomposición social.

Es considerado por algunos como un sistema de configuración lineal con uso industrial y de servicios, contrapuesto a las dinámicas campesinas, que además de afectar los usos y costos de la tierra, deteriora los elementos ambientales y recursos naturales de la región.

- **Composición cultural**

Esta zona del oriente antioqueño es una conjunción de identidades, en donde conviven, valores tradicionales y modernos. El crecimiento, expansión y relocalización de las actividades, asentamientos y demandas; trae consigo el incremento en la pérdida de valores y de las identidades locales.

El sentido de lo local se ha visto fuertemente confrontado con los procesos de modernización impulsados por las grandes obras de infraestructura y la consecuente afluencia de personas con nuevos referentes culturales a los espacios sociales anteriormente solo frecuentados por los habitantes locales. La continua y acelerada integración de la zona al Área Metropolitana implica un mayor número de personas con mayor necesidad de información e integración a espacios que superan la frontera local y la adopción de nuevos patrones de consumo.

[45] Ibíd.
[46] Ibíd.

- **Dependencia del entorno**

Aunque gran parte de la zona del altiplano de Oriente aún es vista como una región netamente agraria y efectivamente aun persista un buen numero de población campesina dedicada a la producción agrícola, es creciente el desarraigo del territorio estimulado por la urbanización, la industrialización y algunos procesos de violencia.

La desestimulación de la producción campesina por la alta concentración de la propiedad y la expansión urbana sobre el área agropecuaria afecta la relación de la población con su territorio y debilita los lazos de dependencia con el entorno natural. Fomentando el cambio en cuanto a las formas de percibir el entorno, cada vez aumenta la tendencia a invisibilizarlo y desconocerlo como proveedor de materias primas y alimentos, lo que se traduce en la desaparición de muchas de las actividades tradicionales, trabajos locales y relaciones sociales.

- **Estructura familiar**

No existe un modelo típico de organización familiar, se presenta de tipo nucleada, extendida y monoparental, sin embargo es la familia el principal eje articulador a partir del cual se estructuran las relaciones sociales, sobre todo en aquellos núcleos que han logrado mantenerse al margen del intenso proceso de urbanización y migración.

Es una estructura con altos niveles de vulnerabilidad por la falta de preparación frente a los sucesos de la industrialización y la urbanización del territorio. Es frecuente encontrar casos de madresolterismo, atomización familiar, entre otros., especialmente entre la población juvenil.

- **Aspectos económicos**

Gran parte de la población encuestada en la zona se dedica a una diversidad de actividades económicas: agropecuarias, industriales, comerciales y de servicios.

Existen varios tipos y tamaños de explotación agrícola, algunas pequeñas parcelas de tipo familiar atendidas por los campesinos lugareños y grandes cultivos entre ellos de floricultura que requieren un considerable número de trabajadores; sin embargo, con el decaimiento del sector en los últimos días los empleos en el sector vienen disminuyendo, no obstante mantenerse como una de las principales fuentes de trabajo para la zona.

La agricultura a pequeña escala se ve afectada por la tendencia a favorecer sistemas de producción más productiva y competitiva, los cambios de uso y valor de la tierra no incentivan la producción agraria, y solo producciones de alta rentabilidad logran subsistir.

En los predios pequeños se observa el fenómeno de modificación en la participación de la mano de obra familiar, en vista del poco rendimiento de las parcelas que no logra sostener al grupo; varios de sus integrantes se ven forzados en muchos casos a abandonar las actividades rurales y recurrir al ejercicio de nuevas actividades en empresas o a terceros. La proliferación de estas ocupaciones rurales no agrícolas, conducen a una economía centrada en los servicios no calificados tales como seguridad, mantenimiento y limpieza.

Existe un considerable número de mujeres vinculadas a actividades por fuera del hogar, rompiendo con el rol tradicional de ama de casa, como respuesta a mejores oportunidades laborales y en la mayoría de los casos por razones económicas, para contribuir a cubrir las necesidades básicas del grupo familiar.

3.4.3.6 Patrimonio arqueológico

En el año 2000, en el desarrollo de la caracterización del estudio de impacto ambiental del proyecto Concesión Vial Aburrá - Oriente se realizó una prospección arqueológica; con el ánimo de evaluar el potencial arqueológico del área de influencia directa del proyecto y la identificación de sitios con características fisiográficas favorables para su ocupación en épocas prehispánicas, que podrían resultar afectados por las obras del mismo.

Como resultado de la prospección arqueológica se obtuvo información acerca de diez sitios con evidencias de antiguas ocupaciones humanas, como característica general de los sitios se registró una baja densidad de material cultural particularmente concentrado en áreas limitadas de cada uno; en el cual sin embargo, fue posible observar características particulares que permitieron relacionarlo con complejos cerámicos identificados previamente para las zonas de Oriente y el Valle de Aburrá.

El resultado del análisis de una muestra recolectada en el sitio El Seminario (CAO-2-09), revela una ocupación para 2000 años antes del presente, según los rasgos estilísticos y tecnológicos la cerámica asociada es similar a la obtenida en los otros sitios prospectados así como también a la ya conocida para algunos sectores del Valle de Aburrá, identificada como perteneciente al llamado estilo Ferrería.

De lo anterior se derivó como medida de manejo la propuesta del rescate arqueológico de 3 de los sitios, los cuales se consideró resultarían afectados por las obras del proyecto.

Como parte de la actualización del estudio, se realizó un recorrido por el trazado del proyecto procurando hacer una identificación de posibles nuevos sitios y la evaluación de los ya propuestos dentro del plan de manejo; en ambos casos se consideraron nuevamente sus características fisiográficas, de conservación y potencial arqueológico.

Previo a la visita, se realizó una revisión de la información secundaria, que permitió obtener una visión general del contexto arqueológico local y regional considerado en el primer estudio. Adicionalmente para este recorrido se contó con cartografía y un GPS para precisar la ubicación de los sitios descritos, igualmente se realizó un registro fotográfico de los sitios para evidenciar el estado de los mismos.

En conclusión con los cambios en el diseño inicial del proyecto, representados en la exclusión de algunas áreas consideradas inicialmente, algunos sitios determinados para labores de rescate y monitoreo no sufrirán la afectación considerada en el estudio previo. Igualmente otros de los sitios considerados con alguna medida de manejo presentan actualmente una gran alteración por diversos eventos, que han afectado de manera diferencial la distribución y conformación de las formas y contenidos, destacándose la alteración por efecto de procesos erosivos asociados a actividades antrópicas o causas naturales.

3.4.3.6.1 Alcance

El reconocimiento y evaluación realizados en el área, pretendió verificar la existencia y estado de los yacimientos arqueológicos en peligro de afectación por las obras del proyecto. La información de campo así como los datos adicionales de carácter secundario revisados, permitieron determinar la importancia arqueológica de la zona de referencia y definir las conclusiones y recomendaciones posteriores.

3.4.3.6.2 Metodología

Revisión de información secundaria: A través de la revisión del informe del estudio realizado en el año 2000, se realizó un acercamiento al área de influencia del proyecto y los sitios incluidos dentro del plan de manejo, especialmente en lo referente a sus características fisiográficas y contenidos culturales, igualmente se consideró la información del diseño actual, con el objeto de tener un panorama general del área de influencia del proyecto.

3.4.3.6.3 Trabajo de campo

Basados en lo anterior se inició el reconocimiento considerando como guía las unidades fisiográficas propuestas.

En primera instancia se revisó la información concerniente a los sitios ubicados en la unidad identificada como Superficie de erosión de Rionegro, verificando su inclusión o no en el diseño actual; logrando concluir que el total de los sitios ubicados en esta zona y dentro del llamado techo del proyecto quedan por fuera del área de influencia de este diseño, por lo tanto no deben considerarse con algún plan de manejo.

Los sitios a los que se hace referencia son los siguientes: uno propuesto para rescate y conocido como Santa Ana de la vereda Playa Rica, municipio de Rionegro, y los propuestos para monitoreo identificados como; CAO-1-02 (Aerocivil), CAO-1-03 (La Leonera), CAO-1-05 (Carmín 1), CAO-1-06 (Carmín 2) y CAO-1-08 (Las Cuchillas).

Posteriormente se realizó un reconocimiento a los sitios identificados dentro del área denominada Unidad de escarpes occidentales del Valle de Aburrá, se visitó el sitio ubicado en predios del Seminario, realizando un recorrido a pie, logrando identificarlo a partir de las características y coordenadas descritas en el estudio previo. Como herramienta de observación se utilizó un plano de escala 1:10.000 que permite reconocer características fisiográficas y hacer inferencias sobre sitios aptos para ocupación y el sistema GPS para corroborar las coordenadas.

Actualmente el sitio presenta una gran intervención antrópica, justamente como resultado de las características favorables para su ocupación expuestas en el estudio previo; representando una notable alteración del contexto y calidad del sitio. (Ver Anexo_3.9 _registro fotográfico_ patrimonio arqueológico, caso particular sitio ubicado en terrenos del Seminario).

Igualmente se realizó un recorrido por los antiguos caminos que ascienden desde Medellín al altiplano de Santa Elena, con el propósito de identificar los puntos de intercepción de estos con el trazado del proyecto, en este trayecto se identificaron varios tramos de los caminos en buen estado de conservación, con obras para encausar el agua como cañuelas y pasos de agua y algunas estructuras como antiguos

muros o vallados muy comunes en esta zona y a los que se les atribuye una función como linderos en épocas antiguas.

En la inspección fue posible corroborar el diagnóstico presentado previamente en el que se expone el evidente deterioro de los tramos de intercepción, a los cuales se suma actualmente el de buena parte de los mismos en ambos costados del abscisado. Durante el recorrido de los caminos solo fue posible identificar algunos tramos, en general la acción de la naturaleza y el hombre han provocado gran deterioro de los mismos. (Ver Anexo_3.9 _registro fotográfico_patrimonio arqueológico, caso particular caminos del Chivo y Tirabuzón)

Adicionalmente se realizó el registro fotográfico de los sitios, así como su georeferenciación.

3.4.3.6.4 Conclusiones

En términos generales con este nuevo reconocimiento se puede concluir que por el estado de alteración de los sitios arqueológicos encontrados en el área de influencia directa del proyecto, tanto por causas naturales como por actividades antrópicas y la ubicación de otros por fuera del alcance del mismo; el grado de impacto ocasionado al patrimonio arqueológico es mínimo y no se requiere la implementación de un plan de rescate arqueológico.

Sin embargo, se insiste en la necesidad de considerar las recomendaciones hechas en el anterior estudio, acerca de la necesidad de tomar las medidas necesarias y realizar una intervención que garantice la estabilidad y la protección de los tramos de los caminos que aún se conservan.

Igualmente es importante anotar la posibilidad del hallazgo de evidencias arqueológicas fortuitas en áreas que no se visitaron; por lo cual se recomienda un monitoreo arqueológico en el sector occidental durante la fase de construcción del proyecto, que mediante el anuncio oportuno del contratista de algún hallazgo, permita implementar de ser necesarias las medidas adecuadas para su rescate.

3.4.3.7 Dimensión Político - Organizativo

En cuanto a la existencia de organizaciones comunitarias en los diferentes sectores y zonas de depósito influenciadas de manera puntual por el proyecto Túnel de Oriente, como se observa en la Tabla 3.121, hay varios tipos de organizaciones conformadas de acuerdo al interés de los grupos de personas que hacen parte de ellas. Las organizaciones más comunes, identificadas por los pobladores dentro de sus comunidades son, las asociaciones de Padres de Familia y las Juntas de Acción Comunal.

Cabe anotar que el nivel de participación de la comunidad en dichas organizaciones no es representativo. Lo anterior puede obedecer a causas como la falta de interés o de información o a la ausencia de comunidad.

Tabla 3.121 Organizaciones Comunitarias

Sectores y zonas	Organizaciones existentes	Personas participantes
Baltimore	Asociación de Padres de Familia	0
Acceso Occidental	Asociación de Padres de Familia	1
Acceso Oriental	Junta de Acción Comunal	0
	Asociación de Padres de Familia	2
	Asociaciones Productivas y Comerciales	0
	Comité Veredal o Municipal	1
	Grupo Religioso	0
Deposito Guarne	Junta de Acción Comunal	0
	Asociación de Padres de Familia	0
	Asociaciones Productivas y Comerciales	1
	Comité veredal o Municipal	0
	Grupo Ecológico o Cultural	0
Deposito Bolivariana	Junta de Acción Comunal	0
	Asociación de Padres de Familia	0

Fuente: integral fichas socioeconómicas aplicadas en campo, 2009.

Como aparece en la Tabla 3.121, en el sector Acceso Oriental y zona de depósito de Guarne, se reportaron más organizaciones comunitarias que en el resto de las zonas intervenidas por el proyecto, y en cuanto a la participación de la población sobresale el sector Acceso Oriental, con tres personas que participan en dos espacios, la asociación de padres de familia y el comité del acueducto rural Sajonia Alto de Vallejo ARSA, ubicado en la vereda Yarumal.

3.5 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La zonificación ambiental del área de influencia del proyecto del Túnel de Oriente, se basa en el conocimiento adquirido durante la elaboración del presente estudio, e incluye la revisión de estudios precedentes. Para esta zonificación se han determinado las sensibilidades ambientales del área de influencia directa, en su condición sin proyecto.

Para cada una de las sensibilidades ambientales, se definieron tres escalas cualitativas de importancia: alta, media y baja, de acuerdo con el grado de importancia de los criterios definidos (físico, biótico y social) y caracterizados en desarrollo de la línea base.

El resultado final de la sensibilidad ambiental son los mapas locales de sensibilidad por dimensiones, que a su vez se unen para generar un mapa único de sensibilidad ambiental del proyecto.

3.5.1 Zonificación Ambiental Dimensión Física

Para la zonificación de la dimensión física se tuvieron en cuenta los componentes aire, agua, geología, suelos y paisaje; cada uno fue valorado independientemente a partir de elementos que se usaron para identificar y localizar las áreas de acuerdo a categorías de sensibilidad ambiental; finalmente, se construyó un mapa de sensibilidad física del área de influencia directa del proyecto.

3.5.1.1 Componente Aire

Para definir la sensibilidad ambiental del componente aire, se tuvieron en cuenta las siguientes características: patrón de dispersión de contaminantes, que depende de la topografía y la localización de los asentamientos humanos. (Véase Tabla 3.122)

Tabla 3.122 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente aire

Elemento	Criterios	Categoría/ puntaje	Localización
La zonificación ambiental del parámetro *calidad del aire* se desarrolló bajo las características de: topografía y localización de los asentamientos urbanos y rurales, los cuales determinan la dispersión de contaminantes.	Zonas de topografía encañonada, en las cuales la dispersión de los contaminantes es casi nula y hay acumulación. Presencia de asentamientos humanos y desarrollo industrial	Alto (3)	Para el sector acceso occidental (Baltimore – portal occidental) del proyecto, se tiene una zona de topografía encañonada y con problemas de dispersión de contaminantes y acumulación
	Zonas de topografía plana a ondulada, en donde se puede presentar concentración de contaminantes como gases y partículas. Zona residencial	Media (2)	En el sector acceso oriental (portal oriental – glorieta Sajonia).
	Zonas de topografía plana, que permiten la alta dispersión de los contaminantes. Ausencia de asentamientos humanos		En el sector túnel de Santa Elena, donde se presentan asentamientos humanos de baja densidad poblacional y explotaciones agrícolas de carácter artesanal.

3.5.1.2 Componente Agua

Los elementos valorados para determinar la sensibilidad ambiental del componente agua son la disponibilidad, la calidad y la dinámica de los cauces, en la Tabla 3.123 se definen cada uno de ellos con los criterios de calificación.

Para cuantificar la sensibilidad se estableció inicialmente el rango de valores (Mínimo y máximo), luego se fijaron los intervalos (bajo, medio y alto) y se procedió con la suma de los puntajes de sensibilidad de cada elemento en las áreas identificadas para dicho componente (Tabla 3.123), este resultado se empleó para construir el mapa del componente.

De acuerdo con lo anterior el rango de la calificación oscila entre tres y nueve, los intervalos y las categorías de sensibilidad son Baja (3-5), Media (5.1-7) y alta (7.1-9).

Tabla 3.123 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente agua

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización del cuerpo de agua
Disponibilidad: Las poblaciones cercanas utilizan tanto las aguas superficiales como las aguas subterráneas para su abastecimiento y con fines agrícolas, lo que genera alteraciones en los cursos de agua en cuanto a su cantidad. Algunos cauces del área de estudio no son permanentes	Al no tenerse en cuenta ninguna regulación en cuanto a la explotación del recurso agua, las poblaciones captan de manera descontrolada las aguas superficiales, generando grandes déficit, principalmente en cauces intermitentes que solo presentan escorrentía superficial en las épocas de invierno	Alta (6)	En los sectores túnel de Santa Elena y túnel Seminario, acceso occidental y oriental
	Cuando existe alguna regulación en cuanto a las demandas del recurso agua otorgadas a las poblaciones y los entes industriales, y se cuenta con una corriente de agua permanente; sin embargo, las intervenciones sobre los cauces generan una disminución considerable de los caudales medios	Media (2)	No aplica
	Se presenta cuando se tienen cursos de agua permanentes y que no presentan un elevado número de captaciones, ya sea por una buena reglamentación del recurso o por otros factores como la calidad.		No aplica

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización del cuerpo de agua
Calidad: Para establecer la sensibilidad ambiental del recurso agua, se tienen en cuenta, además de las condiciones actuales de calidad, medida con el índice NFS-WQI, la permanencia de la corriente y el uso actual del recurso por parte de la población. El índice NFS-WQI agrupa parámetros como DBO_5, oxígeno disuelto, coliformes fecales, nitratos, ph, temperatura, sólidos disueltos, fosfatos, nitratos y turbidez. La calidad del agua permite determinar su funcionalidad ecológica y como servicio ambiental y adicionalmente debe considerarse como un factor que limita la disponibilidad del recurso hídrico y restringe un amplio rango de posibles usos o hacer grandes inversiones para remediar los impactos causados.	Corresponde a aquellas corrientes de buena calidad (según el NFS-WQI, que considera DBO5, OD, Coliformes fecales, nitratos, pH, temperatura, Sólidos disueltos, fosfatos y turbidez).	Alta (3)	No aplica
	Corresponde a aquellas corrientes de calidad media (según el NFS-WQI).	Media (2)	Quebrada la cangreja y La Yerbabuena (Túnel Seminario) Acceso occidental*
	Corresponde a aquellas corrientes de calidad baja (según el NFS-WQI).	Baja (1)	Acceso oriental, Túnel de Santa Elena*
Dinámica: La respuesta de un cauce ante posibles alteraciones en su régimen tanto de caudales como de aporte de sedimentos, o debido a alteraciones antrópicas, genera cambios en el alineamiento de los mismos tanto en planta como en perfil, desplazando su canal natural hacia zonas propensas de erosión y/o sedimentación.	Cauces característicos de zonas con pendientes muy bajas, con amplias llanuras de inundación,con posibilidad de divagacion, sin afectacion de los margenes y no intervenidos. En cauces de alta pendiente escasa o nula intervencion antropica, cuencas en equilibrio geologico, protegidas de erosion por vegetacion, sin posibilidad de modificacion de laderas.de la cuenca frente a eventos extremos.	Baja (1)	Para toda el area de influencia del proyecto por ser una zona poco intervenida y cuyos cauces han llegado a condiciones de equilibrio y no muestran erosiones o problemas que se manifiesten frente a fenómenos extremos.
	Cauces con alineamiento recto en partes de mediana pendiente, con intervenciones humanas que no inciden en modificaciones de las condiciones del flujo como aumento de la velocidad en el cauce. En las partes altas de la cuenca de drenaje, se representa por posibles alteraciones o erosiones de las riveras ante la presencia de fenomenos extremos.	Media (2)	No aplica

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización del cuerpo de agua
	Cauces con un alineamiento predominantemente recto, principalmente sistemas de drenaje característicos de ríos de alta montaña, con cauces encañonados y zonas de inundación pobres y donde existen posibilidades de erosion frente a condiciones normales de flujo. Cauces altamente intervenidos que signifiquen cambios en las velocidades del flujo y en el alineamiento que se manifiesten en socavaciones, movimientos de masa o divagaciones, e incluso aumento de caudal por trasvases de otras cuencas.	Alta (3)	No Aplica

*Información retomada del EIA de 2000

- Valoración de la sensibilidad:

Sensibilidad agua= Disponibilidad+ Calidad+ Dinámica

Tabla 3.124 Sensibilidad ambiental componente agua

Cuerpo de agua (localización)	Elemento			Sensibilidad
	Disponibilidad	Calidad	Dinámica	
Túnel Seminario	3	2	1	6
Acceso occidental	3	2	1	6
Túnel Santa Elena	3	1	1	
Acceso oriental	3	1	1	

3.5.1.3 Componente Geológico

El proceso de zonificación geológico-geotécnica pretende evaluar las potencialidades y restricciones del territorio; sin embargo para el tipo de proyectos viales como la conexión Aburrá-Oriente donde el recorrido es subterráneo principalmente (Túneles) se evaluaron las condiciones de los materiales a profundidad.

La estabilidad de los taludes, excavaciones y llenos se modeló a partir de un reconocimiento de superficie, una campaña geofísica y una serie de exploraciones de campo. Con esta información se diseñaron las medidas y obras de estabilización tratando de minimizar en el área sobre las laderas a intervenir.

3.5.1.4 Componente Suelo

Para la definición de la sensibilidad de este componente, se utiliza únicamente el conflicto por uso del suelo como criterio. Estos conflictos se determinan a partir del uso actual y el potencial y se presentan en cinco rangos. (Véase Tabla 3.125)

Tabla 3.125 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente suelo

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización
Conflicto de uso: • **Sin conflicto (SC):** Los suelos presentan el uso adecuado y no requieren prácticas especiales de manejo. Las características del suelo: pendiente, suceptibilidad a la erosión, profundidad efectiva, drenaje y fertilidad permite cualquier uso. • **Conflicto ligero (CL):** Los suelos presentan el uso adecuado para sus carcterísticas, pero requieren de prácticas sencillas de manejo y de bajo costo para conservarlo: control del aprovechamiento en el caso de las plantaciones. • **Conflicto medio (CM):** Por sus características, los suelos presentan restricciones de uso; sin embargo, en ellos se localizan coberturas que no corresponden a estas restricciones. Por ejemplo: cultivos limpios, en pendientes superiores al 12% en suelos susceptibles a la erosión; cultivos permanente sin prácticas de manejo, en pendientes superiores al 50% en suelos	No se presentan conflictos o estos son ligeros.	[redacted]	Suelos localizados en el sector 2, acceso occidental, cuando empalma con el tunel Seminario y con orientacion hacia el norte. Sector tunel de Santa Elena, donde a lo largo de todo su trayecto (8 km) se localizan zonas de bosques y areas seminaturales. Sector 4 o acceso oriental en la Vereda Yarumal, anteriormente llamada Sajonia y donde se descubre de nuevo el Altiplano del oriente Antioqueño, con pendientes suaves que no permiten el encharcamiento de los suelos.
	Presentan conflicto dentro del rango de medio	Media (2)	En el sector 1 Baltimore. Parte inicial del sector 2 o acceso occidental, zona rural y en las márgenes derecha e izquierda del eje del proyecto, Vereda Media luna (ver Plano AO_EA_ZA_001). En la parte central del sector 3 o túnel de Santa Elena, donde las pendientes son suaves y/o existe un uso actual de Bosques y áreas seminaturales. Sector 4 o acceso oriental en la Vereda yarumal.

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización
susceptibles a la erosión. • **Conflicto severo (CS):** Estos suelos, por sus características, exigen estricta selección de usos y requieren prácticas de manejo factibles, pero muy costosas. Sin embargo, en ellos se localizan coberturas que no cumplen con la selección estricta.	Suelos con conflicto en los rangos severo y muy severo	Alta (3)	Estos suelos se encuentran ubicados en los diferentes sectores del proyecto: parte media del sector 1 o Baltimore, particularmente estos suelos, que según el IGAC se tienen con vocacion Urbana, presentan procesos erosivos , fenomenos de remosion en masa y depositos de deslizamientos. En el sector 2 o acceso occidental, parte alta de las cuencas de las quebradas el vergel, los caunces y la pulgarina. En el sector 3 o techo del túnel de Santa Elena donde el uso actual del suelo entra en conflicto severo con el uso potencial o vocación de uso del mismo. Por último, un pequeño sector en la Vereda Yarumal, acceso oriental del proyecto y hacia el aeropuerto José María Córdova.

3.5.1.5 Componente paisaje

Los elementos valorados para la definición de la sensibilidad de este componente, son: ecología del paisaje y percepción de paisaje.

Tabla 3.126 Localización de áreas de sensibilidad ambiental para el componente paisaje

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización
Ecología del paisaje: Como indicador se toma la cobertura vegetal y con base en las experiencias nacionales acerca de que, en promedio, se debe manejar una cobertura en bosque natural cercana al 30%, para un efectivo control de plagas y enfermedades, se definen los rangos de sensibilidad.	La cobertura vegetal conformada por bosques y rastrojos altos, ocupa menos del 33% del área.	Alta (3)	Sector Baltimore y Sector Acceso Oriental
	La cobertura vegetal conformada por bosques y rastrojos ocupa un área entre el 33% y 67%.	Media (2)	
	La cobertura vegetal conformada por bosques y rastrojos, ocupa más del 67% del área.		Sector Acceso Occidental
Percepción del paisaje: La sensibilidad del paisaje a nivel perceptual, se determinó en función de la existencia y reconocimiento de los diversos referentes paisajísticos en la zona	Se presenta en aquellas zonas con presencia de referentes paisajísticos, cuyo reconocimiento trasciende con facilidad las fronteras de la región en que se localizan.	Alta (3)	Sector Baltimore

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización
estudiada. La trascendencia del elemento paisajístico referencial radica en que permite diferentes interpretaciones, sin perder su identidad como tal, por tanto marca un elemento focalizador que influye y cobija a los diversos contextos existentes a su alrededor.	Se presenta en aquellas zonas con presencia de referentes paisajísticos cuyo reconocimiento es solo local	Media (2)	Acceso Oriental
	Se presenta en aquellas zonas con referentes paisajísticos poco reconocidos en la región, o zonas que no posean referentes.		Acceso Occidental

3.5.2 Zonificación Ambiental Dimensión Biótica

La dimensión biótica será tratada desde los ecosistemas terrestres y ecosistemas acuáticos continentales, de ellos se hará la valoración independiente de los elementos que ocurren en cada uno, los resultados obtenidos de cada componente serán unidos para generar un único mapa para esta dimensión.

3.5.2.1 Componente Ecosistemas Terrestres

Este componente comprende la valoración de tres elementos como son la singularidad de hábitat y de especies, la complejidad estructural y la continuidad de las coberturas; los cuales se estiman a partir de de criterios que reflejan la calidad del ecosistema. En la Tabla 3.127. Se definen los elementos, los criterios y se asignan las categorías y los puntajes que aplican para valorar la sensibilidad ambiental de los ecosistemas terrestres, además se localizan las áreas donde ocurren estos elementos.

- **Importancia de las variables:**

Al aplicar los criterios de cada uno de estos elementos en las coberturas vegetales naturales presentes en el área se obtienen los valores de sensibilidad, los cuales se deben sumar para generar una medida cuantitativa de la sensibilidad, sin embargo se observa que los elementos de acuerdo con su naturaleza y función en el sistema pueden tener valores diferenciales; concretamente y considerando los tres elementos evaluados se definen argumentos que posicionan a la conectividad de las coberturas vegetales como el elemento más importante de los ecosistemas terrestres en el área, ya que este elemento involucra de forma directa procesos biológicos que soportan la permanencia de la biota entre ellos se cuentan, la reproducción, la variabilidad genética, la dispersión de semillas, la oferta de alimento entre otros. Además la intervención antrópica es alta y los usos del suelo dominantes vulneran la conectividad de hábitats.

Para este tratamiento se convino las siguientes constantes de calificación para los elementos: uno para la Singularidad del Hábitat y especies (SHE), uno para Complejidad estructural (CE) y dos para la Conectividad de coberturas (CC). De acuerdo con lo anterior la sensibilidad ambiental de los ecosistemas terrestres se

estima a partir de la siguiente ecuación: SAET= SHE+CE+ (2) CC, los valores y categorías de sensibilidad ambiental se observan en la Tabla 3.127.

Tabla 3.127 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente ecosistemas terrestres.

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización de coberturas
Singularidad del Hábitat y especies: Particularidades del ecosistema que favorecen la presencia de especies singulares (animales y vegetales), adaptadas a dichos atributos del hábitat. Carácter de enclave, áreas en buen estado de conservación. Además se considera la presencia de especies, categorizadas a partir de causas como la rápida reducción de las poblaciones y la pérdida de hábitat.	Alta diversidad de especies. Algunas son características de ecosistemas maduros, pueden presentarse especies endémicas. Se estima además la presencia de especies amenazadas que al considerar las poblaciones del área operan actualmente las amenazas.	Alta (5)	Bosque quebrada La Espadera
	Mezcla de especies de amplia distribución (sean cosmopolitas o pioneras) con otras de distribución más restringida. Además se localizan poblaciones de especies amenazadas en el área pero sobre éstas localmente no operan las amenazas.	Media (3)	Quebrada La Aguadita Quebrada Sajonia
	Baja riqueza y/o diversidad de especies. En muchos casos hay especies dominantes. Por lo general, no tienen requerimientos específicos de hábitat y son cosmopolitas. Además en el área no se localizan especies amenazadas.		Quebrada La Bocana Quebrada La Pastora Quebrada Chupadero Quebrada Mediagua Quebrada Santa Elena Quebrada La Cangreja

Elemento	Criteros	Categoría/ puntaje	Localización de coberturas
Complejidad estructural: Hace referencia directa a la estratificación de las coberturas vegetales; la diversidad y la estructura poblacional de las especies; condiciones que se expresan en la diversidad de microhábitats donde son permanentes las interacciones ecológicas.	Hábitats que presentan diversos estratos, se incluyen además accidentes topográficos y ambientes con microclimas muy variados (claros de bosques, pantanos, llanuras de inundación, etc); la intervención antrópica es de baja intensidad.	Alta (5)	Bosque quebrada La Espadera
	Hábitats con procesos de sucesión intermedia, con una escasa presencia de especies de la flora original, con pocos estratos ya que hay dominancia de poblaciones; sobre ellos es frecuente la intervención antrópica selectiva o facultativa.	Media (3)	Quebrada La Aguadita Quebrada Sajonia
	hábitats con suseciones vegetales tempranas (rastrojos bajos, pastos abandonados), se presenta allí un estrato inicial incipiente con poblaciones dominantes; los usos del suelo principalmente son de caracter productor (ganadero o agrícola).		Quebrada La Bocana Quebrada La Pastora Quebrada Chupadero Quebrada Mediagua Quebrada Santa Elena Quebrada La Cangreja
Conectividad de coberturas: se valora la posibilidad que se de el desplazamiento de la biota a través del territorio entre fragmentos de hábitats aislados; se involucra en este aspecto hábitats vecinos que aunque diferentes en su estructura pueden ofrecer recursos similares como refugio o alimento.	Coberturas pertenecientes a una matriz homogénea de mayor área o de gran continuidad donde funcionalmente se dan conectores (Corredores biológicos), pueden abarcar gradientes ambientales.	Alta (5)	No aplica
	Mosaicos de sucesiones vegetales formados por eventos de diferente naturaleza, donde es posible el desplazamiento de la biota con alto riesgo para su sobrevivencia.	Media (3)	Bosque quebrada La Espadera
	Pequeñas áreas boscosas muy aisladas, inmersas en medio de grandes áreas donde los usos predominantes del suelo de producción y donde las perturbaciones tiendan a permanecer.		Quebrada La Bocana Quebrada La Pastora Quebrada Chupadero Quebrada Mediagua Quebrada Santa Elena Quebrada La Cangreja

- **Rango de la calificación:**

Comprende entre 4-20, en los intervalos de sensibilidad, Baja (4-9), media (9.1-15) y Alta (15.1-20).

Tabla 3.128 Sensibilidad ambiental componente ecosistema terrestre.

Cobertura	Elemento/Puntaje									Sensibilidad (mapa de colores)
	SHE+			CE+			(2)CC			
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	
Túnel Seminario			1			1			2	
Acceso occidental	5			5			10			20
Túnel Santa Elena			1			1			2	
Acceso oriental		3			3			3		

3.5.2.2 Componente Ecosistemas acuáticos

- **Sensibilidad ambiental de ecosistemas acuáticos**

La sensibilidad de los ecosistemas acuáticos y la fauna íctica se estima a partir de la valoración de los siguientes elementos, teniendo para los ecosistemas acuáticos: estructura y conservación del entorno, distribución espacial y diversidad de especies, capacidad de recuperación, vulnerabilidad de especies, y recuperación del estado de la comunidad. Para hacer la valoración de los elementos de los ecosistemas se tienen en cuenta los criterios descritos en la Tabla 3.129.

Tabla 3.129 Localización de las áreas de sensibilidad ambiental del componente ecosistemas acuáticos

Elemento	Criterios	Categoría/ puntaje	Localización de cada uno de los elementos en el área de estudio
Estructura y conservación del entorno: la dinámica del ecosistema está determinada por factores internos y externos. Estos últimos están relacionados con el estado de conservación de las zonas aledañas, y el intercambio de materiales indispensable en el aporte de nutrientes y la estructura del hábitat. Estos eventos facilitan la conexión	Sistemas rodeados por bosques maduros, alta conectividad interdependencia de transporte y circulación del material alóctono	Alta (3)	Quebrada La Espadera
	Ecosistemas rodeados por bosques medianamente conservados, buen aporte de materiales y nutrientes	Media (2)	Quebrada La Cangreja, La Bocana, Santa Elena y Sajonia.

Elemento	Criterios	Categoría/ puntaje	Localización de cada uno de los elementos en el área de estudio
entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, por lo que la influencia en alguno de los componentes se transmite tanto en la estructura, como en la dinámica ecológica.	Ecosistemas altamente intervenidos, predominan sistemas terrestres de baja diversidad y poca disponibilidad de recursos (zonas abiertas, potreros, monocultivos), disminución en la cantidad de material alóctono necesario para el ecosistema e incremento de la cantidad de material contaminante.		Toda el área de influencia del proyecto, excepto las quebradas La Cangreja, La Espadera, La Bocana, Santa Elena y Sajonia
Distribución espacial y diversidad de especies: las características diferenciales en los ecosistemas lóticos, respecto a los factores bióticos y abióticos, determinan la distribución de las especies de peces consecuencia de la heterogeneidad en la oferta de recursos y probabilidad de sobrevivencia de los individuos, afectando la diversidad presente. Estos factores permiten evaluar el estado y capacidad de respuesta del sistema ante condiciones desfavorables. De esta manera ecosistemas conformados por especies ampliamente distribuidas y diversidad baja son menos sensibles que, ecosistemas con especies de distribución reducida y diversidad alta.	Especies endémicas, restringidas a áreas y requerimientos ambientales específicos, no necesariamente abundantes. Ecosistemas con alta diversidad.	Alta (3)	Ninguno de los ecosistemas presentes en el área de estudio.
	Especies tanto de amplia distribución como restringida, presentándose valores de diversidad medios.	Media (2)	Quebrada La Espadera, La Cangreja, Santa Elena y Sajonia, aunque no hay especies restringidas, la diversidad es media y estan medianamente perturbados.
	Especies ampliamente distribuidas, y generalmente abundantes conformando ecosistemas con poca diversidad.		Toda el área de influencia del proyecto excepto las quebradas La Espadera, La Cangreja, Santa Elena y Sajonia. Las especies halladas en todos los ecosistemas acuaticos son de amplia distribución en el Oriente Antioqueño pero no de gran abundancia.
Capacidad de recuperación: hace referencia a la resiliencia del sistema, la cual se considera como la posibilidad de revertir los procesos perturbadores para regenerar condiciones similares a aquellas que existían antes de	Capacidad de recuperación baja, se modifica sustancialmente la composición y la diversidad de especies.	Alta (3)	Quebrada La Espadera, la capacidad de recuperación es baja pues aun está bastante conservada, por lo cual una modificación severa puede afectar de forma significativa el ambiente, siendo entonces dificil la recuperación del mismo.

Elemento	Criterios	Categoría/ puntaje	Localización de cada uno de los elementos en el área de estudio
la intervención, sin modificar sustancialmente la composición y diversidad de especies.	Capacidad de recuperación media, ya que incorpora nuevas especies pero también recupera especies que existían anteriormente	Media (2)	Toda el área de estudio, ya que son ambientes con poca cantidad de agua, área y longitud de los cauces, la mayoria sin conecccion a otros ambientes a donde puedan migrar las especies, la mayoria de los ambientes estan muy perturbados dichas caracteristicas los hacen vulnerables a los cambios.
	Capacidad de recuperación alta, es capaz de restablecer las especies existentes aunque pueden llegar algunas especies colonizadoras.		Ninguno de los ambientes tiene una alta capacidad de recuperación.
Vulnerabilidad de especies: las especies de peces presentan exigencias amplias respecto a la elección de hábitat y alimento. Además muchas de éstas tienen épocas reproductivas determinadas por la estacionalidad. Por esto cualquier alteración en el ecosistema se refleja en la dinámica de la comunidad íctica, que puede generar la pérdida o disminución de especies de peces, y la ubicación de éstas en alguna categoría de amenaza según el Libro Rojo de peces dulceacuícolas y marinos de Colombia	Especies de distribución restringida, endémicas o que se encuentran en las categorías en peligro o en peligro critico de extinción.	Alta (3)	Ninguno de los ecosistemas presentes en area de influencia directa posee especies endemicas o en peligro de extinción
	Especies cuya capacidad de tolerancia se reduce al incrementar el efecto adverso. Por lo general más selectivas y/o especializadas, especies vulnerables.	Media (2)	NInguno de los ecosistemas presentes.
	Especies tolerantes a procesos de alteración del hábitat o especies invasoras, generalmente oportunistas y se especializan rápidamente en la explotación de los recursos disponibles. En ninguna categoría de vulnerabilidad.		Toda el área de estudio.
Disponibilidad de recursos: dada la heterogeneidad del ecosistema acuático y los tipos de sistemas, la oferta de recursos en el medio varia, seleccionando el tipo de especies capaz de soportar condiciones de escasez o de especializarse en la explotación de un recurso.	Sistemas de origen natural, con una amplia disponibilidad de recursos y materiales. Dinámica del sistema dependiente de la alta conectividad. Generalmente cuencas hidrográficas de gran importancia para la zona.	Alta (3)	Ninguno de los ambientes dentro del área de estudio se agrupa en esta categoría, ya que tienen poca conectividad entre estos. La disponibilidad de recursos es baja debido a que estan rodeadas de ambientes poco conservados, en su mayoria potreros.

Elemento	Criterios	Categoría/ puntaje	Localización de cada uno de los elementos en el área de estudio
También se relaciona con la conectividad de los sistemas.	Ambientes de origen artificial o natural conectados con otros sistemas, que facilita la interacción a través de la llegada de materiales y de una amplia disponibilidad de recursos.	Media (2)	No aplica
	Ambientes de origen artificial, altamente intervenidos y con aportes externos reducidos de materiales y nutrientes, así como de una baja oferta de recursos autóctonos.		Toda el area de estudio, ninguno de estos ecosistemas presentan conectividad entre ellos, ni estan asociados a un ecosistema de gran tamaño por lo cual generalmente no hay flujo biotico entre ecosistemas.
Recuperación del estado de la comunidad: hace referencia a la capacidad de las comunidades ícticas de recuperación frente a la acción de factores desfavorables, que pueden afectar el tamaño poblacional y la estructura trófica de la comunidad, debido a la pérdida de especies clave o ingenieros ecosistémicos. Esto se relaciona con la predominancia de especies, las características alimentarías y los procesos reproductivos de éstas.	Especies con reproducción estacional, especialistas (iliófagas), generalmente migratorias y de tamaños poblacionales menores.	Alta (3)	Ninguno de los ambientes dentro del area de estudio.
	Especies con reproducción continua y estacional, tamaños poblacionales medianos, no necesariamente abundantes y con algún grado de especialidad alimenticia (ictiófagas o herbívoras).	Media (2)	Quebradas La Cangreja, La Espadera, La Bocana y Sajonia, poseen especies propias del Oriente Antioqueño con diversidades y tamaños poblacionales medios,
	Especies de reproducción continua, grandes tamaños poblacionales, generalistas y principalmente omnívoras, que les facilita la explotación de material de origen alóctono.		Los demás sitios del área de estudio

- **Rango de calificación**

Según los criterios de valoración antes mencionados se asigna un valor de 1, 2 o 3 a cada elemento para determinar la sensibilidad baja, media o alta respectivamente. Luego se obtiene la calificación del componente ecosistemas acuáticos y fauna íctica sumando el valor de cada elemento. Así, el resultado del análisis de la sensibilidad del componente ecosistemas acuáticos y fauna íctica por estaciones de muestreo se presenta en la Tabla 3.130 y sigue la siguiente fórmula para su cálculo.

$$SEA = ECE + DEDE + CR + VE + DR + REC$$

Donde:

Sensibilidad Ecosistemas acuáticos (SEA)

Estructura y conservación del entorno (ECE)

Distribución espacial y diversidad de especies (DEDE)

Capacidad de recuperación (CR)

Vulnerabilidad de especies (VE)

Disponibilidad de recursos (DR)

Recuperación del estado de la comunidad (REC)

Rango de la calificación: Comprende entre 4-20, en los intervalos de sensibilidad, baja (4-9), media (9.1-15) y alta (15.1-20). Ver Plano AO_EA_ZA_002.

Tabla 3.130 Sensibilidad del componente ecosistemas acuáticos y fauna íctica

Estación	Elementos						
	ECE	DEDE	CR	VE	DR	REC	SEA
Túnel Seminario	2	2	2	1	1	2	[redacted]10[redacted]
Acceso Occidental	3	2	3	1	1	2	[redacted]12[redacted]
Túnel Santa Elena	1	1	1	1	1	1	[redacted]
Acceso Oriental	2	2	2	1	1	2	[redacted]10[redacted]

3.5.3 Zonificación del Medio Social

La zonificación de la dimensión social tiene como fin manifestar el nivel de vulnerabilidad que muestra un colectivo en términos de las variables que inciden en su calidad de vida (características socioeconómicas, de infraestructura y culturales). Se define la "vulnerabilidad"; como una serie de factores económicos, sociales y culturales que determinan el grado en que un grupo social está en condiciones de asumir cualquier riesgo, ya sea por la disminución o incremento de las condiciones de vida presentes, y/o la capacidad de prevención y respuesta en términos de su organización como seres sociales y de los recursos.

Para definir la vulnerabilidad social se operacionaliza a través de indicadores las variables de cada uno de los elementos evaluados en la línea base, cuyo resultado final muestra, el grado de vulnerabilidad del medio.

Determinar de forma cuantitativa la vulnerabilidad social es fundamental, para evaluar la magnitud y el impacto de futuros eventos, ya que ésta tiene una relación directa con las condiciones sociales, la calidad de la vivienda y la infraestructura, y en general el nivel de desarrollo.

La "vulnerabilidad" se expresará en alta, media y baja sensibilidad, cada una de estas categorías contará con valores numéricos.

3.5.3.1 Variables que intervienen en la vulnerabilidad social de la población

3.5.3.1.1 Variables de desarrollo social

- **Población**

Se consideran la distancia del asentamiento humano al centro proveedor de bienes y servicios, y de sus condiciones de vida

Se consideran la distancia del asentamiento humano al centro proveedor de bienes y servicios, y de sus condiciones de vida

- **Educación**

Las características educativas influyen directamente en la adopción de actitudes y conductas preventivas y de autoprotección de la población. Para esta evaluación se consideraron indicadores que proporcionan un panorama general del nivel educativo: Analfabetismo o población de 15 años y más que no sabe leer y escribir, y nivel de escolaridad que demuestra la garantía del derecho a la educación.

- **Salud**

Uno de los principales indicadores de desarrollo se refleja en las condiciones de salud de la población, es por eso necesario conocer la capacidad de atención o infraestructura, recursos técnicos y humanos para la prestación del servicio y la accesibilidad de la población a los servicios básicos de salud (cobertura en seguridad social. La insuficiencia de servicios de salud reflejará directamente la vulnerabilidad de la población.

- **Cultura**

Se asumen como criterios para evaluar la sensibilidad cultural, el territorio, las relaciones sociales y el nivel de arraigo de los grupos culturales asentados.

- **Patrimonio arqueológico**

Se evalúa el potencial arqueológico de la zona y las características de la evidencia cultural identificada en el área de influencia directa.

- **Vivienda**

La vivienda como elemento determinante de conformación del espacio social, es el lugar en donde se desarrolla la mayor parte de la vida, principalmente en las zonas rurales. La accesibilidad y las características de la vivienda determinan en gran parte la calidad de vida de la población. Cuando el estado de una vivienda es precario, el

número y la intensidad de los factores de riesgo que se presentan por diversos fenómenos resultan elevados y las amenazas a la salud de sus habitantes se incrementan de igual manera.

La vulnerabilidad de una vivienda, se reflejará tanto en los materiales de construcción, como en el número de habitaciones y en los servicios básicos con los que cuenta o de los que carece.

- **Empleo e ingresos**

La generación de ingresos, determina dependiendo el contexto, el sustento de las personas. Los indicadores de la condición de ocupación, empleo e ingresos se refieren principalmente a una situación vulnerable, donde la condición de vida es precaria y las familias de bajos ingresos sólo pueden atender sus necesidades inmediatas.

3.5.3.1.2 Variables de prevención frente al riesgo

Dentro de los problemas comunes ocasionados al presentarse un desastre se encuentran: el desplazamiento de la población, las enfermedades transmisibles, problemas de alimentación y nutrición, los problemas de suministro de agua y saneamiento y el daño a la infraestructura de viviendas, centros educativos, vías de comunicación, servicios públicos básicos, y áreas de cultivo, entre otros, así como el nivel organizativo de las comunidades para gestionar, ejercer liderazgo, actuar en grupo.

Teniendo en cuenta los efectos anteriores, la capacidad de prevención y respuesta debe considerar:

- **Recursos**

Esta variable hace referencia Sistema de Atención y Prevención de Emergencias, y el grado de consolidación de la gestión institucional e interinstitucional en procesos de planificación y de recursos para establecer una capacidad de respuesta oportuna para la prevención y mitigación de las amenazas y los riesgos.

- **Organización**

Procesos organizativos y educativos de enseñanza e información para las comunidades y fortalecimiento de las mismas en el conocimiento de los factores de riesgo y sus posibles acciones y responsabilidades para la prevención y atención de los riesgos.

En la Tabla 3.131 se presenta la definición detallada de los indicadores seleccionados para cada variable, así como la interpretación de su comportamiento para los diferentes grados de sensibilidad (alta, media y baja).

Tabla 3.131 Descripción de variables e indicadores utilizados para la Sensibilidad Social

Variable	Indicadores	Calificación
Población	Se consideran la distancia del asentamiento humano al centro proveedor	**Alta**: Cuando el desplazamiento desde la localidad hacia el centro de bienes y servicios requiere más de una hora a pie y no se dispone de una conexión por vía carreteable para el desplazamiento vehicular

Variable	Indicadores	Calificación
	de bienes y servicios	**Media**: Cuando el desplazamiento desde la localidad hacia el centro de bienes y servicios requiere más de una hora a pie y se dispone de una conexión por vía carreteable en regulares condiciones con opción para el desplazamiento vehicular
		Baja: Cuando el desplazamiento desde la localidad hacia el centro de bienes y servicios se realiza en menos de media hora a pie y se dispone de una conexión por vía carreteable en buenas condiciones para el desplazamiento vehicular
Educación	1. Analfabetismo	**Alta**: Cuando un porcentaje mayor al 15% de la población mayor de 15 años no sabe leer y escribir y un porcentaje mayor al 30% de la población adulta tiene un bajo nivel educativo (analfabetismo potencial)
		Media: Cuando un porcentaje entre el 5% y el 14% de la población mayor de 15 años, no sabe leer y escribir y un porcentaje entre el 16% y 29% de la población adulta presenta un bajo nivel educativo (analfabetismo potencial)
		Baja: Cuando un porcentaje inferior al 4% de la población mayor de 15 años no sabe leer y escribir y un porcentaje inferior al 15% de la población adulta presenta bajo nivel educativo
	2. Escolaridad	**Alta**: Cuando un porcentaje inferior al 50% de la población en edad escolar no está vinculada al sistema educativo
		Media: Cuando un porcentaje entre el 51% y el 80% de la población en edad escolar se encuentra vinculada al sistema educativo
		Baja: Cuando un porcentaje superior al 81% de la población en edad escolar está dentro del sistema educativo
Salud	1. Capacidad instalada	**Alta**: Se considerarán aquellas poblaciones que no cuentan con el recurso salud, en términos de la infraestructura instalada y los recursos.
		Media: Se aplica para las poblaciones que cuentan con infraestructura y recursos en las categorías de centro o puesto de salud.
		Baja: Para las poblaciones que disponen de hospital dotado con recursos humanos y físicos adecuados y la existencia de servicios complementarios, como instituciones de salud y consultorios particulares.
	2. Cobertura	**Alta**: Cuando más del 50% de la población está por fuera del Sistema General de Seguridad Social y no se encuentra afilada a una institución en salud que los atienda y son clasificados como vinculados, es decir, quienes no tienen definida su situación en salud.
		Media: La población que tiene como máximo el 20% de la población por fuera del Sistema General de Seguridad Social y el 30% no cuenta con afiliación a alguna entidad de salud que le preste el servicio.

Variable	Indicadores	Calificación
		Baja: Cuando toda la población está registrada en el Sistema General de Seguridad Social y está afiliada a una entidad de salud que preste el servicio.
Cultural	1. sentido de pertenencia, arraigo y reconocimiento del territorio	**Alta:** En el caso que el territorio es reconocido por las comunidades, con referentes simbólicos, en lo económico y social, las relaciones sociales cuentan con una amplia red de apoyo, ayuda mutua, derechos y obligaciones en el uso de los recursos disponibles y el tiempo de permanencia es superior a 20 años **Media:** El territorio es reconocido por los habitantes como patrimonio económico, con referentes simbólicos y redes sociales débiles. El tempo de permanencia es entre 6 y 19 años. **Baja: El** territorio es solo reconocido como proveedor económico, el tiempo de permanencia es inferior a 5 años.
Patrimonio arqueológico	Potencial arqueológico	**Alta:** Áreas con evidencia de antiguas ocupaciones y vestigios arqueológicos en peligro de afectación como vallados, caminos prehispánicos y estructuras prehispánicas. **Media:** Áreas con evidencias arqueológicas y patrimonio cultural **Baja:** Áreas con evidencia arqueológica y patrimonio cultural actualmente alteradas por procesos naturales y antrópicas.
Vivienda	1. Disponibilidad de servicios	**Alta**: En la localidad menos del 30% de las viviendas tienen disponibilidad de servicios públicos básicos
		Media: En la localidad entre el 31% y el 70% de las viviendas tienen disponibilidad de servicios públicos básicos
		Baja: En la localidad más del 71% de las viviendas tienen disponibilidad de servicios públicos básicos
	2. Condiciones de habitabilidad (cualitativo)	**Alta**: Viviendas en condiciones precarias, es decir que más del 70% los materiales de las paredes y pisos son inadecuados y solamente cuentan con una sola habitación como dormitorio.
		Media: Viviendas en condiciones medias, es decir que menos del 71% los materiales de las paredes y pisos son inadecuados y cuentan con más de dos habitaciones como dormitorio.
		Baja: Viviendas en otras condiciones, es decir que un porcentaje inferior al 30% los materiales de las paredes y pisos son inadecuados y cuentan con más de tres habitaciones como dormitorio.
Empleo e Ingresos	1. Condiciones de vida en relación con la satisfacción de sus necesidades (cualitativo)	**Alta**: Mas del 70% de la población vive en condiciones precarias, y escasamente cubren sus necesidades de alimentación
		Media: Entre el 30% y el 69% de la población vive en condiciones precarias, y cuya actividad económica es un medio para su manutención
		Baja: Menos del 29% de la población vive en condiciones precarias y la actividad económica de la población permite un nivel de ingresos para abastecer además de la alimentación otras necesidades básicas.
	2. Razón de dependencia	**Alta**: Cuando una proporción mayor al 50% de los miembros del hogar dependen económicamente de otro.
		Media: Cuando un porcentaje entre el 30% y el 49% de los miembros del hogar dependen económicamente de otro

Variable	Indicadores	Calificación
		Baja: Cuando menos del 29% de los miembros del hogar dependen económicamente de otro.
Prevención frente al riesgo	1. Grado de consolidación del Sistema de Prevención de Emergencias	**Alta**: El Sistema de Atención y Prevención de Emergencias no existe.
		Media: Cuando el Sistema de Atención y Prevención de Emergencias se encuentra como uno de los Programas priorizados por la Administración Municipal a fin de fortalecer y consolidar los procesos de gestión institucional e interinstitucional.
		Baja: Cuando el Sistema de Atención y Prevención de Emergencias Municipal se encuentra consolidado en términos de gestión institucional e interinstitucional por su articulación en procesos de planificación y de recursos para establecer una capacidad de respuesta coordinada, oportuna y eficaz en la prevención y mitigación de las amenazas y los riesgos.
	2. Organización de las comunidades frente al riesgo	**Alta**: No existe en la comunidad el Comité local de emergencias.
		Media: Las organizaciones de base cuentan con un comité de emergencias pero sin una coordinación con el Comité Municipal
		Baja: Las organizaciones de base cuentan con un comité para el manejo de riesgo en coordinación con el Comité Municipal de Emergencias.

3.5.3.2 Calificación

A partir de la interpretación de datos cuantitativos e información cualitativa, se procedió a calificar las variables asignándole un puntaje a cada indicador según el nivel de sensibilidad que éste represente en la zona de estudio. Los valores convenidos y su equivalencia en la escala de calificación individual son los siguientes:

- **Sensibilidad del indicador**

Puntaje: Alta: 5, Media: 3, Baja 1

- **Resultados**

Finalmente, se presenta un cuadro en el que se consolidan los resultados por cada sector definido para el proyecto Túnel de Oriente, diferenciando cada indicador señalado en la Tabla 3.131. Al final de cada fila se promedian los puntajes obtenidos por indicador y al final de cada columna se presenta el promedio de los puntajes para cada sector (Tabla 3.132).

Esta calificación agregada expresa la sensibilidad global del componente social para cada sector, la cual puede interpretarse de acuerdo con la siguiente escala: Rango de la calificación de: baja (0-1), Media (1,1-3) y Alta (3,1-5). (Ver Plano AO_EA_ZA_003)

Tabla 3.132 Asignación de puntajes por indicadores y calificación del medio social

Variable	Indicador	Sector				
		Baltimore	Acceso occidental	Túnel de Santa Elena	Acceso oriental	Totales por indicador (promedio)
Población	Distancia al centro poblado	1	1	1	1	
Educación	Analfabetismo	5	3	1	5	3,5
	Escolaridad	1	1	1	1	
Salud	Capacidad instalada	1	1	1	1	
	Cobertura	1	1	1	1	
Cultural	Sentido de pertenencia, arraigo y reconocimiento del territorio	1	1	3	3	2
Patrimonio arqueológico	Potencial arqueológico	1	3	1	1	1,5
Vivienda	Disponibilidad de Servicios	1	1	1	1	
	Condiciones de habitabilidad	1	1	1	1	
Empleo e ingresos	Condiciones de vida	1	1	1	1	
	Razón de dependencia	1	3	5	5	3,5
Prevención frente al riesgo	Grado de consolidación del sistema de prevención del riesgo	1	1	1	1	
	Organización comunitaria frente al riesgo	1	1	1	1	
Totales por sector (promedio)		1,3	1,5	1,5	1,8	1,5

3.5.4 Mapa de zonificación ambiental

Después de agrupar la sensibilidad ambiental de los componentes en cada una de las dimensiones tratadas de forma cuantitativa, cualitativa y expresada en escala de colores, estos resultados a su vez fueron unidos para generar un mapa de zonificación ambiental único en el área de influencia directa del proyecto Túnel de Oriente; en este proceso se da el caso que para un área determinada al cruzar los valores de sensibilidad de las tres dimensiones (física, biótica o social), se presentan valores (colores) diferentes, para este caso predomina el valor de sensibilidad más alta. (Ver Plano AO_EA_ZA_004).

Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

TABLA DE CONTENIDO

4 DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES 4.1

4.1 AGUAS SUPERFICIALES 4.1

4.1.1 Sitio de captación: 4.1

4.1.2 Calidad del agua: 4.1

4.2 VERTIMIENTOS 4.4

4.3 OCUPACIÓN DE CAUCES 4.5

4.4 APROVECHAMIENTO FORESTAL 4.6

4.4.1 Solicitud para permiso de aprovechamiento forestal único: 4.6

4.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN 4.8

4.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS 4.9

4.7 RESIDUOS SÓLIDOS 4.9

4.7.1 Impactos ambientales previsibles 4.9

4.7.2 Alternativas de tratamiento, manejo y disposición final e infraestructura asociada 4.10

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1. Calidad de agua quebrada La Yerbabuena 4.2

Tabla 4.2 Lista de puentes con ocupación de cauces..... 4.5

Tabla 4.3 Composición florística en las áreas de intervención del Sector Baltimore..... 4.6

Tabla 4.4 Volumen que se requiere remover en el Sector Baltimore 4.8

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 Esquema sistema de captación 4.3

Figura 4.2 Perfil sistema de captación 4.3

LISTA DE ANEXOS

Anexo_4.1_Formulario Único Nacional de Concesión aguas superficiales

Anexo_4.2_Formulario Único Nacional de Vertimientos

Anexo_4.3_Formulario Único Nacional de Ocupación de Cauces

Anexo_4.4_Formulario Único Nacional de Aprovechamiento forestal bosques naturales o plantados no registrados

4 DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES

Para la construcción, puesta en marcha y operación del Túnel de Oriente es necesaria la utilización de recursos naturales; por lo tanto, será necesario solicitar a la autoridad ambiental competente, permisos como concesión de aguas superficiales, materiales de construcción, ocupación de cauces y aprovechamiento forestal para adecuación del área; igualmente se hace necesario el control de vertimiento de aguas y disposición de residuos sólidos.

En la Resolución 1764 de 2002, de CORNARE se otorga Licencia Ambiental para la ejecución y desarrollo de la Conexión Vial Aburrá – Oriente, en su Artículo Tercero se otorgan los siguientes permisos, concesiones y autorizaciones:

- Permiso de vertimientos para aguas residuales domésticas e industriales generadas en las instalaciones del proyecto.
- Permiso de emisiones atmosféricas para las plantas de trituración y producción de asfaltos.
- Permiso de aprovechamiento forestal único para la construcción de las vías de acceso.
- Autorización de los sitios de depósito.

De acuerdo con lo anterior, se deben solicitar los permisos que no fueron otorgados en esta Resolución; a continuación se suministra la información sobre los recursos naturales a utilizar por el proyecto como insumo para que en el momento que sea necesario, se puedan diligenciar los formularios únicos existentes para cada permiso, excluyendo los ya otorgados.

4.1 AGUAS SUPERFICIALES

Para la etapa de construcción en el Sector Acceso Occidental se plantea utilizar la Quebrada la Yerbabuena. A continuación se menciona la información sobre esta corriente de agua; temas puntuales como el caudal de demanda deberá ser precisado por el contratista que lleve a cabo la construcción de proyecto.

4.1.1 Sitio de captación:

La captación proyectada sobre la quebrada Yerbabuena para abastecer la demanda de agua, para consumo humano deberá construirse, en las coordenadas X= 836620.81 Y=1179790,20; esta ubicación puede ser modificada en la ingeniería de detalle.

4.1.2 Calidad del agua:

En las siguientes tablas se detallan los parámetros de calidad encontrados en la quebrada La Yerbabuena. (Ver Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Calidad de agua quebrada La Yerbabuena

Parámetros	Magnitud
Parámetros InSitu	
T agua (°C)	19,1
Conductividad µg/ cm	195
pH UN	7,32
Oxigeno Disuelto mg/L	2,95
Parámetros fisicoquímicos	
Alcalinidad Total mg/L	84,41
Cloruros mg/L	<3,0
DBO5 mg/L	43
DQO mg/L	105,7
Fósforo Total mg/L	0,122
Nitritos mg/L	0,005
Nitratos mg/L	0,5
Dureza Total mg/L	65,9
Sólidos Totales mg/L	140
Sólidos Suspendidos mg/L	17,1
Sólidos disueltos mg/L	122,9
Sulfato mg/L	10,56
Turbiedad NTU	19,56
Hierro mg/L	1,22
Parámetros microbiológicos	
Coliformes Totales UFC	70
Coliformes Fecales UFC	$1600*7010^3$

En la Figura 4.1 y la Figura 4.2 se muestra el esquema básico en planta y perfil, planteado para llevar a cabo la captación en la quebrada la Yerbabuena, el cual puede estar sujeto a cambios de acuerdo con lo sugerido por el contratista.

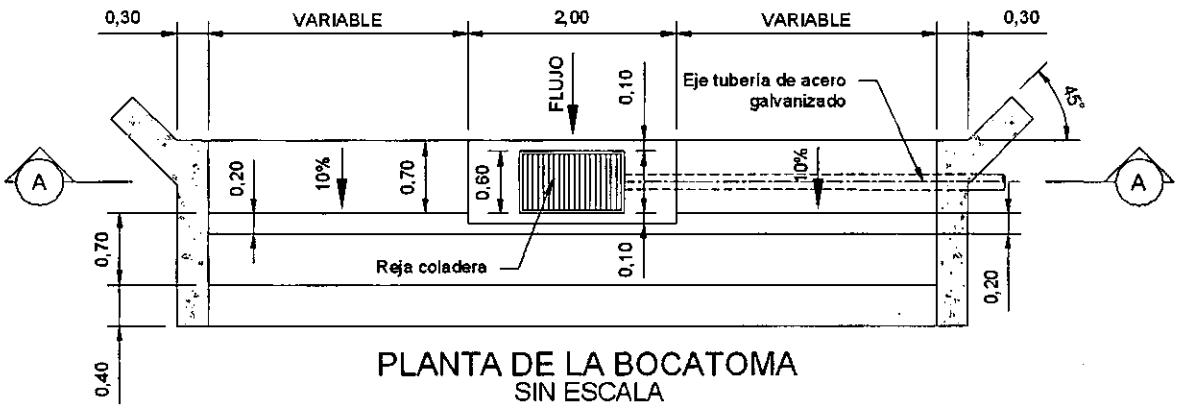


Figura 4.1 Esquema sistema de captación

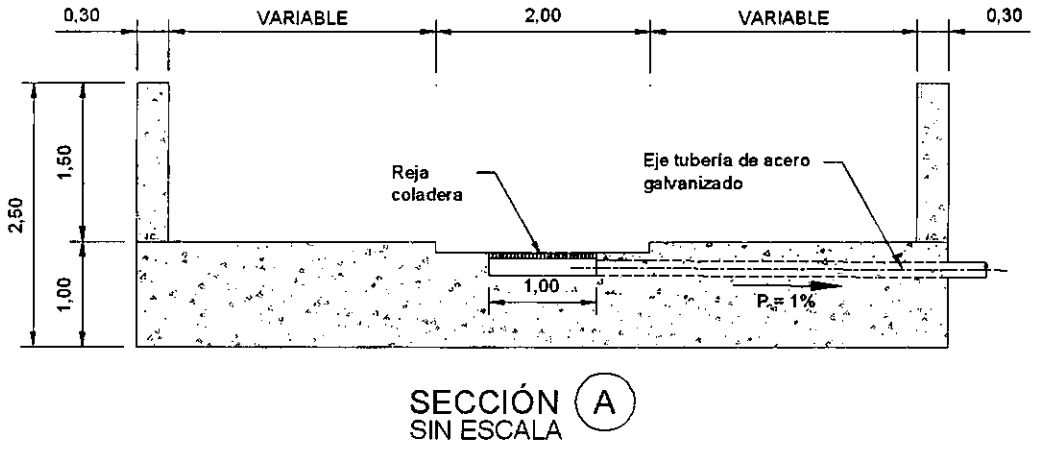


Figura 4.2 Perfil sistema de captación

En la etapa de construcción en el Sector Acceso Oriental será necesario solicitar concesión de aguas para la quebrada Sajonia y llevar a cabo los muestreos necesarios para identificar la calidad del agua. En la etapa de operación para este mismo sector se verificará si es posible la conexión a un acueducto veredal en el sector de Sajonia, como lo señala el Informe de Diseño, Capítulo 6, Diseño de los Túneles y Obras Anexas, numeral 6.8 Diseños hidrosanitarios, en donde se plantea que el suministro de agua para el sistema contraincendios y uso de servicios en las edificaciones, se realizará a partir de captaciones de acueductos de la zona, además se describe ampliamente el diseño de la infraestructura necesaria para tal propósito.

En el Anexo_4.1 se presenta el Formulario Único Nacional de Concesión de aguas superficiales, que deberá ser diligenciado, en el momento en que la autoridad ambiental lo requiera.

4.2 VERTIMIENTOS

Antes de ser vertidas las aguas residuales domésticas e industriales que se producen al interior del túnel, se realizará un tratamiento que permita la remoción de los contaminantes, para asegurar tanto el cumplimiento de la legislación vigente, como la minimización de los impactos posibles que se puedan generar por el vertimiento de estos efluentes sin previo tratamiento a otros cuerpos de agua.

Durante la etapa de operación el sistema de drenaje y disposición de aguas residuales, recolectará las aguas servidas provenientes de los baños, sanitarios, lavamanos, cocinas, de los edificios en cada uno de los portales y las conducirá hasta un sistema de tratamiento que consiste en un tanque séptico y un lecho filtrante para finalmente ser entregadas, ya descontaminadas en las quebradas cercanas. En el informe de diseño, Capitulo 6 Diseño de los Túneles y Obras Anexas, numeral 6.8.3 Drenaje y Disposición de Aguas Residuales de los Edificios del Túnel de Santa Elena, se definen las características técnicas de las obras necesarias para el tratamiento de las aguas residuales. Se calcula que el punto de descarga de los vertimientos que se generen en el acceso oriental del túnel de Santa Elena están ubicados aproximadamente en las coordenadas X=1175429, Y=847623 y para el acceso occidental en las coordenadas X=840986, Y=1180381. Véase el plano AO-VI-ED-026.

Para cada uno de los túneles se proyectó una estructura con el propósito de separar el agua y retener los aceites y líquidos livianos tales como gasolina, ACPM, etc., en caso de derrames accidentales dentro de los túneles. Para determinar las dimensiones del tanque se tuvieron en cuenta principalmente, el caudal de entrada al tanque del líquido a separar y la velocidad de ascenso de las partículas de aceite al separarse del agua. El sistema se diseñó en forma similar a un tanque sedimentador. En la selección del caudal de diseño se tuvieron en cuenta dos posibilidades, la primera considera el caudal que se usó en el diseño de la canaleta del túnel; la segunda, que finalmente fue la escogida, considera el caudal de dos salidas de hidrante más el volumen de los líquidos derramados, ésto dio un caudal de diseño de 50 l/s. La estructura se describe en el informe de diseño, Capitulo 6 Diseño de los Túneles y Obras Anexas, numeral 6.8.5 Tanque Separador de Aceite.

La solicitud para el trámite de permiso de vertimientos, debe anexar toda la información referenciada anteriormente, en el cual se detalle el proceso de tratamiento que se pretende adoptar para el efluente; caudal a verter, documentos que acrediten la personería del peticionario, poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado; y certificado de existencia y representación legal (persona jurídica), Copia de la escritura de adquisición del predio y certificado de tradición con vigencia de expedición no superior a dos meses. Ver el anexo_4.2_ Formulario Único Nacional de Vertimientos.

4.3 OCUPACIÓN DE CAUCES

El Permiso de ocupación de cauce es el que deben tramitar las personas naturales o jurídicas públicas o privadas que en desarrollo de su proyecto, obra o actividad requieran construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua.

Dentro de las obras que se llevaran a cabo en el proyecto, que requieren solicitud del permiso de ocupación de cauce, estan los puentes localizados en las quebradas: Los Caunces, La Pastora, El Chupadero, Mediagua, La Espadera, La Bocana y La Sajona, cuya ubicación se muestra en la Tabla 4.2. Además de los puentes, se construirá un Boxcolver en la quebrada La Aguadita.

Tabla 4.2 Lista de puentes con ocupación de cauces

Puente	Abscisa Inicial	Abscisa Final
Puente Intercambio Baltimore Lazo 3	km 0 + 237.71	km 0 + 387.71
Puente Intercambio Baltimore Lazo Palmas	km 0 + 130	km 0 + 170
Puente Quebrada Los Caunces	km 6 + 902	km 6 + 952
Puente Quebrada La Pastora	km 7 + 572	km 7 + 687
Puente Quebrada El Chupadero	km 8 + 161	km 8 + 186
Puente Quebrada Mediagua	km 8 + 345	km 8 + 440
Puente Quebrada La Espadera	km 9 + 050	km 9 + 230
Puente Quebrada la Bocana	km 10 + 015	km 10 + 120
Puente Intercambio de Sajonia	A km 19 + 161 (km 19 + 178.74)	A km 19 + 570 (km 19 + 587.74)

Las características técnicas, tales como: materiales, longitud, dimensiones, etc de dichos puentes se describen en el Informe de Diseño, Capitulo 2, Diseño de la Infraestructura, numeral 2.2 Puentes y Estructuras.

Debido a que la mayoría de las quebradas existentes en la zona presentan fuerte pendiente y que en muchos casos la rasante proyectada para la vía está localizada muy por encima del cauce de las quebradas en el sito de cruce, las dimensiones definitivas de los puentes no están controladas por aspectos hidráulicos, sino por criterios topográficos, geotécnicos, de alineamiento de la vía y estructurales.

Para obtener los permisos de ocupación de cauce debe enviarse solicitud dirigida a la Corporación Ambiental competente y en ella indicar:

- Nombre y apellido del solicitante (persona natural) o razón social (persona jurídica)
- Nombre del representante legal (persona jurídica o entidad territorial)
- Identificación (cédula de ciudadanía o NIT)
- Razones técnicas para la ejecución de la obra o trabajo
- Descripción de las obras a construir se encuentran en el capítulo de diseño.

En el anexo _4.3_ Formulario Único Nacional de Ocupación de Cauces

4.4 APROVECHAMIENTO FORESTAL

Según el Decreto 1791 de 1996, el aprovechamiento forestal "Es la autorización que otorga la autoridad ambiental para el aprovechamiento de un bosque en particular o de árboles aislados ubicados en predios de propiedad privada o en zonas públicas, bien sea bosque plantado o bosque natural."

Aprovechamiento forestal único en terrenos de dominio privado: es el que se realiza por una vez en áreas donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso diferente al forestal, o cuando existan razones de utilidad pública e interés social. Este tipo de aprovechamiento puede contener la obligación de dejar limpio el terreno al término del mismo, pero no la renovación o conservar el bosque.

4.4.1 Solicitud para permiso de aprovechamiento forestal único:

Para obtener el permiso de aprovechamiento forestal único debe enviarse solicitud dirigida a la Corporación Ambiental competente y en ella indicar (Anexo _4_4_ Formulario Único Nacional de Aprovechamiento forestal bosques naturales o plantados no registrados)

- Nombre y apellido del solicitante (persona natural) o razón social (persona jurídica)
- Nombre del representante legal (persona jurídica o entidad territorial)
- Identificación (cédula de ciudadanía o NIT)
- Ubicación
- Especies a aprovechar: El listado de especies a remover, de acuerdo con el inventario forestal realizado, se presenta en la Tabla 4.3.
- Anexos
  - Plano del área de aprovechamiento (Plano AO_DE_LB_001).
  - Estudio técnico que demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal.
  - Plan de aprovechamiento forestal: El Plan de Aprovechamiento Forestal se encuentra dentro del Programa que tiene por objeto prevenir, mitigar y compensar los impactos sobre el componente biótico que se generarán por la construcción del proyecto. Dentro del Plan de Manejo Ambiental se incluye un programa para atender todo lo relacionado con el aprovechamiento de las zonas que serán ocupadas por las obras, a saber: Programa de reforestación y manejo de la vegetación.
- Además de los anexos anteriormente citados al diligenciar el formulario de aprovechamiento forestal se debe adjuntar copia de la escritura de adquisición del predio y Certificado de tradición con vigencia de expedición no superior a dos meses.

Tabla 4.3 Composición florística en las áreas de intervención del Sector Baltimore

Familia	Especie	Nombre común
Anacardiaceae	*Anacardium excelsum*	Caracolí

Familia	Especie	Nombre común
	Mangifera indica	Mango
	Toxicodendron striatum	Manzanillo
Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabana
Arecaceae	*Aiphanes aculeata*	Corozo
Asteraceae	*Asteraceae Indet. 1*	
	Asteraceae Indet. 2	
Bignoniaceae	*Jacaranda mimosifolia*	Gualanday
	Tecoma stans	Chirlobirlo
Bombacaceae	*Ceiba pentandra*	Ceiba
	Ochroma lagopus	Balso
Caesalpinaceae	*Albizia carbonaria*	Pisquin
Cecropiaceae	*Cecropia angustifolia*	Guarumo
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Ciprés
Euphorbiaceae	*Hyeronima sp.*	
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate
	Persea caerulea	Aguacatillo
Liliaceae	*Dracaena fragrans*	dracena
Lythraceae	*Adenaria floribunda*	Chaparro
Melastomataceae	*Miconia caudata*	
	Miconia jahnnii	
Mimosaceae	*Acacia melanoxylon*	Acacia negra
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro
Moraceae	*Ficus benjamina*	Falso laurel
	Ficus sp.	Higuerón
	Ficus tonduzii	Lechoso
Myrsinaceae	*Myrsine coriaceae*	Espadero
Myrtaceae	*Eucalyptus saligna*	Eucalipto
	Eucalyptus sp.	Eucalipto
	Psidium guajava	Guayabo
	Syzygium jambos	Pomo
Oleaceae	*Fraxinus uhdei*	Urapán
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino patula
Rutaceae	*Citrus reticulata*	Mandarino
	Citrus sp.	Cítricos

Familia	Especie	Nombre común
	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo
Sterculiaceae	*Theobroma cacao*	Cacao
Ulmaceae	*Trema micrantha*	Surrumbo
Urticaceae	*Urera sp*	

Fuente: Integral 2009

4.4.1.1 Volumen, cantidad o peso aproximado de lo que se pretende aprovechar

Para la ejecución del proyecto en el Sector Baltimore se requiere remover un volumen total (VT) de 322,43 m3 y 248,45 m3 de volumen comercial (VC), como se observa en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Volumen que se requiere remover en el Sector Baltimore

Polígono	Área (m^2)	N	Vt (m^3)	Vc (m^3)
Portal oriental Túnel Seminario	18.698	321	43,87	33,05
Intercambio Vial de Baltimore	4.099	158	105,27	95,45
Portería Seminario	3.341	26	4,30	2,66
Portal occidental Túnel Seminario	3.985	124	33,02	25,10
Depósito Seminario	56.828	214	31,12	18,53
Depósito Bolivariana	58.286	328	104,86	73,67
Total	**145.237**	**1.171**	**322,43**	**248,45**

N: Número de individuos, Vt: Volumen total; Vc: Volumen comercial
Fuente: Integral 2009

4.4.1.2 Uso que se pretende dar a los productos:

La madera proveniente de los árboles será utilizada para estacas, señales, elaboración de formaletas y parales, andamios, soportes, cercas, etc. que se necesiten para la construcción del proyecto.

Los resultados e información obtenida a partir del inventario forestal y las estimaciones de volumen y biomasa se presentan en el capítulo de caracterización (numeral 3.3.1).

4.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En la investigación de las fuentes de material presentada en el informe de diseño, Capitulo 4 Geotecnia, numeral 4.9 Fuentes de materiales de construcción, se evaluaron: la Cantera Yarumal (Cuarzodiorita) y las excavaciones del portal oriental del túnel (Anfibolita), para determinar su uso potencial en el proyecto, los resultados de laboratorio indican que ambos materiales cumplen satisfactoriamente con las especificaciones técnicas para los agregados de los concretos y los pavimentos. No obstante, se deberá tener en cuenta que estos materiales deberán recibir un

tratamiento convencional de trituración, clasificación y lavado, de tal forma que puedan obtenerse agregados gruesos y arena que cumplan con las especificaciones técnicas del proyecto.

4.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Para la planta de trituración y producción de asfalto que será instalada por el constructor, será necesario el permiso de emisiones atmosféricas, que ya fue otorgado en el artículo tercero, apéndice b) de la resolución 1764 de 2002, por medio de la cual se otorgó licencia ambiental para el proyecto vial.

Para el funcionamiento de la planta trituradora y de producción de asfaltos, además de este permiso de emisiones atmosféricas se debe solicitar permiso de concesión de aguas y de vertimientos para su funcionamiento, estos deberán ser solicitados por el constructor una vez se tenga definida la ubicación de la misma, que debe estar acorde con lo establecido en los usos del suelo del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio en el que establezca.

4.7 RESIDUOS SÓLIDOS

La Política Nacional de Residuos Sólidos establece la necesidad de optimizar los procesos productivos, realizar el máximo aprovechamiento y valorización de los residuos producidos bajo condiciones de sostenibilidad, tratar los restantes para reducir su volumen y características ofensivas al medio ambiente y construir sitios controlados de disposición final.

A partir de las actividades desarrolladas durante las etapas de construcción y operación del proyecto, se puede identificar la producción de residuos ordinarios y especiales.

Los residuos ordinarios o domésticos son los provenientes de las actividades humanas y se clasifican en orgánicos e inorgánicos.

Se estima una producción per cápita (PPC) de 0,65 Kg/hab-día, tomada del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, Tabla F.1.2 - Valores típicos de la PPC para municipios colombianos de acuerdo al Nivel de Complejidad. De la producción diaria de residuos se asume un sesenta por ciento (60%) de residuos orgánicos y un cuarenta por ciento (40%) de residuos inorgánicos, de acuerdo a información sobre la composición de los residuos sólidos para municipios de Colombia. Esta información se debe verificar por medio de una caracterización de residuos sólidos una vez se inicie la construcción y se conozca el número de obreros.

Para materiales especiales, como el material excedente resultado de la construcción de este proyecto vial, en especial en lo que se refiere a los excedentes de los túneles, se tienen definidas las zonas de depósito de materiales sobrantes, descritos con detalle en el Informe de Diseño, Capítulo 4. Geotecnia, Numeral 4.8. Zonas de depósitos de materiales sobrantes.

4.7.1 Impactos ambientales previsibles

- Contaminación de fuentes de agua cercanas.

- Contaminación del suelo.
- Contaminación del aire por la generación de gases como el metano.
- Producción de malos olores.
- Proliferación de vectores transmisores de enfermedades a la población.
- Deterioro paisajístico.
- Deterioro o perdida de hábitats de especies de flora y fauna.

4.7.2 Alternativas de tratamiento, manejo y disposición final e infraestructura asociada

Para los residuos ordinarios y domésticos se plantea la implementación de programas y proyectos para su manejo, estos deben incluir temas como:

- Aforo y caracterización de residuos sólidos.
- Separación de residuos en la fuente.
- Reciclaje de material inorgánico.
- Tratamiento de residuos orgánicos para producción de abono.
- Se deberán definir las medidas de mitigación y manejo para disminuir los impactos paisajísticos, conforme a las regulaciones ambientales existentes.
- No se aceptarán materiales o elementos que vengan mezclados con otro tipo de residuos como basuras, residuos líquidos, tóxicos o peligrosos.
- Los vehículos destinados para el transporte de materiales deberán tener involucrados a su carrocería los contenedores o platones apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte.
- El espacio público utilizado para el almacenamiento temporal de los materiales, deberá ser debidamente delimitado, señalizado y optimizado al máximo su uso, con el fin de reducir las áreas afectadas.

Capítulo 5. Evaluación ambiental

TABLA DE CONTENIDO

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO 5.1

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL AMBIENTE Y ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO 5.1

5.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS 5.6

5.2.1 Sin proyecto 5.6

5.2.2 Con proyecto 5.18

5.2.3 Fichas de impactos 5.20

5.2.4 Calificación y jerarquización de impactos 5.41

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.1 Descripción de los elementos del Medio ambiente 5.2

Tabla 5.2 Descripción de las actividades del proyecto 5.4

Tabla 5.3 Evaluación de los componentes del medio sin proyecto 5.7

Tabla 5.4 Matriz de identificación de impactos. Actividad vs Elemento 5.19

Tabla 5.5 Lista de los impactos identificados 5.21

Tabla 5.6 Calificación del Impacto Ambiental 5.42

Tabla 5.7 Matriz de calificación de impactos 5.42

Tabla 5.8 Jerarquización de impactos 5.43

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

La evaluación de impactos ambientales para el ajuste del Estudio de Impacto Ambiental de Túnel de Oriente, comprende la realización de tres tareas:

- Identificación de los elementos del ambiente y actividades para el Proyecto.
- Identificación de los impactos potenciales.
- Evaluación de los impactos con y sin proyecto.

La primera de estas tareas está referida a reconocer cuáles serán las dimensiones, componentes y elementos del ambiente y las actividades del proyecto, de acuerdo con las etapas previas, de construcción, operación y mantenimiento.

La segunda se refiere a reconocer cuáles serán los efectos que las actividades de cada una de las fases, a ser desarrolladas como parte del proyecto, provoquen sobre el medio ambiente.

Finalmente, la tercera fase de evaluación, se refiere a la tarea de desarrollar un juicio de valor acerca de los impactos identificados, con el objetivo de establecer una priorización de éstos, que a su vez permita identificar las medidas de mitigación que logren, de la manera más adecuada posible, atender los impactos ambientales que pudieran surgir a causa de la implementación, operación y mantenimiento del Túnel.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL AMBIENTE Y ACTIVIDADES PARA EL PROYECTO

Se describen los elementos y componentes del ambiente, incluidos en las dimensiones física, biótica y social, susceptibles a cambios, ocasionados por las actividades desarrolladas en las etapas previas, de construcción, de operación y de mantenimiento del proyecto; se muestran en la Tabla 5.1 y en la Tabla 5.2.

Tabla 5.1 Descripción de los elementos del Medio ambiente

Dimensión	Componente	Elemento	Descripción
FÍSICA	GEOLOGÍA	Geomorfología	Descripción del relieve terrestre continental de las áreas contempladas en el proyecto.
		Geotecnia	Estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales de la corteza terrestre.
	AGUA	Calidad del agua superficial	Cantidad y estado de equilibrio de sustancias biodegradables, inertes, suspendidas, adheridas o transportadas que se encuentran en las corrientes superficiales.
		Calidad del agua subterránea	Cantidad y estado de equilibrio de sustancias biodegradables, inertes, suspendidas, adheridas o transportadas que se encuentran en las corrientes subterráneas.
		Disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales	Es la relación de volumen de agua entre el número de personas en un tiempo determinado.
		Dinámica de las corrientes superficiales y subterráneas	Estado de equilibrio de las corrientes superficiales y subterráneas en función de la geomorfología, geología, hidrología, transporte de sedimentos.
	AIRE	Calidad del aire	Definida en función de la existencia material particulado, humos, CO_{x1}, NO_{x1}, SO_{x1} y H_2S, de acuerdo a los niveles permisibles bajo la normatividad ambiental vigente en el país.
		Niveles de presión sonora	Sonidos que pueden causar molestias, reducción o pérdida total de la audición en personas y ahuyentar o causar estrés a la fauna.
	SUELO	Propiedades químicas y físicas	Descripción e interpretación de los parámetros en campo y laboratorio de las condiciones físico-químicas del recurso.
		Procesos erosivos	Degradación y pérdida del suelo.
		Usos del suelo	Diferentes usos que el hombre puede dar a la tierra, su estudio y los procesos que llevan a determinar el más conveniente en un espacio específico.
	PAISAJE	Calidad visual	Se evalúan los efectos del proyecto sobre el paisaje y de este en la percepción visual por parte del observador.
BIOTICA	ECOSISTEMAS TERRESTRES	Cobertura vegetal	Caracterización de las unidades de cobertura vegetal, se identifican las zonas de vida y formaciones vegetales. Caracterización y cuantificación de las diferentes unidades florísticas, se identifican especies endémicas amenazadas o peligro crítico y que tengan importancia, económica, ecológica y cultural.
		Composición de las poblaciones de fauna (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos)	Caracterización de los principales grupos faunísticos asociados a las coberturas vegetales y usos del suelo identificados, determinando su importancia en el contexto regional y a nivel ecológico y económico, se identifican especies endémicas amenazadas o en peligro crítico.

Dimensión	Componente	Elemento	Descripción
	ECOSISTEMAS ACUATICOS	Composición de las poblaciones de fauna acuática	Descripción de los diferentes cuerpos de agua encontrados en la zona continental del área de influencia directa del proyecto. Descripción del fitoperifiton, los macroinvertebrados acuáticos, peces, ictioplancton y especies endémicas amenazadas o en peligro crítico.
SOCIAL	DEMOGRÁFICO	Dinámica poblacional	Perspectivas de cambio en las variables poblacionales que inciden en las políticas de desarrollo y en la prestación de servicios básicos a la población
	ESPACIAL	Infraestructura de transporte y medios de comunicación	Descripción de las condiciones operativas de los medios de transporte y de los diferentes medios de participación comunicativas presentes en las localidades que interviene el proyecto.
		Servicios públicos y sociales	Equipamientos y recursos para la satisfacción de necesidades básicas colectivas (educación, salud, acueducto, alcantarillado, energía, teléfono) en una zona determinada.
	ECONÓMICO	Finanzas municipales	Conjunto de las rentas, impuestos y demás bienes de cualquier índole regidos por entes públicos.
		Actividades productivas	Acciones que realiza el hombre para obtener, transformar e intercambiar los recursos que ofrece la naturaleza, inscritos en los sectores primario, secundario y/o terciario de la economía.
		Propiedad (tenencia de la tierra)	Relación definida jurídicamente entre un individuo o un grupo y la tierra.
	CULTURAL	Manifestaciones culturales	Expresiones realizadas por el hombre en forma material o espiritual como la danza, el canto, inclinaciones religiosas.
		Patrimonio arqueológico	Potencial del sitio por sus características arqueológicas, históricas, culturales.
	POLÍTICO ADMINISTRATIVO	Presencia institucional	Tipo y número de entidades del orden público presentes en el área de estudio.
		Organización comunitaria	Asociación entre actores sociales de la sociedad civil para fortalecer el ejercicio ciudadano y el desarrollo humano y para articular e implementar respuestas a sus necesidades colectivas.
		Conflicto de intereses	Conflicto en las relaciones entre diferentes actores presentes en la zona de influencia y el proyecto.

Tabla 5.2 Descripción de las actividades del proyecto

Etapa	Actividad	Descripción
PREVIA	Estudios básicos (diseños y EIA)	Incluye actividades de reconocimiento inicial, visitas, entrevistas, estudios geológicos, geotécnicos e hidráulicos, levantamientos topográficos, realización de diseños, diagnósticos y caracterizaciones socioeconómicas, recopilación de información ambiental, gestión institucional, circulación de personal y equipos.
	Socialización del proyecto	Comunicar el proyecto a las comunidades aledañas al área del proyecto y las autoridades locales como la Alcaldía, Gobernación y Autoridades Ambientales entre otros, comprende reuniones con los líderes comunitarios, alcalde, representantes de la autoridad ambiental, funcionarios de la Gobernación.
	Adquisición de predios	Proceso de adquisición de predios o áreas requeridas para la ejecución de las diferentes obras. Requieren acompañamiento social.
CONSTRUCCIÓN	Contratación de mano de obra	Proceso de selección y contratación de mano de obra calificada y no calificada para la ejecución de las obras y creación de fuentes de trabajo indirecto.
	Desmonte y Limpieza	Esta actividad se refiere a los trabajos necesarios para la eliminación de la cobertura vegetal y el suelo orgánico, de todas las zonas necesarias para la construcción, esto incluye todo el ancho de la base del terraplén, zanjas de préstamo lateral, caminos de acceso, bancos de préstamo, buzones de almacenamiento de material, áreas destinadas a la instalación de campamentos, plantas trituradoras, plantas de asfalto y otra infraestructura que se instalará y que forma parte del proyecto.
	Montaje de campamento y construcciones temporales	Instalaciones temporales y talleres para el funcionamiento de maquinaria y equipos, sitios de reparación y mantenimiento de equipos, acopio de insumos y materiales para la construcción, sitios de estadía de cuadrillas de obreros. Esta es una actividad que estará presente durante todo el tiempo de construcción previsto.
	Demolición	Demolición de viviendas, de pavimento rígido, de construcciones de zona dura, de muros, de estructuras de concreto (alcantarillas, cabezotes, y pocetas), de cercos presentes en la zona donde se ubicará el proyecto.
	Excavaciones superficiales y subterráneas	Se refiere a todas las actividades de corte, tanto las necesarias para el alineamiento de la carretera, así como las que se requieren para la conformación del Túnel (perforaciones horizontales) y explotación de bancos de préstamo, e incluso las excavaciones requeridas para el mejoramiento del sistema de drenaje. En esta actividad se incluyen todas las excavaciones requeridas, tanto manuales como mecánicas.
	Disposición final de material sobrante	Acondicionamiento y conformación de terraplenes y operación de sitios para almacenar, en forma temporal o permanente, los residuos de excavaciones, así como la disposición final en sitios previamente autorizados.
	Operación de maquinaria y equipo.	Esta actividad se refiere a la operación de cualquier maquinaria y/o equipo, estático o móvil, incluye el traslado de materiales e insumos a la zona de construcción, el movimiento de la maquinaria durante su operación o la simple operación de la misma. Contempla además las actividades de mantenimiento de los equipos (cambios de aceite, lubricado, limpieza, etc.)

Etapa	Actividad	Descripción
	Operación de plantas de trituración.	Para la construcción de las obras será necesaria la implementación de plantas de trituración de agregados, las cuales contarán con áreas de acopio, zona de procesamiento de materiales (trituración), zona de lavado. La operación de estas plantas involucra el proceso de cribado, triturado, lavado y acopio de los materiales, para su posterior empleo en la construcción de la vía. El tiempo de operación de estas plantas será menor al previsto para la operación de los campamentos.
	Operación de talleres, almacenes y depósitos	Reparación y mantenimiento de equipos, que conlleva a la manipulación de volúmenes considerables de combustibles, lubricantes y disolventes. Manejo y suministro de los insumos y materiales requeridos para la ejecución de las diferentes actividades y fases del proyecto.
	Construcción de obras de arte	Esta actividad es la que se refiere a la construcción de alcantarillas, cunetas, estructuras de protección de ríos, muros y otros, sin considerar las excavaciones necesarias para su construcción.
	Pavimentación	Colocación de carpeta asfáltica, incluye la colocación de sub base y base granular.
	Instalación o relocalización de redes de servicio público	Traslado o montaje de redes de servicio público tales como teléfono, energía, acueducto, gas que puedan ser afectadas por la ejecución de las obras y actividades.
	Obras finales, incluye: Acabados, Amoblamiento urbano, Obras de protección, Señalización definitiva.	Terminación final de las estructuras u obras con los materiales establecidos en los diseños.
		Instalación de elementos tales como bancas, canecas, luminarias, protectores de árboles, según especificaciones técnicas. ,
		Engramados (siembra técnica de material vegetal de todos los estratos), tratamiento para retención de bloques de roca y drenes horizontales.
		Instalación de elementos visuales utilizados para regular el tránsito vehicular y de peatones y delimitar la obra.
OPERACIÓN	Circulación	Puesta en uso de la nueva infraestructura, con la realización de programas de formación ciudadana
	Mantenimiento	Actividades propias para garantizar el óptimo funcionamiento de la infraestructura
	Derrame por valorización	Distribución de los costos del proyecto sobre los predios que se benefician por la construcción del mismo.

5.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

5.2.1 Sin proyecto

En la Tabla 5.3 se consigna una síntesis del estado del medio ambiente del área de influencia directa del proyecto, describiendo las **condiciones actuales** del territorio haciendo énfasis en las principales alteraciones de cada uno de los elementos y componentes ambientales analizados en el estudio del proyecto y se describe su tendencia, teniendo en cuenta el desarrollo local y regional, la dinámica económica, los planes gubernamentales, la preservación y conservación de los recursos naturales.

Tabla 5.3 Evaluación de los componentes del medio sin proyecto

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
GEOLOGÍA	Geomorfología	El corredor del proyecto inicia en el valle de Aburrá, sobre la ladera suroriental de la ciudad en vertientes suaves con algunos descansos por depósitos. Pasa a la ladera centro oriental de la ciudad a través de un pequeño túnel, sigue el flanco izquierdo de la quebrada Santa Elena con pendientes suaves que paulatinamente se empinan hasta llegar a ser escarpadas. A partir de allí y en medio del macizo rocoso oriental se llega hasta el sector de Sajonia, en medio de una superficie de erosión (colinas suaves y topografía ondulada)	El proceso de ocupación antrópica generará nuevos procesos erosivos y una variación de los caudales en las corrientes. Adicionalmente la explotación maderera se extenderá en la vertiente. El paisaje como sistema no cambiará en su conformación, solo se incrementarán las tasas de erosión por intervención antrópica.
	Geotecnia	Actualmente en el corredor vial no existen obras de infraestructura de importancia, solo pequeños asentamientos y carreteables que siguen la topografía.	La evolución geotécnica de las vertientes estará relacionada con eventuales fenómenos locales de remoción en masa, naturales para las pendientes de estas laderas. En el caso de ejecutarse desarrollos urbanísticos en los sectores de Quinta Linda Alta y Lotes de Bolivariana se generarán importantes taludes de corte, vías y alteraciones en el régimen de aguas.
AGUA	Calidad del agua superficial	La gran intervención antrópica genera gran presión sobre el recurso hídrico, sobre las fuentes de agua superficiales y subterráneas y así mismo sobre su calidad; sufriendo alteraciones a causa de la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias tóxicas que provienen de diversas fuentes.	Es posible que exista un aumento de la población, la cual genere aun más presión sobre los recursos naturales entre ellos el agua deteriorándose más su calidad.
	Calidad del agua subterránea	En la zona de influencia del proyecto no existen reportados aprovechamientos subterráneos de agua, en coincidencia con las condiciones geológicas adversas para el establecimiento de acuíferos explotables. En cuanto a las corrientes superficiales, estas son aprovechadas masivamente para acueductos particulares, veredales y el riego de cultivos	El crecimiento demográfico normal de las comunidades asentadas en el corredor obligará al aumento del caudal requerido de las corrientes superficiales, llegando incluso al límite disponible en el mediano plazo. Las aguas subterráneas no sufrirán alteración alguna, por lo ya descrito (condiciones geológicas inadecuadas)
	Disponibilidad de	La gran intervención antrópica genera gran presión	Es posible que exista un aumento de la

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
	aguas subterráneas y superficiales	sobre el recurso hídrico, sobre las fuentes de agua superficiales y subterráneas y así mismo sobre su calidad; sufriendo alteraciones a causa de la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias tóxicas que provienen de diversas fuentes.	población, la cual genere aun más presión sobre los recursos naturales entre ellos el agua deteriorándose más su calidad.
	Dinámica de las corrientes superficiales y subterráneas	Cauces rectos y de alta pendiente, con poca intervención antrópica, escasas llanura de inundación, valles encañonados y afloramiento de roca, que impiden erosiones fuertes en los causes actuales	Alta intervención antrópica, construcciones y rectificación de los cauces, alteraciones en los drenajes naturales y en los sistemas de escorrentía, transvases de cauces y alteraciones en las laderas producto de incremento en las construcciones.
AIRE	Calidad del aire	Las altas concentraciones de material particulado en suspensión en el Valle de Aburrá son atribuibles a la combinación de factores climáticos, tráfico vehicular y ciclos productivos industriales. Adicionalmente se deben considerar las características de circulación de aire en el valle, las cuales no favorecen los procesos de dispersión de emisiones. El Valle de San Nicolás posee unas condiciones de calidad del aire buena, las cuales se ven favorecidas por la topografía de la región, las condiciones climáticas y los procesos de dispersión atmosféricos.	La tendencia para el valle de San Nicolás y el Valle de Aburrá es que los procesos industriales de gran escala crezcan y el flujo vehicular se incremente causando condiciones inadecuadas niveles de contaminación del aire, ruido y además de circulación y movilización.
	Niveles de presión sonora	Los niveles de presión sonora en el valle de Aburrá y San Nicolás se atribuyen al tráfico vehicular y a la operación de las grandes industrias principalmente, estando el Valle de San Nicolás en mejores condiciones que el valle de Aburrá.	La tendencia para el valle de San Nicolás y el Valle de Aburrá es que los procesos industriales de gran escala crezcan y el flujo vehicular se incremente causando condiciones inadecuadas niveles de contaminación del aire, ruido y además de circulación y movilización.
SUELO	Propiedades químicas y físicas	Por las Asociaciones existentes en la zona del proyecto, se puede indicar que en general los suelos presentan una fertilidad de baja a muy baja con algunas excepciones en el altiplano de Santa Elena Asociación Rionegro (RN) efecto de la intervención del hombre (altas fertilizaciones orgánicas). Reacción ligera a muy fuertemente	La dinámica de los nutrientes en el suelo (propiedades químicas) y la textura y estructura (propiedades físicas), se ve afectada en proporción directa a la actividad del suelo, actividad representada bajo diferentes acciones tales como: mecanización y/o laboreo agropecuario del suelo, pastoreo,

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		ácida, muy alta a muy baja la capacidad de intercambio catiónico; bases totales bajas a muy bajas, saturación de media a muy baja; bajos en fósforo; el carbón orgánico decrece regularmente de muy alto a muy bajo y tienen concentraciones de aluminio relativamente altas. Son moderadamente profundos a profundos, limitados por el nivel freático y ligera toxicidad de las plantas por aluminio. En cuanto a la textura, esta es muy diversa, se encuentran suelos con texturas pesadas (Acceso Occidental), hasta francos en sectores del altiplano de Santa Elena (con contenidos proporcionales de Arena, limo y Arcilla). Muy localizados y principalmente en el altiplano de Santa Elena, se dan suelos con capas profundas (1m) de cenizas volcánicas; esto da como resultado, suelos con una muy buena estructura.	riego, drenaje, conservación y en general el cambio en el uso del suelo. De las anteriores actividades, el Sistema productivo de Bosque, ya sea plantado y/o natural es el predominante en las zonas de influencia del proyecto túnel de Oriente, seguido del pastoreo. El uso del suelo en Bosque, permite la conservación de este y se podría llegar a alcanzar un ciclaje natural de los nutrientes permitiendo mínimamente la conservación de la fertilidad, llámese esta física, química u orgánica. donde se desarrollará el proyecto túnel de Oriente.
	Procesos erosivos	En la Asociación Guadua (GD) se presenta erosión por escurrimiento difuso, terracetas y patas de vaca, además de pequeños movimientos en masa localizados; en el área de influencia del proyecto la erosión varía entre ligera y moderada. En la Asociación Rionegro (RN) y específicamente en el área de influencia del proyecto no se evidencia erosión. En la Asociación Tequendamita (TE) el grado de erosión en el área de influencia del proyecto varía entre ligero y moderado. Finalmente, en la Asociación Niquia (NQ) el grado de erosión en el área de influencia del proyecto es severo.	La tendencia de los procesos erosivos del suelo en las zonas de influencia directa e indirecta del proyecto túnel de Oriente, se proyecta hacia la estabilización, consecuencia directa de la zonificación dada por el municipio de Medellín, aunada a los proyectos pasados (Plan Laderas) y proyectos futuros (Parque Arvi), que promueven el establecimiento y conservación de las zonas de Bosque ya se éste natural y/o plantado. La actividad del pastoreo intensivo tiende a disminuir tanto en las zonas de alta pendiente, como en el altiplano de santa Elena, y por tanto los procesos erosivos también; esto a causa de la mayor expansión urbana dada principalmente en la zona central del corregimiento de Santa Elena.
	Uso del suelo	La condición actual de uso del suelo y/o cobertura vegetal del área de influencia directa e indirecta del proyecto esta principalmente bajo Bosque plantado	Al igual que con los anteriores elementos, la condición de uso del suelo en las zonas de influencia del proyecto, tienden hacia el

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		(30%). Le siguen en orden descendente los siguientes usos: "Pastos limpios" y "Bosque natural Fragmentado", ocupando entre estos dos, otro 30%. Entre Mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales existe un área de 269.66 hectáreas (21% aproximadamente). Los territorios Artificializados ocupan un 12% aproximadamente dentro del área total, estos clasificados como: tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo, zonas industriales, zonas comerciales, redes de comunicación, instalaciones recreativas, fincas de recreo y parcelaciones. En pastos arbolados y pastos enmalezados hay un 6% aproximadamente dentro del total. En cultivos permanentes solo hay 12.3 hectáreas (0.8%) y finalmente como "tierras desnudas o degradadas" solo hay 6.32 hectáreas, que representa solo un 0.4% del total de usos del suelo en el territorio.	establecimiento de Bosques, ya sea estos plantados, regeneraciones naturales (sucesión), y/o sistemas de producción-protección; y hacia la expansión urbana (tejido Urbano continuo) y/o suburbana (Tejido Urbano discontinuo). La expansión de las actividades económicas y el grado de conectividad, cada vez mayor entre el Valle de aburra y el Valle de San Nicolás, propiciara así mismo, la expansión de los territorios Artificializados (zonas urbanizadas, zonas industriales y/o comerciales, fincas de recreo, parcelaciones, etc) hacia el Oriente.
PAISAJE	Calidad visual	El proyecto se localiza en la cordillera central entre el valle de Aburrá y el altiplano de San Nicolás, con alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre 1.760 (sector Baltimore) y 2.180. (portal oriental Túnel Santa Elena). Una visión local del territorio nos muestra un paisaje que inicia en la parte baja de la cuchilla del Seminario Conciliar de Medellín cuya matriz principal la domina un tejido urbano discontinuo, pastos y bosque plantado. Dando un giro hacia el oriente y parte media de la vertiente, el paisaje lo dominan laderas suaves a moderadas y lomos de tope redondeados, con una cobertura dominante de bosque plantado. Se transcurre luego hacia la vertiente de la quebrada Santa Elena, en un tramo caracterizado por varias corrientes de agua importantes, con lomos de topes estrechos y flancos irregulares de inclinación moderada a localmente empinada, con coberturas dominadas	El paisaje tiende a artificializarse incrementándose el tejido urbano que incluye: instalaciones recreativas, fincas de recreo, parcelaciones, conjuntos residenciales y zonas verdes.

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		principalmente por bosque en la margen derecha y tejido urbano en la izquierda. Se termina el paisaje (Portal occidental Túnel Santa Elena) en un escarpe abrupto. Finalmente, después de internarse el proyecto en dicho túnel, reaparece el paisaje en el altiplano del oriente antioqueño, despejándose un panorama cuya matriz diversa nos da un ambiente húmedo en un territorio más artificializado y un mosaico de áreas agrícolas y seminaturales.	
ECOSISTEMAS TERRESTRES	Cobertura vegetal	De acuerdo con la composición y distribución de las coberturas en el área de estudio, la cobertura predominante es la plantación forestal con un área de 31% aproximadamente, seguida por la cobertura de pastos con un 21% y luego por Bosques naturales fragmentados con un 14%. Sumado a esto las zonas artificializadas representadas por un 11% del área total demuestran las condiciones antrópicas tan marcadas que existen en la zona. Se propone entonces que existe una serie de factores antrópicos perturbadores de la vegetación, que determinan su desarrollo entre los cuales se pueden identificar: • Pastoreo: actividad frecuente con ganado que por efecto del ramoneo reducen la regeneración natural. • Tala y Leñateo: apertura de potreros y extracción selectiva de especies para uso doméstico como madera para construcciones domésticas, leña y para producción de carbón vegetal. • Cultivos: es una de las actividades económicas más importantes de la zona. • Crecimiento del tejido urbano: la zona de estudio se encuentra muy cercana a zonas urbanizadas por lo que este perímetro se extiende cada vez más. En relación con la extensión y continuidad de las coberturas se considera muy baja debido a la	El funcionamiento del Parque Regional Arví, continuará fomentando la conservación de zonas estratégicas en esta zona, lo cual traerá consigo la continuidad de las coberturas vegetales que hacen parte del parque. El aumento de parcelaciones y zonas recreativas, como de la densidad poblacional fragmentarán aún más la vegetación natural que aún permanece en la zona. A causa de la tala selectiva de especies para madera de construcción, leña o carbón, y sumado al aumento de las áreas de cultivo, se generarán fragmentos de vegetación muy aislados que deteriorarán la dinámica de las comunidades y las poblaciones vegetales.

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		fragmentación tan marcada que existe en la zona, sin embargo existen pequeños corredores como la vegetación de la quebrada La Espadera que propician la conexión de las manchas de Rastrojos y Bosques, como el de La Aguada, lo cual permitiría teóricamente el flujo de organismos de flora y fauna, ofreciendo mayores posibilidades de dispersión y por tanto de sobrevivencia.	
	Composición de las poblaciones de fauna (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos)	Debido a la fragmentación tan marcada en el área de estudio las poblaciones de fauna terrestre presente son principalmente especies generalistas que presentan amplia distribución, típicas de bosques secundarios y sitios más abiertos como rastrojos medios y bajos, capaces de tolerar la perturbación del hábitat. También se reportan algunas especies raras o poco frecuentes en el valle del Aburrá. La presencia de estas especies hace suponer la existencia de manchones de bosque poco alterados en algunos sectores del área de estudio muy posiblemente los correspondientes a la Quebrada La Espadera y el bosque de La Aguada.	El aumento de la frontera agrícola, ganadera y la creación de parcelaciones y zonas recreativas, fragmentarán aún más la vegetación natural que aún permanece en la zona. Por esta razón las poblaciones de fauna terrestre tienden a reducirse en cuanto a su diversidad y tamaño poblacional.
ECOSISTEMAS ACUATICOS	Composición de las poblaciones de fauna acuática	Las poblaciones de fitoperifiton, macroinvertebrados y peces, están compuestas por especies de amplia distribución en el Oriente de Antioquia, con tamaños poblacionales y diversidades medias. En el caso de los peces no hay presencia de especies migratorias. La mayoría de los ambientes acuáticos ocupados por las especies dentro del área de influencia del proyecto presentan una perturbación Media-Alta debido al alto grado de intervención de las zonas aledañas asociadas a áreas de potreros, plantaciones, fincas de recreo entre otras, dichos factores determinan una baja disponibilidad de recursos aloctonos para la especies, sumado a lo anterior el alto grado de intervención también puede estar asociado a la entrada de agroquímicos provenientes de áreas de cultivo especialmente de	Las tendencias de las poblaciones de fitoperifiton, macroinvertebrados y peces, sería una disminución paulatina en el número de especies por tanto diversidad y tamaño de las poblaciones, lo cual estaria asociado a la perturbación continua de los ecosistemas terrestres y acuáticos debido a las actividades antropicas propias de la zona asociadas principalmente a agricultura, ganadería, zonas de recreo y floricultivos especialmente.

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		flores. Otro factor que afecta las poblaciones hidrobiológicas (especialmente la ictiofauna) es la falta de conectividad entre ecosistemas, por lo cual cuando son construidas obras civiles afectan en gran magnitud las poblaciones ya que se pueden presentar aislamientos o desaparición de las mismas, sin embargo debe tenerse en cuenta que actualmente las poblaciones están bastante deterioradas.	
DEMOGRÁFICO	Dinámica poblacional	El área de influencia directa local está conformada por 3534 personas equitativamente distribuidas entre mujeres y hombres. De las veredas ubicadas en esta área de influencia, se encuentra que la vereda Yarumal es la que concentra mayor número de pobladores (762). La composición poblacional muestra que el 72% se encuentra en edad económicamente activa (15 a 65 años). El área de influencia directa puntual está conformada por 133 habitantes, presentando un incremento muy ligero de mujeres (50,3%) sobre los hombres (49,7%), con relación al área de influencia directa local. El porcentaje de población económicamente activa es cercano al del área local, con 67%.	En el corregimiento de Santa Elena se construyen actualmente varios proyectos urbanísticos, especialmente en la vereda Media Luna, lo cual incrementa los niveles de población nueva que llega a ocupar el lugar. Rionegro presenta un aumento constante de la población foránea debido al desarrollo de la región y su cercanía con el Valle de Aburrá, lo cual facilita las relaciones de intercambio con el Valle San Nicolás. La vereda San Ignacio: del municipio de Guarne, es la que tiene menor número de pobladores respecto a los demás sectores del proyecto, los cuales están en permanente intercambio con el corregimiento de Santa Elena y el Municipio de Rionegro debido a su proximidad.
ESPACIAL	Infraestructura de transporte y medios de comunicación	Aunque existe amplio cubrimiento de transporte público interveredal (en especial en el corregimiento Santa Elena) y vías primarias de calidad, tales como las vías de Las Palmas y la antigua vía a Rionegro, éstas se ven afectadas eventualmente por amenazas geológicas (fallas, deslizamientos). Adicionalmente, la vereda San Ignacio (Guarne), con fácil acceso a veredas de Santa Elena y al área urbana de Medellín, tiene un acceso limitado a su cabecera municipal y hacia Rionegro por motivo de peajes cercanos al Aeropuerto.	La consolidación comercial y empresarial del municipio de Rionegro en su proceso de expansión tiene incidencia en el mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura de transporte y los medios de comunicación. Así mismo la tendencia de incremento poblacional que busca habitar en zonas rurales cercanas a la ciudad atrae a personas que poseen medios de transporte particulares y requieren vías de tránsito aptas y un sistema de transporte que preste el

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		En cuanto a medios de comunicación, la cercanía a centros urbanos como Medellín y Rionegro, les permite acceder de forma constante y de buena calidad a cualquier forma de comunicación.	servicio en una zona extendida de manera permanente.
	Servicios públicos y sociales	En el área de influencia directa local el servicio de energía eléctrica es el que presenta mayor cobertura en todas las veredas, con un cubrimiento para todas las veredas de un 98%, seguido por el de telefonía, entre un 65 y 79%. En cuanto al servicio de alcantarillado, se observa que la cobertura oscila entre 0% y 25%. De otro lado el servicio acueducto, en Santa Elena hay un cubrimiento del 89%, valor asociado a los acueductos veredales, mientras en la veredas del municipio de Rionegro es de 65% y en San Ignacio es de 51%. El servicio público de menor acceso es el gas domiciliario, con menos de 1% de cobertura. En relación con los servicios sociales, se puede observar una amplia cobertura en educación, especialmente en las veredas de Yarumal y el sector central de Santa Elena. El servicio de salud se convierte en una de las ventajas competitivas de la zona de influencia del proyecto, teniendo en cuenta la cercanía a centros urbanos como Medellín y Rionegro, este último con la construcción actual de uno de los mejores hospitales del país, con servicios de cuarto nivel de complejidad. En torno a la vivienda se puede observar que las condiciones generales son adecuadas. No se presentan índices de hacinamiento crítico, debido a que existe una cantidad importante de predios de uso recreativo y las áreas de las viviendas son amplias, lo que disminuye este fenómeno.	Se presenta aumento de la cobertura en energía y conexión al servicio telefónico, los temas de mayor urgencia con respecto a los servicios públicos son la disponibilidad de las viviendas para acceder al alcantarillado y al acueducto, ya que se presentan como los servicios a los que menos accede la población de las veredas de la zona de influencia directa local. El Municipio de Rionegro se consolida como un polo de desarrollo en la prestación y dotación de bienes y servicios entre ellos la salud, con el fortalecimiento de las redes de atención en infraestructura y oferta de servicios en atención especializada.
ECONÓMICO	Finanzas municipales	En los municipios del valle de San Nicolás las inversiones están enfocadas en la educación y la infraestructura vial, movilidad y transporte, con dineros provenientes del Sistema General de Participación y la valorización respectivamente.	En el área local, la inversión tiende a encaminarse en programas de movilidad y transporte, bienestar social y en servicios públicos, donde los recursos propios, el Sistema General de Participaciones y las

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		En el valle de Aburrá, los recursos propios están destinados a la movilidad y transporte y servicios públicos.	transferencias permiten la ejecución de los mismos. Hay una tendencia a que las finanzas municipales aumenten debido entre otros aspectos a la construcción de obras de infraestructura e inversiones realizadas en la región.
	Actividades productivas	Las actividades económicas desarrolladas en la zona de influencia del proyecto pertenecen en un gran porcentaje al sector agropecuario, seguido del sector de comercio y servicios y la industria, tanto en el Valle de San Nicolás como en el Valle de Aburrá. La mayordomía tiene participación dentro de las actividades productivas que generan ingresos a familias ubicadas en la zona de influencia y que a su vez ejercen actividades agropecuarias.	En la región se percibe un aumento el sector de agroindustria conformado por dos plantas, la avícola y los floricultivos que son fuente generadora de empleo para la población económicamente activa. La agricultura es generadora de ingresos, toda vez que en el área local como regional son comercializados gran cantidad de alimentos.
	Propiedad (tenencia de la tierra)	La tenencia de la tierra en la zona de influencia del proyecto se caracteriza por ser propia jurídicamente, pero no habitada por su propietario en todos los casos, toda vez que el mayordomo es quien habita y ejerce labores de agricultura y de cuidado del predio. En el valle de Aburrá, zona rural, existen poblaciones que viven en calidad de poseedores dadas las situaciones sociales de pobreza y desplazamiento.	Como tendencia de la tenencia de la tierra en el área local, se encuentra el poseer título del predio y no habitar el propietario sino que es arrendado o prestado según sea el caso, en el cual el mayordomo habita y cuida el espacio con fines agrícolas y recreativos.
CULTURAL	Manifestaciones culturales	El sentido de lo local se ve fuertemente confrontado con los procesos de modernización impulsados por las grandes obras de infraestructura y la consecuente afluencia de personas con nuevos referentes culturales a los espacios sociales anteriormente solo frecuentados por los habitantes locales. La continua y acelerada integración de la zona al área metropolitana implica un mayor número de personas con mayor necesidad de información e integración a espacios que superan la	Las condiciones observadas actualmente en cuanto a los cambios en los patrones culturales y arraigo en las áreas de influencia local del proyecto, tienden a mantenerse o incrementarse; producto de de un proceso acumulativo de factores externos mencionados en la caracterización cultural de las distintas zonas.

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		frontera local y la adopción de nuevos patrones de consumo.	
	Patrimonio arqueológico	Los sitios considerados con alguna medida de manejo presentan actualmente una gran alteración por diversos eventos, que han afectado de manera diferencial la distribución y conformación de las formas y contenidos, destacándose la alteración por efecto de procesos erosivos asociados a actividades antrópicas o causas naturales.	Igualmente la ubicación y características de los sitios identificados con potencial arqueológico favorece la continua amenaza de alteración o desaparición de los contextos y materiales culturales identificados en la zona influencia del proyecto
POLÍTICO ADMINISTRATIVO	Presencia institucional	En las veredas del corregimiento de Santa Elena, se identifica presencia de programas y proyectos de la Alcaldía de Medellín en temáticas deportivas y de educación, En el municipio de Rionegro se ha prestado atención particular en las veredas de la zona de influencia local por su vulnerabilidad en épocas de invierno ya que se han presentado deslizamientos y ha sido necesaria la reubicación de viviendas. Dichas situaciones han centrado el interés tanto del municipio de Rionegro como de entidades departamentales.	Las particularidades del territorio natural y de las prácticas humanas que los alteran son de gran interés para afrontar los posibles fenómenos naturales que puedan ocasionar desastres, afectación de viviendas, de la infraestructura vial y de la salubridad en la zona, en este sentido, la educación ambiental y la intervención municipal y departamental son un foco de atención importante.
	Organización comunitaria	Todas las veredas se encuentran participando en las Juntas de Acción Comunal correspondientes a su jurisdicción, se han conformado asociaciones diversas para fomentar la participación y facilitar el despliegue de intereses, habilidades y responsabilidades comunitarias, entre ellas se encuentran grupos de mujeres, de la tercera edad, de padres de familia, entre otras organizaciones de tipo cultural. La participación Juvenil se caracteriza por su debilidad, en el sentido de la permanencia y sostenibilidad de los procesos emprendidos. En el área de influencia puntual se observa poca participación comunitaria debido a la condición laboral de gran número de pobladores, quienes se desempeñan como administradores o mayordomos de fincas, convirtiéndolos en población flotante o	La organización comunitaria que sigue teniendo mayor expresión y permanencia en el tiempo son las Juntas de Acción Comunal. En las veredas del corregimiento de Santa Elena se presenta una tendencia al aumento en la conformación de grupos ambientales y culturales que se vinculan con la tradición floricultora de la zona en la cual se mezcla el proceso de siembra y cultivo local con la participación en eventos de ciudad (como la Feria de las Flores) ofertando además (y en ocasiones como complemento) variedad de grupos musicales del género popular.

Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		desarticulada a procesos comunitarios.	
	Conflicto de intereses	El acceso a recursos como el agua ha presentado conflictos de intereses entre los pobladores de la vereda de la zona de influencia particularmente en el municipio de Guarne. Del mismo modo se presenta una interacción permanente y en aumento entre los pobladores de antaño y los nuevos habitantes citadinos que llegan a la zona a instalar sus viviendas lo que presenta incremento en la demanda de bienes, servicios y dotaciones de infraestructura comunitaria y social, y a la par se encuentran de frente en la cotidianidad vecinal estilos de vida y de relación con el territorio.	La urbanización acelerada y el incremento de industria en la zona deben ser analizadas rigurosamente e incluidas en los procesos de planificación urbana, ya que la cotidianidad y los estilos de vida rural y urbano se van fusionando aceleradamente, lo que afecta directamente prácticas y costumbres, relaciones con el medio ambiente natural y al interior de la vida comunitaria.

5.2.2 Con proyecto

Se identifican los impactos sobre las dimensiones física, biótica y socioeconómica, generados por las actividades que se desarrollarán en el proyecto en las etapas previas, de construcción, operación y de cierre; utilizando una matriz de doble entrada y cruzando las dimensiones del medio (columnas) con las actividades del proyecto (filas); en la Tabla 5.4 se presenta la matriz de identificación de actividad vs impacto.

Tabla 5.4 Matriz de identificación de impactos. Actividad vs Elemento

Dimensión / Componentes / Elementos / Actividades	DIMENSIÓN ABIÓTICO													DIMENSIÓN BIÓTICA			DIMENSIÓN SOCIAL												
	GEOLOGÍA		AGUA					AIRE		SUELO			PAISAJE	ECOSISTEMAS TERRESTRES		ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	DEMOGRÁFICO	ESPACIAL		ECONÓMICO			CULTURAL		POLÍTICO ADMINISTRATIVO		
	Geomorfología	Geotecnia	Calidad del agua superficial	Calidad de agua subterránea	Disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales	Dinámica de las corrientes superficiales y subterráneas		Calidad del aire	Niveles de presión sonora	Propiedades físicas y químicas	Procesos erosivos	Uso del suelo	Calidad visual	Cobertura vegetal y usos del suelo	Composición de las poblaciones de fauna (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos)	Composición de las poblaciones de fauna acuática	Dinámica poblacional	Infraestructura de transporte y medios de comunicación	Servicios públicos y sociales	Finanzas municipales	Actividades productivas	Propiedad (tenencia de la tierra)	Manifestaciones culturales	Patrimonio arqueológico	Presencia institucional	Organización comunitaria	Conflicto sde intereses
Estudios básicos (diseños y EIA)																		X										X
Socialización del proyecto																												X
Adquisición de predios																						X						X
Contratación de mano de obra																					X		X			X		X
Desmonte y Limpieza										X	X	X	X	X	X									X				
Montaje de campamento y construcciones temporales													X															
Demolición								X																				
Excavaciones superficiales y subterráneas		X	X	X	X	X		X																				X
Disposición final de material sobrante		X				X		X					X															
Operación de maquinaria y equipo								X	X						X			X										
Operación de plantas de trituración			X					X																				
Operación de talleres, almacenes y depósitos			X					X	X																			
Construcción de obras de arte						X																						
Pavimentación																												
Instalación o relocalización de redes de servicio público																			X									
Obras finales, incluye: Acabados, Amoblamiento urbano, Obras de protección, Señalización definitiva.													X															
Circulación								X	X						X		X			X			X					X
Mantenimiento																		X									X	
Derrame por valorización																				X		X						X

5.2.3 Fichas de impactos

Una vez identificados los impactos ambientales en las "matrices de identificación" se diligenciaron las fichas de evaluación de cada uno de los impactos ambientales allí consignados. La ficha de evaluación propuesta, exige la calificación de atributos que se describen a continuación:

5.2.3.1 Descripción del impacto

Se contemplan los atributos de descripción general del impacto, área de influencia, ajuste del área de influencia, actividades generadoras especificas y descripción especifica del impacto, descritas a continuación.

- ***Descripción general del impacto:*** se define la forma de afectación del ambiente sin considerar las condiciones de frontera específicas, estableciendo un marco general, especialmente cuando no es posible cuantificar el impacto.

- ***Área de influencia:*** se realiza la clasificación según las categorías puntual, local y regional; asociadas al área de influencia directa e indirecta del proyecto.

- ***Ajuste del área de influencia*:** permite establecer de manera específica el área del impacto.

- ***Actividades generadoras específicas:*** describe las actividades referidas a las etapas previas, de construcción y de operación, del Túnel, que producen el impacto ambiental.

- ***Descripción específica del impacto:*** se define la forma de afectación del ambiente considerando las condiciones de frontera específicas, incluyendo sus posibles magnitudes.

5.2.3.2 Calificación

Se contemplan los atributos de probabilidad, magnitud, duración y tipo de impacto, descritos a continuación:

- ***Probabilidad:*** determina la posibilidad de que el impacto ocurra o no sobre el componente en estudio y se califica de acuerdo con la siguiente escala: **Alta** donde se tiene certeza de la ocurrencia del impacto en un tiempo determinado, **Media** es probable que el impacto ocurra, pero igualmente puede no ocurrir y **Baja** con un nivel alto de certidumbre se puede esperar que el impacto no ocurrirá, sin embargo, existe un bajo porcentaje de probabilidad de que el impacto pueda ocurrir.

- ***Magnitud:*** estima de manera comparativa la importancia del efecto teniendo en cuenta la intensidad y velocidad de la perturbación. Se considera **Alta** si el evento perturbador transforma radicalmente las características de estado, calidad, cantidad, estabilidad, personalidad del elemento, de forma que éste pierde su funcionalidad y utilidad previas; **Media** cuando el evento perturbador genera

cambios evidentes en el elemento que pueden causar pérdida temporal pero reversible de funcionalidad y utilidad previas, y **Baja** si el evento perturbador genera cambios parciales apenas perceptibles en el elemento.

- ***Duración:*** determina la persistencia del efecto en el tiempo, calificándose como a **Largo plazo** si el impacto continúa durante toda la vida útil del proyecto, **Mediano plazo**, si no supera el tiempo estimado de los trabajos de construcción y puesta en marcha del proyecto y **Corto plazo** si es menor de un mes.

- ***Tipo de impacto:*** el impacto puede ser **sinérgico** cuando sumado a otro impacto desencadena efectos sobre el ambiente superiores a la suma de los impactos individuales, **acumulativo** cuando el impacto individual implica el 100% del efecto sumado a otros impactos, o puede ser **residual** si el efecto sumado a otros impactos es diferencial.

5.2.3.3 Líneas de manejo

Se refiere al programa o proyecto que se recomienda para el manejo del impacto ambiental evaluado, asociados a los Planes de Manejo.

5.2.3.4 Confiabilidad de la calificación

Este atributo califica las deficiencias para la evaluación de los impactos considerando tres categorías: **Alta, Media o Baja**. Éstas deficiencias pudieron ser debidas a la insuficiencia de la información sobre el medio afectado, incertidumbre frente a los desarrollos técnicos en puntos clave o por la falta participación de los actores sociales que serán directamente afectados (poblaciones, ONG, entre otros.).

A continuación se muestran las características del medio ambiente que pueden ser afectadas (impactos) por la intervención del proyecto en cada componente: (ver Tabla 5.5).

Tabla 5.5 Lista de los impactos identificados

COMPONENTE	IMPACTO
GEOLOGÍA	- Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local - Riesgo de desestabilización de terrenos
AGUA	- Deterioro de la calidad del agua superficial - Deterioro de la calidad de aguas subterráneas - Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas - Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales y subterráneas
AIRE	- Incremento de la concentración de material particulado - Incremento en la concentración de gases contaminantes - Incremento en los niveles normales de presión sonora
SUELO	- Cambio en las propiedades del suelo - Activación de procesos erosivos

COMPONENTE	IMPACTO
	- Cambio en el uso del suelo - Generación de residuos especiales no aprovechables - Generación de escombros - Generación de residuos orgánicos - Generación de residuos sólidos ordinarios aprovechables - Generación de residuos sólidos ordinarios no aprovechables
PAISAJE	- Alteración de la calidad visual
ECOSISTEMAS TERRESTRES	- Pérdida de la cobertura vegetal protectora} - Afectación de la cobertura y usos del suelo - Muerte y desplazamiento de especies faunísticas - Cambio en la diversidad y abundancia de especies faunísticas y florística
DEMOGRÁFICO	- Inducción de procesos migratorios
ESPACIAL	- Afectación de redes viales - Reducción en tiempos de desplazamiento y facilidad para la movilidad - Aumento de la demanda de servicios - Interrupción de servicios públicos
ECONÓMICO	- Incremento en los ingresos municipales - Cambio en las actividades económicas - Cambio en la tenencia de la tierra - Cambio en la situación de empleo - Dinamización de la economía local
CULTURAL	- Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales - Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos
POLITICO ADMINISTRATIVO	- Generación de expectativas - Perturbación de las relaciones entre organizaciones y comunidades - Cambio en las formas de organización de las comunidades (líderes) - Perturbación de la seguridad pública

Identificados los impactos de cada componente se complementan las fichas de evaluación para el proyecto Túnel de Oriente:

Ficha	**1.**	**Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local**					
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, geología, geotecnia					
Descripción específica del impacto		La utilización de elementos necesarios para el desarrollo de la fase de construcción del proyecto, puede generar incremento en los niveles de vibración y sismicidad por efectos de explosivos puede modificar las condiciones naturales del medio y genera distorsiones al estado de tranquilidad para la fauna y comunidad asentada en la zona de influencia del proyecto, así como para la infraestructura local.					
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Excavaciones superficiales y subterráneas					

	• Disposición final de material sobrante • Demolición • Pavimentación							
Calificación								
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja		
Magnitud		Alta		Media	X	Baja		
Duración		Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo		
Tipo de impacto		Sinérgico	X	Acumulativo		Residual		
Líneas de manejo	• Estimación del efecto potencial por construcción del túnel en las aguas superficiales y subterráneas • Plan de monitoreo aguas superficiales en techo del túnel							
Confiabilidad de la calificación								
Alta	X	Media		Baja				

Ficha	**2.**	**Riesgo de desestabilización de terrenos**						
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, geología, geotecnia						
Descripción específica del impacto		La conformación de taludes, portales, plazoletas y zonas de depósito pueden afectar la estabilidad de los terrenos aledaños y generar amenaza para la seguridad de viviendas, para el desarrollo de las obras y para el tránsito en general en el proyecto.						
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual		
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Excavaciones superficiales y subterráneas • Disposición final de material sobrante (llenos)						
Calificación								
Probabilidad		Alta		Media	X	Baja		
Magnitud		Alta		Media		Baja	X	
Duración		Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	X	
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo	X	Residual		
Líneas de manejo	Atender las recomendaciones del diseño geotécnico.							
Confiabilidad de la calificación								
Alta	X	Media		Baja				

Ficha	**3.**	**Deterioro de la calidad del agua superficial**						
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, agua, calidad de agua superficial						
Descripción específica del impacto		La calidad de los cuerpos de agua pueden verse afectados por el aporte de materiales de tipo orgánico que para su degradación demanda y consume el oxigeno disuelto, por su parte el material inorgánico modifica las condiciones físicas y químicas del agua y a su vez las condiciones de vida de los organismos vivos que se sirven de ellos incluyendo las comunidades que aguas abajo se abastecen y la consumen.						
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X	
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Excavaciones superficiales y subterráneas • Operación de plantas de trituración • Operación de talleres, almacenes, y depósitos.						
Calificación								
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja		
Magnitud		Alta		Media		Baja	X	
Duración		Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	X	
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo	X	Residual		

Líneas de manejo	• Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales • Programa de información y participación a las comunidades • Programa para la identificación calidad del agua • Programa de monitoreo de la calidad del agua

Confiabilidad de la calificación					
Alta	X	Media		Baja	
Las condiciones del proyecto obligan a la intervención física y material del territorio generando este tipo de impacto					

Ficha	**4.**	**Deterioro de la calidad del agua subterránea**					
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, agua, calidad de agua subterránea					
Descripción especifica del impacto		Las actividades que puedan aportar sustancias contaminantes como aguas de infiltración de las pilas de material, materia orgánica o sustancias de interés sanitario pueden afectar la calidad de las aguas subterráneas.					
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Excavaciones superficiales y subterráneas					
Calificación							
Probabilidad		Alta		Media	X	Baja	
Magnitud		Alta		Media		Baja	X
Duración		Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	X
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	X
Líneas de manejo		• Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales • Estudio hidrogeológico • Programa de información y participación a las comunidades					
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			
Las condiciones del proyecto obligan a la intervención física y material del territorio generando este tipo de impacto							

Ficha	**5.**	**Cambio en la disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales**					
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, agua, disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales					
Descripción especifica del impacto		El abatimiento de las aguas subterráneas por las excavaciones del túnel generará un cambio en el régimen de la red de flujo, modificando niveles, caudales y por la tanto la disponibilidad del recurso en superficie, así como el abastecimiento de comunidades que aguas abajo se sirvan de agua potable.					
Área de influencia		Regional	X	Local		Puntual	
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Excavaciones superficiales y subterráneas					
Calificación							
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja	
Magnitud		Alta		Media	X	Baja	
Duración		Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo	
Tipo de impacto		Sinérgico	X	Acumulativo		Residual	
Líneas de manejo		• Programa para la identificación calidad del agua • Programa de monitoreo de la calidad del agua					
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			
Las condiciones del proyecto obligan a la intervención física y material del territorio generando este tipo de impacto							

Ficha	6.	Cambio en la dinámica en las corrientes superficiales y subterráneas							
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, agua, disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas							
Descripción específica del impacto		Las obras de drenaje y los cruces de las corrientes en la vía no implican un cambio drástico en la dinámica de los cauces, ya que el diseño de las mismas evita aumentos en la velocidad del flujo, y modificaciones en el alineamiento de los cauces en los sitios de las obras propuestas.							
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X		
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Excavaciones superficiales							
Calificación									
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja			
Magnitud		Alta		Media	X	Baja			
Duración		Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo			
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo	X	Residual			
Líneas de manejo	• Programa de estabilización de laderas								
Confiabilidad de la calificación									
Alta	X	Media		Baja					
Las condiciones del proyecto obligan a la intervención física y material del territorio generando este tipo de impacto									

Ficha	7.	Incremento de la concentración de material particulado							
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, aire, calidad de aire							
Descripción específica del impacto		El incremento de la concentración de material particulado es típico de las actividades que requieren el tránsito de vehículos, excavaciones y demoliciones, así como la exposición de terreno por retiro de cobertura vegetal. La dispersión del material particulado depende de la intensidad y velocidad del viento, así también es importante tener en cuenta las condiciones climáticas, ya que largos periodos de verano incrementan la concentración y dispersión del material particulado. El material particulado que se dispersa puede afectar la calidad de los cuerpos de agua, la salud pública, la visibilidad en la zona, entre otros.							
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X		
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Demolición • Excavaciones superficiales y subterráneas • Disposición final del material sobrante • Operación de maquinaria y equipos • Operación de plantas de trituración • Operación de talleres, almacenes y depósitos En la etapa de operación: • Circulación							
Calificación									
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja			
Magnitud		Alta		Media	X	Baja			
Duración		Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo			
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo	X	Residual			
Líneas de manejo	• Programa de manejo e identificación calidad de aire y ruido								
Confiabilidad de la calificación									
Alta	X	Media		Baja					

Ficha	8.	Incremento de la concentración de gases contaminantes							
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, aire, calidad de aire							
Descripción específica del impacto		El proceso de combustión de combustibles fósiles implican el aporte a la atmósfera de gases contaminantes (CO, NOx, SOx, HC), los cuales contribuyen a problemas ambientales tales como efecto invernadero y zonas de inversión térmica.							
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X		
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Operación de maquinaria y equipos • Operación de plantas de trituración • Operación de talleres, almacenes y depósitos En la etapa de operación: • Circulación							
Calificación									
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja			
Magnitud		Alta		Media		Baja	X		
Duración		Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo			
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	X		
Líneas de manejo	• Programa de manejo e identificación calidad de aire y ruido								
Confiabilidad de la calificación									
Alta		Media		X	Baja				

Ficha	9.	Incremento en los niveles normales de presión sonora							
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, aire, niveles de presión sonora							
Descripción específica del impacto		El incremento de los niveles de ruido ambiental generado por la actividad de maquinaria y tránsito de vehículos y personal, modifica las condiciones naturales del medio y genera distorsiones a estado de tranquilidad para la fauna y comunidad asentada en la zona.							
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual			
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Operación de maquinaria y equipo • Operación de talleres, almacenes y depósitos En la etapa de operación: • Circulación							
Calificación									
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja			
Magnitud		Alta		Media	X	Baja			
Duración		Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo			
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo	X	Residual			
Líneas de manejo	• Programa de manejo e identificación calidad de aire y ruido								
Confiabilidad de la calificación									
Alta		Media		X	Baja				

Ficha	10.	Cambio en las propiedades del suelo							
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, suelo, propiedades físicas y químicas							
Descripción específica del impacto		Se generan modificaciones en las condiciones naturales del suelo, al ser removidos o mezclados sus horizontes, perdiéndose nutrientes y elementos básicos para el desarrollo de la vida vegetal asentada en la zona, llegando a ser un factor significativo para la reducción de los niveles de fertilidad y cambios en las condiciones físicas y químicas del suelo.							
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X		
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Desmonte y limpieza • Operación de talleres, almacenes y depósitos							
Calificación									
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja			
Magnitud		Alta		Media		Baja	X		
Duración		Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo			
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	X		
Líneas de manejo		• Programa de manejo de sitio de depósito • Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales • Programa de manejo de Transito • Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas							
Confiabilidad de la calificación									
Alta	X	Media	X	Baja					

Ficha	11.	Activación de procesos erosivos							
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, suelo, procesos erosivos							
Descripción específica del impacto		Al dejar franjas de terreno descubiertos y expuestos a las acciones del viento, del sol y del agua es posible que se activen procesos erosivos comprometiendo grandes áreas de terreno, perdiendo coberturas vegetales y características físicas y químicas y contribuyendo al aporte de sedientos a cuerpos de agua y posiblemente afectando comunidades en las cercanías de deslizamientos.							
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X		
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Desmonte y limpieza							
Calificación									
Probabilidad		Alta		Media	X	Baja			
Magnitud		Alta		Media	X	Baja			
Duración		Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo			
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo	X	Residual			
Líneas de manejo		• Programa de estabilización de laderas • Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas							
Confiabilidad de la calificación									
Alta	X	Media		Baja					

Ficha	12.	Cambio en el uso del suelo					
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, suelo, uso del suelo					
Descripción específica del impacto		Se modifican las condiciones en el uso del suelo y se incluyen usos nuevos que evitan el restablecimiento de usos iniciales, modificando por completo los usos identificados previos a la intervención.					
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual	

Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Operación de maquinaria y equipo • Operación de talleres, almacenes y depósitos En la etapa de operación: • Circulación						
Calificación							
Probabilidad	Alta		Media	X	Baja		
Magnitud	Alta		Media	X	Baja		
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico	X	Acumulativo		Residual		
Líneas de manejo	• rograma de Reforestación y manejo de la vegetación: • royecto de protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia						
Confiabilidad de la calificación							
Alta		Media	X	Baja			

Ficha	**13.**	**Generación de residuos orgánicos**					
Dimensión, Componente, Elemento	Abiótica, suelo, propiedades físicas y químicas						
Descripción específica del impacto	Procesos de talas y podas generan residuos vegetales que deben ser evacuados y dispuestos en sitios autorizados. Las actividades humanas que se asientan en la zona generan como producto residuos orgánicos que deben ser tratados adecuadamente mediante procesos de recolección, transporte y disposición para evitar fuentes de contaminación que afecten la salubridad de la población asociada. Estos deben ser depositados en lugares autorizados por las entidades de control correspondientes y se aporta con el volumen dispuesto en relleno sanitario al cumplimiento de su vida útil para servicio.						
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual		
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Desmonte y limpieza						
Calificación							
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja		
Magnitud	Alta		Media	X	Baja		
Duración	Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X	
Líneas de manejo	• Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	**14.**	**Generación de residuos especiales no aprovechables**
Dimensión, Componente, Elemento	Abiótica, suelo, propiedades físicas y químicas	
Descripción específica del impacto	En el desarrollo de las actividades propias de la intervención se generan algunos residuos no aprovechables que son especiales por el tipo de componentes que lo forman. Residuos que contienen grasas y materiales tóxicos deben ser manejados y dispuestos en lugares autorizados y adecuado para evitar la contaminación de recursos o la generación de enfermedades al personal que lo manipula, de tal forma aumenta la	

	demanda por el uso de lugares autorizados contribuyendo a completar su vida útil.									
Área de influencia	Regional		Local		Puntual	X				
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Operación de maquinaria y equipo • Operación de talleres, almacenes y depósitos									
Calificación										
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja					
Magnitud	Alta		Media		Baja	X				
Duración	Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo					
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X				
Líneas de manejo	• Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales									
Confiabilidad de la calificación										
Alta	X	Media		Baja						

Ficha	15.	Generación de escombros								
Dimensión, Componente, Elemento	Abiótica, suelo, propiedades físicas y químicas									
Descripción específica del impacto	Las actividades propias de una obra de infraestructura debe contemplar la generación de altos volúmenes de escombros, los cuales deben contar con adecuados manejos dentro de los frentes de trabajo y evacuaciones oportunas a sitios autorizados por la correspondiente autoridad ambiental, aumentando así la presión sobre estos sitios por el aporte al cumplimiento de su vida útil. Así mismo su evacuación implica el tránsito por ejes viales que pueden ver afectada su calidad.									
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual					
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Demolición En la etapa de operación: • Mantenimiento									
Calificación										
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja					
Magnitud	Alta		Media		Baja	X				
Duración	Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	X				
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X				
Líneas de manejo	• Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales									
Confiabilidad de la calificación										
Alta		Media	X	Baja						

Ficha	16.	Generación de residuos sólidos ordinarios aprovechables								
Dimensión, Componente, Elemento	Abiótica, suelo, propiedades físicas y químicas									
Descripción específica del impacto	Generación de residuos sólidos como papel, cartón, plásticos que pueden ser recuperados y comercializados, aportando al reciclaje de materiales. La recuperación y posterior reciclaje de materiales susceptibles a éste tratamiento representa un aporte significativo a en la reducción de materiales que se disponen en relleno sanitario y aporta a la reducción de la presión que se genera sobre recursos naturales para la fabricación de nuevos elementos.									
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual					
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Montaje de campamentos y construcciones temporales.									

Calificación							
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja	
Magnitud		Alta		Media		Baja	X
Duración		Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo	
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	X
Líneas de manejo	• Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	**17.**	**Generación de residuos sólidos ordinarios no aprovechables**					
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, suelo, propiedades físicas y químicas					
Descripción específica del impacto		Generación de residuos ordinarios que no pueden ser recuperados o reutilizados como ICOPOR y algunos tipos de plástico. Con estos materiales se generan un tipo de material que por sus características no puede ser recuperado para su reutilización o reciclaje. Este debe ser dispuesto de manera adecuada en lugares autorizados por las entidades ambientales correspondientes.					
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual	
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Montaje de campamentos y construcciones temporales.					
Calificación							
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja	
Magnitud		Alta		Media		Baja	X
Duración		Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo	
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	X
Líneas de manejo	• Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	**18.**	**Alteración en el paisaje**					
Dimensión, Componente, Elemento		Abiótica, paisaje, calidad visual					
Descripción específica del impacto		El principal impacto sobre el paisaje se presentará sobre la franja de vía que conecta ambos túneles: Túnel de Santa Elena-Túnel Seminario, por otra parte se darán cambios en los sectores Acceso oriental y Baltimore por la construcción de las plazoletas y de los intercambios viales. La construcción de estas obras para el proyecto generan cambios en: • Las geoformas y características del suelo, por la necesidad de realizar excavaciones y llenos • En las coberturas vegetales, por la necesidad de removerlas para poder construir las obras • En la percepción visual por las obras finales: Acabados, amoblamiento urbano, obras de protección, señalización definitiva. Todo esto genera modificaciones en la calidad visual del paisaje, ya que la percepción de la población sobre la zona cambia, con la aparición de nuevos elementos en el entorno.					
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual	
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Desmonte • Montaje de campamentos y construcciones temporales • Disposición final de materiales sobrantes					

	• Obras finales						
Calificación							
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja		
Magnitud	Alta		Media	X	Baja		
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo	X	Residual		
Líneas de manejo	• Programa de reforestación y manejo de la vegetación • Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas • Programa de estabilización de laderas • Programa de manejo de sitios de Depósito • Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	19.	Pérdida de la cobertura vegetal protectora							
Dimensión, Componente, Elemento		Biótica, ecosistemas terrestres, cobertura vegetal y usos del suelo							
Descripción específica del impacto		El retiro de la cobertura vegetal implica un drástico cambio en las condiciones naturales del suelo y para organismos de fauna y flora, modifica el uso y puede generar exposición de terreno y generarse movimientos en masas si no se tienen en cuenta las medidas de protección necesarias.							
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual			
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Desmonte y limpieza							
Calificación									
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja			
Magnitud		Alta		Media	X	Baja			
Duración		Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo			
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	X		
Líneas de manejo	• Plan de manejo por compensación								
Confiabilidad de la calificación									
Alta	X	Media		Baja					

Ficha	20.	Afectación de la cobertura y usos del suelo
Dimensión, Componente, Elemento		Biótica, ecosistemas terrestres, cobertura vegetal y usos del suelo
Descripción específica del impacto		El principal impacto sobre coberturas vegetales se presentará sobre la franja de viaducto que conecta ambos túneles: Túnel de Santa Elena-Túnel Seminario, la cobertura predominante en esta franja es de plantaciones forestales, sin embargo existe la presencia de *Vegetación ribereña* localizada en los cruces del proyectado eje de la vía sobre las quebradas: Caunces, La Pastora, Mediagua, La Espadera y La Bocana. Estas franjas de vegetación presentan un alto deterioro pero a pesar de su fragmentación y aislamiento, forman corredores que facilitan el desplazamiento de la biota. La vegetación relacionada con la Quebrada la Espadera posee niveles altos de conservación presentando un sotobosque dominado por helechos, anturios y palmas, además de estratos intermedios y un dosel bien definidos. Se afectará también un fragmento pequeño de *Rastrojo alto-bajo* localizado hacia el sector Baltimore el cual tiende a

	deteriorarse por las condiciones antrópicas de la zona.									
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual					
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Desmonte y limpieza									
Calificación										
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja					
Magnitud	Alta		Media		Baja	X				
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo					
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo	X	Residual					
Líneas de manejo	• Proyecto de protección y recuperación de áreas silvestres en la cuenca de la quebrada Santa Elena y en las zonas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia. • Proyecto de conservación para las especies vegetales en peligro.									
Confiabilidad de la calificación										
Alta	X	Media		Baja						

Ficha	21.	Muerte y desplazamiento de especies faunísticas.									
Dimensión, Componente, Elemento	Biótica, ecosistemas terrestres, composición a las poblaciones de fauna.										
Descripción específica del impacto	La variación en las condiciones naturales en los que desenvuelven algunas especies animales, puede generar alteraciones en la concentración de su población; así mismo el desplazamiento de algunos individuos animales por corredores viales, puede afectar el número de integrantes de su población, ya que se puede generar altos niveles de muerte por atropellamiento y se afectan a su vez las interacciones entre especies e individuos por fraccionamiento de los ecosistemas.										
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual						
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Desmonte y limpieza • Operación de maquinaria y equipo En la etapa de operación: • Circulación										
Calificación											
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja						
Magnitud	Alta		Media		Baja	X					
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo						
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X					
Líneas de manejo	• Programa de conservación de especies de fauna amenazadas • Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías										
Confiabilidad de la calificación											
Alta	X	Media		Baja							

Ficha	22.	Cambio en la diversidad y abundancia de especies faunísticas y florísticas.									
Dimensión, Componente, Elemento	Biótica, ecosistemas terrestres, cobertura vegetal y usos del suelo										
Descripción específica del impacto	Se prevé una pérdida de la diversidad faunística y florística como consecuencia de la construcción del viaducto que conecta ambos túneles: Túnel de Santa Elena y Túnel Seminario.										
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual						
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Desmonte y limpieza • Operación de máquinas y equipos En la etapa de operación:										

	• Circulación						
Calificación							
Probabilidad	Alta		Media		Baja	X	
Magnitud	Alta		Media		Baja	X	
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo	X	Residual		
Líneas de manejo	• Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro • Programa de conservación de especies de fauna amenazadas • Programa de señalización preventiva						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	23.	Inducción de procesos migratorios					
Dimensión, Componente, Elemento	Social, demográfico, dinámica poblacional						
Descripción específica del impacto	En concordancia con la misión del proyecto, en cuanto a la integración entre el Valle de Aburrá y el Valle San Nicolás, se prevé un incremento en la dinámica poblacional en el Valle de San Nicolás, especialmente en el municipio de Rionegro, toda vez que el proyecto incentivará y motivará a los habitantes de otros municipios a establecer su hábitat en este sector, dada la cercanía y facilidad de acceso a él. Este fenómeno modifica la dinámica poblacional de Rionegro y del Valle de San Nicolás en general, para lo cual se deben implementar medidas efectivas, de tal forma que no genere conflictos con los actuales pobladores.						
Área de influencia	Regional	X	Local		Puntual		
Actividades generadoras específicas	En la etapa de operación: • Circulación						
Calificación							
Probabilidad	Alta		Media	X	Baja		
Magnitud	Alta		Media		Baja	X	
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X	
Líneas de manejo	• Programa de información y participación comunitaria • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	24.	Afectación de redes viales
Dimensión, Componente, Elemento	Social, espacial, infraestructura de transporte y medios de comunicación.
Descripción específica del impacto	En la etapa de estudios se hace necesaria la utilización de equipos como perforadores para analizar los suelos. Estos equipos pueden generar daños a los sistemas de acueducto existentes, toda vez que éstos son artesanales, elaborados con mangueras que van desde la bocatoma o tanque hasta la vivienda. El paso de vehículos constantes por zonas desprotegidas, puede causar igualmente daños a la infraestructura de servicios públicos, medios de comunicación y deterioro de las condiciones físicas de edificaciones e infraestructura de uso comunitario. Durante la etapa de construcción se hace necesario el traslado de redes

	telefónicas, de energía, así como de acueducto y gas existentes. De igual forma es necesario realizar cierres temporales o parciales de vías para adelantar las actividades propias de construcción de vías. Estas actividades pueden generar daños en las redes, suspendiendo temporalmente alguno de estos servicios, lo que puede conllevar a inconformidades por parte de las comunidades, sino se presentan las medidas preventivas e informativas necesarias. En la etapa de operación, al realizar mantenimiento a las vías, se pueden presentar daños a las redes de acueducto, alcantarillado o telefonía. Para estas actividades se requiere un manejo adecuado, de tal forma que no genere mayores impactos o incomodidad para la población y que en caso de presentarse dificultades, éstas sean resueltas rápidamente.										
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual						
Actividades generadoras específicas	En la etapa previa: • Estudios básicos (diseños y EIA) En la etapa de construcción: • Operación de maquinaria y equipo En la etapa de operación: • Mantenimiento										
Calificación											
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja						
Magnitud	Alta		Media		Baja	X					
Duración	Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	X					
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X					
Líneas de manejo	• Programa de información y participación comunitaria • Programa de Educación • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional • Programa de monitoreo a la infraestructura										
Confiabilidad de la calificación											
Alta	X	Media		Baja							

Ficha	**25.**	**Aumento de la demanda de servicios**									
Dimensión, Componente, Elemento	Social, espacial, servicios públicos y sociales										
Descripción específica del impacto	Incremento en la demanda de servicios de carácter social y económico, servicios públicos, de salud, transporte, educación, vivienda, comunicaciones y el comercio, debido al incremento de población foránea que llega al lugar atraída por las expectativas de generación de empleo que ofrece la construcción del proyecto en la región.										
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual						
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción: • Instalación o relocalización de redes de servicio público										
Calificación											
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja						
Magnitud	Alta		Media	X	Baja						
Duración	Largo plazo		Medio plazo	X	Corto plazo						
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X					
Líneas de manejo	• Programa de información y participación comunitaria • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional										
Confiabilidad de la calificación											
Alta	X	Media		Baja							

Ficha	26.	Interrupción de servicios públicos											
Dimensión, Componente, Elemento		Social, espacial , servicios públicos y sociales											
Descripción específica del impacto		La realización de algunas obras de adecuación o instalación de estructuras puede requerir el cierre temporal de algunas vías igualmente para la instalación de redes o tuberías sea necesario el corte esporádico de alguno o varios servicios públicos como gas, energía, agua o teléfono											
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual							
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Instalación o relocalización de redes de servicio público											
Calificación													
Probabilidad		Alta		Media		Baja	X						
Magnitud		Alta		Media		Baja	X						
Duración		Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	X						
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	X						
Líneas de manejo		• Programa de información y participación comunitaria											
Confiabilidad de la calificación													
Alta	X	Media		Baja									

Ficha	27.	Cambio en las actividades económicas											
Dimensión, Componente, Elemento		Social, económico, actividades productivas.											
Descripción específica del impacto		Ante la oferta de alternativas de trabajo con mayor estabilidad y mejor remuneración, algunos pobladores locales optan por abandonar las labores tradicionales y buscan vinculación laboral con el proyecto											
Área de influencia		Regional		Local	X	Puntual							
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción: • Contratación de mano de obra.											
Calificación													
Probabilidad		Alta	X	Media		Baja							
Magnitud		Alta		Media	X	Baja							
Duración		Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo							
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo	X	Residual							
Líneas de manejo		• Programa de información y participación comunitaria • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional											
Confiabilidad de la calificación													
Alta	X	Media		Baja									

Ficha	28.	Cambio en la tenencia de la tierra					
Dimensión, Componente, Elemento		Social, económico, propiedad (tenencia de la tierra).					
Descripción específica del impacto		Necesariamente se presenta un cambio de propietarios por la compra de predios requeridos para las obras del proyecto y eventualmente puede ocurrir que por el incremento de valorización de los predios vecinos al mismo y por ende del impuesto predial, algunos propietarios se vean abocados a vender sus propiedades.					
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	X
Actividades generadoras		En la etapa previa					

específicas	• Adquisición de predios						
Calificación							
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja		
Magnitud	Alta		Media		Baja	X	
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X	
Líneas de manejo	• Programa de información y participación comunitaria • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	**29.**	**Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales**					
Dimensión, Componente, Elemento	Social, cultural, manifestaciones culturales.						
Descripción específica del impacto	Por la introducción de nuevos valores y referentes se alteran los patrones culturales.						
Área de influencia	Regional		Local		Puntual	X	
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción • Contratación de mano de obra En la etapa de operación: • Circulación						
Calificación							
Probabilidad	Alta		Media	X	Baja		
Magnitud	Alta		Media		Baja	X	
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X	
Líneas de manejo	• Programa de información y participación comunitaria • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	**30.**	**Alteración o pérdida de vestigios arqueológicos**					
Dimensión, Componente, Elemento	Social, cultural, patrimonio arqueológico.						
Descripción específica del impacto	Es posible que se genere pérdidas o alteraciones de material arqueológico que aún no fuera descubierto o que se llegue a modificar los contextos culturales identificados.						
Área de influencia	Regional		Local		Puntual	X	
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción • Desmonte y limpieza						
Calificación							
Probabilidad	Alta		Media		Baja	X	
Magnitud	Alta		Media		Baja	X	
Duración	Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	X	
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual	X	
Líneas de manejo	• Programa de monitoreo arqueológico						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	31.	Generación de expectativas									
Dimensión, Componente, Elemento		Social, político administrativo, Conflicto de intereses									
Descripción específica del impacto		Diversos actores sociales entre ellos pobladores, instituciones, entidades gubernamentales, entre otros, pueden crearse expectativas de índole económico, social, comunitario, administrativo o familiar, frente a situaciones relacionadas con la negociación y compra de predios o viviendas, la indemnización de la actividad económica, ingresos municipales, la oferta y contratación de mano de obra, daños al entorno con la construcción del proyecto, que pueden no ser resueltas satisfactoriamente en las diferentes etapas del proyecto, generando con ello conflictos entre el proyecto y las comunidades y/o instituciones.									
Área de influencia		Regional		X		Local				Puntual	
Actividades generadoras específicas		En actividades previas: • Estudios básicos (diseños EIA) • Socialización del proyecto • Adquisición de predios • Contratación de mano de obra En etapa de construcción • Excavaciones superficiales y subterráneas En la etapa de operación: • Circulación • Derrame por valorización									
Calificación											
Probabilidad		Alta		X		Media				Baja	
Magnitud		Alta		X		Media				Baja	
Duración		Largo plazo		X		Medio plazo				Corto plazo	
Tipo de impacto		Sinérgico		X		Acumulativo				Residual	
Líneas de manejo		• Programa de información y participación comunitaria • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional • Programa de contratación • Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente									
Confiabilidad de la calificación											
Alta		X		Media				Baja			

Ficha	32.	Perturbación de relaciones entre organizaciones y comunidades									
Dimensión, Componente, Elemento		Social, político administrativo, conflicto de intereses									
Descripción específica del impacto		Con las actividades de construcción y entrada en operación del proyecto es posible que se generen conflictos entre miembros de la comunidad y algunas organizaciones locales ya que los intereses que se tienen frente al proyecto desde diferentes sectores de la sociedad no siempre son iguales. El manejo de estos conflictos, la búsqueda de soluciones concertadas y la libre expresión de ideas frente a diferentes temas brindan las herramientas para desarrollar un valor como la tolerancia, que finalmente es la base de la solución o no presencia de los conflictos.									
Área de influencia		Regional		X		Local				Puntual	
Actividades generadoras específicas		En actividades previas: • Estudios básicos (diseños EIA) • Socialización del proyecto • Adquisición de predios • Contratación de mano de obra									

	En etapa de construcción • Excavaciones superficiales y subterráneas En la etapa de operación: • Circulación • Derrame por valorización						
Calificación							
Probabilidad	Alta	X	Media		Baja		
Magnitud	Alta		Media		Baja		X
Duración	Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo		X
Tipo de impacto	Sinérgico	X	Acumulativo		Residual		
Líneas de manejo	• Programa de información y participación comunitaria • Programa de Educación • Programa de contratación • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional						
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	33.	Perturbación de la seguridad pública					
Dimensión, Componente, Elemento	Social, político administrativo, conflicto de intereses						
Descripción específica del impacto	El incremento en la dinámica poblacional entre el Valle de San Nicolás y el Valle de Aburrá por diferentes temas como el empleo, el turismo, el comercio, la infraestructura vial, la llegada de personal foráneo de paso o personas que buscan un espacio para la vivienda, entre otros atractivos que brindará el proyecto, aumentan la posibilidad de diferentes tipos de inseguridad como delincuencia común, daños en bienes públicos y privados, aumento de diferentes enfermedades generadas por el estrés, incremento de tasas de accidentalidad y mortalidad por diferentes causas, incremento de conflictos entre personas de diferentes comunidades, abusos contra la población.						
Área de influencia	Regional		Local	X	Puntual		
Actividades generadoras específicas	En actividades previas: • Estudios básicos (diseños EIA) • Socialización del proyecto • Adquisición de predios • Contratación de mano de obra En etapa de construcción • Excavaciones superficiales y subterráneas En la etapa de operación: • Circulación • Derrame por valorización						
Calificación							
Probabilidad	Alta		Media		Baja		X
Magnitud	Alta		Media		Baja		X
Duración	Largo plazo	X	Medio plazo		Corto plazo		
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual		X
Líneas de manejo	• Programa de información y participación comunitaria • Programa de Educación • Programa de contratación • Programa de apoyo y fortalecimiento institucional						
Confiabilidad de la calificación							
Alta		Media		Baja			

Ficha	34.	Incremento en los ingresos municipales (POSITIVO)					
Dimensión, Componente, Elemento		Social, económico, finanzas municipales.					
Descripción específica del impacto		Por la construcción de las obras, los predios que se encuentran dentro de su jurisdicción serán objeto de valorización. Lo anterior conlleva a que el valor de la tierra se incrementará, aumentando con ello los ingresos municipales al momento de hacer transacciones relacionadas con predios. La construcción del proyecto genera a los municipios asociados ingresos por concepto de impuesto predial que deberá ser asumido por el dueño del proyecto. Este impacto redunda en el desarrollo de la región en términos de su economía.					
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	
Actividades generadoras específicas		En la etapa de operación: • Circulación • Derrame por valoración					
Calificación							
Probabilidad		Alta		Media		Baja	
Magnitud		Alta		Media		Baja	
Duración		Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	
Líneas de manejo							
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	35.	Cambio en la situación de empleo (POSITIVO)					
Dimensión, Componente, Elemento		Social, económico, actividades productivas					
Descripción específica del impacto		Dado el requerimiento de mano de obra calificada y no calificada para el desarrollo de las actividades del proyecto, así como de contratación de bienes y servicios se amplían las posibilidades laborales para la población de la zona, ofreciendo estabilidad durante el tiempo de ejecución del proyecto.					
Área de influencia		Regional		Local		Puntual	
Actividades generadoras específicas		En la etapa de construcción • Contratación de mano de obra					
Calificación							
Probabilidad		Alta		Media		Baja	
Magnitud		Alta		Media		Baja	
Duración		Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo	
Tipo de impacto		Sinérgico		Acumulativo		Residual	
Líneas de manejo							
Confiabilidad de la calificación							
Alta	X	Media		Baja			

Ficha	36.	Dinamización de la economía local (POSITIVO)
Dimensión, Componente, Elemento		Social, económico, actividades productivas
Descripción específica del impacto		Se manifiesta por la presencia e interacción de pobladores de la zona y de otros migrantes en búsqueda de alternativas laborales que favorezcan los ingresos económicos. Ante esta situación, se diversifica la oferta de bienes y servicios en la zona aprovechando el incremento de población asentada y

	transeúnte.									
Área de influencia	Regional		Local		Puntual					
Actividades generadoras específicas	En la etapa de construcción • Contratación de mano de obra									
Calificación										
Probabilidad	Alta		Media		Baja					
Magnitud	Alta		Media		Baja					
Duración	Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo					
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual					
Líneas de manejo										
Confiabilidad de la calificación										
Alta	X	Media		Baja						

Ficha	37.	Cambio en las formas de organización de las comunidades (líderes) (POSITIVO)								
Dimensión, Componente, Elemento	Social, político administrativo, organización comunitaria									
Descripción específica del impacto	En el área de influencia puntual del proyecto no se encuentra sentido de pertenencia y de comunidad, manifestado en el desinterés por la participación en instancias como las Juntas de Acción Comunal, sin embargo en el área de influencia directa local, se observa mayor participación y organización comunitaria. La presencia del proyecto puede generar cambios en la dinámica comunitaria incentivando mayor organización y participación en las decisiones que se toman en su territorio y que los involucran directamente y en la posibilidad de contratación tanto de mano de obra como de bienes y servicios. El proyecto se convierte en un potenciador del cambio en las relaciones y formas de organización.									
Área de influencia	Regional		Local		Puntual					
Actividades generadoras específicas	En etapa de construcción • Contratación de mano de obra En etapa de operación • Circulación									
Calificación										
Probabilidad	Alta		Media		Baja					
Magnitud	Alta		Media		Baja					
Duración	Largo plazo		Medio plazo		Corto plazo					
Tipo de impacto	Sinérgico		Acumulativo		Residual					
Líneas de manejo										
Confiabilidad de la calificación										
Alta		Media		Baja						

Ficha	38.	Reducción en tiempos de desplazamiento y facilidad para movilidad (POSITIVO)
Dimensión, Componente, Elemento	Social, espacial, circulación
Descripción específica del impacto	Por la construcción de la infraestructura vial y el acondicionamiento de las vías, para la conexión entre los valles San Nicolás y Aburrá, se requerirá un menor tiempo de desplazamiento, lo que a su vez demandará un menor gasto de combustible, desgaste del vehículo y menores afectaciones ambientales, como ruido y contaminación.

	Además la puesta en marcha proyecto, facilitará la movilidad vehicular que se presenta actualmente por la vía Las Palmas y Santa Elena, debido a que los pobladores del Valle de Aburrá y el Valle San Nicolás harán uso del nuevo sistema vial.											
Área de influencia	Regional		X		Local				Puntual			
Actividades generadoras específicas	En la etapa de operación: • Circulación											
Calificación												
Probabilidad	Alta				Media				Baja			
Magnitud	Alta				Media				Baja			
Duración	Largo plazo				Medio plazo				Corto plazo			
Tipo de impacto	Sinérgico				Acumulativo				Residual			
Líneas de manejo												
Confiabilidad de la calificación												
Alta		X		Media				Baja				

5.2.4 Calificación y jerarquización de impactos

A partir de la consolidación de la calificación dada en las fichas de impactos, se analizan y valoran cada uno de los atributos de evaluación y se construye una **función objetivo** que permite integrar todos los criterios de evaluación en una calificación única para el impacto ambiental.

La función objetivo es una expresión matemática que utiliza todas las calificaciones de los *atributos de evaluación* (Ci) y obtiene como resultado la **calificación individual (Cj)** de cada impacto ambiental identificado.

En esta ecuación Ci es la calificación individual de cada atributo de evaluación (ver ecuación 1). Así, la forma general adoptada para la calificación ambiental de un impacto puede expresarse como una función de los atributos, a saber:

$$Ci = f[P, M, A, D, T] \text{ (ecuación 1)}$$

En donde:

Ci , es la calificación ambiental del impacto

P , es la probabilidad de ocurrencia del impacto

M , es la magnitud del deterioro generado por la actividad

A , es el área de influencia del impacto

D , es la duración de la condición alterada

T , es el tipo de impacto

Para efectos de esta evaluación ambiental conceptual se utilizará una expresión que utiliza promedios ponderados de cada uno de los criterios analizado, los cuales se presentan en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6 Calificación del Impacto Ambiental

Atributo	Calificación	Valor	Calificación	Valor	Calificación	Valor
Probabilidad de ocurrencia	Alta	12	Media	8	Baja	4
Magnitud	Alta	12	Media	8	Baja	4
Duración	Largo plazo	12	Medio plazo	8	Corto plazo	4
Tipo de impacto	Sinérgico	12	Acumulativo	8	Residual	4
Calificación ponderada	Máxima				Mínima	

Calificación ponderada = P * M * D * T

En la Tabla 5.7 se presenta la información consolidada de la calificación de los impactos identificados y en la Tabla 5.8 se muestra la jerarquización de los mismos.

Tabla 5.7 Matriz de calificación de impactos

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
1	Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local	12	8	8	12	9216
2	Riesgo de desestabilización de terrenos	8	4	4	8	1024
3	Deterioro de la calidad del agua superficial	12	4	4	8	1536
4	Deterioro de la calidad de aguas subterráneas	8	4	4	4	512
5	Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas	12	8	12	12	13824
6	Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales y subterráneas	12	8	12	8	9216
7	Incremento de la concentración de material particulado	12	8	8	8	6144
8	Incremento en la concentración de gases contaminantes	12	4	8	4	1536
9	Incremento en los niveles normales de presión sonora	12	8	12	8	9216
10	Cambio en las propiedades del suelo	12	4	12	4	2304
11	Activación de procesos erosivos	8	12	8	8	6144
12	Cambio en el uso del suelo	8	8	12	12	9216
13	Generación de residuos orgánicos	12	8	4	4	1536
14	Generación de residuos especiales no aprovechables	12	4	8	4	1536
15	Generación de escombros	12	4	4	4	768
16	Generación de residuos sólidos ordinarios aprovechables	12	4	8	4	1536
17	Generación de residuos sólidos ordinarios no aprovechables	12	4	8	4	1536
18	Alteración de la calidad visual	12	8	12	8	9216
19	Pérdida de la cobertura vegetal protectora}	12	8	12	4	4608
20	Afectación de la cobertura y usos del suelo	12	4	12	8	4608
21	Muerte y desplazamiento de especies faunísticas	12	4	12	4	2304
22	Cambio en la diversidad y abundancia de especies faunísticas y florística	4	4	12	8	1536
23	Inducción de procesos migratorios	8	4	12	4	1536
24	Afectación de redes viales	12	4	4	4	768
25	Aumento de la demanda de servicios	12	8	8	4	3072
26	Interrupción de servicios públicos	4	4	4	4	256
27	Cambio en las actividades económicas	12	8	12	8	9216
28	Cambio en la tenencia de la tierra	12	4	12	4	2304
29	Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales	8	4	12	4	1536
30	Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	4	4	4	4	256
31	Generación de expectativas	12	12	12	12	20736
32	Perturbación relaciones entre organizaciones y comunidades	12	4	4	12	2304

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
33	Perturbación de la seguridad pública	4	4	12	4	768
34	Reducción en tiempos de desplazamiento y facilidad para la movilidad					0
35	Incremento en los ingresos municipales					0
36	Cambio en la situación de empleo					0
37	Dinamización de la economía local					0
38	Cambio en las formas de organización de las comunidades (líderes)					0

Tabla 5.8 Jerarquización de impactos

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
31	Generación de expectativas	12	12	12	12	20736
5	Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas	12	8	12	12	13824
1	Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local	12	8	8	12	9216
6	Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales y subterráneas	12	8	12	8	9216
9	Incremento en los niveles normales de presión sonora	12	8	12	8	9216
12	Cambio en el uso del suelo	8	8	12	12	9216
18	Alteración de la calidad visual	12	8	12	8	9216
27	Cambio en las actividades económicas	12	8	12	8	9216
7	Incremento de la concentración de material particulado	12	8	8	8	6144
11	Activación de procesos erosivos	8	12	8	8	6144
19	Pérdida de la cobertura vegetal protectora	12	8	12	4	4608
20	Afectación de la cobertura y usos del suelo	12	4	12	8	4608
25	Aumento de la demanda de servicios	12	8	8	4	3072
10	Cambio en las propiedades del suelo	12	4	12	4	2304
21	Muerte y desplazamiento de especies faunísticas	12	4	12	4	2304
28	Cambio en la tenencia de la tierra	12	4	12	4	2304
32	Perturbación relaciones entre organizaciones y comunidades	12	4	4	12	2304
3	Deterioro de la calidad del agua superficial	12	4	4	8	1536
8	Incremento en la concentración de gases contaminantes	12	4	8	4	1536
13	Generación de residuos orgánicos	12	8	4	4	1536
14	Generación de residuos especiales no aprovechables	12	4	8	4	1536
16	Generación de residuos sólidos ordinarios aprovechables	12	4	8	4	1536
17	Generación de residuos sólidos ordinarios no aprovechables	12	4	8	4	1536
22	Cambio en la diversidad y abundancia de especies faunísticas y florística	4	4	12	8	1536
23	Inducción de procesos migratorios	8	4	12	4	1536
29	Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales	8	4	12	4	1536
2	Riesgo de desestabilización de terrenos	8	4	4	8	1024
15	Generación de escombros	12	4	4	4	768
24	Afectación de redes viales	12	4	4	4	768
33	Perturbación de la seguridad pública	4	4	12	4	768
4	Deterioro de la calidad de aguas subterráneas	8	4	4	4	512
26	Interrupción de servicios públicos	4	4	4	4	256
30	Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	4	4	4	4	256
34	Reducción en tiempos de desplazamiento y facilidad para la movilidad					0
35	Incremento en los ingresos municipales					0
36	Cambio en la situación de empleo					0
37	Dinamización de la economía local					0
38	Cambio en las formas de organización de las comunidades (líderes)					0

De los 38 impactos identificados para el ajuste del Plan de Manejo para la construcción y operación del Túnel de Oriente, 33 son negativos y cinco son positivos; de los 33

negativos se destacan dos de ellos como los de mayor incidencia sobre el territorio, uno social y otro físico. El primero, denominado **Generación de expectativas**, puede entenderse como consecuencia de la distancia que existe entre los medios de comunicación y la comunidad con la dirección de los proyectos de infraestructura; si bien, los proyectos de infraestructura cuentan en la actualidad con una oficina de atención a la comunidad y personal especializado para atender las demandas de información de la comunidad, esta última no utiliza los canales de comunicación acertados y permite que terceros entren a hacer parte de la diferencia y alterar la relación proyecto – comunidad; para ello es necesario que el plan de comunicaciones que haga parte del Plan de Manejo Ambiental sea ambicioso y agresivo, hablando en términos comunicacionales.

De otro lado, el segundo impacto con igual calificación es el **Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales y subterránea**, natural si se tiene en cuenta que los modelos que se utilizan para evaluar el abatimiento del nivel freático son probabilísticos y se requiere de un seguimiento al comportamiento de la tabla de agua desde el momento mismo de iniciadas las obras de construcción de túnel hasta la estabilización de la misma. Es por esto que el Plan de Monitoreo y Seguimiento incluye un plan de monitoreo para seguimiento de la tabla de agua desde el inicio de obras hasta los 10 años de estabilización. Este monitoreo estará acompañado por un acta de vecindad de cada uno de los predios sobre el techo del túnel que incluya los bienes muebles así como las coberturas. Sólo un seguimiento dará certeza de la alteración de los suelos y por ende del uso potencial para el área de influencia puntual del proyecto.

Los otros ocho impactos negativos que revisten un grado de importancia y que se evaluaron desde la solicitud original de la licencia son de la dimensión física: incremento en los niveles de vibración y sismicidad local, cambio en la dinámica de las corrientes superficiales y subterráneas, incremento en los niveles normales de presión sonora, cambio en el uso del suelo, incremento de la concentración de material particulado, activación de procesos erosivos; uno es biótico: alteración de la calidad visual y uno es social: cambio en las actividades económicas.

Haciendo un balance de los impactos identificados para el Ajuste del Plan de Manejo para el Túnel de Oriente, lo relevante está asociado a los dos impactos que recibieron la calificación mayor. Los demás impactos están asociados a todo tipo de obra de infraestructura en zona urbana o periurbana.

Capítulo 6. Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto

TABLA DE CONTENIDO

6 Zonificación de Manejo Ambiental del Proyecto 6.1

6 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

La zonificación de manejo ambiental define y sectoriza en el área de influencia directa las zonas donde se pueden desarrollar las diferentes actividades del proyecto de acuerdo con los resultados de la zonificación de sensibilidad ambiental y la evaluación de impactos, de esta forma se identifican las siguientes áreas de manejo:

Áreas de Exclusión: corresponde a las áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. Se considera que el criterio de exclusión está relacionado con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socio-ambiental de la zona; de la capacidad de autorecuperación de los medios a ser afectados y del carácter de áreas con régimen especial. Para el túnel de oriente no se consideran áreas de exclusión.

Áreas de Intervención con Restricciones: se trata de áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y etapas del proyecto y con la sensibilidad socio-ambiental de la zona. Para el túnel de oriente se consideran como áreas de intervención con restricciones los sectores: acceso occidental por la intervención sobre los elementos ambientales y sociales menos alterados del corredor y el sector túnel Santa Elena por el abatimiento al nivel freático.

Áreas de Intervención: corresponde a áreas donde se puede desarrollar el proyecto, con manejo socio-ambiental acorde con las actividades y etapas del mismo. Son áreas de intervención sin restricción por el grado de alteración actual el sector Baltimore y acceso oriental.

La zonificación de manejo se desarrolló a partir de la construcción de una matriz que verifica cada una de las dimensiones (Física, Biótica, social) y los componentes que se valoraron en el análisis de la sensibilidad ambiental y en la identificación de impactos, (ver capítulos 3 y 5) con esta información se elaboró un plano que identifica cada una de las áreas de manejo de acuerdo con la dimensión evaluada, donde además se sobrepuso el diseño de las obras (Plano AO_EA_ZM_001).

Capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental

TABLA DE CONTENIDO

7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	7.1
7.1	GRUPO DE GESTIÓN AMBIENTAL	7.3
7.1.1	Justificación	7.3
7.1.2	Metodología	7.3
7.1.3	Personal	7.4
7.1.3.1	Coordinador del Grupo de Gestión Ambiental (GGA).	7.4
7.1.3.2	Sociólogo	7.4
7.1.3.3	Comunicador social.	7.5
7.1.3.4	Ingeniero forestal	7.5
7.1.3.5	Profesional en seguridad e higiene ocupacional.	7.5
7.1.4	Responsable	7.6
7.1.5	Costos	7.6
7.2	GRUPO DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL	7.6
7.2.1	Justificación	7.6
7.2.2	Metodología	7.6
7.2.3	Personal	7.7
7.2.3.1	Coordinador de la Supervisión Ambiental.	7.7
7.2.3.2	Profesional del área social.	7.7
7.2.3.3	Ingeniero forestal	7.8
7.2.3.4	Profesional en seguridad e higiene ocupacional.	7.8
7.2.4	Responsable	7.8
7.2.5	Costos	7.8
7.3	NORMAS A CUMPLIR POR EL CONCESIONARIO	7.8
7.3.1	Normas Generales	7.8
7.3.2	Normas para la protección de la comunidad	7.9
7.3.3	Normas para la seguridad del personal	7.10
7.3.4	Normas para la protección del aire	7.13
7.3.5	Normas para la protección de las aguas	7.14
7.3.6	Normas para la protección de suelos	7.14

7.3.7 Normas sobre disposición de sobrantes de excavación, escombros y basuras 7.15
7.3.8 Normas generales para la adecuación y uso de vías de acceso 7.15
7.3.9 Normas para la operación y mantenimiento de la maquinaria.. 7.16
7.3.10 Normas para la operación de talleres y depósitos 7.17
7.3.10.1 Talleres 7.17
7.3.10.2 Depósitos de Insumos 7.17
7.3.10.3 Depósitos de Combustibles 7.17
7.3.11 Normas para la planta de trituración, concreto y asfalto 7.18
7.4 PLANES DE MANEJO ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 7.18
7.4.1 Planes de manejo medio abiótico 7.18
7.4.1.1 Programa de estabilización de laderas 7.18
7.4.1.2 Programa de manejo de sitio de depósito 7.21
7.4.1.3 Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas 7.23
7.4.1.4 Programa para la identificación calidad del agua 7.27
7.4.1.5 Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual 7.29
7.4.1.6 Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales 7.32
7.4.1.7 Programa de manejo e identificación de calidad de aire y ruido 7.36
7.4.1.8 Programa de manejo de tránsito 7.42
7.4.2 Programas de manejo medio biótico 7.48
7.4.2.1 Programa de reforestación y manejo de la vegetación 7.48
7.4.2.2 Programa de conservación de especies de fauna amenazadas 7.58
7.4.2.3 Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías 7.60
7.4.3 Programas de manejo para el medio socioeconómico 7.61
7.4.3.1 Programa de información y participación a las comunidades .. 7.61
7.4.3.2 Programa de educación 7.67
7.4.3.3 Programa de contratación 7.73
7.4.3.4 Programa de fortalecimiento institucional 7.76

7.4.3.5 Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente 7.79
7.4.3.1 Programa de monitoreo arqueológico 7.83
7.4.3.2 Programa de Arqueología preventiva: Divulgación 7.85
7.5 PLANES DE MANEJO ETAPA DE OPERACIÓN 7.87
7.5.1 Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua residual 7.87
7.5.2 Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales. 7.89
7.5.2.1 Programa de Atención a las comunidades 7.93
7.6 COSTOS 7.94

LISTA DE TABLAS

Tabla 7.1 Programas PMA 2009 ..... 7.1
Tabla 7.2 Programas PMA 2000 vs Programas PMA 2009 ..... 7.2
Tabla 7.3 Costos asociados al Grupo de Gestión Ambiental y Supervisión Ambiental 7.95
Tabla 7.4 Costos asociados al Plan de Manejo Ambiental para el medio físico 7.95
Tabla 7.5 Costos asociados al Plan de Manejo Ambiental para el medio biótico 7.97
Tabla 7.6 Costos asociados al Plan de Manejo Ambiental para el medio social 7.99
Tabla 7.7 Consolidado de Costos para el Plan de Manejo Ambiental 7.103

LISTA DE ANEXOS

Anexo_7.1_Cronograma

7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

De acuerdo con el artículo 1 del decreto 1220 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Plan de Manejo Ambiental *es el conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.*

En este capítulo se presentan los diferentes programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental –PMA–, propuestos para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos ambientales identificados durante la actualización del Estudio de Impacto Ambiental de la Conexión Vial Aburrá - Oriente.

Se realizó un análisis de la pertinencia, aplicabilidad y temporalidad en la actualidad de los programas elaborados para el PMA en el año 2000, de esta forma se llevó a cabo una reagrupación y reubicación de estos, además se añadieron algunos Programas que no fueron considerados anteriormente. En la Tabla 7.1., se muestran los programas elaborados en la actualización del EIA y en Tabla 7.2 se muestra la correspondencia de los programas elaborados en el año 2000 con los elaborados en esta actualización.

Tabla 7.1 Programas PMA 2009

Programas Plan de Manejo Ambiental 2000	Código
Planes de manejo medio abiótico etapa de construcción	
Programa de estabilización de laderas	PMA-C-TO-FIS-01
Programa de manejo de sitio de depósito	PMA-C-TO-FIS-02
Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas	PMA-C-TO-FIS-03
Programa para la identificación calidad del agua	PMA-C-TO-FIS-04
Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual	PMA-C-TO-FIS-05
Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.	PMA-C-TO-FIS-06
Programa de manejo e identificación calidad de aire y ruido	PMA-C-TO-FIS-07
Programa de manejo de tránsito	PMA-C-TO-FIS-08
Planes de manejo medio abiótico etapa de operación	
Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual	PMA-O-TO-FIS-01
Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.	PMA-O-TO-FIS-02
Programas de manejo medio biótico etapa de construcción	
Programa de reforestación y manejo de la vegetación	PMA-C-TO-BIO-01
Programa de conservación de especies de fauna amenazadas	PMA-C-TO-BIO-02
Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías	PMA-C-TO-BIO-03

Programas de manejo para el medio socioeconómico etapa de construcción	
Programa de información y participación a las comunidades	PMA-C-TO-SOC-01
Programa de educación	PMA-C-TO-SOC-02
Programa de contratación	PMA-C-TO-SOC-03
Programa de fortalecimiento institucional	PMA-C-TO-SOC-04
Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente	PMA-C-TO-SOC-05
Programa de monitoreo arqueológico	PMA-C-TO-SOC-06
Programa de Arqueología preventiva: Divulgación	PMA-C-TO-SOC-07
Programas de manejo para el medio socioeconómico etapa de operación	
Programa de Atención a las comunidades	PMA-O-TO-SOC-06

Fuente: Elaboración propia de Integral

Tabla 7.2 Programas PMA 2000 vs Programas PMA 2009

Plan de Manejo Ambiental año 2000	Plan de Manejo Ambiental año 2009
Planes de manejo medio abiótico	
Programa de estabilización de laderas	Programa de estabilización de laderas
Programa de manejo de sitios de deposito	Programa de manejo de sitio de depósito
Programa manejo de residuos sólidos	Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.
Programa manejo calidad de agua	Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual
Programa control de tránsito	Programa de manejo de tránsito
Programa restitución de circulación vehicular y peatonal	Esta cubierto dentro del programa tránsito
Programa de mantenimiento vial preventivo y correctivo	Esta cubierto dentro del programa tránsito
Programa de atención a la relocalización de las redes de acueducto, alcantarillado, telefonía y electricidad	Esta cubierto dentro del programa tránsito
Programa de construcción del espacio comunal de la vereda el Carmín	No aplica
Programa de adecuación del espacio público	Esta cubierto dentro del programa tránsito
Programa de revegetalización y protección de superficies expuesta	Programa de revegetalización y protección de superficies expuesta
Programas de manejo medio biótico	
Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías	Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías
Programa de reforestación	Programa de Reforestación y manejo de la vegetación: • Proyecto 1: Aprovechamiento forestal • Proyecto 2: Protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de la quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia • Proyecto 3: Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro.
Programas de manejo para el medio socioeconómico	
Programa de Comunicaciones y Gestión comunitaria	Programa de información y participación comunitaria • Proyecto de participación institucional • Proyecto de participación comunitaria • Proyecto de atención a las comunidades
Programa de Educación No Formal	Programa de Educación • Proyecto de educación ambiental a las

	comunidades • Proyecto de educación ambiental a trabajadores
Programa de atención al Conflicto Sociopolítico	Esta cubierto con todos los programas para el medio socioeconómico
Programa mecanismos de contratación de mano de obra y condiciones laborales	Programa de contratación • Proyecto contratación de mano de obra • Proyecto contratación de bienes y suministros
Programa de impulso y potencialización de los beneficios del proyecto	Esta cubierto dentro del programa de información y participación
Programa de apoyo a las oficinas de Planeación Municipal	Programa de apoyo y fortalecimiento institucional
Programa de Sustituciones económicas y seguimiento al cambio	Esta cubierto dentro del Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente
Programa de Capacitación en producción agropecuaria	Esta cubierto dentro del Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente
Programa de Negociación y Reasentamiento	Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente
Programa de arqueología preventiva. Fase de Rescate	Programa de Monitoreo Arqueológico Programa de Arqueología preventiva: Divulgación

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental 2000 y Elaboración propia de Integral

Se presentan los programas para las etapas de construcción y operación de los medios abiótico, biótico y socioeconómico; también se presenta la configuración que deben tener los Grupos de Gestión Ambiental y de Supervisión Ambiental, luego se hace énfasis en las normas que deberá cumplir el Concesionario y los grupos operativos que ejecutarán y verificarán este Plan de Manejo Ambiental y por último se presentan los Planes de Manejo.

Para cada uno de los Programas se elaboró una ficha que incluye información como: objetivos, impactos a manejar, justificación, metas, acciones a desarrollar, población beneficiada, mecanismos y estrategias de participación, área de cobertura, responsables, recursos de personal y costos, cronograma e indicadores, en concordancia con los lineamientos establecidos por la autoridad ambiental.

7.1 GRUPO DE GESTIÓN AMBIENTAL

7.1.1 Justificación

El objetivo es crear un organismo que garantice la gestión, ejecución y desarrollo de las diferentes actividades propuestas en el presente Plan de Manejo.

7.1.2 Metodología

La Concesión conformará un Grupo de Gestión Ambiental (GGA) que tendrá como función principal la puesta en marcha y ejecución de los programas y actividades propuestas en el Plan de Manejo Ambiental. Además, el Grupo de Gestión Ambiental diseñará las estrategias necesarias para el cabal cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en el país, los procedimientos contemplados en las Especificaciones Técnicas y las pautas descritas.

7.1.3 Personal

Para su adecuado funcionamiento, el Grupo de Gestión Ambiental estará integrado por el personal que se relaciona a continuación:

7.1.3.1 Coordinador del Grupo de Gestión Ambiental (GGA).

Será un profesional con experiencia no menor a tres años en el área ambiental, con aptitud para la coordinación de personal subalterno y el manejo de reuniones con personal ajeno a su propia organización. Su dedicación será de tiempo completo y su jerarquía dentro del organigrama del Concesionario será de comunicación directa con el Director de obra; además tendrá autoridad para tomar decisiones en campo o bajo situaciones que ameriten solución inmediata. Sus funciones serán:

- Responder por la gestión ambiental del proyecto ante la Interventoría y el dueño del proyecto.
- Mantener informado al Director de obra sobre el desarrollo del proyecto y las situaciones de carácter ambiental que ameriten correctivos o ejecución de medidas de contingencias.
- Recomendar al Director de obra acciones correctivas para la buena marcha del proyecto a nivel ambiental.
- Mantener registro de los gastos y recursos utilizados en la ejecución del Plan de manejo ambiental.
- En coordinación con el Director de obra, elaborar y presentar a la Interventoría la programación detallada de las actividades de la obra, cronogramas de ejecución y velar por su estricto cumplimiento.
- Realizar recorridos diarios por las zonas de trabajo para supervisar las labores de construcción y en caso de identificar acciones irregulares, hacer que se tomen las medidas correctivas.
- Elaborar informes periódicos de todas las actividades ambientales realizadas.
- Elaborar el informe final, haciendo énfasis en el grado de cumplimiento de todos y cada uno de los programas del Plan de manejo ambiental y las conclusiones más relevantes de la gestión ambiental.
- Participar en las reuniones programadas con la comunidad e instituciones, para tratar los temas relacionados con el proyecto.
- Desarrollar en coordinación con el profesional del área social las actividades necesarias para la divulgación de las normas ambientales.
- Coordinar y definir el apoyo del comunicador social para llevar a cabo las actividades de información y difusión a la comunidad y las instituciones.

7.1.3.2 Sociólogo.

Profesional con experiencia no menor a tres años en el manejo de comunidades y con dedicación de tiempo completo al proyecto. Todas las actividades tendrán que ser discutidas, aprobadas y coordinadas con la Supervisión Ambiental de la Interventoría. Tiene como funciones:

- Realizar campañas de sensibilización ambiental a los trabajadores de la obra y al interior de su organización.

- Mantener informado al coordinador del Grupo de Gestión de las novedades que se presenten en materia social.

- Establecer y mantener los contactos con las autoridades de los municipios del área de Influencia y con las comunidades del área de influencia directa del proyecto.

- Ejecutar las actividades de carácter sociocultural definidos en el Plan de manejo ambiental, en coordinación permanente con la Interventoría.

- Realizar recorridos diarios por las zonas de trabajo, para atender inquietudes de la comunidad y canalizar las sugerencias recibidas en campo.

- Definir las estrategias a seguir en caso de presentarse algún problema social no considerado en el presente estudio.

- Elaborar informes de todas las actividades realizadas en los períodos establecidos.

- Programar y desarrollar reuniones y talleres con la comunidad, en coordinación con la Supervisión Ambiental de la Interventoría. Elaborar las actas respectivas.

- Servir de facilitador en la relación Proyecto - comunidad, con el montaje y aplicación de mecanismos para la comunicación, la concertación y la convivencia. Además, entregar a la población del área de influencia directa una información clara, eficiente, directa y oportuna.

- Atender todas las inquietudes de la comunidad asentada en la zona de influencia directa del proyecto.

- Dar trámite a las sugerencias o solicitudes de la comunidad contando con la debida aprobación por parte del coordinador del Grupo de Gestión y del Director de la obra.

7.1.3.3 Comunicador social.

Profesional con experiencia no menor a dos años en comunicación institucional o relaciones públicas, conocimiento del proceso periodístico y de manejo de medios, cuya responsabilidad será coordinar el programa de información y participación comunitaria. Su dedicación es de tiempo completo:

7.1.3.4 Ingeniero forestal.

Profesional con experiencia no menor de dos años, con experiencia en la recuperación de suelo y en siembra de árboles. Se encargará de coordinar los planes de Revegetalización y protección de superficies expuestas, el programa de Reforestación y el programa de Capacitación de producción agropecuaria. Su dedicación será tiempo completo.

7.1.3.5 Profesional en seguridad e higiene ocupacional.

Profesional con experiencia no menor a dos años en programas de seguridad industrial e higiene ocupacional para la construcción de una obra. Su dedicación es de tiempo completo y tiene como funciones:

- Diseñar el programa de salud ocupacional y seguridad industrial para la etapa de construcción, que deberá ser aprobado por la Interventoría y la Supervisión Ambiental .

- Realizar recorridos diarios por las zonas de trabajo, para verificar el cumplimiento del programa.

- Definir las estrategias a seguir en caso de presentarse algún problema no considerado en el Programa de salud ocupacional.

- Elaborar informes semanales y mensuales de todas las actividades realizadas en dichos períodos.

7.1.4 Responsable

La conformación del Grupo de Gestión Ambiental (GGA) será responsabilidad del Concesionario.

En total laborarán 65 meses, con excepción del profesional en seguridad industrial y salud ocupacional que sólo trabajará 60 meses.

7.1.5 Costos

En la Tabla 7.3 se presentan los costos asociados al Grupo de Gestión Ambiental (GGA).

7.2 GRUPO DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

7.2.1 Justificación

El objetivo es crear el organismo que garantice la supervisión y el cumplimiento de los diferentes planes propuestos.

7.2.2 Metodología

Se implementará el grupo de Supervisión Ambiental (SA), que hará parte integral de la Interventoría del proyecto y tendrá como función principal garantizar la protección del medio ambiente, la comunidad y el proyecto mismo. Otras de sus funciones serán:

- Velar por el cumplimiento del Plan de Manejo durante la fase de construcción.

- Hacer cumplir las normas de protección ambiental y la legislación ambiental vigente.

- Conjuntamente con el Concesionario, manejar las relaciones con entidades de orden local, regional y nacional, en lo referente a la problemática ambiental de la construcción de la Conexión Vial Aburrá - Oriente y realizar campañas de divulgación del Plan de Manejo y de sensibilización ambiental al personal de la Interventoría técnica.

- Supervisar las obras específicas de manejo, control y mitigación ambiental.

- Identificar los impactos ambientales no incluidos dentro del Plan de Manejo Ambiental, que puedan presentarse durante la construcción del proyecto y plantear las medidas correctivas necesarias para solucionarlos.

7.2.3 Personal

Para su adecuado funcionamiento, la Supervisión Ambiental deberá contar con el siguiente personal operativo:

7.2.3.1 Coordinador de la Supervisión Ambiental.

Deberá ser un profesional con tres años de experiencia en las áreas ambiental, seguridad industrial y salud ocupacional, con aptitud para la coordinación de personal subalterno y el manejo de reuniones con personal ajeno a su propia organización. Su dedicación será de tiempo completo y tendrá las siguientes funciones principales:

- Manejar relaciones con el Concesionario, la Interventoría técnica y el Concedente, en todos los aspectos que tengan relación con la parte ambiental.

- Establecer relaciones con entidades locales, regionales y nacionales involucradas en el manejo y control de la problemática ambiental de la construcción de la Conexión Vial Aburrá -Oriente.

- Coordinar y asesorar al personal de la Supervisión Ambiental, cuyas funciones se describen más adelante.

- Solicitar el apoyo de otras disciplinas para atender problemáticas específicas en el campo ambiental.

- Formular las quejas o motivaciones escritas a que haya lugar, por el incumplimiento de las normas o los programas de manejo.

- Velar por el cumplimiento de las normas que rigen la seguridad industrial y salud ocupacional.

- Elaborar los informes periódicos de actividades y el informe final que serán enviados a la autoridad ambiental competente; deben contener la descripción completa de las actividades ambientales realizadas durante la construcción del ramal del gasoducto.

- Efectuar el seguimiento permanente y detallado de los trabajos, para comprobar el cumplimiento de lo especificado en el plan de manejo ambiental y en la legislación ambiental vigente.

- Establecer las acciones que sean necesarias cuando se presenten impactos ambientales imprevistos, o cuando los programas establecidos deban ser modificados.

7.2.3.2 Profesional del área social.

Será un profesional con experiencia en el trabajo con comunidades urbanas y en trabajo participativo. Su dedicación será de tiempo completo y sus funciones principales serán:

- Velar por el cabal cumplimiento del Plan de manejo ambiental.

- Establecer y mantener los contactos con las autoridades municipales de la zona de influencia, para que el proyecto se desarrolle teniendo en cuenta las exigencias, recomendaciones y normatividades formuladas por dichos organismos.

- Manejar las relaciones con la comunidad y coordinar con el Grupo de Gestión Ambiental los diferentes programas de carácter social.

- Realizar las campañas de sensibilización ambiental al interior de la Interventoría.

7.2.3.3 Ingeniero forestal.

Será un profesional con dos años de experiencia, cuya función será vigilar el cumplimiento de los programas establecidos en el PMA en los temas de reforestación y revetalización y temas asociados al tema forestal.

7.2.3.4 Profesional en seguridad e higiene ocupacional.

Profesional con experiencia no menor a dos años en programas de seguridad industrial e higiene ocupacional para la construcción de una obra. Su dedicación es de tiempo completo y tiene como funciones:

- Aprobar el programa de salud ocupacional y seguridad industrial presentado por el Concesionario
- Verificar, mediante recorridos de campo, que el programa se está cumpliendo.
- Colaborar con el Grupo de Gestión Ambiental en la definición de soluciones a problemas no considerados dentro del Programa de salud ocupacional.

7.2.4 Responsable

La conformación de la Supervisión Ambiental (SA) será responsabilidad del Concedente

7.2.5 Costos

En la Tabla 7.3 se presentan los costos asociados al Grupo de Supervisión Ambiental (GGA)

7.3 NORMAS A CUMPLIR POR EL CONCESIONARIO

7.3.1 Normas Generales

Es responsabilidad del Concesionario, o quien designe este para la construcción del proyecto, conocer las políticas y normas ambientales del Ministerio del Medio Ambiente (Ley 99 de 1993 y decretos reglamentarios), así como la Constitución Política de Colombia de 1991, el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Ley 23 de 1973, Decreto 2811 de 1974 y sus decretos reglamentarios), el Código Sanitario (Ley 9 de 1979, decretos reglamentarios), y demás normas y acuerdos del Área Metropolitana del valle del Aburrá y de los municipios de la zona de influencia. Las normas que se presentan a continuación están basadas en dichas disposiciones gubernamentales y son complementarias en algunos aspectos.

- El Concesionario o el responsable designado ejecutará todas las actividades del contrato, previniendo y controlando los efectos adversos que pudieran presentarse sobre el medio ambiente.
- El Concedente reconoce su responsabilidad por la preservación y mejoramiento del ambiente en la zona de influencia del proyecto, por lo que exigirá al Concesionario, sus subcontratistas, proveedores y empleados, el cumplimiento de las normas y programas estipulados en el presente Plan de Manejo, así como de cualquier otra instrucción que surja de parte de la Supervisión Ambiental.

- La Supervisión Ambiental podrá ordenar al Concesionario cualquier modificación o medida adicional que considere conveniente para el cuidado y mejoramiento del medio ambiente.

- Todo cambio que el Concesionario quiera realizar a las normas o programas presentes, deberá ser sometido a la aprobación previa de la Supervisión Ambiental.

- La Supervisión Ambiental notificará al Concesionario, cualquier violación de los requerimientos de control y protección del medio ambiente durante la construcción, e indicará las medidas correctivas pertinentes, que correrán por cuenta del Concesionario.

- El Concesionario se responsabilizará ante el Concedente por el pago de sanciones decretadas por entidades gubernamentales, por violación de las leyes y disposiciones ambientales durante el período de construcción.

- Toda contravención o acciones de personas que residan o trabajen en la obra y que originen daño ambiental, será comunicada en forma inmediata a la Supervisión Ambiental.

- Los daños causados por incumplimiento de estas normas son responsabilidad del Concesionario, quien solucionará la situación incluido su costo.

- Se recomienda la realización de registros fílmico y fotográfico del área de influencia directa del proyecto y de los sectores que serán utilizados con frecuencia durante las actividades de construcción del proyecto. El objetivo es contar con elementos de comparación al finalizar la obra, pues se deben restaurar las condiciones originales del terreno. También podrán ser útiles dichos registros en caso de presentarse reclamos por parte de la comunidad o de instituciones que tengan injerencia en la zona.

7.3.2 Normas para la protección de la comunidad

- El Concesionario adoptará las medidas y controles necesarios para preservar el bienestar de la comunidad aledaña a la zona de trabajo de la vía, que se verá afectada por cierres parciales de vías, presencia de maquinaria y otras actividades que puedan generar ruido, polvo, contaminación y otras molestias, como suspensión de servicios públicos.

- En este sentido, el Concesionario analizará y demarcará los sitios donde se vayan a colocar los materiales y equipos, con el fin de garantizar la seguridad de la población y su normal circulación a través de las áreas de trabajo.

- Para controlar el ruido generado durante los procesos constructivos, el Concesionario utilizará equipos y maquinaria moderna, que se caractericen por generar poco ruido, y utilizará la tecnología disponible para el control o disminución del mismo. También velará por el correcto funcionamiento de todos los equipos y maquinaria, para evitar el aumento del ruido y la contaminación por gases.

- El Concesionario evitará la realización de procesos constructivos que generan ruido excesivo (rotura de pavimentos, demolición de estructuras, operación de maquinaria en excavaciones) durante la noche. En caso de ser necesario, el Concesionario tramitará los respectivos permisos. Además, deberá evitar que esas actividades coincidan con

las horas hábiles de las instituciones educativas localizadas en cercanía a los frentes de obra.

- Para el control de la suspensión de material particulado, se restringirá al máximo el tránsito de vehículos en cercanías de las áreas de trabajo donde pueda haber material de excavación o de construcción sobre las vías. Cuando sea inevitable el tránsito de vehículos en estas zonas, se regará permanentemente con agua dicho material.

- Todos los vehículos de la obra que transporten materiales de construcción o sobrantes de excavación, tendrán protección con carpas para evitar la caída del material o su dispersión por acción del viento.

- En zonas donde los vehículos del proyecto puedan cargar tierra en sus ruedas, se debe realizar un lavado de las mismas con agua, para evitar que aquella llegue a las vías cercanas. Los vehículos que transporten elementos con alto contenido de humedad, deben contar con dispositivos apropiados que eviten el derrame del material durante el transporte.

- Los sitios de almacenamiento de materiales finos estarán provistos de cubiertas superiores y laterales, para evitar que el viento disperse el material hacia los terrenos vecinos.

- Todos los sitios y superficies de terreno que sean afectados por los trabajos se restablecerán, de forma que sus condiciones finales sean iguales o superiores a las que tenían antes de iniciar los trabajos.

- El Concedente y el Concesionario elaborarán un acta antes del inicio de las actividades de construcción, donde se establecerá el estado actual de la zona, que servirá de base para comparar y evaluar el estado al final del área afectada o en caso de reclamaciones por parte de la comunidad.

- Para evitar incomodidades y proveer seguridad a los habitantes del sector donde se van a ejecutar las obras, se demarcará y aislará totalmente el perímetro del área de trabajo mediante barreras metálicas, de madera o cintas plásticas. Cuando las obras se ejecuten en sitios con alta concentración de personas, es obligatorio el cerramiento mediante mallas con altura mínima de 1,50 m.

7.3.3 Normas para la seguridad del personal

- El Concesionario cumplirá con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo o Seguridad Social de Colombia, tales como el decreto 614 de 1984 y las resoluciones 02400 de 1979, 02413 de 1979, 1016 de 1986 y 02013 de 1986. Adicionalmente, en todo momento atenderá las normas establecidas al respecto por el Concedente y las demás entidades oficiales bajo cuya jurisdicción se ejecuta el contrato.

- Para cumplir con todas estas disposiciones, el Concesionario implementará una política al más alto nivel organizacional en relación con la salud ocupacional, la seguridad industrial y la prevención de accidentes en las obras y obligará a todo su personal a conocerla, mantenerla y respetarla. Para ello designará un responsable exclusivo para tal fin, con una jerarquía tal que le permita tomar decisiones e implementar acciones.

- El Concesionario impondrá a sus empleados, subcontratistas, proveedores y agentes relacionados con la ejecución del contrato, el cumplimiento de todas las condiciones relativas a salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes establecidas en los documentos del contrato y les exigirá su cumplimiento.

- Cada vez que la Supervisión Ambiental lo requiera, el Concesionario revisará y ajustará el programa de salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes. Se podrán suspender las obras si el Concesionario incumple con los requisitos de salud ocupacional o no atiende las instrucciones que la Supervisión Ambiental hiciere al respecto. El Concesionario en estos casos no tendrá derecho a indemnización alguna ni a ampliación del plazo contractual.

- El Concesionario será responsable de todos los accidentes que por negligencia suya, de sus empleados, subcontratistas o proveedores pudieran sufrir el personal o bienes del Concedente, del Interventor, de la Supervisión o terceras personas.

- El Concesionario informará por escrito a la Supervisión Ambiental, en un plazo no mayor a 24 horas, cualquier accidente que ocurra en los frentes de obra, todos los casos de enfermedad profesional y los daños que se presenten sobre propiedades o bienes públicos.

- A todos los obreros y empleados que vayan a ser vinculados a los trabajos, se les debe exigir un examen médico antes de vincularlos para verificar su estado de salud, especialmente en lo referente a la ausencia de enfermedades infecto - contagiosas. Periódicamente se verificará su estado de salud.

- El empleo de menores de edad para cualquier tipo de labor en los frentes de obras está estrictamente prohibido.

- Todo el personal del Concesionario estará dotado de elementos para la protección personal y colectiva durante el trabajo, de acuerdo con los riesgos a que estén sometidos. Los elementos serán de buena calidad y se revisarán periódicamente para garantizar su buen estado. En general se destacan los siguientes:

- Todos los trabajadores serán dotados de uniformes de trabajo adecuados para la realización de sus labores. En zonas de alto tránsito vehicular o en trabajos nocturnos, se usarán chalecos de seguridad.

- Toda persona en el sitio de las obras estará permanentemente provista de casco de seguridad para trabajar, visitar o inspeccionar los frentes de trabajo. El casco deberá ser metálico o de material plástico que garantice la protección efectiva contra impactos, riesgos eléctricos (ser dieléctricos), salpicaduras de sustancias químicas, materiales ígneos, calor radiante y efectos de llamas.

- Los soldadores utilizarán caretas de protección, delantales, mangas, botas industriales y guantes de amianto o cuero suave y flexible.

- En las operaciones de corte, martilleo y esmerilado se utilizarán gafas de seguridad para proteger los ojos contra chispas, esquirlas, salpicaduras con sustancias químicas y radiaciones que se generan. Según el riesgo a que se someta al trabajador, pueden emplearse otros elementos de protección como son los anteojos de montura metálica o plástica (con protección lateral si es necesario) y también monogafas de soldar.

- Cuando la exposición al ruido tenga niveles iguales o superiores a 85 decibeles, se suministrará equipo de protección auditiva, bien sea tipo cápsula auricular (orejera) o tipo tapón que puede ser de caucho, algodón, espuma o vidrio. La selección del tipo de protección depende de las características del ruido (intensidad y frecuencia), el tipo de trabajo y el tiempo promedio de exposición.

- En trabajos sometidos a chispas o partículas, los trabajadores estarán provistos de una protección facial adecuada. En ambientes donde exista material particulado, gases contaminantes o deficiencia de oxígeno, se utilizarán equipos especiales de respiración.

- Cuando el tipo de trabajo lo requiera, se usarán protecciones del tronco que van desde el vestido de dotación hasta percheras, delantales, petos, chalecos, polainas, chaquetas, capas y vestidos de caucho, cuero, asbesto, preox, entre otros.

- Ya que la mano es la parte del cuerpo que por su actividad está más expuesta a los riesgos de accidente, es obligatorio el uso de guantes de cuero cuando se manipulen equipos, herramientas y sustancias que puedan causar lesiones en las manos. Para manipular cables con corriente eléctrica deben emplearse guantes de goma.

- La protección de las piernas y los pies debe hacerse con elementos confeccionados en cuero, carcaza, asbesto o caucho según el tipo de riesgo a que se someta el trabajador. Los más comunes son los zapatos de cuero con punta de acero o material sintético, los zapatos o botas aislantes de caucho sin partes metálicas y las botas de caucho.

- Otros elementos de seguridad que pueden requerirse son el cinturón de seguridad para lugares elevados y el cinturón portaherramientas.

- El Concesionario aplicará los mecanismos necesarios para que todo el personal de la obra tenga conocimiento sobre los riesgos de cada oficio, y de su labor en particular; además, explicará la manera de utilizar el material disponible y como auxiliar en forma oportuna y acertada a cualquier accidentado. El Concesionario dotará los frentes de trabajo, casetas, talleres, bodegas y demás instalaciones temporales, de camillas, botiquines y demás implementos para atender primeros auxilios.

- El Concesionario suministrará equipos, máquinas y herramientas adecuados para cada tipo de trabajo, los cuales serán operados por personal calificado y sólo para el fin con el que fueron diseñados. Se revisarán periódicamente para proceder a su reparación o reposición y deberán estar dotados con los dispositivos, instructivos, controles y señales de seguridad exigidos o recomendados por los fabricantes.

- El Concesionario está obligado a utilizar solamente vehículos automotores en perfecto estado, para transportar de forma apropiada y segura personas, materiales y equipos, de acuerdo con las reglamentaciones de las autoridades de transporte y tránsito. Los vehículos serán conducidos por personal adiestrado, y estarán debidamente contramarcados y contarán con los avisos de peligro necesarios.

- El Concesionario será el responsable de la adquisición, transporte, almacenamiento y utilización de explosivos, lo cual hará siguiendo las instrucciones y normas del fabricante, de las fuerzas armadas y la reglamentación expedida por el gobierno.

• En los trabajos de soldadura, las llamas y los arcos eléctricos producen rayos ultravioletas e infrarojos que tienen un efecto perjudicial sobre la vista y la piel, por lo que la zona donde se van a llevar a cabo trabajos de soldadura se aislará, para que los demás trabajadores no queden expuestos. Las personas ubicadas dentro de un radio inferior a nueve metros del sitio de soldadura utilizarán protección de ojos. De otro lado, no se permitirán trabajos de soldadura en lugares que contengan vapores, líquidos o polvos inflamables.

• En ausencia total o parcial de luz solar, se suministrará iluminación artificial suficiente en todos los sitios de trabajo, de forma tal que las actividades se desarrollen en forma segura. La fuente luminosa no debe limitar el campo visual ni producir deslumbramientos.

7.3.4 Normas para la protección del aire

• Todas las normas enunciadas anteriormente para la protección de la comunidad y que hacen referencia al control de material particulado y gases contaminantes, se cumplirán en toda la zona de influencia directa del proyecto, haya o no comunidades cerca al sitio de obras.

• No se quemarán basuras, desechos, recipientes, ni contenedores de material artificial o sintético como caucho, plásticos, poliuretano, cartón, entre otros.

• Las fuentes fijas puntuales de emisiones (chimeneas) deben de cumplir con los parámetros exigidos por la normatividad. Para tal fin, deben de monitorearse al inicio de las labores (una vez estabilizado el sistema) y de manera periódica en el transcurso de las mismas.

• Las fuentes fijas de área (vías) deben de recibir mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar el adecuado flujo vehicular; así mismo ,se deben de humidificar lo suficiente (debajo del punto de saturación) para evitar que la rodadura de vehículos y el viento levanten y arrastren material particulado.

• Las fuentes fijas de volumen (demolición y depósitos de estériles y escombros) deben de poseer los sistemas de protección y cobertura superficial adecuados, los cuales se van implementando con la evolución y desarrollo del proyecto.

• Las fuentes puntuales móviles deben de contar con el respectivo certificado vigente de control de emisiones.

• Las fuentes fugitivas deben de minimizarse mediante los programas de mantenimiento preventivo. Para las explosiones en los túneles y en algunos tramos del corredor vial, se minimiza al generación de material particulado, mediante el empleo de las cantidades requeridas, explosiones dirigidas y el manejo de sistemas de aspersión y riego.

• Los equipos de control deben de garantizar operatividad, eficiencia (de acuerdo al tamaño de partícula) y eficacia en las tareas de control. El material recolectado deben de manejarse según el caso: recuperación o disposición final. Deben de estabilizarse para su adecuado manejo, empaque, transporte y deposición. En el caso de lavados, las soluciones agotadas deben de tratarse como un vertimiento y los materiales sólidos/lodos obtenidos deben de garantizar las condiciones para su disposición final.

En caso de que los materiales no tengan las especificaciones para su disposición final, deben de realizarse tareas de manejo como residuo especial y se deben de definir las estrategias a seguir para su tratamiento : cementación/solidificación, biotratamiento, procesos térmicos.

- El transporte de materiales, tanto de construcción como los estériles, deben de realizarse con la cubierta de lona respectiva, evitando así un arrastre y dispersión a través de la línea del trayecto del vehículo.

7.3.5 Normas para la protección de las aguas

- El aprovisionamiento de combustibles y lubricantes y el mantenimiento de maquinaria, del equipo móvil y otros equipos, se realizará de manera que no contaminen los suelos o las aguas.

- No se permite el uso, tránsito, estacionamiento, aseo de equipos o maquinaria en los lechos de las quebradas, ni en sitios distintos del frente de obra, a menos que sea estrictamente necesario y con autorización de la supervisión ambiental.

- Los servicios sanitarios y de aseo personal son para tareas especificas, por lo que queda prohibido el vertido de sustancias y materiales extraños al sistema: plásticos, solventes, piezas metálicas, papel (incluido el higiénico, las toallas de mano y las higiénicas/protectores).

- Los accesos provisionales de construcción deben disponer de cunetas, que deben confluir al alcantarillado de aguas lluvias o a los cursos de agua cercanos. Deberán contar con obras que permitan la decantación de sedimentos y, si es necesario, se debe efectuar un tratamiento previo antes de conducirlas al curso de agua.

- Cuando se haya desviado un curso natural de agua o construido pasos por el lecho que no se van a necesitar en el futuro, el curso abandonado será restaurado a sus condiciones originales por el Concesionario.

- No se debe obstruir el flujo normal de las aguas lluvias por las cunetas, canales y obras de drenaje de las vías.

- Los pisos de los patios de almacenamiento de materiales de construcción, deberán tener un drenaje que lleve las aguas primero a un sistema de retención de sólidos y luego a las fuentes naturales.

- Los materiales sobrantes de los cortes, las basuras y los residuos de tala y rocería, deben disponerse de tal manera que no afecten corrientes de agua.

7.3.6 Normas para la protección de suelos

- Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres, se almacenarán en recipientes herméticos adecuados.

- La disposición de desechos de construcción se hará en los lugares adecuados para tal fin. Al finalizar la obra, el Concesionario desmantelará las casetas temporales, patios de almacenamiento, talleres y demás construcciones temporales y restaurará el paisaje a condiciones iguales o superiores a las iniciales.

- Los residuos de derrames accidentales de concreto, asfalto, lubricantes, combustibles, serán recolectados de inmediato y su disposición final debe hacerse de acuerdo con las normas ambientales.

- Las casetas temporales, depósitos de materiales y los frentes de obra estarán provistos de canecas para la disposición de basuras. Estas serán vaciadas diariamente en cajas estacionarias con tapas herméticas, que serán llevadas periódicamente al relleno sanitario del municipio más cercano.

7.3.7 Normas sobre disposición de sobrantes de excavación, escombros y basuras

- El Concesionario cumplirá con lo dispuesto en la resolución 541 de diciembre 14 de 1994 expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, que regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros y desechos de construcción y del material sobrante de las excavaciones: suelo, subsuelo y capa vegetal.

- Adicionalmente, se cumplirán las reglamentaciones específicas de los municipios contemplados dentro de la zona de influencia del proyecto, en lo relativo a la manera y los lugares donde debe hacerse la disposición de estos materiales.

- Bajo ninguna circunstancia se permitirá la quema desechos como basuras, recipientes o contenedores de material artificial o sintético como caucho, plástico, poliuretano, cartón, papel, etc. Su disposición final se hará en sitios adecuados para tal fin.

- En el relleno se debe de realizar un control biológico de vectores (moscas y roedores), lo cual se logra con la cubierta diaria del material, el aseo de las canecas y el empleo de tapas para las mismas.

- Los lodos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas deberán ser debidamente estabilizados/deshidratados con el fin de proceder a una disposición final adecuada: relleno sanitario interno o servicio municipal de aseo.

- En ningún caso se permite el entierro o depósito directo de los residuos considerados especiales en el terreno. Se requiere tratamiento previo. Así mismo está prohibido su vertido directo a cuerpos de agua superficiales o su inyección en el subsuelo, con el deterioro subsecuente del suelo y del agua subterránea.

- En todo momento el Concesionario mantendrá limpios los sitios de la obra, en buenas condiciones sanitarias y libres de cualquier acumulación de materiales de desecho y de basuras. Estas últimas se llevarán a los rellenos sanitarios utilizados por los municipios aledaños al proyecto.

7.3.8 Normas generales para la adecuación y uso de vías de acceso

- Antes de emprender los trabajos, el Concesionario realizará un inventario detallado de las vías existentes que vaya a utilizar, solicitará el permiso respectivo a la entidad competente y elaborará un acta incluyendo los requerimientos para su utilización y mantenimiento.

- El Concesionario obtendrá a su costo todos los permisos y licencias requeridas para adelantar la reparación o construcción de vías de acceso a la zona de trabajo.

- La escogencia de la ruta para accesos temporales, debe condicionarse a la conservación de la vegetación arbórea presente. Los accesos que no se requieran una vez finalice la construcción, deben ser sometidos a un tratamiento paisajístico final que garantice unas condiciones iguales o superiores a las iníciales.

- Los daños que se causen a las vías utilizadas durante la ejecución de los trabajos serán reparados, por cuenta del Concesionario y a la mayor brevedad posible.

7.3.9 Normas para la operación y mantenimiento de la maquinaria

- El equipo móvil, incluyendo maquinaria pesada, se operará de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación, cursos de agua, obras de infraestructura y pavimentos.

- El Concesionario mantendrá en buen estado de funcionamiento toda su maquinaria, con el fin de evitar escapes de lubricantes o combustibles que puedan afectar los suelos, cursos de agua, aire y organismos. Para tal efecto, establecerá controles que permitan su verificación.

- Se debe realizar una calibración inicial de los sistemas de combustión de cada uno de los equipos y maquinaria que operan con combustible fósil, garantizando que cumple con la norma de emisiones. Debe de tenerse en cuenta las condiciones de operación del equipo (altitud) ya que los sistemas se deben de calibrar a dichas condiciones (es de especial interés en vehículos Diesel).

- Todo equipo debe de llevar un historial reciente de mantenimiento correctivo y preventivo con el tipo de trabajo realizado. Garantizando el adecuado funcionamiento y operación.

- Se deben de llevar reportes de los cambios de aceites (refrigeración y lubricación), filtros de aceite y combustible, líquidos de frenos, pastas de frenos, baterías secas (radios, teléfonos) y húmedas (automotores), grasas, etc. y las respectivas reposiciones que se realizan a los equipos y maquinaria de la obra. Una vez realizado el cambio se deben de depositar los residuos en la zona y en el recipiente destinado para tal fin.

- Se debe de cumplir una velocidad mínima y máxima de desplazamiento por las vías y caminos que van a ser empleados en el desarrollo del proyecto. De esta forma se controlan las emisiones material particulado por rodadura, arrastre desde el piso y deterioro y desgaste de los neumáticos. Así mismo se controlan emisiones por consumos de combustible/desplazamiento efectivo.

7.3.10 Normas para la operación de talleres y depósitos

7.3.10.1 Talleres

- Deben de delimitarse las zonas de trabajo en caliente, manejo de solventes y pinturas, combustibles, soldadura.

- Las zonas que manejen productos volátiles con riesgo de explosión deben de garantizar que los equipos poseen motores, interruptores, cableado, etc., a prueba de explosiones (explosión proof).

- Se debe de delimitar y señalizar el área de disposición temporal de los residuos que allí se generan, separando las fracciones reciclables (limpias), residuos convencionales y residuos especiales.

- Se debe de tener un canal perimetral interno con el fin de recolectar posibles derrames de materiales. Debe de localizarse de tal manera que no se presente incidencia directa con el drenaje de escorrentía superficial. Debe de protegerse con una rejilla plástica o metálica de fácil remoción para mantenimiento y aseo. El material allí recolectado se le define posible reuso o disposición final adecuada.

- Los insumos de aseo (estopas, trapos), recipientes de grasas, aceites, desengrasantes, pinturas, etc., escorias metálicas deben de recolectarse y disponerse en los recipientes definidos para tal fin: residuos especiales y en el caso de las escorias como fracción reciclable.

7.3.10.2 Depósitos de Insumos

- Deben de encontrarse debidamente señalizados e identificados los diferentes estantes de localización de materiales. Debe de tenerse especial cuidado con las incompatibilidades de almacenamiento.

- El sistema de iluminación debe de ser a prueba de explosiones. Normalmente se almacenan solventes y pinturas (generalmente son de carácter volátil) que son inflamables y explosivos.

- Se debe de tener registro detallado de las cantidades de materiales que se ingresan y se remiten a la obra, presentación, características de manejo y disposición. Esta información es útil en el control de los residuos que se generan en el frente de trabajo y los procedimientos de disposición.

- El sitio de almacén debe de poseer un canal perimetral para la recolección de aguas de contra incendio. Estas aguas deben de poderse evacuar a un sistema de tratamiento In Situ o Ex Situ.

7.3.10.3 Depósitos de Combustibles

- Los tanques de combustibles deben de estar instalados dentro de un dique de contención con capacidad para almacenar mínimo el 80% del volumen total de combustible almacenado. Este dique debe de ser impermeable. Se debe de tener un drenaje de fondo, regulado a través de una válvula manual y que permanece normalmente cerrada, para la evacuación de agua lluvia que se recolecte en la zona. Este drenaje debe de conducir a una de las trampas de grasas instaladas, preferiblemente la del taller.

• Los tanques deben de poseer preferiblemente sistemas de control de presión/vacío y discos de ruptura, ya que son más seguros y evitan pérdidas por volatilización de combustible. El sistema de cuello de ganso no es recomendado, pero de ser necesario, puede instalarse; en este último caso el tanque debe de estar en condiciones climáticas adecuadas: protección de la radiación solar directa, sitio sombrado y ventilado, incidencia de corrientes de aire que

7.3.11 Normas para la planta de trituración, concreto y asfalto

• Deben de poseer los permisos correspondientes de control de emisiones tanto para el proceso como para las eficiencias de los equipos instalados (teórica/real). Los equipos deben de monitorearse directamente o en caso extraordinario, se podría emplear la información de una planta similar (modelo, operación) que esté trabajando o lo haya hecho recientemente.

• Deben de poseer los respectivos sistemas de control y tratamiento de aguas residuales domésticas (ARD) e industriales (ARI) y gestión de residuos sólidos. Estos tienen que estar avalados por la autoridad ambiental competente.

• En caso de no ser atendidos por el sistema de acueducto veredal o municipal y requieran del empleo de agua de un cauce natural, deben de solicitar el permiso/autorización respectiva de concesión, definiendo caudal, empleo y tratamiento.

• La planta de concreto debe de implementar el sistema de tratamiento de los residuos que se generan en el aseo de los vehículos transportadores / mezcladoras de concreto.

• La planta de asfalto debe de poseer un sistema de manejo de hidrocarburos/grasas y aceites que se generan en el proceso y en las tareas de aseo y mantenimiento de los equipos de la planta.

7.4 PLANES DE MANEJO ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

7.4.1 Planes de manejo medio abiótico

7.4.1.1 Programa de estabilización de laderas

PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS	PMA-C-TO-FIS-01
Objetivo general: Minimizar el impacto logrando la estabilización de las laderas.	
Objetivos específicos: Establecer una serie de obras y medidas para controlar procesos de inestabilidad	
Impactos ambientales a manejar: Activación de procesos erosivos, Riesgo de desestabilización de terrenos, Pérdida de la cobertura vegetal protectora, incremento de la concentración de materiales (orgánicos o inorgánicos) en el agua.	

PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS	PMA-C-TO-FIS-01

Justificación:

La construcción de la vía implica cortes en los terrenos, así mismo, en algunos puntos será más inestable este corte debido a la mayor friabilidad del suelo (capacidad de desmoronarse), por la acumulación de materia orgánica. Durante la construcción se debe garantizar que no ocurran deslizamientos, desprendimiento y/o movimientos en masa.

Metas

Proyecto 1: Lograr la estabilización de los terrenos que se pueden afectar por la construcción del proyecto.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	

Etapa:

Proyecto 1

Durante la etapa de construcción del proyecto.

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1:

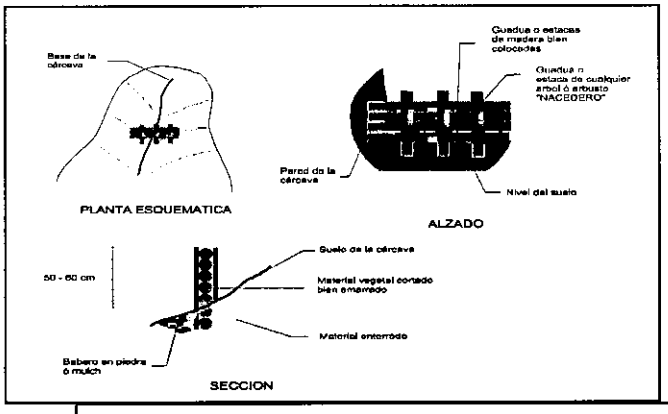
- Trinchos cubiertos con geotextil entre las quebradas, sus afluentes y la vía, ésto con el fin de evitar la caída de material a los cauces de dichas quebradas.
- Revegetalización de cárcavas y de áreas expuestas con especies de fuste largo y/o especies de hábito mediano y rastrero.
- Barreras naturales
- Obras de drenaje como zanjas y rondas de coronación ubicadas en las coronas de los taludes con el fin de conducir las aguas lluvias y de escorrentía a las corrientes naturales.
- Construcción de colectores a lo largo de las vías, así como cunetas longitudinales y obras transversales, que serán conectadas, a su vez, a las corrientes naturales mediante descoles y entregas adecuadas.
- Constitución de cunetas sobre los pequeños drenajes con tendencia a generar socavación durante las avenidas torrenciales.
- En todas las obras de drenaje que presenten tendencia al deterioro prematuro o socavación, se implementarán obras de disipación de energía.
- Las obras transversales de drenaje serán objeto de un mantenimiento preventivo que impida su taponamiento y garantice las condiciones de operatividad en todo momento, especialmente durante el período invernal.
- Para la protección de los taludes se plantean obras de estabilización como las bermas intermedias que se localizaran en algunos taludes con el fin de restringir las superficies de ruptura en una sola zona, también para lograr un área donde puedan recogerse los escombros de deslizamiento o los bloques que puedan provenir de las partes superiores, y para el manejo de aguas de escorrentía que caen sobre la pendiente, reduciendo así, la disección de la superficie del corte.
- Las bermas intermedias deben tener una pendiente lateral del 2% hacia el interior del talud para facilitar el drenaje y evitar el desborde. En la parte interior de la berma debe construirse una cuneta interceptora revestida de piedra pegada.
- Para complementar lo anterior, se construirán las cunetas colectoras de piedra pegada, que recogen el agua proveniente de las cunetas que drenan las bermas intermedias, las rondas de coronación y los filtros con geodren, para conducir el agua hacia las corrientes

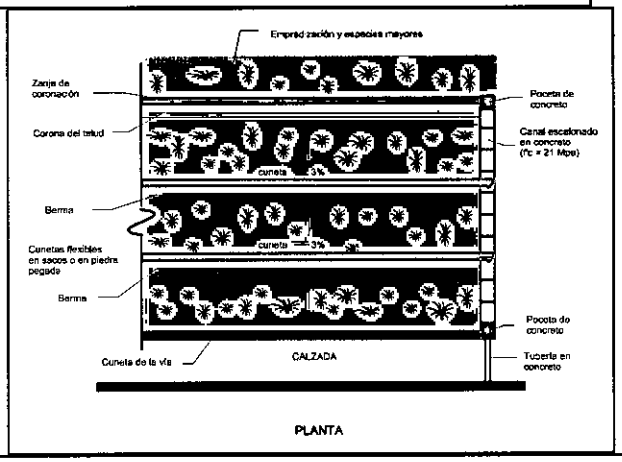
PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS	PMA-C-TO-FIS-01

naturales más cercanas.

- En algunos casos se recomiendan drenes horizontales, conformados por tuberías cubiertas con geotextil no tejido, para drenar los taludes, y revestimiento de concreto lanzado con el objetivo de proteger el material que compone el talud de los agentes erosivos generados por el agua de escorrentía, y como complemento para el soporte y evitar caída de bloques.

En las siguientes Figuras se muestran los trinchos, las bermas y cunetas, que se deben implementar.





Población beneficiada

Todos los usuarios del proyecto.

Mecanismos y estrategias participativas:

No aplica

Área o cobertura:

Esta actividad se realizará en todas las zonas interceptadas por la vía susceptibles de desestabilización y dentro del área de influencia directa del proyecto.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

PROGRAMA DE ESTABILIZACIÓN DE LADERAS	PMA-C-TO-FIS-01

Recursos (personal y costos directos):

El costo de este programa comprende, exclusivamente, los de los trinchos cubiertos con geotextil, ver Tabla 7.3.

Los costos de las otras obras están incluidos dentro de la ingeniería del proyecto.

Cronograma de ejecución:

Ver Anexo_7.1_Cronograma.

Indicadores de seguimiento y cumplimiento

Cantidad de obras de estabilización entregados / cantidad de obras de estabilización programados

7.4.1.2 Programa de manejo de sitio de depósito

PROGRAMA DE MANEJO DE SITIOS DE DEPOSITO	PMA-C-TO-FIS-02

Objetivo general:

Minimizar el impacto causado por los sitios de depósito

Objetivos específicos:

- Disponer adecuadamente los materiales provenientes de las excavaciones
- Definir procedimientos guía durante la construcción del proyecto para los sitios de depósito.

Impactos ambientales a manejar:

Activación de procesos erosivos. Riesgo de desestabilización de terrenos, Incremento en la concentración de sustancias contaminantes, sedimentos y material particulado en el suelo, en las aguas y en el aire; cambios en el paisaje.

Justificación:

La disposición de sobrantes de excavación sin ningún control, causa grandes estragos en las corrientes de agua y en el aire, ya sea por el lavado de finos o por el levantamiento de polvo, lo que puede degenerar en procesos erosivos importantes y alterar las características ecológicas de una región. Además, el impacto que se produce es grande ya que se altera el paisaje de la zona.

Metas

Lograr el manejo adecuado de los sitios de depósito.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:

Durante toda la etapa de construcción del proyecto.

Acciones a desarrollar:

Para la identificación de los sitios se tuvieron en cuenta aspectos ambientales, geológicos, geotécnicos y económicos, con el objeto de minimizar la magnitud de los impactos generados durante su operación.

Aspectos Ambientales:

- No utilizar sitios donde existan nacimientos de agua.
- Evitar, en lo posible, la intervención de cauces o proponer el manejo adecuado de los mismos.
- No emplear sitios donde se genere un deterioro excesivo del paisaje.
- Los sitios con yacimientos arqueológicos se deben tener en cuenta para la realización de

rescates previos a su utilización.
- Evitar sustraer zonas de bosque o áreas productivas.
- En lo posible, no utilizar zonas habitadas.
- No intervenir zonas de importancia faunística.
- Minimizar la afectación de infraestructura de servicios.

Aspectos geológicos y geotécnicos:
- Seleccionar sitios estables.
- Buscar sitios de buen drenaje natural.
- No utilizar sitios expuestos a erosión hídrica o áreas inundables o inundadas.

Aspectos económicos:
- Buscar los sitios más cercanos posibles a los frentes de excavación, de forma que los acarreos sean mínimos.
- Seleccionar sitios con accesos fáciles, de manera que no sea necesaria la construcción de vías adicionales.

En la siguiente tabla se presentan los sitios seleccionados con su capacidad y ubicación geográfica

Sitios de Depósitos Seleccionados

Número	Nombre	Coordenadas		Área (m^2)	Volumen (m^3)
1	Ventana 1	1 177 830	845 020	14 145	96 000
2	Ventana 2	1 177 670	845 150	20 018	192 000
3	Seminario	1 180 180	836 937	56 828	279 000
4	Bolivariana	1 180 595	836 399	58 286	419 000

Para la adecuada conformación técnica y ambiental de los sitios de depósito, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:
- Para la utilización de los sitios de depósito inicialmente se realizará el desmonte y limpieza del lugar, como se indica en el programa "Revegetalización y protección de superficies expuestas".
- Se colocarán filtros de cascajo procesado o tubería, según el caso, en las zonas de drenaje natural del terreno, de acuerdo con la topografía, o en pequeños cauces que puedan eventualmente quedar cubiertos con el material depositado y donde la interventoría los considere necesarios.
- Se construirán las obras de drenaje necesarias para mantener el flujo de las aguas permanentes y garantizar el paso de las aguas temporales y crecientes. Estos sistemas podrán ser desde alcantarillas de cajón o canales, hasta tuberías y cunetas.
- En las zonas de contacto del depósito con el terreno original, se construirán cunetas perimetrales que entregarán el agua de escorrentía a sedimentadores, que evitarán el aporte de sedimentos a las corrientes mientras dura la construcción del depósito, y que a su vez, entregarán a los cauces naturales más cercanos.
- En las obras de salida de los filtros y tuberías, se construirán cunetas de piedra pegada o concreto, para encauzar las aguas de escorrentía a las cunetas perimetrales.
- Los excedentes de excavación se irán extendiendo en el área preparada, realizando la compactación de acuerdo con el número de pasadas y espesor de las capas que se indique en las Especificaciones técnicas del proyecto.
- Debe planearse cuidadosamente la forma como van a colocarse los materiales; no se permitirá botarlos en forma indiscriminada en las laderas del depósito. Para tal fin, se zonificará el depósito mediante la construcción de accesos, que faciliten colocar, regar y compactar permanentemente el material, así como su posterior recuperación, y el establecimiento de drenajes adecuados para cada zona.

PROGRAMA DE MANEJO DE SITIOS DE DEPOSITO	PMA-C-TO-FIS-02
• En el sitio de las obras, el Concesionario dispondrá permanentemente de equipo suficiente y adecuado para regar con agua el material que se coloque, y disponerlo en forma continua, con el fin de que se faciliten las labores de compactación y se evite la dispersión de material particulado. • El proceso constructivo, la medida y el pago relacionado con la construcción de los sitios de depósito se ceñirá a los diseños y a lo estipulado en las Especificaciones y Pliegos de condiciones del proyecto. • Los sitios de depósito que se encuentren cerca a viviendas o sitios poblados se cercarán con láminas de zinc, o de un material que cumpla con la función de barrera para la emisión de material particulado y el ruido, generados en el frente de obra. • Una vez finalizada la construcción del depósito, se revegetalizarán los taludes y bermas, como se indica en el programa de "Revegetalización y protección de superficies expuestas".	
Población beneficiada Población ubicada en las veredas aledañas al proyecto y todos los usuarios del mismo.	
Mecanismos y estrategias participativas: No aplica	
Área o cobertura: Comprende específicamente los cuatro sectores escogidos para los sitios de depósitos del proyecto.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Este proyecto no tiene costos ambientales asociados. Los costos del manejo de sitios de depósito están incluidos como parte de los costos de ingeniería del proyecto.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento: Número de depósitos adecuadamente entregados / número de depósitos programados.	

7.4.1.3 Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas

PROGRAMA DE REVEGETALIZACION Y PROTECCION DE AREAS EXPUESTAS	PMA-C-TO-FIS-03
Objetivo general: Revegetalizar y proteger las superficies expuestas del suelo. Para lo cual se proponen dos proyectos: **Proyecto 1: Remoción de la vegetación y de la capa orgánica.** **Proyecto 2: Revegetalización de las superficies expuestas.**	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Remoción de la vegetación y de la capa orgánica.**	

PROGRAMA DE REVEGETALIZACION Y PROTECCION DE AREAS EXPUESTAS	PMA-C-TO-FIS-03

- Obtener la cobertura rápida del suelo para atenuar la acción de los factores erosivos de la zona.
- Dar estabilidad y amarre al suelo de las superficies de corte y llenos y los sitios de depósito.

Proyecto 2: Revegetalización de las superficies expuestas.

- Favorecer el proceso de recuperación de la materia orgánica y de la estructura del suelo.
- Recuperar la calidad visual del paisaje.

Impactos ambientales a manejar:

Activación de procesos erosivos, Riesgo de desestabilización de terrenos, Pérdida de la cobertura vegetal protectora, Modificación de la cobertura del suelo, Afectación de los hábitats de fauna, Afectación de las poblaciones de fauna, Alteración en el paisaje.

Justificación:

La remoción de la vegetación, el descapote y las excavaciones superficiales exponen el suelo a la acción de factores erosivos; bajo estas condiciones se presentan diferentes procesos que conducen a la pérdida del suelo, el arrastre de sedimentos a corrientes de agua y el lavado de nutrientes.

El movimiento del suelo durante los cortes que se realizan en los frentes del proyecto (vías, túnel) y la compactación para adecuar los sitios de obra, generan la pérdida de la estructura y el aumento en la densidad aparente. Por la remoción de vegetación y la exposición del suelo, se pierde la calidad visual del paisaje transformando la estructura de parches.

Metas

Proyecto 1 y 2

Revegetalizar y proteger las superficies que van quedando expuestas durante la ejecución del proyecto.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	X

Etapa:

Proyecto 1 y 2

Durante toda la etapa de construcción del proyecto.

Acciones a desarrollar:

Para la Revegetalización de las áreas expuestas se tendrán en cuenta las características climáticas y edáficas, el uso actual del suelo y las pendientes de los taludes.

El programa de Revegetalización se hará en dos etapas: remoción de la vegetación y de la capa orgánica y Revegetalización de las superficies expuestas.

Proyecto 1:

- **Remoción de la vegetación y de la capa orgánica**

A continuación se describen los lineamientos metodológicos para realizar la remoción de la vegetación, el descapote y el almacenamiento de la capa orgánica como actividades correspondientes a la primera etapa:

El suelo será removido sin mezclar los horizontes. Para esta actividad se retirará inicialmente el

- horizonte correspondiente al suelo orgánico y se almacenará hasta el momento de ser utilizado como sustrato para cubrir las superficies expuestas donde se iniciará la revegetalización.
- El suelo se almacenará en pilas con una altura máxima de 1,5 m para evitar el aumento de la

temperatura en su interior y prevenir los efectos de temperaturas altas sobre la meso y microfauna.

- El sitio de almacenamiento se localizará en zonas con buen drenaje y de ser necesario, se trazarán zanjas para captar las aguas de escorrentía.
- Alrededor de las pilas se construirán trinchos con madera, para los que se utilizará el material removido durante la remoción de la vegetación si el diámetro es el adecuado, o se utilizarán costales llenos con el suelo de los horizontes inferiores, con el propósito de controlar el arrastre del suelo por el agua de escorrentía o el arrastre mecánico.
- El suelo almacenado no se compactará y se cubrirá con parte de la vegetación removida para formar un "mulch" sobre él y protegerlo de la acción del agua y el viento. Antes de colocarlo en el sitio definitivo, se incorporará el "mulch" al suelo para incrementar el contenido de materia orgánica, mejorar las condiciones naturales de fertilidad y estimular la acción microbiana.
- Si se requiere almacenarlo por un período superior a tres meses ,el suelo se recubrirá con leguminosas de ciclo corto y crecimiento rápido, para utilizarlas posteriormente como abono verde incorporándolas al suelo antes de la floración o durante ella, para lograr la descomposición fácil del material y la incorporación del nitrógeno asimilable.

Proyecto 2:

- **Revegetalización de las superficies expuestas**

Se realizarán las actividades de acuerdo con el tipo de superficie.

- **Depósitos**: después de conformado el depósito, se colocará sobre su superficie el material proveniente del descapote mezclado con gallinaza, fertilizante químico, cal dolomítica y retenedor, para obtener una capa con un espesor de 3 a 5 cm, que cubra la superficie expuesta antes de iniciar la siembra.

  La siembra del material se hará por estolón o por semillas de acuerdo con las siguientes indicaciones:

  - **Por estolón:** se recomienda para las especies gramíneas y requiere de las siguientes actividades: apertura de surcos de ocho centímetros de profundidad, separados entre sí 30 cm; sobre el surco se colocan cinco centímetros de la mezcla de tierra descrita anteriormente; se colocan los estolones previamente humedecido a lo largo del surco en siembra continua y se cubren con un centímetros de la misma mezcla sin apisonarlos.
  - **Por semilla**: para las gramíneas se cubrirá por completo toda la superficie con tres centímetros de la mezcla de tierra y después se esparcirán las semillas al voleo buscando una cobertura total del depósito; para las leguminosas se sembrarán dos semillas por sitio, con una separación entre éstos de 30x30 cm y una profundidad de cinco centímetros sobre los cuales se colocará cuatro centímetros de la mezcla, sobre esta se colocarán las semillas y se cubrirán con un centímetro de la mezcla, sin apisonarlas.

- **Taludes**: para la Revegetalización de los taludes se empleará agrotextil con lodo fértil donde la pendiente sea igual o superior al 45%, y se empleará siembra en surcos con estolones donde la pendiente sea inferior al 45%.

  - **Agrotextil**: se perfilará la superficie retirando las piedras de tamaño superior a 0,10 m, troncos, malezas y otros materiales sueltos que no permitan la empañetada del perfil y la colocación del agrotextil.

    Sobre la superficie se colocarán tres centímetros del lodo fértil con la semilla. El lodo se preparará con el suelo del descapote mezclado con fertilizante químico, cal dolomítica, retenedor de humedad y gallinaza.

    El empañetado se sostendrá con fibra de costal para garantizar su soporte mecánico. Este manto se colocará sin templarlo, para garantizar el contacto directo con la superficie y se anclará con grapas de acero colocadas cada 40 cm en forma de triángulo; cuando el terreno presente irregularidades, se utilizará una distancia más corta con el fin de obtener un buen

contacto entre las dos superficies.

- **Estolones**: se trazarán surcos con una separación de 30 cm y 10 cm de profundidad; sobre el surco se colocarán cinco centímetros de tierra mezclada con gallinaza, cal dolomítica, fertilizante químico y retenedor de humedad; luego se colocan los estolones previamente humedecido a lo largo del surco en siembra continua y se cubren con un centímetros de la misma mezcla sin apisonarlos.

- **Fertilización y preparación de la mezcla de tierra**

La mezcla de tierra con cal dolomítica, fertilizante químico, gallinaza y la tierra proveniente del descapote, se preparará, en forma general, como se describe a continuación: para la adición de gallinaza se realizará una mezcla de 4:1 por volumen (suelo:gallinaza), a cada metro cúbico de esta mezcla se le aplicarán 500 g de retenedor de humedad, en seco, distribuido de manera uniforme; por cada metro cúbico se aplicarán 15 kg de fertilizante químico, compuesto con fórmula 13-26-6 y 5 kg de cal dolomítica, mezclados homogéneamente.

Se recomienda realizar análisis químicos de las superficies a cubrir y del material de descapote, para revisar la composición de la fórmula propuesta anteriormente y determinar si se requiere de alguna variación.

Esta preparación se utilizará en los depósitos y en el empañetado. En este último caso, se mezclará con las semillas y se humedecerá hasta obtener consistencia de lodo espeso para aplicarlo sobre la superficie.

- **Especies recomendadas**

En la siguiente Tabla se presentan las especies recomendadas por frente de obra y cota de altura, de acuerdo con la zona de vida, las características del suelo y el método de siembra.

Especies Seleccionadas por Sector

Frente	Especie recomendada	Sistema de siembra
Baltimore y Acceso Occidental hasta la cota 1850	– Braquiaria (*Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola*). – Maní forrajero (*Arachis pintoi*) y Centrosema (*Centrosema macrocarpum*)	– Por semilla al voleo en los depósitos; semilla en los surcos de taludes < 25% y semilla en empañetado en los taludes > del 25%. – Dos semillas por sitio en los depósitos y semilla en surcos y empañetado en los taludes.
Desde la Cota 1850 hasta el Acceso Oriental.	– Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) – Trébol blanco (*Trifolium repens*)	– Por estolones en depósitos y en taludes. – Por semilla en depósitos y taludes.

Población beneficiada

Proyecto 1 y 2: Población ubicada en las veredas aledañas al proyecto y todos los usuarios del mismo.

Mecanismos y estrategias participativas:

No aplica.

Área o cobertura:

Proyecto 1 y 2:

PROGRAMA DE REVEGETALIZACION Y PROTECCION DE AREAS EXPUESTAS	PMA-C-TO-FIS-03
Zonas expuestas en el área de influencia directa del proyecto.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Los costos se presentan por m^2 de superficie revegetalizada, ver Tabla 7.3. No se incluye el costo del técnico porque está incluido dentro de los costos del Grupo de Gestión Ambiental. En el ítem tierra negra se presenta el costo total de la tierra y en él se incluye el almacenamiento en los depósitos.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1 y 2:** Área de superficie revegetalizada entregada / área de superficie revegetalizada programada.	

7.4.1.4 Programa para la identificación calidad del agua

PROGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN LA CALIDAD DEL AGUA								PMA-C-TO-FIS-04
Objetivo general: Medir parámetros de calidad del recurso hídrico, para las fuentes de agua identificadas en el área de influencia directa del proyecto.								
Objetivos específicos: • Medir las características fisicoquímicas y microbiológicas de los cuerpos de agua que serán afectados por el desarrollo del proyecto. • Identificar las causas de los problemas detectados en las corrientes.								
Impactos ambientales a manejar: • Deterioro de la calidad del agua superficial. • Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales.								
Justificación: Con la realización de toda obra de infraestructura, la calidad de los cuerpos de agua influenciados por un proyecto, presentan variaciones en su composición y características fisicoquímicas y microbiológicas. Mediante la identificación de la calidad del agua, se podrá definir una línea base, para luego medir el grado de intervención y los cambios que el desarrollo y ejecución del proyecto han originado en los cuerpos de agua.								
Metas: Obtener datos de calidad del recurso hídrico identificados para el área de influencia directa del proyecto, para luego poder determinar su afectación.								
Tipo de medida:								
Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación		
Etapa:								

PROGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN LA CALIDAD DEL AGUA	PMA-C-TO-FIS-04
Construcción	

Acciones a desarrollar:

Tres meses antes de iniciar la construcción del proyecto, y durante la construcción cada tres meses, se realizarán muestreos para llevar a cabo el análisis de la calidad del agua en las siguientes estaciones, correspondientes a las corrientes de agua identificadas para el área de influencia directa del proyecto:

- Estación 1: Quebrada Santa Elena.
- Estación 2: Quebrada Los Caunces
- Estación 3: Quebrada La Pastora
- Estación 4: Quebrada Chupadero
- Estación 5: Quebrada Media Agua.
- Estación 6: Quebrada La Espadera
- Estación 7: Quebrada Bocana
- Estación 8: Quebrada Sajonia.
- Estación 9:Quebrada La Aguadita

También se deben incluir estaciones para fuentes de agua de importancia identificadas en el estudio hidrogeológico para el sector Túnel de Santa Elena y los sitios de depósito que autorice la autoridad ambiental.

Además de los parámetros que establece el Decreto 1594 de 1984, se consideraran otros para poder realizar el cálculo del índice NFS – WQI.

Como mínimo los parámetros a analizar en los muestreos deben ser los que se listan a continuación, puede haber cambios si se establece hacer análisis de otros índices de calidad:

- Caudal.
- pH (UND).
- Temperatura (C°).
- Conductividad (µs/ cm).
- DBO5 (mg/L).
- OD (mg/L y %Saturación).
- Sólidos suspendidos (mg SS/L).
- Sólidos disueltos (mg SD/L).
- Turbiedad (NTU).
- Nitratos (mg NO3/L).
- Fosfatos (mg P/L).
- Grasas y aceites (mg GRASAS/L).
- Coliformes fecales (NMP).
- Coliformes totales (NMP).

Para la realización de los análisis físico-químicos, se tendrán en cuenta las metodologías de la American Water Works Association (AWWA) del Standard Methods y la American Public Health Association (APHA).

Población beneficiada

- Empleados y contratistas de construcción del túnel.
- Ecosistemas asociados a la red hídrica.

Mecanismos y estrategias participativas:

No aplica

PROGRAMA PARA LA IDENTIFICACIÓN LA CALIDAD DEL AGUA	PMA-C-TO-FIS-04
Área o cobertura: Esta actividad se realizará en el territorio que comprende el área de influencia directa del proyecto.	
Responsables: El responsable del programa es el Concesionario, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo. Los análisis deberán realizarse en un laboratorio debidamente acreditado.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.3.	
Cronograma de ejecución: Tres meses antes de la ejecución del proyecto ver Anexo_7.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento: No Resultados calidad de agua corrientes en el área de influencia directa del proyecto/ No de corrientes identificadas en el área de influencia directa del proyecto	

7.4.1.5 Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual

PROGRAMA DE MANEJO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL	PMA-C-TO-FIS-05
Objetivo general: Prevenir y mitigar la afectación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de los cuerpos de agua de la zona de influencia del proyecto, por medio de la construcción de infraestructura y aplicación de medidas.	
Objetivos específicos: • Dar tratamiento a las aguas residuales, antes de ser vertidas a los cuerpos de agua. • Cumplir con las normas de vertimientos para aguas residuales establecidas en el artículo 72 del decreto 1594/1984 Usos del agua y residuos líquidos. • Controlar la caída de material fino a los cuerpos de agua.	
Impactos ambientales a manejar: • Deterioro de la calidad del agua superficial. • Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales.	
Justificación: El impacto ocasionado sobre la calidad de las aguas por la generación de aguas residuales contaminadas se puede controlar y mitigar con la implementación de sistemas de tratamiento adecuados. Debido a que la vía cruza o se encuentra dentro de las cuencas de quebradas que sirven como fuentes de abastecimiento de acueductos veredales, en especial del sector acceso oriental, debe garantizarse a esta población la conservación del recurso.	
Metas: Dar tratamiento adecuado a las aguas residuales a partir de la construcción de la infraestructura necesaria para tal propósito, como: plantas de tratamiento, trampas de grasa, cribas y	

PROGRAMA DE MANEJO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL							PMA-C-TO-FIS-05
desarenadores.							
Tipo de medida:							
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	

Etapa:

Construcción

Acciones a desarrollar:

Todo vertimiento a un cuerpo de agua, que se produzca como resultado de las actividades desarrolladas en la etapa de construcción del proyecto, deberá cumplir las siguientes normas según artículo 72, decreto 1594/84:

- pH: 5 a 9 unidades.
- Temperatura: ≤40oC.
- Material flotante: Ausente.
- Grasas y aceites: Remoción ≥ 80% en carga.
- Sólidos suspendidos, domésticos o industriales: Remoción ≥ 80% en carga.
- Demanda bioquímica de oxígeno:
    - Para desechos domésticos Remoción ≥ 80% en carga.
    - Para desechos industriales Remoción ≥ 80% en carga.

Teniendo en cuenta dicha norma, se plantean las siguientes estrategias por actividades y líneas de manejo para las áreas de trabajo:

Se llevaran a cabo dos muestreos al año (semestralmente), de los parámetros enunciados anteriormente, para cada uno de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, que se establezcan durante la construcción del proyecto y así verificar la el cumplimiento de la normatividad existente. A continuación se enuncian los sistemas de tratamiento, donde se debe llevar a cabo el muestreo:

- Sistema de tratamiento excavación del túnel
- Provenientes de la planta de trituración y mezcla de asfaltos
- Áreas de trabajo

Excavación del Túnel:

Las aguas resultantes de las tareas de excavación de los portales del túnel deben llevarse a una planta de tratamiento de aguas residuales. El tratamiento es fundamentalmente fisicoquímico y busca la remoción de la carga de sólidos suspendidos, el acondicionamiento del pH, alcalinidad y la remoción de material flotante como grasas, aceites, hidrocarburos. Estos sistemas se ubicarán a la salida de cada uno de los portales.

Los materiales que se recolectan deben disponerse de manera adecuada, en el caso de los sólidos, llevarse a los depósitos de estériles y las grasas y aceites a los recipientes destinados para tal fin.

La conducción, hasta los portales del túnel de las aguas utilizadas para barrenación, junto con las aguas de infiltración, se hará por gravedad o por bombeo.

Los diseños definitivos de los sistemas de tratamiento se presentarán al iniciar las obras de construcción del proyecto, porque ellos dependen de las características fisicoquímicas de las aguas producidas y de los caudales.

Con este tratamiento se removerá más del 90 % del color y la turbiedad así como aproximadamente un 80% de aceites y grasas, remociones que cumplen con la norma de vertimientos para aguas residuales del decreto 1594/84.

El sistema de tratamiento constará básicamente de trampa de grasas, procesos de coagulación-floculación y sedimentador secundario.

Para la coagulación se requiere un coagulante y un ayudante de coagulación (polímero); las dosis de coagulante y ayudante de coagulación se determinarán por medio de un ensayo de tratabilidad y dependerán de las características fisicoquímicas de las aguas producidas.

La limpieza de los sedimentadores se hará diariamente y los lodos producidos serán llevados a un depósito de residuos de excavación.

Control de caída de material fino:

Se cubrirán con telas de cerramiento las laderas entre las quebradas, sus afluentes y la vía, con el fin de evitar la caída de material a los cauces de dichas quebradas y su posterior contaminación.

Trituración y mezcla de asfaltos

Tanto las aguas lluvias y de escorrentía, captadas dentro de las áreas de trabajo de las plantas de trituración y mezcla de asfaltos, como las aguas residuales industriales provenientes del proceso de trituración, lavado y preparación de mezclas de asfalto, deberán ser conducidas a partir de canales perimetrales, para luego pasar por un tratamiento antes de ser vertidas a los cuerpos de agua más cercanos, dicho tratamiento consiste en la sedimentación, remoción de arenas y trampa de grasas, evitando así, el aporte de sedimentos a las quebradas y cumpliendo la legislación ambiental referente a la calidad de los efluentes.

Áreas de trabajo

En caso de existir campamentos temporales, específicamente para la zona túnel Seminario, estos deberán estar conectados a los sistemas de alcantarillado respectivos. En caso de no existir o dificultarse el proceso, se deben implementar las unidades sépticas respectivas tal como sistemas aerobios o anaerobios. Se sugiere el empleo de pozos sépticos (unidades anóxicas o anaerobias) como tratamiento secundario y como sistema terciario un filtro/lecho fitopedológico. El sistema consta de:

- Cribas y desarenadores: Su función es la de retener fracciones grandes y materiales que pueden afectar la eficiencia de la unidad de tratamiento.
- Trampas de grasas: Eliminan, mediante diferencias de densidad, materiales flotables y que forman una fase independiente en la superficie. Se hace necesaria su eliminación debido a que interfieren en los procesos biológicos de degradación, afectando la eficiencia del proceso. El sistema debe permitir el ingreso de personal e implementos para la respectiva recolección y evacuación de los materiales flotantes. Esta remoción debe hacerse regularmente, se sugieren períodos de una vez por semana. El material que allí se recoja debe disponerse de acuerdo a lo estipulado por el plan de manejo de residuos sólidos. Para el correcto funcionamiento de la instalación se debe evitar la colmatación con sedimentos o arenas y evitar el arrastre de material por rebose o deficiencias de flujo.
- Sistema secundario de tratamiento (aguas residuales): El sistema implementado debe garantizar remociones de mínimo el 80% en carga de materiales orgánicos (DBO5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST). Se emplean generalmente pozos sépticos con filtro anaerobio. Estos realizan una transformación de los materiales mediante procesos anóxicos/anaerobios, reduciendo de esta forma la carga orgánica presente. Se pueden emplear unidades aeróbicas o sistemas combinados.
- Sistema secundario de tratamiento (agua potable): Para el sector acceso oriental se tiene

PROGRAMA DE MANEJO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y AGUA RESIDUAL	PMA-C-TO-FIS-05
planteado tomar el agua para consumo humano de los acueductos existentes en la zona, para el sector acceso occidental se tomara el agua de fuentes cercanas, para lo cual será necesario llevar a cabo tratamientos convencionales de coagulación, decantación, filtración y desinfección. La supervisión ambiental y el contratista serán los encargados de realizar los ajustes a los diseños para atender las condiciones reales del proyecto. Para el mantenimiento de los pozos sépticos se recomienda efectuar una inspección de la caja de distribución por lo menos cada 2 meses. La acumulación de sedimentos en ésta, significa un mal funcionamiento del tanque séptico.	
Población beneficiada • Empleados y contratistas de construcción y operación del túnel • Ecosistemas asociados a la red hídrica	
Mecanismos y estrategias participativas: No aplica	
Área o cobertura: Esta actividad se realizará en el territorio que comprende el área de influencia directa del proyecto.	
Responsables: El responsable del programa es el Concesionario, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo. Los análisis deberán realizarse en un laboratorio debidamente acreditado.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.3.	
Cronograma de ejecución: Se realizará muestreo semestral. Ver Anexo_7.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Eficiencia de plantas de tratamiento de aguas residuales**: (Plantas de tratamiento de aguas residuales con una eficiencia mayor o igual al 80% de remoción/ Total de plantas de tratamiento de aguas residuales)*100	

7.4.1.6 Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-C-TO-FIS-06
Objetivo general: Establecer procedimientos y actividades para la gestión de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales, generados durante la construcción del proyecto, con el fin de prevenir la contaminación de los recursos naturales como agua y suelo, partiendo procesos ambientalmente limpios que disminuyan la generación de los residuos y propicien su adecuada disposición final y aprovechamiento a través de su recuperación, reciclaje y reutilización, según el caso. Para su cumplimiento se propone el desarrollo de dos proyectos: **Proyecto 1: Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales.**	

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-C-TO-FIS-06

Proyecto 2: Manejo de residuos sólidos especiales.

Objetivos específicos:

Proyecto 1: Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales.

- Asegurar que los residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos que se generen, se manejen adecuadamente desde su generación hasta su disposición final, generando actividades que garanticen su separación desde su fuente, facilitando el desarrollo de estrategias de aprovechamiento mediante su reutilización, reciclaje o adecuada disposición final, garantizando el cumplimiento de la normatividad ambiental colombiana relacionada con el manejo de los residuos sólidos.

Proyecto 2: Manejo de residuos sólidos especiales.

- Asegurar una adecuada gestión de los residuos sólidos especiales que se generen, desde su origen hasta su disposición final, cumpliendo con la normatividad ambiental colombiana relacionada con el manejo de los residuos sólidos especiales.

Impactos ambientales a manejar:

- Generación de residuos orgánicos
- Generación de residuos sólidos ordinarios aprovechables
- Generación de residuos sólidos ordinarios no aprovechables
- Alteración de la calidad visual

Justificación:

Durante las actividades relacionadas con la construcción del proyecto, se generarán diferentes tipos de residuos que según sus características pueden ser manejados de tal manera que se logre su aprovechamiento o se garantice su adecuada disposición final, buscando minimizar los impactos generados sobre las personas y el ambiente. Adicionalmente la normatividad ambiental vigente establece criterios para el adecuado manejo de los residuos sólidos, que deben ser acatados durante la fase de construcción.

Metas

Proyecto 1: Manejo de residuos sólidos domésticos e indistriales.

- **Meta 1:** Disminuir la producción de residuos doméstico e industriales no peligrosos.
- **Meta 2:** Incrementar la cantidad de material que se recupera para reutilización y reciclaje.
- **Meta 3**: Realizar inspecciones mensuales a los sitios de generación, almacenamiento, rutas de recolección y sitios de acopio, para verificar estados y el cumplimiento de este programa.

Proyecto 2: Manejo de residuos sólidos especiales.

- **Meta 1:** Cumplir con todos los procedimientos y actividades definidos en este programa, para garantizar que el manejo de los residuos sólidos especiales se realiza conforme a la legislación vigente.
- **Meta 2**: Disminuir la producción de residuos sólidos especiales, aumentando su potencial de aprovechamiento.
- **Meta 3:** Realizar inspección mensual a los sitios de generación, almacenamiento, rutas de recolección y sitios de acopio de los residuos sólidos especiales, para verificar el cumplimiento y eficacia de programa, con el fin de establecer, si se requiere, ajustes al mismo.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-C-TO-FIS-06

Etapa:

Proyecto 1 y 2:

Durante el desarrollo de la etapa de construcción del proyecto.

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1: Manejo de residuos sólidos domésticos e industriales.

Descripción de medidas de manejo ambiental:

- ***Caracterización de residuos sólidos:***

La caracterización de los residuos sólidos es uno de los temas de mayor trascendencia si se busca la adecuada gestión de los mismos, ya que a partir del conocimiento y descripción de su composición se pueden definir las rutas de tratabilidad y disposición final.

La caracterización debe contemplar el diagnostico de los tipos de residuos domésticos e industriales no peligrosos generados en cada uno de los puntos en los que se registre actividad de construcción o infraestructura asociada, teniendo en cuenta su composición en cuanto a porcentajes de residuos biodegradables, no aprovechables, reutilizables o reciclables presentes.

- ***Separación y almacenamiento***

  o **Separación en la fuente**: Todos los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos, se clasificarán separándolos en el punto de origen y se almacenarán en recipientes, dependiendo del volumen de generación. Los sitios de almacenamiento inicial cambiarán de ubicación, dependiendo de la planeación y de los avances en los frentes de trabajo.

  Para ello se utilizarán recipientes de colores facilitando su identificación, manejando para los residuos biodegradables, inertes y ordinarios canecas de color gris y para residuos reciclables recipientes de verde (Papel, cartón, Plásticos, vidrio, metales).

  o **Sitios:** Todas las instalaciones donde se generen Residuos dispondrán de sitios o lugares designados para su almacenamiento, los cuales estarán aislados y señalizados.

  o **Recipientes:** En cada sitio se tendrán los recipientes para el almacenamiento selectivo que serán de material impermeable y resistente, para facilitar su transporte, y reducir el impacto sobre el ambiente y la salud humana.

- ***Recolección y transporte***

La recolección de residuos sólidos domésticos e industriales reciclables se deberá realizar en horarios y frecuencias diferentes a la de biodegradables y ordinarios, dependiendo del volumen de generación pero evitando largos periodos de almacenamiento, evitando la generación de olores ofensivos y de medios de generación de vectores.

La evacuación se realizará directamente por un vehículo de la empresa de aseo municipal o se destinará un vehículo del proyecto para que realice la recolección y su transporte hasta una caja estacionaria definida, en un sitio en donde se preste el servicio municipal de aseo, para los residuos que se defina disposición final a través de la empresa de aseo municipal en relleno sanitario.

Los materiales reciclables serán almacenados temporalmente en cajas estacionarias ubicadas en sitios estratégicos para su posterior beneficio, el cual puede ser asignado a terceros como una institución o fundación educativa, entre otros, pero llevando un registro de la cantidad y tipo de materiales entregados.

- ***Disposición Final***

Para los residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos y no aprovechables, se utilizará como método de disposición final el relleno sanitario municipal a través de la empresa de aseo.

- ***Seguimiento***

Se realizarán inspecciones mensuales a la efectividad de las actividades de separación en la

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-C-TO-FIS-06

fuente generadora de los residuos y en los sitios de almacenamiento, con el fin de verificar la efectividad de las medidas ambientales y la necesidad de ajustes.

Proyecto 2: Manejo de resduos sólidos especiales.

Descripción de medidas de manejo ambiental

- ***Caracterización.***

Gracias a la caracterización es posible conocer los puntos de generación de residuos especiales, su tipo y cantidad, por ello es la actividad fundamental para determinar el tipo de tratamiento y disposición final.

- ***Separación y almacenamiento***

Para el almacenamiento de los residuos de tipo especial desde el punto de su generación, se utilizarán recipientes de color rojo, debidamente identificados y de un material resistente que permita su transporte y reconocimiento por parte del personal e indique los cuidados y tipo de disposición de los mismos. Así mismo su separación desde la fuente garantiza que otros residuos susceptibles de ser recuperados se contaminen y pierdan esta condición.

- ***Transporte***

El transporte de los residuos especiales se hará en vehículos que garanticen que no se derramen durante el transporte al sitio de disposición final y serán transportados a los sitios dispuesto para cada tipo de residuo. La frecuencia de recolección será de dos veces por semana y las rutas se definirán de acuerdo con el avance de los frentes.

- ***Disposición final***

Durante la construcción del proyecto es posible que se generen diferentes tipo de residuos que requieran un tratamiento especial tales como aceites quemados, bolsas de cemento, llantas usadas y baterías agotadas, para los cuales se seguirán las siguientes acciones encaminadas a su adecuada disposición final :

Los aceites quemados se recogerán en canecas y se comercializarán con empresas que los utilicen en sus procesos productivos o en centros de acopio y disposición final autorizados; estos aceites no podrán ser vertidos al suelo ni a las corrientes de agua.

Las llantas se almacenarán ordenadamente en bodegas y podrán ser utilizadas para hacer barreras en las zonas de voladuras o comercializadas con empresas recicladoras de caucho y reencauche de llantas.

Las baterías agotadas, por su contenido de plomo y ácido sulfúrico, se clasifican como residuos peligrosos, razón por la cual se almacenarán en sitios seguros y no se destruirán; éstas pueden comercializarse con las fábricas de baterías o las fundiciones de plomo o ser devuelta al proveedor.

- ***Seguimiento.***

Se realizarán inspecciones mensuales a la efectividad de las actividades de separación en la fuente generadora de los residuos especiales y en los sitios de almacenamiento, con el fin de verificar la efectividad de las medidas ambientales y la necesidad de ajustes. Durante la ejecución de las obras de construcción es importante la constante identificación y aprovechamiento de residuos especiales potencialmente recuperables para reciclaje.

Población beneficiada

Proyecto 1 y 2:

Empleados y contratistas de las actividades de construcción del proyecto y población del área de influencia.

Mecanismos y estrategias participativas:

No aplica

Área o cobertura:

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-C-TO-FIS-06
Proyecto 1 y Proyecto 2: Se realizará en todo el territorio que comprende el área de influencia directa del proyecto.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.3..	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** **Indicador de producción:** Kilos de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos generados en un mes / Kilos de residuos sólidos generados en un mes. **Indicador de recuperación:** Kilos de material recuperado en un mes / Kilos de residuos sólidos generados en un mes. **Indicador de gestión:** $\frac{No.ActividadesEjecutadas}{No.Actividades\,\mathrm{Pr}ogramadas}\times 100$ **Proyecto 2:** **Indicador de producción:** Kilos de residuos sólidos especiales generados en un mes / Kilos de residuos sólidos generados en un mes. **Indicador de disposición:** Kilos de residuos sólidos especiales dispuestos en un mes / Kilos de residuos especiales generados en un mes. **Indicador de gestión:** $\frac{No.ActividadesEjecutadas}{No.Actividades\,\mathrm{Pr}ogramadas}\times 100$	

7.4.1.7 Programa de manejo e identificación de calidad de aire y ruido

PROGRAMA DE MANEJO E IDENTIFICACIÓN CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMA-C-TO-FIS-07
Objetivo general: Establecer la línea base para la calidad del aire y ruido en las áreas de influencia del proyecto, con el fin de identificar fuentes de generación de material particulado y controlar los niveles de ruido generados por la construcción del túnel.	
Objetivos específicos: • Medir la concentración de partículas en suspensión en núcleos poblados cercanos a los sitios de obra del proyecto. • Medir la concentración de gases en núcleos poblados cercanos a los sitios de obra del proyecto. • Llevar a cabo mediciones de ruido ambiental en el área de influencia del proyecto. • Identificar las fuentes de generación de material particulado, gases y ruido. • Realizar una adecuación paisajística, con el fin de amortiguar el impacto visual y el ruido producido por el tránsito vehicular, en un área que actualmente presenta un mosaico de	

PROGRAMA DE MANEJO E IDENTIFICACIÓN CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMA-C-TO-FIS-07

vegetación conformado por diversos tipos de coberturas vegetales, mediante reforestación protectora productora en la Zona de Santa Elena.

Impactos ambientales a manejar:

- Incremento de la concentración de material particulado.
- Incremento en la concentración de gases contaminantes.
- Incremento en los niveles normales de presión sonora.

Asociados a estos impactos se encuentran alteración de la salud de los trabajadores y habitantes de la región, ahuyentamiento de la fauna y molestias e incomodidad para los habitantes de las zonas cercanas al túnel, además de la emisión de algunos olores.

Justificación:

Es necesaria la definición de la línea base para la calidad del aire y ruido, para lograr la aplicación de metodologías de monitoreo y la implementación de acciones correctivas acorde con los requerimientos de la normatividad vigente.

Además de acuerdo a lo establecido en la Resolución No. 1764 de 2002, mediante la cual se le otorgó Licencia Ambiental al proyecto:

- Se deberá establecer, antes del inicio del proyecto, la línea base para la calidad del aire en las áreas de influencia de los portales, mediante monitoreos que deberán realizarse tres meses antes del inicio de las obras con un modelo de dispersión que permita establecer la capacidad de asimilación de las sustancias y en consecuencia, establecer las medidas de control, mitigación y compensación ambiental requeridas. Esta línea base será el soporte para el diseño y construcción de barreras antirruido para la fase de operación.
- Se llevará a cabo un Plan de monitoreo de material particulado, monóxido de carbono y dióxido de carbono, con una periodicidad trimestral para la etapa de construcción del proyecto.
- Realizar monitoreos de emisión de ruido y ruido ambiental. En la Licencia Ambiental no está incluido este parámetro; éste deberá ser tenido en cuenta en la definición de la línea base y en el Plan de monitoreo y seguimiento.

También se deben establecer las medidas necesarias para mitigar los impactos producidos en la etapa de construcción al recurso aire.

Metas

- Establecer las mediciones necesarias en los temas de material particulado, gases y ruido necesarios para conformar la línea base.
- Determinar las medidas de manejo ambiental necesarias para mitigar los impactos producidos al recurso aire por la construcción el proyecto.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	

Marco Normativo:

Al respecto de las labores que generan emisiones hay dos tipos de reglamentaciones, la primera de ellas relacionada con la calidad del aire (Resolución 601/06) que establece los niveles de inmisión de cada uno de los contaminantes criterio. El segundo grupo de reglamentaciones se relaciona con el estándar de emisión aplicable (Resolución 909/08) y establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.

Con respecto a ruido, la Resolución 627 de 2006 establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

PROGRAMA DE MANEJO E IDENTIFICACIÓN CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMA-C-TO-FIS-07

Etapa:

Construcción del proyecto.

Acciones a desarrollar:

A continuación se describen las actividades que se deben tener en cuenta para minimizar los impactos negativos sobre el aire y mitigar la generación de ruido en la etapa de construcción del proyecto; además se establecen las metodologías para la obtención de la calidad de aire, ruido y evaluaciones isocinéticas en fuentes fijas (chimeneas) necesarias para complementar la línea base:

- En el sitio de las obras, el Concesionario dispondrá permanentemente de equipo suficiente y adecuado para regar con agua el material que se coloque, y disponerlo en forma continua, con el fin de que se faciliten las labores de compactación y se evite la dispersión de material particulado.
- Los sitios de depósito que se encuentren cerca a viviendas o sitios poblados, se cercarán con láminas de zinc, o de un material que cumpla con la función de barrera para la emisión de material particulado y el ruido generados en la obra.
- El Concesionario cumplirá con todas las disposiciones sobre salud ocupacional, seguridad industrial y prevención de accidentes emanadas del Ministerio de Trabajo o Seguridad Social de Colombia, tales como el decreto 614 de 1984 y las resoluciones 02400 de 1979, 02413 de 1979, 1016 de 1986 y 02013 de 1986. Todas estas normas para la protección de la comunidad y que hacen referencia al control de material particulado y gases contaminantes, se cumplirán en toda la zona de influencia directa del proyecto, haya o no comunidades cerca al sitio de obras.
- No se quemarán basuras, desechos, recipientes, ni contenedores de material artificial o sintético como caucho, plásticos, poliuretano, cartón, entre otros.
- Las fuentes fijas puntuales de emisiones (chimeneas) deben cumplir con los parámetros exigidos por la normatividad. Para tal fin, deben monitorearse al inicio de las labores (una vez estabilizado el sistema) y de manera periódica en el transcurso de las mismas.
- Las fuentes fijas de área (vías) deben recibir mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar el adecuado flujo vehicular; así mismo, se deben humidificar lo suficiente (debajo del punto de saturación) para evitar que la rodadura de vehículos y el viento levanten y arrastren material particulado.
- Las fuentes fijas de volumen (demolición y depósitos de estériles y escombros) deben poseer los sistemas de protección y cobertura superficial adecuados, los cuales se van implementando con la evolución y desarrollo del proyecto.
- Las fuentes puntuales móviles deben contar con el respectivo certificado vigente de control de emisiones.
- Las fuentes fugitivas deben minimizarse mediante los programas de mantenimiento preventivo. Para las explosiones en los túneles y en algunos tramos del corredor vial, se minimiza la generación de material particulado, mediante el empleo de las cantidades requeridas, explosiones dirigidas y el manejo de sistemas de aspersión y riego.
- Los equipos de control deben garantizar operatividad, eficiencia (de acuerdo al tamaño de partícula) y eficacia en las tareas de control. El material recolectado debe manejarse según el caso: recuperación o disposición final. Deben estabilizarse para su adecuado manejo, empaque, transporte y deposición. En el caso de lavados, las soluciones agotadas deben tratarse como un vertimiento y los materiales sólidos/lodos obtenidos deben garantizar las condiciones para su disposición final. En caso de que los materiales no tengan las especificaciones para su disposición final, deben realizarse tareas de manejo como residuo especial y se deben definir las estrategias a seguir para su tratamiento:

cementación/solidificación, biotratamiento, procesos térmicos.

- El transporte de materiales, tanto de construcción como los estériles, debe realizarse con la cubierta de lona respectiva, evitando así un arrastre y dispersión a través de la línea del trayecto del vehículo.
- Todos los vehículos de la obra que transporten materiales de construcción o sobrantes de excavación, tendrán protección con carpas para evitar la caída del material o su dispersión por acción del viento.
- Los sitios de almacenamiento de materiales finos estarán provistos de cubiertas superiores y laterales, para evitar que el viento disperse el material hacia los terrenos vecinos.
- Se debe cumplir una velocidad mínima y máxima de desplazamiento por las vías y caminos que van a ser empleados en el desarrollo del proyecto. De esta forma se controlan las emisiones de material particulado por rodadura, arrastre desde el piso y deterioro y desgaste de los neumáticos. Así mismo se controlan emisiones por consumos de combustible/desplazamiento efectivo.
- El Concesionario debe verificar que se realice una calibración inicial de los sistemas de combustión de cada uno de los equipos y maquinaria que operan con combustible fósil, garantizando que cumpla con la norma de emisiones. Deben tenerse en cuenta las condiciones de operación del equipo (altitud), ya que los sistemas se deben calibrar a dichas condiciones (es de especial interés en vehículos Diesel).
- La planta de trituración, concreto y asfalto debe poseer los permisos correspondientes de control de emisiones, tanto para el proceso como para las eficiencias de los equipos instalados (teórica/real). Los equipos deben monitorearse directamente o en caso extraordinario, se podría emplear la información de una planta similar (modelo, operación) que esté trabajando o lo haya hecho recientemente.
- Para el control de la suspensión de material particulado, se restringirá al máximo el tránsito de vehículos en cercanías de las áreas de trabajo donde pueda haber material de excavación o de construcción sobre las vías. Cuando sea inevitable el tránsito de vehículos en estas zonas, se regará permanentemente con agua dicho material.
- En trabajos sometidos a chispas o partículas, los trabajadores estarán provistos de una protección facial adecuada. En ambientes donde exista material particulado, gases contaminantes o deficiencia de oxígeno, se utilizarán equipos especiales de respiración.

METODOLOGÍA PARA MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

Los monitoreos deberán realizarse tres meses antes del inicio de las obras para completar la línea base y además trimestralmente para el resto de la etapa de construcción del proyecto.

A continuación se sugieren sitios de monitoreo de acuerdo a la sectorización realizada en el informe de diseño, además los parámetros a evaluar en cada uno:

- **Sectores Baltimore y túnel de Santa Elena, en cada uno de los Portales**

Se deberá instalar una unidad de monitoreo de alto volumen para determinar material particulado en suspensión y un equipo de tres gases para evaluar óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, en el sitio donde se tiene planteado construir los portales de los túneles, con el fin de levantar la información para la línea base y para los muestreos trimestrales requeridos por la autoridad ambiental.

- **Fuentes puntuales de emisión: Plantas de trituración, concreto y asfalto**

Determinar Material Particulado y Neblinas Ácidas, para los muestreos trimestrales requeridos por la autoridad ambiental.

El monitoreo de la calidad del aire deberá incluir los siguientes aspectos:

- Identificación de la escala adecuada y determinación de los criterios a ser empleados para el establecimiento de los sitios de muestreo.
- Identificación de la localización donde los sitios de monitoreo deberán estar ubicados.

- Determinación de lineamientos para asegurar la adecuada calidad de los datos obtenidos.
- La distribución espacial y temporal de los contaminantes del aire durante los episodios de alta contaminación y los escenarios meteorológicos que se presentan durante ellos.
- Los modelos conceptuales del comportamiento de la atmósfera y los contaminantes durante los episodios de alta contaminación, en la zona de interés.
- La comparación entre los niveles de concentración de los contaminantes del aire y las normas de calidad ambiental del aire (de forma indicativa, no concluyente).

METODOLOGÍA PARA MONITOREO DE RUIDO

Los monitoreos deberán realizarse tres meses antes del inicio de las obras para línea base y trimestral en la etapa de construcción del proyecto.

Se realizarán seguimientos en las áreas aledañas a las obras, en el parámetro de exposición a presión sonora expresado en dBA. Si es necesario, se puede realizar una dosimetría en el personal directamente involucrado en tareas de trabajo que ocasionen "ruido".

Los monitoreos se deberán realizar de acuerdo con la exigencia de la norma de emisión de ruido y ruido ambiental, Resolución 627 de 2006, la cual exige lo siguiente:

- Cuantificar el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq,1h) para el ruido de fondo y para el ruido residual, ambos en una hora, durante el desarrollo de las actividades normales de la obra y en lo posible cuando la misma esté sin funcionamiento.
- Identificar y cuantificar las fuentes externas que emiten ruido y no tienen relación con las actividades propias de la obra.
- Identificar, ubicar y georreferenciar los puntos objeto de estudio; así mismo, reportar las condiciones climáticas por lluvia, humedad relativa, temperatura, presión barométrica, velocidad y dirección del viento.

Los sitios de monitoreo sugeridos y los parámetros a evaluar, se presentan a continuación:

- **Sectores Baltimore y túnel de Santa Elena, en cada uno de los Portales**

Antes de comenzar la construcción y en la construcción realizar un muestreo de dos horas en los patios de trabajo del portal, utilizando un sonómetro debidamente calibrado y estandarizado. Se harán mediciones puntuales con datos estables (lectura estabilizada) mediante un recorrido por las instalaciones. Se determinarán así los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores y el personal que allí labora y su incidencia en el entorno, para lo cual se realizan las respectivas isófonas con el fin de levantar la información para la línea base y para los muestreos trimestrales requeridos por la autoridad ambiental.

EVALUACIONES ISOCINETICAS EN FUENTES FIJAS (CHIMENEAS)

Se deben realizar trimestralmente en la etapa de construcción del proyecto, de las fuentes puntuales de emisión, en sus parámetros de material particulado y neblinas ácidas. Los métodos de análisis son los establecidos en el Decreto 02/1982. Las mediciones se efectuarán en forma continua con inspección permanente y cambio de filtro y soluciones cada 24 horas.

A continuación se sugieren sitios de monitoreo de acuerdo a la sectorización realizada en el informe de diseño, además los parámetros a evaluar en cada uno:

- **Fuentes puntuales de emisión: Plantas de trituración, concreto y asfalto**

Realizar el muestreo isocinético en los sistemas de venteo y descarga a la atmósfera, para los muestreos trimestrales requeridos por la autoridad ambiental.

Las características de los diferentes monitoreos para la determinación de la calidad del aire se relacionan en la siguiente tabla:

CONTAMINANTE	MÉTODO DE ANÁLISIS	EQUIPOS UTILIZADOS
Partículas en suspensión (PST)	Gravimétrico por muestreador de alto volumen	Equipos HI – Vol (alto volumen)

PROGRAMA DE MANEJO E IDENTIFICACIÓN CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMA-C-TO-FIS-07

Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno	Colorimétrico utilizando la P-Rosanilina (SOx) y Arsenito de Sodio (NOx)	Muestreador de tres gases
Monóxido de Carbono	Analizador Infrarrojo (muestras puntuales)	Monoxor II

El trabajo se desarrollará de acuerdo a lo definido en el decreto 948 de junio 5 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente y a la luz del decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud. Los resultados encontrados serán objeto de ser revisados con la propuesta de la nueva norma de fuentes fijas (resolución 909 de 2008).

Además se cumplirá la metodología de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU:

- Determinar la velocidad del flujo volumétrico de los gases en la salida de la chimenea (Método EPA 2).
- Cuantificar el porcentaje de los gases de combustión emitidos a la atmósfera, CO2, CO, O2 y N2 (Método EPA 3).
- Cuantificar el contenido de humedad (%) en los gases de salida de la chimenea (Método EPA 4).
- Cuantificar isocinéticamente material particulado (Método EPA 5).
- Cuantificar los óxidos de nitrógeno emitidos a la atmósfera (NOx Método EPA 7 ó lectura directa).
- Cuantificar isocinéticamente SO2 y neblinas ácidas (SO3 H2SO4 Método EPA 8).
- Opcional diseño construcción y montaje de sistemas de control.

Población beneficiada

- Ecosistemas localizados en las áreas intervenidas.
- Personal de construcción y operación del proyecto.
- Habitantes de veredas y barrios aledaños al proyecto.

Mecanismos y estrategias participativas:

No aplica

Área o cobertura:

El programa se aplica en el área de influencia directa del proyecto.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Recursos de personal:

El control operativo de las emisiones de material particulado requiere de personal que verifique la operación de los sistemas de aspersión y realice el mantenimiento de boquillas y bombas de presión de agua.

Costos directos:

Ver Tabla 7.3.

PROGRAMA DE MANEJO E IDENTIFICACIÓN CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMA-C-TO-FIS-07
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento: Cantidad de muestreos ejecutados / Cantidad de muestreos programados	

7.4.1.8 Programa de manejo de tránsito

PROGRAMA DE MANEJO DE TRÁNSITO	PMA-C-TO-FIS-08
Objetivo general: Mitigar las posibles incidencias que puedan generar las obras en su etapa de construcción, y ofrecer unas condiciones ambientales óptimas para todas las personas que se encuentren en lugares aledaños o que transiten por el sitio. Para el logro delobjetivo se propone el desarrollo de tres proyectos: **Proyecto 1: Señalización.** **Proyecto 2: Programación del tránsito de maquinaria y equipos.** **Proyecto 3: Optimización tiempos de recorrido.**	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Señalización.** Ofrecer seguridad a los vehículos que transitan por la zona, por medio de una adecuada señalización, permitiendo disminuir la velocidad de manera oportuna. **Proyecto 2: Programación del tránsito de maquinaria y equipos.** Optimizar la programación de maquinaria y equipo pesado en horas de alto tránsito. **Proyecto 3: Optimización tiempos de recorrido.** Minimizar la interferencia con el tráfico vehicular optimizando los tiempos de recorrido.	
Impactos ambientales a manejar: • Incremento de la concentración de material particulado. • Incremento en la concentración de gases contaminantes. • Afectación de redes viales. • Reducción en tiempos de desplazamiento y facilidad para la movilidad.	
Justificación: Una obra de gran magnitud como un túnel genera diversos impactos que afectan la circulación de vehículos y personas en los sitios. Respecto a estas situaciones se deben tomar medidas reduciendo el riesgo de accidentes y generando una circulación normal por las vías, asociada a la actividad constructiva.	
Metas **Proyecto 1:** Utilizar el 100% del tiempo señales preventivas en buen estado, ubicadas en los tramos de mayor conflicto vehicular, como son Seminario y el acceso oriental por la glorieta de Sajonia. **Proyecto 2:** Cumplimiento del 70% de los cronogramas de circulación de maquinaria en horarios permitidos y obedeciendo las normas de tránsito para el transporte de las mismas. **Proyecto 3:**	

PROGRAMA DE MANEJO DE TRÁNSITO							PMA-C-TO-FIS-08
Minimizar las demoras en los desplazamientos en zonas de conflicto.							
Tipo de medida:							
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	

Etapa:

Proyecto 1, 2, 3.

Durante toda la etapa de construcción del proyecto

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1: Señalización.

Instalación de señales informativas, preventivas y reglamentarias para indicar al usuario de las vías las precauciones que debe tener en cuenta. La señal en sí debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución y llamar su atención hacia una reducción de la velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o peatón.

SPO-01: Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de una obra que perturba el tránsito por la calzada o sus zonas aledañas.

SPO-02: Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un sector por el que habitualmente circula equipo pesado para el desarrollo de obras.

PROGRAMA DE MANEJO DE TRÁNSITO	PMA-C-TO-FIS-08

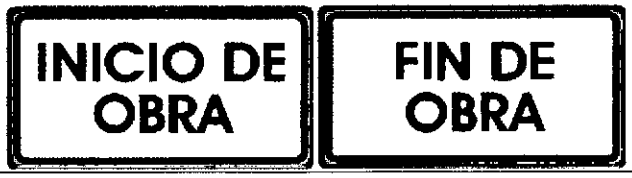
SPO-03: Esta señal se empleará para advertir a los conductores la aproximación a un tramo de vía que estará regulado por personal de la obra, el cual utilizará señales manuales.

SRO 01: Esta señal se empleará para notificar a los conductores el inicio de un tramo de vía por el cual no se permite circular mientras duren las obras.

SRO-02: Esta señal se empleará para notificar el sitio mismo en donde es obligatorio tomar el desvío señalado.

SRO-03: Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos, cuando en una calzada de dos carriles se cierra uno de ellos

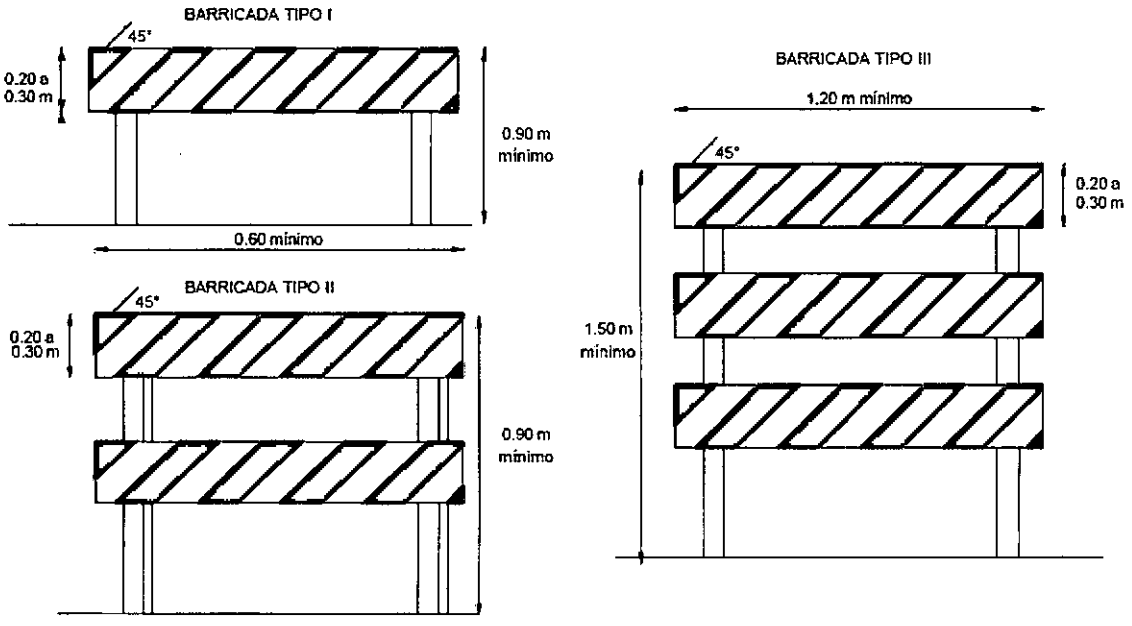
SIO-01: Esta señal se empleará para advertir conductores y peatones la aproximación a un tramo de vía afectado por una obra. La señal llevara la leyenda "OBRA EN L A VÍA", seguida de la distancia a la cual se encuentra la obra. Se podrá usar conjuntamente con otras señales o repetirla variando la distancia.



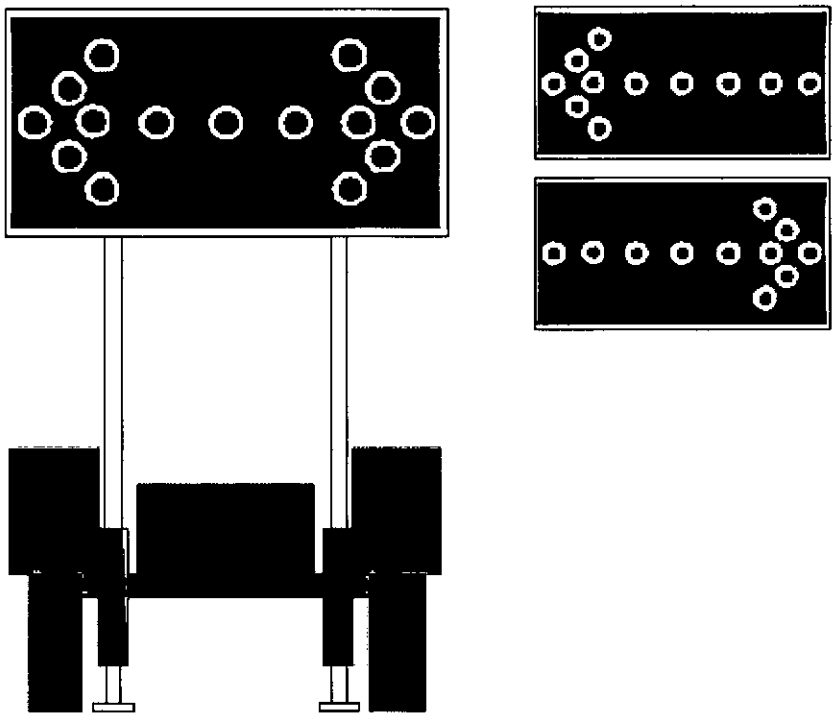
SIO-02. SIO-03: Esta señal indicará el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, con el mensaje "INICIO DE OBRA". Igualmente, se instalará otra señal con las mismas características, pero indicando el sitio de finalización de la obra, con la leyenda "FIN DE OBRA".

SIO-04: Esta señal se empleará para prevenir a los conductores sobre la proximidad a un tramo de vía en el cual se ha cerrado uno o varios carriles de circulación. El texto de la señal deberá mencionar el (los) carril(es) inhabilitado(s) para el ser vicio. Por ejemplo: "CARRIL CENTRAL CERRADO".

SIO-05: Esta señal se empleará para advertir a los usuarios de las vías, la proximidad a un sitio en el cual se desvía la circulación del tránsito.



Barricadas para cierres parciales o totales de la vía



Señales de mensaje Luminoso: Estos dispositivos están conformados por páneles de unidades luminosas individuales, que en su conjunto producen mensajes. Dichos mensajes pueden ser textos, flechas o símbolos que pueden ser variables en el tiempo. Las luces que en su conjunto forman el mensaje pueden ser fijas o intermitentes.

El contratista debe suministrar la cantidad de señalización requerida y garantizar su disponibilidad, en el evento de que se requieran elementos adicionales. Además de reemplazar la señalización que se vaya deteriorando durante el desarrollo del contrato. La señalización deberá cumplir con lo establecido en el Manual de Señalización Vial Nacional en su Capítulo 4 y los demás requeridos.

Proyecto 2: Programación del tránsito de maquinaria y equipos.

Se elaborarán cronogramas de circulación de los vehículos pesados, teniendo en cuenta que la secretaria de transito tiene horarios para el circulación de maquinaria pesada y volquetas, y además se llevará control de los horarios de ingreso y salida a los sitios de obra.

Cuando se requiera el transporte de maquinaria pesada en largos tramos se utilizarán cama bajas para su transporte, con escolta y con asesoría de la secretaría de tránsito.

Proyecto 3: Optimización de tiempos de recorrido.

Se detectará de manera oportuna las congestiones que se presenten en la vía, y se informarán a las autoridades de tránsito pertinentes, con el fin de recibir apoyo oportuno, especialmente en los tiempos pico (fines de semana)

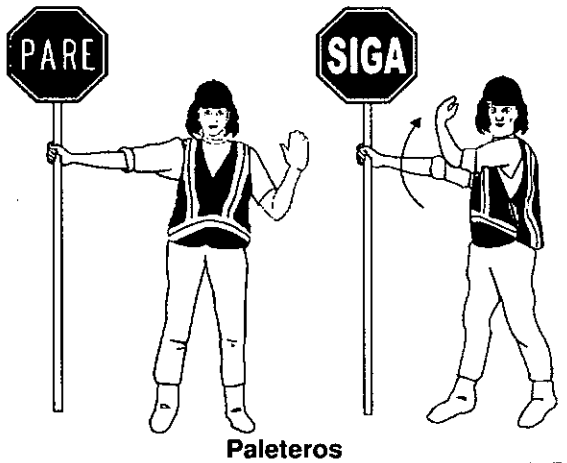
Asignar personal para que preste apoyo en la vía en el caso que sea necesario, utilizando señales de aproximación que ayuden al conductor a realizar las maniobras adecuadas.

Evitar restringir el paso de los vehículos lo menos posible, y siendo necesario hacerlo en horas de menos circulación.

Para la optimización del tiempo de recorrido en cierres parciales, se habilitará un carril y se dará paso en ambas direcciones de la vía con la ayuda de personal y respectivas señalizaciones. En caso de generarse un cierre total se informará por medios de comunicación de la eventualidad y

PROGRAMA DE MANEJO DE TRÁNSITO	PMA-C-TO-FIS-08

se comunicará de las vías alternas que se puedan tomar para llegar a cada destino, programando los recursos necesarios para la señalización de las rutas.



Paleteros

Población beneficiada

Proyecto 1, 2, 3: Población ubicada en el Valle de Aburrá, Valle de San Nicolás.

Mecanismos y estrategias participativas:

Proyecto 1, 2 y 3: El mecanismo de participación utilizado se realizará de acuerdo al programa de información comunitaria.

Área o cobertura:

Proyecto 1: Señalización.

Este proyecto se desarrollará en los tramos de vías que se encuentran localizados previamente a la llegada a cada portal del túnel.

Proyecto 2: Programación del tránsito de maquinaria y equipos.

El área de ejecución del proyecto se encuentra en los sitios de obras en los lugares destinados para control de maquinaria como son al ingreso y salida de los sitios de construcción.

Proyecto 3: Optimización de tiempos de recorridos.

Se realizará en los tramos que se vean afectados por la libre circulación de los vehículos.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Ver Tabla 7.3.

Cronograma de ejecución:

Los proyectos se realizarán permanentemente durante la construcción o en operación por eventos de reparación o mantenimiento programado. Ver Anexo_7.1_Cronograma

Indicadores de seguimiento y cumplimiento

Proyecto 1:

Número de accidentes o incidentes.

PROGRAMA DE MANEJO DE TRÁNSITO	PMA-C-TO-FIS-08
Proyecto 2: Planillas de horarios de entrada y salida de maquinaria. **Proyecto 3:** Número de horas del día que se presente congestiones en la vía, para evaluar el comportamiento mensual que permita estimar días pico y horas críticas.	

7.4.2 Programas de manejo medio biótico

7.4.2.1 Programa de reforestación y manejo de la vegetación

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y MANEJO DE LA VEGETACIÓN	PMA-C-TO-BIO-01
Objetivo general: Propiciar el establecimiento y enriquecimiento de coberturas vegetales en áreas estratégicas e implementar la conservación para las especies amenazadas de flora presentes en el área de influencia directa del proyecto. Para su cumplimiento se plantea el desarrollo de tres proyectos: **Proyecto 1: Aprovechamiento foresal.** **Proyecto 2: Protección y recuperación de hábitats silvestres en la cuenca de la Quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia.** **Proyecto 3: Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro.**	
Objetivos específicos: **Proyecto 1. Aprovechamiento forestal.** • Realizar de forma adecuada la remoción de la cobertura vegetal, para evitar daños sobre la vegetación que permanecerá. • Utilizar adecuadamente el material vegetal extraído para la construcción de obras dentro del proyecto y generar beneficios a las comunidades afectadas. **Proyecto 2. Protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de la quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia.** • Propiciar el establecimiento de nuevos hábitats e incrementar la oferta de recursos alimenticios a la fauna silvestre. • Incrementar la riqueza de especies arbóreas en áreas de importancia ecológica. • Establecer una cobertura vegetal protectora en el nacimiento de agua y en la ribera de la quebrada Sajonia que se encuentra con escasa vegetación arbustiva y arbórea, con el fin de proteger el recurso hídrico. • Conformar corredores naturales entre fragmentos de bosque para permitir la dinámica poblacional de la fauna y la flora. **Proyecto 3: Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro.** • Rescatar individuos de especies vegetales amenazadas que se localicen en las áreas de intervención del proyecto (portales, viaductos, depósitos, campamentos, etc.). • Trasplantar a hábitats aledaños al proyecto los individuos rescatados y monitorear su desarrollo. • Definir medidas de compensación para aquellos individuos de especies vegetales amenazadas que no puedan ser trasplantados por su gran tamaño.	
Impactos ambientales a manejar: Afectación de coberturas vegetales y usos del suelo (Disminución de la riqueza y diversidad biológica, debido a la pérdida de áreas boscosas y Reducción de áreas y deterioro del status de los hábitats disponibles para la fauna silvestre de la zona).	

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y MANEJO DE LA VEGETACIÓN	PMA-C-TO-BIO-01

Modificación del paisaje.

Justificación:

La constante perturbación antrópica de los diferentes hábitats por donde cruza el proyecto, ha conducido a una paulatina reducción en el número de especies arbóreas, lo cual tiene impactos generales sobre la biota, pues se reduce el hábitat y la oferta alimenticia para un sinnúmero de especies. El programa de reforestación y manejo de la vegetación está dirigido hacia el establecimiento y enriquecimiento de áreas estratégicas. Por otra parte, en las obras de construcción del proyecto que involucran actividades de tala y descapote es posible que se encuentren especies amenazadas de flora, por lo que es necesario verificar su presencia en estas áreas y evaluar su trasplante o compensación.

Metas

Proyecto 1. Aprovechamiento forestal.

- Asegurar la remoción del 100% de las coberturas existentes para la construcción del proyecto.
- Garantizar que se aproveche el material de las coberturas que serán removidas

Proyecto 2: Protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de la quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia.

- Incrementar la riqueza de especies en comunidades estratégicas.
- Proteger las coberturas existentes y establecer unas adicionales.

Proyecto 3: Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro.

- Reconocer los individuos de especies amenazas vegetales al interior de las obras del túnel y trasplantarlos a hábitats similares.
- Compensar la pérdida de individuos de especies vegetales amenazas con la siembra de individuos juveniles de las mismas especies y garantizar su sobrevivencia.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	X

Etapa:

Proyecto 1. Aprovechamiento forestal.

Construcción del proyecto (antes de inicio).

Proyecto 2: Protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de la quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia.

Construcción del proyecto.

Proyecto 3: Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro.

Construcción del proyecto (tres meses antes de inicio).

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1. Aprovechamiento forestal.

En el aprovechamiento forestal se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos, los cuales se realizarán bajo la dirección de un Ingeniero Forestal, quien definirá, de acuerdo con las condiciones del terreno, la forma más adecuada de efectuar la extracción.

- **Apertura de caminos y trochas**. En este procedimiento se señalarán las entradas y salidas y se registrarán los espacios para personas y herramientas Se procurará utilizar caminos existentes que faciliten la movilización a estos sitios.
- **Alineamiento.** El corte se realizará a ras del suelo, con la caída dirigida hacia la trocha despejada, considerando la dirección del viento, la pendiente del terreno, la arquitectura de cada árbol a talar y su diámetro. El procedimiento se realizará evitando, en la medida de lo posible, la afectación de la vegetación no removible.
- **Tala.** Se realizará por las cuadrillas de corteros y se utilizarán diferentes equipos como motosierras, hachas, cuñas de apeo, enganchadores, palancas de apear, de acuerdo a las dimensiones del material a remover.
- **Rocería**. La vegetación arbustiva y herbácea se removerá en forma manual, con ayuda de

machetes y hachas. El material vegetal fino (tejido blando y ramas) resultante de la deforestación, se transportará conjuntamente con el suelo y se dispondrá en los bancos de suelo.

- **Desramado y apilamiento.** Luego de seleccionar la madera útil en los sitios de obras, los fustes serán dimensionados de acuerdo con su tamaño y a las medidas comerciales (tablas de 2 a 4 m y varas de 4 a 10 m). Posteriormente, se almacenarán en pilas estables, evitando obstruir los caminos, y el material vegetal sobrante se apilará en lugares apropiados que no presenten riesgos de deslizamiento. Este material será llevado a sitios de depósito de fácil acceso donde se procederá a dimensionar, secar, y distribuir la madera luego de destinar su uso.
- **Usos.** La madera proveniente del aprovechamiento forestal se utilizará en la construcción de cercas, construcción de puentes de madera, donación de madera de ebanistería, entre otros beneficios, para el consumo interno.

  Se realizará una utilización parcial del material leñoso como barrera de protección alrededor de los bancos de suelo.

  El material vegetal no aprovechable se dispondrá en áreas de rehabilitación, para la conformación de microhábitat para la fauna (madrigueras, perchas, nidos), considerando su viabilidad según origen, sitios de disposición y ciclos de acarreo.

Proyectos 2 y 3

Para los Proyectos 2 y 3 incluidos en el programa de reforestación y manejo de la vegetación, se desarrollarán las siguientes actividades en el momento de la siembra:

- **Rocería**. La rocería podrá ser realizada mecánicamente o a machete. En el caso de emplear guadañadora, el contratista asumirá el riesgo por cualquier accidente que ocurra en el desempeño de esta labor. En la rocería se dejan en pie los árboles nativos como: carate, sietecueros, encenillo, chagualos, espaderos, olivo de cera, chilcos y todos los demás que la Interventoría determine.

  En la dispersión de los desperdicios de la rocería se tendrá especial cuidado para no cubrir los arbolitos de la plantación, así como tampoco los nativos de la región y se impedirá que obstruyan vías, cunetas y otras obras biomecánicas.

  No se admitirá el uso de herbicidas y matamalezas y en ningún caso se admitirá la quema de los desperdicios de la rocería. Estos deberán ser esparcidos v distribuidos dentro del área.
- **Trazado.** Se realizará a lo largo de los lotes, siguiendo las curvas de nivel del área, utilizando el trazado de tresbolillo, con base de tres metros y lados adyacentes de 2,5 m, buscando mantener este trazado con aquellos árboles o arbustos que se encuentren dentro de las fajas.
- **Hoyado - plateo.** El hoyado implica la remoción del subsuelo, empleando palas hoyadoras, las cuales deberán entrar hasta profundidades de al menos 40 cm, con el fin de facilitar la percolación del agua lluvia y la penetración de las raíces, para obtener una mayor sobrevivencia y desarrollo de la plantación establecida.

  Los platos tendrán una dimensión de 60 cm de diámetro y deberán quedar completamente libres de malezas. En el centro del plato se hará un repique de 40 x 40 cm, destruyendo los terrones grandes.
- **Siembra**. Se realizará por el sistema de plantón. Los árboles se sembrarán a una distancia horizontal de tres metros, utilizando el sistema de distribución en triángulo (tres bolillo).

Se tendrá especial cuidado para que los árboles queden bien apretados, derechos y se evitarán las bateas y depresiones en el área del hoyo a fin de que no se formen encharcamientos. Si dentro de las fajas demarcadas para la siembra se encontrasen otros árboles o arbustos éstos se dejarán intactos.

- **Fertilización.** Los árboles se abonarán con 50 g de 10-30-10 y se le incorporará tierra negra u otro material que apruebe la Interventoría, mezclándolos homogéneamente con la tierra.
- **Resiembra**. Un mes y medio después de finalizada la siembra, la Interventoría procederá a efectuar el inventario de prendimiento obtenido, a fin de determinar la cantidad de árboles a resembrar. Al efectuar la resiembra, se hará un nuevo repique de 40 x 40 cm.

La resiembra a que haya lugar se realizará en un plazo de cinco días calendario. Se exigirá un porcentaje de prendimiento del 90% a la fecha de recibo final de la plantación.

- **Características de los árboles.** Los árboles nativos se sembrarán de una altura mínima de 40 cm. Todos los árboles deberán estar en óptimas condiciones fitosanitarias, debiendo ser aceptados por la Interventoría.
- **Especies.** Se compensará siempre con individuos de especies nativas. En la siguiente tabla aparece un listado de especies nativas, con algunas de las características y la zona donde pueden ser plantadas.

Familia	Especie	Nombre común	Hábito	Grupo Ecológico	Distribución (msnm)
Chrysobalanaceae	*Licania cabrerae*	Marfil	Árbol	Clímax	2.200-2.600
Clusiaceae	*Calophyllum mariae*	Aceite maría	Árbol	Clímax	1.600-2.200
Juglandaceae	*Juglans neotropica*	Cedro negro	Árbol	Clímax	Sobre los 1.900
Proteaceae	*Panopsis yolombo*	Yolombo	Árbol	Clímax	Sobre los 1.900
Verbenaceae	*Citharexylum montanum*	Quimulá	Árbol	Clímax	Sobre los 2.000
Betulaceae	*Alnus jorullensis*	Aliso	Árbol	Pionera	1.700-3.000
Cecropiaceae	*Cecropia telencana*	Yarumo	Árbol	Pionera	Sobre los 1.900
Clusiaceae	*Vismia guianensis*	Carate	Árbol	Pionera	1.900-2.300
Clusiaceae	*Vismia baccifera var. Ferruginea*	Siete Cueros	Árbol	Pionera	Sobre los 1.800
Ericaceae	*Cavendishia cordifolia*	Uvito	Arbusto	Pionera	2.000-3.000
Ericaceae	*Befaria glauca*	Carbonero	Árbol	Pionera	Sobre los 2.000
Ericaceae	*Befaria resinosa*	Carbonero	Árbol	Pionera	Sobre los 2.000
Euphorbiaceae	*Alchornea bogotensis*	Escobo	Árbol	Pionera	1.000-2.000
Malpighiaceae	*Byrsonima cumingana*	Noro	Árbol	Pionera	Hasta los 1.900
Melastomataceae	*Miconia theaezans*	Nigüito	Arbusto	Pionera	Sobre los 1.800
Monimiaceae	*Siparuna lepidota*	Limón de monte	Arbusto	Pionera	2.000-2.200
Moraceae	*Ficus danielli*	Higuerón	Árbol	Pionera	Sobre los 2.000
Myricaceae	*Morellara pubescens*	Olivo de cera	Arbusto	Pionera	2.000-3.000
Papaveraceae	*Bocconia frutescens*	Trompeto	Árbol	Pionera	Sobre los 1.700
Rubiaceae	*Cinchona pubescens*	Quina	Árbol	Pionera	1.900-2.900
Verbenaceae	*Duranta mutisii*	Espino	Arbusto	Pionera	2.000-3.000
Cecropiaceae	*Cecropia teleincana*	Yarumo	Árbol	Pionera/sec. Inicial	1.800-2.400
Cunnoniaceae	*Weinmannia pubescens*	Encenillo	Árbol	Pionero	Sobre los 1.700
Aquifoliaceae	*Ilex caliana*	Cardenillo	Árbol	Sec. Inicial/tardía	2.200-2.600

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y MANEJO DE LA VEGETACIÓN					PMA-C-TO-BIO-01
Chloranthaceae	*Hedyosmum bonplandianum*	Silvo-silvo	Árbol	Sec. Inicial/tardía	2.000-2.900
Clethraceae	*Clethra fagifolia*	Chiriguaco	Árbol	Sec. Inicial/tardía	Sobre los 2.000
Hippocastanaceae	*Billia colombiana*	Cariseco	Árbol	Sec. Tardía/clímax	Sobre los 1.800
Fabaceae	*Erythrina edulis*	Chachafruto	Árbol	Secundaria	1.200-2.500
Melastomataceae	*Axinaea macrophylla*	Tuno rojo	Árbol	Secundaria	2.600-3.500
Mimosaceae	*Inga dumosa*	Guamo	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Myrsinaceae	*Myrsine coriacea*	Espadero	Árbol	Secundaria inicial	Hasta los 2.000
Piperaceae	*Piper aduncum*	Cordoncillo	Arbusto	Secundaria inicial	1.800-2.400
Acanthaceae	*Trichanthera gigantea*	Quiebrabarrigo	Árbol	Secundaria inicial	Hasta los 2.000
Araliaceae	*Schefflera uribeii*	Chaflera	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Boraginaceae	*Cordia acuta*	Guácimo	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Boraginaceae	*Cordia alliodora*	Nogal	Árbol	Secundaria inicial	Hasta los 2.000
Brunelliaceae	*Brunellia subsessillis*	Cedrillo	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Brunelliaceae	*Brunellia sibundoya*	Cedrillo	Árbol	Secundaria inicial	sobre los 2.000
Escalloniaceae	*Escallonia paniculata var. Floribunda*	Chilco colorado	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Euphorbiaceae	*Alchornea triplinervia*	Escobo	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.100
Euphorbiaceae	*Alchornea verticillata*	Escobo	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.100
Euphorbiaceae	*Croton aristophlebios*	Sangre toro	Árbol	Secundaria inicial	Hasta los 2.400
Euphorbiaceae	*Croton magdalenensis*	Drago	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Lacistemaceae	*Lozania mutisiana*	Falsa banara	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Lecythidaceae	*Eschweilera antioquensis*	Olla de mono	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Meliacea	*Cedrela montana*	Cedro de altura	Árbol	Secundaria inicial	Hasta los 2.200
Proteaceae	*Roupala glabrifloro*	Carnefiambre	Árbol	Secundaria inicial	2.000-2.500
Rhamnaceae	*Rhamnus goudotiana*	Cabo de hacha	Árbol/ arbusto	Secundaria inicial	Sobre los 2.200
Rubiaceae	*Ladenbergia macrocarpa*	Oja de libro	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Rutaceae	*Zanthoxyllum*	Doncel	Árbol	Secundaria	Hasta los

	rhoifolium			inicial	2.000
Winteraceae	*Drymis granatensis*	Canelo de paramo	Árbol	Secundaria inicial	Sobre los 2.000
Annonaceae	*Guatteria goudotiana*	Cargadero	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Clusiaceae	*Clusia multiflora*	Cuchro	Árbol	Secundaria tardía	1.600-2.800
Euphorbiaceae	*Hyeronima colombiana*	Candelo	Arbol	Secundaria tardía	2.200-3.200
Euphorbiaceae	*Hyeronima macrocarpa*	Candelo	Árbol	Secundaria tardía	1.600-2.200
Euphorbiaceae	*Hyeronima antioquensis*	Candelo	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Lauraceae	*Ocotea macrophylla*	Laurel	Árbol	Secundaria tardía	1.400-2.000
Lauraceae	*Beilschmiedia tovarensis*	Laurel	Árbol	Secundaria tardía	1.700-2.200
Lauraceae	*Aniba perutilis*	Comino	Árbol	Secundaria tardía	Hasta los 2.400
Lauraceae	*Persea chrysophylla*	Aguacatillo	Árbol	Secundaria tardía	1.800-2.600
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Loranthaceae	*Gaiadendron tagua*	Muerdago	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.200
Melastomataceae	*Blakea sphaerica*	Mioncita	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Melastomataceae	*Meriania nobilis*	Marrabollo	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Moraceae	*Pseudolmedia rigida*	Torcacero	Árbol	Secundaria tardía	1.400-2.200
Moraceae	*Morus insignis*	Lechero	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Myrtaceae	*Myrcia popayanensis*	Arrayán	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Myrtaceae	*Eugenia foliosa*	Guayabo yayo	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Podocarpaceae	*Podocarpus rospigliossi*	Chaquiro	Árbol	Secundaria tardía	1.700-2.900
Rubiaceae	*Palicourea angustifolia*	Aguadulce	Árbol	Secundaria tardía	Sobre los 2.000
Staphyleaceae	*Turpinia heterophylla*	Mantequillo	Árbol	Secundaria tardía	2.000-2.500
Verbenaceae	*Cytharexylum subflavescens*	Quimulá	Árbol	Secundaria tardía	1.800-2.800
Fagaceae	*Quercus humboldtii*	Roble	Árbol	Secundaria tardía/clímax	1.800-2.300

- **Mantenimiento y cuidados.** Para asegurar el desarrollo de la plantación se recomienda hacer un seguimiento de la mortalidad y realizar las siguientes actividades de mantenimiento en la

plantación ya establecida.

Fertilización. Se aplicarán fertilizantes químicos granulados N, P, K en la forma comercial y dosis por planta, acorde con el análisis de suelos y dependerá de las recomendaciones del técnico encargado. El fertilizante será rociado superficialmente, a 20 cm de distancia del tallo del árbol y será semicubierto con tierra. Se sugieren dos fertilizaciones por plántula en los dos primeros años.

Limpias. Se realizarán controles de las hierbas que estén compitiendo por recursos con las plantas recién sembradas. Se realizarán ocho limpias, cuatro en el primer año, dos en el segundo año y dos más en el tercero. Para esta época, cuando los árboles estén establecidos y según criterio del técnico, se debe permitir el proceso de sucesión.

Replateo. A la vez que se realizan las limpias, se deben efectuar nuevos plateos alrededor del árbol. Esta labor se efectúa con machete y manualmente cerca del árbol para evitar daños. El aporque se hará encima del plato con los residuos de esta labor para reintegrar nutrientes al suelo, favoreciendo así el desarrollo del árbol.

Resiembra. En caso de ser necesario, dependiendo de la mortalidad que se presente, se realizará la resiembra inmediatamente después de la siembra para homogenizar el lote, con el fin de garantizar la sobrevivencia durante 3 años.

Proyecto 2. Protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de la quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia

La vegetación que será removida, se encuentra en su mayoría en cobertura de plantación forestal por lo que se sugiere una compensación 1:1 en relación al área intervenida. Debido a que el área de desmonte corresponde a 21,8 ha a continuación se proponen las zonas a tener en cuenta para la realización de este proyecto.

La protección y restauración de hábitats silvestres demanda, en primera instancia, adelantar gestiones para la adquisición de los predios con mayor relevancia ecológica, así como la concertación con otros propietarios para la revegetalización de algunas franjas ribereñas o áreas con posibilidad de restauración ecológica.

Los predios propuestos para ser involucrados dentro de este proyecto, para conservación y protección de áreas silvestres, son 10 hectáreas de bosque mixto y rastrojos (microcuenca La Espadera, entre la vía y la cota 2.500).

Los sectores propuestos para establecer los "corredores de biodiversidad", comprenden un área en la margen derecha de la vía, aledaña a las zonas de retiro de la vía, de 30 metros de ancho, entre el kilómetro 6 y el portal occidental del túnel.

Además de los anteriores sitios, en áreas aledañas al portal Oriental, en la vereda Sajonia, existe un nacimiento que surte un tanque de almacenamiento, aprovechado por 12 familias de ese sector, razón por la cual también se considera importante considerar la factibilidad de incluir esta zona dentro del proyecto de reforestación y protección.

La densidad de siembra y las especies, dependerán del tipo de cobertura vegetal existente y de la zona de vida en que se encuentre el área a intervenir, como se observa en la siguiente Tabla, y en todos los casos, debe procurarse la conservación los árboles nativos ya establecidos.

Zona de vida	Áreas abiertas (Revegetación de suelos degradados, potreros, cultivos, rastrojo bajo)	Rastrojos altos y Plantaciones forestales (Enriquecimiento)
Bosque húmedo Premontano (bh- PM)	Siembra en Tresbolillo Densidad 1 283 árboles/ha (3x3m) Especies pioneras y secundarias	Siembra en cuadro Densidad 278 árboles/ha (6x6m) Especies secundarias y climácicas
Bosque muy húmedo Montano-bajo (bmh- MB)	Siembra en Tresbolillo Densidad 1 283 árboles/ha) (3x3m) Especies pioneras y secundarias	Siembra en cuadro Densidad 400 árboles./ha (5x5 m) Especies secundarias y climácicas.

No obstante, los sectores aquí indicados no son excluyentes y se podrán considerar otros sitios,

desde que el "corredor" efectivamente pueda ejercer un efecto conectivo entre fragmentos de ecosistemas silvestres de alguna relevancia.

Modelos de revegetalización

Para áreas abiertas (revegetalización de suelos degradados, potreros, cultivos y rastrojo bajos), se propone un modelo básico conformado por un árbol clímax o secundario tardío en el centro del módulo, rodeado por individuos de especies pioneras y secundarias iniciales, según se ilustra en el siguiente esquema:

```
        Si      Si      Si      Si
P     C/St      P     C/St      P
        Si      Si      Si      Si
P     C/St      P     C/St      P
  ___3 m___
```

P: Pionera
Si: Secundaria inicial
C/St: Clímax/Secundaria tardía

El modelo que se plantea para el enriquecimiento de los rastrojos altos y plantaciones forestales, está conformado por un árbol clímax en el centro del módulo, rodeado por individuos de especies secundarias iniciales y tardías, según se ilustra en el siguiente esquema:

```
        St      St      St      St
Si    C     Si    C     Si
        St      St      St      St
Si    C     Si    C     Si
  ___3 m___
```

Si: Secundaria inicial
St: Secundaria tardía

Proyecto 3: Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro

La región que conecta los valles de San Nicolás y Aburrá presenta una buena documentación sobre su composición florística, estos inventarios se han cotejado con las listas y libros rojos de especies amenazadas de Colombia y listados de especies con restricción de uso (especies vedadas); con este procedimiento se elaboró un listado de especies amenazadas que posiblemente se encuentren en la zona de intervención del proyecto, estas especies se relacionan en la siguiente tabla:

Familia	Especie	Nombre común	Categoría	Referencia
Celastraceae	*Maytenus robustoides*		En peligro (EN)	Calderón 2001
Chrysobalanaceae	*Licania cabrerae*	Marfil	En peligro Crítico (CR)	Calderón *et al. 2002*
Chrysobalanaceae	*Licania salicifolia*	Marfil	En peligro Crítico (CR)	Calderón *et al. 2002*
Juglandaceae	*Juglans neotropica*	Cedro negro	En peligro (EN)	Cárdenas & Salinas 2007
Lauraceae	*Nectandra macrophylla*	Laurel	En peligro Crítico (CR)	Calderón 2001
Ochnaceae	*Godoya antioquensis*	Caunce	En peligro (EN)	Calderón 2001

Meliaceae	*Cedrela montana*	Cedro rojo	Casi amenazada (NT)	Cárdenas & Salinas 2007
Arecaceae	*Ceroxilon quindiuense*	Palma de cera	En peligro (EN)	Calderón *et al. 2005*
Arecaceae	*Aiphanex simplex*	Corozo	Casi amenazada (NT)	Calderón *et al. 2005*
Fagaceae	*Quercus humboldtii*	Roble	Vulnerable (VU)	Cárdenas & Salinas 2007
Magnoliaceae	*Magnolia espinalii*	Molinillo	En peligro Crítico (CR)	García 2007
Chrysobalanaceae	*Couepia platycalyx*	Mapurito	En peligro (EN)	Calderón *et al. 2002*
Meliaceae	*Cedrela odorata*	Cedro	En peligro (EN)	Cárdenas & Salinas 2007

Se suma a esta lista de especies los individuos *Euplassa duquei* y *Meliosma echeverryana*, dos especies que aunque a nivel nacional no han sido categorizados, en la región sus poblaciones están amenazadas principalmente por la pérdida de los hábitats (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2007).

La pérdida de hábitats es la principal causa que ha llevado a que estas especies estén amenazadas en la región. Se proponen los siguientes procedimientos para su manejo:

- **Trasplante:** Esta actividad se propone para los individuos de porte pequeño (menores de 3,5 m) se toma esta altura como referencia debido a que el trasplante de individuos de porte superior necesitan ser operados con grúas, y aquí se asume que los accesos vehiculares son restringidos.

  Los individuos identificados serán trasplantados a hábitats similares a los sitios de procedencia.

  Las medidas generales de trasplante de individuos se describen a continuación:

  Antes del inicio de las obras se hace la búsqueda de los individuos de especies amenazadas dentro de los polígonos de intervención directa del proyecto, los individuos encontrados deben ser marcados con cinta reflectiva y registrados en formularios de campo con información básica de especie, altura, DAP y estado fitosanitario.

  Como segunda medida se deben verificar las rutas próximas de acceso de vehículos a los sitios donde se encuentra el árbol y a donde se va a trasplantar.

  Como medidas de intervención, inicialmente se hace un prepiloneo por lo menos seis meses antes del trasplante, aquí se podarán las raíces laterales con serrucho (no se debe usar machete o hacha) con respecto a la distancia de corte de raíces se recomienda mantener una relación 1:10 entre el diámetro del tronco y el diámetro del pilón; luego de hacer la brecha y hacer la poda de raíces se debe tapar la brecha y estimular la producción de raíces aplicando fertilizantes ricos en Potasio y Fósforo.

  El piloneo final se hace retirando la tierra de la brecha anterior y formando un pilón en forma de cono truncado inverso hasta la raíz pivotante, el pilón se protege con manto de fique para que este no se vaya a desmoronar, luego se sujeta el árbol desde el pilón y se procede a cortar la raíz pivotante.

  Para sembrar el árbol en el nuevo sitio se hace un hoyo más grande que el pilón y se adiciona sustrato suficiente para la estimular la producción de raíces.

  Con el árbol trasplantado se recomienda la instalación de tres varas tutoras en forma de trípode para estabilizar el árbol.

  Otras recomendaciones que favorecen un trasplante son las siguientes: Se debe evitar hacer el trasplante en la temporada de verano, este se debe hacer preferiblemente en horas de la mañana, en los primeros meses del trasplante no se debe usar fertilizantes nitrogenados porque favorecen la producción excesiva de follaje, aquí se recomienda aplicar Fósforo y Potasio.

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y MANEJO DE LA VEGETACIÓN	PMA-C-TO-BIO-01

El trasplante se evaluará cada cuatro meses por tres años, los individuos muertos serán compensados con una siembra en proporción 1:10 con individuos de las mismas especies.

Para establecer estas medidas se consultaron las siguientes fuentes:

Árboles ornamentales en el Valle de Aburrá, elementos de Manejo: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Manual de Silvicultura Urbana para Medellín: Secretaría del Medio Ambiente, Municipio de Medellín.

- **Compensación:** Los individuos mayores de 3,5 m de altura que se localicen en las áreas de intervención del proyecto deben ser talados, se asume la siguiente consideración, el procedimiento de trasplante es económicamente costoso y técnicamente poco viable para individuos de portes altos, la probabilidad de que estos individuos sobrevivan es baja, además se prevé que el acceso de grúas y maquinaria para transportar este tipo de individuos es limitado en la zona debido a que esta es una actividad previa a la construcción de obras.

  Como medida de compensación por la tala de estos individuos se asume la relación (1:10) donde por cada individuo talado de especies amenazadas se sembrarán 10 árboles de la misma especie, estos individuos deberán tener un porte de por lo menos 1,8 m, ellos se sembrarán en las áreas donde se localizará el Proyecto de protección y recuperación de hábitats silvestres la cuenca de la quebrada santa Elena y en áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia.

  La siembra por compensación se evaluará cada cuatro meses por un año, los individuos muertos serán compensados con una siembra en proporción 1:10 con individuos de las mismas especies.

Población beneficiada

La población humana asentada a lo largo de las microcuencas, se verá beneficiada con los servicios ambientales ofrecidos por la franja forestal protectora.

Mecanismos y estrategias participativas:

Se difundirá la información de este proyecto a las comunidades locales que habitan el área de influencia directa por medio del Programa de información y participación comunitaria.

Área o cobertura:

Área de influencia directa para el medio físico biótico del proyecto.

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Los costos de este programa están estimados para un año, sin embargo para las actividades de trasplante y siembra los costos se presentan valorados por individuo.

Ver Tabla 7.5

Cronograma de ejecución:

Ver Anexo_7.1_Cronograma

Indicadores de seguimiento y cumplimiento

Proyecto 1:

Relación de cantidad de madera extraída vs. Cantidad de madera utilizada en el proyecto.

Área que requiere aprovechamiento vs. Área aprovechada en un tiempo determinado Cumplimiento del cronograma.

Proyecto 2:

Se realizará el levantamiento de las áreas que serán reforestadas para ubicarlas espacialmente y hacer seguimiento conforme avanza el proyecto de reforestación. El proyecto tendrá como indicador la relación:

Área intervenida / área reforestada, indicando el porcentaje de compensación en un tiempo determinado.

Tres meses después de la plantación se iniciarán los muestreos, para establecer los niveles de mortalidad de la siembra. Durante 30 meses, con intervalos de seis meses, se evaluarán dos

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y MANEJO DE LA VEGETACIÓN	PMA-C-TO-BIO-01

parcelas de 200 m^2 en cada zona. Si los promedios de mortalidad superan el 10 % se debe proceder a hacer resiembra.

Proyecto 3:

% éxito de trasplante= Número de individuos de especies amenazadas de flora trasplantados/Número de individuos sobrevivientes al trasplante en un periodo de cuatro meses x 100.

% éxito de compensación= Número de individuos de especies amenazadas de flora sembradas por compensación/Número de individuos sobrevivientes a la siembra en un periodo cuatro meses x 100.

7.4.2.2 Programa de conservación de especies de fauna amenazadas

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA AMENAZADAS	PMA-C-TO-BIO-02

Objetivo general:

Implementar un programa de conservación para las especies amenazadas de fauna presentes en el área de influencia directa del proyecto.

Objetivos específicos:

- Ahuyentar y rescatar individuos de fauna terrestre que habitan las áreas que se van a intervenir directamente por las obras principales del túnel.
- Liberar en hábitats conservados de la región los individuos de fauna rescatados en las áreas de intervención.

Impactos ambientales a manejar:

Perturbación a la fauna.

Muerte y desplazamiento de especies faunísticas.

Cambio en la diversidad y abundancia de especies faunísticas.

Justificación:

En las obras de construcción del túnel que involucran actividades de tala, descapote y fragmentación de hábitats es posible que se encuentren especies amenazadas de fauna, es necesario verificar su presencia en estas áreas y evaluar su salvamento, ahuyentamiento y establecimiento en nuevos hábitats.

Metas

Ejecutar jornadas de ahuyentamiento y rescate de individuos de especies amenazadas de fauna al interior de las áreas donde se van a ejecutar las obras principales del túnel.

Liberar los individuos de fauna rescatados en hábitats conservados.

Tipo de medida:

Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	X

Etapa:

Durante la etapa de construcción del proyecto.

Acciones a desarrollar:

Manejo de especies de fauna terrestre amenazadas

Para el recurso de fauna terrestre se identificó en el estudio de caracterización las siguientes especies amenazadas: Para el grupo de las aves se identifican seis especies amenazadas

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA AMENAZADAS	PMA-C-TO-BIO-02

verificadas en el libro rojo de aves (Renjifo et al. 2002). La perdíz *Odontophorus hyperythrus*, el musguerito *Iridosornis porphyrocephalus* y el saltarín dorado *Xenopipo flavicapilla* las tres categorizadas como Casi amenazado (NT), Los tororoi *Grallaricula cucullata* y *Grallaria rufocinerea* como vulnerables (VU) y el cacique candela *Hypopyrrhus pyrohypogaster* como en peligro (EN). Para el caso de los mamíferos se identifica de acuerdo al libro rojo de mamíferos (Rodríguez-M, et. Al,. 2006) la guagua loba *Dinomis branickii* categorizada como vulnerable (VU).
Este proyecto además de las especies amenazadas identificadas involucra el salvamento de otras especies que conforman las comunidades de fauna de los grupos de aves, mamíferos, anfibios y reptiles.
Las jornadas de búsqueda, ahuyentamiento y rescate de fauna terrestre se desarrollarán al interior de las áreas que serán intervenidas directamente, aquí se incluyen las siguientes actividades.
Identificación de áreas receptoras de fauna Se elegirán las áreas que recibirán los individuos de especies de fauna que sean rescatados de las áreas de intervención directa, De acuerdo con el programa de reforestación y manejo de la vegetación las áreas receptoras de fauna se localizarán en las cuencas de la quebradas Santa Elena y Sajonia; se recomienda proteger fragmentos adyacentes a las áreas intervenidas.
Al observar los estudios de caracterización de la fauna en la zona que muestran posibles densidades bajas de las poblaciones, donde se suma la alta fragmentación e intervención de los hábitats y la baja magnitud del impacto generado por la construcción de las obras del túnel sobre la fauna terrestre, se espera que la actividad de captura de individuos sea baja, por esta razón no se incluye la actividad de monitoreo de la fauna en las áreas receptoras.
Ahuyentamiento y rescate:
Simultaneo a las actividades de remoción de la biomasa vegetal se destruirán, de manera controlada, los habitáculos de los animales (madrigueras, cuevas, oquedades, perchas) se evitará hacerle daños a los individuos de fauna, igualmente se cortará la vegetación que proporciona el alimento a dichas especies (árboles, arbustos).
Se tendrá especial cuidado en desarrollar el ahuyentamiento desde los extremos de manera que los animales se vayan desplazando por el fragmento hacia el fragmento contiguo y previniendo que vayan a quedar aislados en un parche en medio de una zona talada.
La técnica de ahuyentamiento es recomendable porque al inducir el desplazamiento de los animales por sus propios medios se evita su captura, un procedimiento que por lo general ocasiona lesiones a los animales y puede poner en peligro a las personas que realizan el salvamento.
Sin embargo, algunos animales permanecerán en el sitio y será necesario capturarlos y trasladarlos. Cada grupo de trabajo utilizará los implementos específicos y aplicará una metodología segura para la captura de los individuos.
Los individuos capturados serán transportados en bolsas de tela o jaulas, según el tamaño del animal, las cuales se protegerán de la radiación solar, con costales o vegetación, para evitar su deshidratación y disminuir el estrés. Todos los individuos se llevarán inicialmente a un centro de paso, donde se les tomarán las medidas corporales y datos reproductivos descritos para cada grupo, además de un registro fotográfico completo. Allí un veterinario hará la evaluación sanitaria previa para determinar el estado de salud y determinar si puede ser liberado o debe ser sometido a un tratamiento médico.

Población beneficiada
Las poblaciones de los valles de San Nicolás y Aburrá.

Mecanismos y estrategias participativas:
Se difundirá la información de este proyecto a las comunidades locales que habitan el área de influencia directa por medio del Programa de información y participación comunitaria.

Área o cobertura:
Cuecas de las quebradas Santa Elena y Sajonia

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA AMENAZADAS	PMA-C-TO-BIO-02
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.5.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento: # individuos rescatados y liberados en óptimas condiciones.	

7.4.2.3 Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías

PROGRAMA DE INSTALACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS PARA DISMINUIR LA MUERTE ACCIDENTAL DE ANIMALES EN LAS VÍAS	PMA-C-TO-BIO-03
Objetivo general: Reducir el número de accidentes y la muerte de especies faunísticas sobre la vía.	
Objetivos específicos: • Reducir la afectación de la fauna terrestre en aquellas zonas del proyecto donde las vías cruzan manchones de vegetación o sitios debidamente identificados como corredores de desplazamiento. • Evitar accidentes vehiculares que involucren pérdidas humanas y de animales silvestres, como consecuencia del tráfico automotor en las vías nuevas y en las existentes durante la construcción.	
Impactos ambientales a manejar: Perturbación a la fauna. Muerte y desplazamiento de especies faunísticas. Cambio en la diversidad y abundancia de especies faunísticas.	
Justificación: La construcción de una vía que cruza por zonas con cobertura boscosa, hace posible la accidentalidad con ejemplares existente en esos bosques, pudiéndose producir algunos cambios en la densidad poblacional de la fauna silvestre, además de la reducción en la riqueza y diversidad biológica como resultado de la pérdida y fragmentación de áreas boscosas. Este programa, además de reducir los riesgos de afectación de las poblaciones de la fauna terrestre en la zona, puede prevenir posibles accidentes vehiculares al evitar atropellar animales.	
Metas Reducir el número de accidentes y la muerte de especies faunísticas sobre la vía.	
Tipo de medida:	

Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	X

Etapa: Durante la etapa de construcción del proyecto
Acciones a desarrollar: En general, el programa se ejecutará a lo largo de las vías - nuevas y existentes- que crucen zonas con vegetación boscosa y que sean utilizadas por el proyecto. El sector de la vereda Media

PROGRAMA DE INSTALACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS PARA DISMINUIR LA MUERTE ACCIDENTAL DE ANIMALES EN LAS VÍAS	PMA-C-TO-BIO-03
Luna en Santa Elena, será objeto de especial atención en este programa. La señalización debe colocarse desde el inicio de los trabajos de adecuación y construcción de las vías, ya que los animales silvestres la estarán cruzando con frecuencia. Las señales deben cumplir los siguientes requerimientos: • Deben ser visibles, ilustrando no sólo la presencia de fauna terrestre en la vía, sino también el hecho de que no debe ser atropellada. • Deben estar ubicadas sobre la margen derecha de acuerdo con el sentido que tenga la vía y a una altura mínima de 1,5 m. Las señales deben ser reflectivas de tal forma que se permita su visualización durante la noche. • Deben permanecer en posición correcta y, aquellas que se hayan deteriorado por agentes externos, deben ser reemplazadas o retocadas.	
Población beneficiada Las poblaciones de los valles de San Nicolás y Aburrá	
Mecanismos y estrategias participativas: Se difundirá la información de este proyecto a las comunidades locales que habitan el área de influencia directa por medio del Programa de información y participación comunitaria.	
Área o cobertura: Área de influencia directa para el medio físico biótico del proyecto	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.5.	
Cronograma de ejecución: Durante construcción, se instalarán las vallas una vez se comiencen a utilizar las vías veredales o los pasos provisionales. Y una vez concluida la construcción de la vía, se colocarán a lo largo de la vía en el sector de Santa Elena. Anexo_7.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento # señales ubicadas sobre la vía	

7.4.3 Programas de manejo para el medio socioeconómico

7.4.3.1 Programa de información y participación a las comunidades

PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-C-TO-SOC-01
Objetivo general: Generar mecanismos adecuados de interacción, información, comunicación y participación, entre los responsables del proyecto, las comunidades ubicadas en el área de influencia, las autoridades y las instituciones locales, orientados a garantizar relaciones armónicas entre las partes que conlleve a un ambiente propicio para la construcción del proyecto. Para su desarrollo se proponen los siguientes proyectos: **Proyecto 1: Atención a las comunidades.** **Proyecto 2: Participación comunitaria.** **Proyecto 3: Participación Institucional.**	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Atención a las comunidades.** • Adelantar estrategias comunicacionales con las poblaciones ubicadas en las veredas aledañas	

PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-C-TO-SOC-01

al proyecto.

- Informar de manera clara y oportuna, a las comunidades localizadas en el área de influencia directa del proyecto, sobre las características de las actividades a realizar con el proyecto, el cronograma de las mismas, los impactos ambientales identificados y las medidas previstas para su manejo.
- Identificar y tramitar las inquietudes, sugerencias y reclamos de la comunidad.

Proyecto 2: Participación comunitaria.

- Propiciar espacios de participación con las comunidades y organizaciones ubicadas en el área de influencia directa del proyecto.
- Brindar herramientas para la participación de las comunidades en temas de desarrollo local.
- Facilitar conocimientos a la comunidad en temas como democracia, construcción de lo público, trabajo en equipo, gestión de recursos, instancias de poder, mecanismos de participación, diseño de estrategias, planteamiento de planes, programas y proyectos participativos.
- Evaluar el proceso periódicamente para tomar medidas correctivas que faciliten el éxito de la iniciativa.

Proyecto 3: Participación institucional.

- Establecer mecanismos de interlocución constantes con las organizaciones sociales y administraciones municipales y autoridades ambientales que tienen incidencia en el proyecto, que redunde en un ambiente armonioso entre las partes.

Impactos ambientales a manejar:

- Inducción de procesos migratorios
- Afectación de redes viales
- Aumento de la demanda de servicios
- Interrupción de servicios públicos
- Cambio en las actividades económicas
- Cambio en la tenencia de la tierra
- Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales
- Generación de expectativas
- Perturbación de las relaciones entre organizaciones y comunidades
- Perturbación de la seguridad pública

Justificación: Teniendo como base el derecho a la información y participación de las comunidades y las instituciones ubicadas en zonas cercanas a proyectos de infraestructura, se hace necesario plantear unas medidas de manejo que atiendan las necesidades de las poblaciones y que garanticen un claro entendimiento y una participación efectiva (por parte de la comunidad y las instituciones sociales) en todos los momentos de desarrollo de las actividades del proyecto.

Los proyectos de desarrollo como el del Túnel de Oriente, requieren desde su concepción, adelantar estrategias de información, divulgación y promoción hacia los actores con que tendrá que relacionarse, desde las pequeñas comunidades que se van a impactar, hasta las instituciones oficiales y privadas, medios de comunicación y autoridades a todos los niveles incluyendo las de carácter estatal así como las ambientales.

La generación de rumores frente a los intereses del proyecto puede ser solo de carácter especulativo y generación de expectativas, provocadas casi siempre por diferentes percepciones o fuga de información hacia posibles actores, en relación con el futuro desarrollo de la obra. Se producen entonces dinámicas de "teléfono roto" (circulación de información tergiversada) entre personas o grupos sociales que llegan a sobredimensionar las proyecciones o antesalas de dicho proyecto.

La Conexión Vial Aburrá - Oriente, por sus características de macroproyecto y por las implicaciones que tiene en el desarrollo de regiones como el Valle San Nicolás y el Valle de

PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-C-TO-SOC-01

Aburrá, estará en la necesidad de relacionarse periódicamente, de manera oportuna, clara, convincente y amplia con muchos públicos. La pluralidad de actores sociales que se encuentran en los municipios involucrados directa e indirectamente, la riqueza cultural de la zona y el significado político y estratégico para el desarrollo del departamento, hacen necesaria la implementación de un programa de comunicaciones, participación, gestión comunitaria y relaciones interinstitucionales.

Este debe atender las demandas de relaciones que asumirá el Proyecto, y deberá apoyar la implementación de otros programas incluidos dentro del Plan de Manejo Ambiental.

Metas

Proyecto 1: Atención a las comunidades.

- Dos meses antes de iniciar las actividades de construcción se realizará una reunión informativa y de socialización del proyecto en cada vereda, según el área de influencia definida en el estudio, durante la construcción se realizará con una periodicidad semestral en estos mismos espacios.
- Publicar en medios impresos, electrónicos y audiovisuales los avances del proyecto. Los medios impresos serán distribuidos cada dos meses a los representantes de las comunidades, organizaciones y autoridades municipales y ambientales, se distribuirán 2.000 ejemplares de cada publicación; los medios electrónicos podrán ser consultados permanentemente en el portal de internet de la Concesión y los medios audiovisuales en los hogares o salones comunales cada vez que se requiera.
- Se pondrán a disposición de las comunidades, organizaciones y autoridades dos oficinas de atención al público, donde se implementará un sistema de manejo a las inquietudes, sugerencias y reclamos que se puedan suscitar por las actividades propias del proyecto y habrá atención constante al público en horario de oficina.

Proyecto 2: Participación comunitaria.

- Realizar un ejercicio de indagación de las necesidades y potencialidades de capacitación en cada vereda del área de influencia directa del proyecto, en el que participen los líderes de las comunidades.
- Elaborar y concertar con las comunidades un Plan de capacitación para cada vereda o para varias veredas, si así lo determinan los participantes.
- Ejecutar el plan de capacitación en participación que fue concertado con las comunidades
- Cada semestre se realizará una evaluación del proceso.

Proyecto 3: Participación insitucional.

- El proyecto tendrá relaciones armoniosas con las administraciones municipales, autoridades ambientales y organizaciones sociales que redunde en el buen desarrollo del proyecto.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	

Etapa:

Proyecto 1

Tendrá inicio dos meses antes de construcción del proyecto hasta finalizar esta etapa

Proyecto 2

Durante toda la etapa de construcción

Proyecto 3

Tres meses antes de iniciar la etapa de construcción y hasta finalizar esta etapa.

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1: Atención a las comunidades.

Socialización del proyecto

Antes de dar inicio a las actividades de construcción, se adelantarán reuniones de socialización con las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto. Se diferenciará la reunión

entre los pobladores del área de influencia directa local, con quienes se adelantarán reuniones en las instituciones educativas y/o salones comunales de sus veredas, mientras que con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia indirecta, se realizarán reuniones de socialización en las administraciones municipales correspondientes.

Estas actividades serán programadas y convocadas con debida anticipación, de tal forma que garantice la participación del mayor número de involucrados.

Las temáticas a desarrollar en estos espacios, estarán relacionados con las partes involucradas, es decir, dueño del proyecto, interventoría, constructor, canales de comunicación con el proyecto, características del proyecto, los resultados de la caracterización del entorno, en especial del área de influencia directa, la identificación de impactos, medidas de manejo planteadas, y concertación de proyectos específicos a desarrollar en el marco del Plan de Gestión Social.

Estas reuniones estarán soportadas con evaluación de la actividad por parte de los asistentes, actas, registro visual y otros medios que faciliten las evidencias de las actividades adelantadas.

Medios de comunicación:

Para facilitar la interacción del proyecto con las comunidades, se diseñarán y publicarán una serie de herramientas visuales y auditivas que permitan la comprensión del proyecto, desde un lenguaje sencillo y comprensible a cualquier persona. Los siguientes medios estarán a disposición de las comunidades:

- **Boletín informativo**

El medio se publicará con una periodicidad bimensual con el único interés de informar oportunamente a las comunidades, instituciones y autoridades locales las acciones desarrolladas para el desarrollo del proyecto. La comunidad tendrá un espacio de divulgación en el medio, presentando los avances de los proyectos en sus comunidades. En términos generales el boletín presentará un avance de obra que le permita a los destinatarios comprender cómo se adelanta un proyecto de esta magnitud, un informe de avance ambiental, en el que se describan las diversas acciones que emprende el proyecto en el cuidado y protección de los recursos naturales con los que interactúa; un avance social, en el que se presenten los resultados de las iniciativas concretadas desde le Plan de Gestión Social y de los consolidados y estadísticas de contratación de mano de obra y de bienes y servicios.

- **Cartelera informativa**

Brinda la posibilidad de conocer notas de interés sobre los programas, convocatorias y demás información relacionada con la gestión social. Esta cartelera será actualizada cada semana, con el fin de mantener vigente la información consignada en los puntos de atención a comunidades. Además tendrá en cuenta las informaciones relacionadas con riesgos, estado de vías de acceso y suspensión de servicios básicos como agua, recolección de basuras, teléfono y energía

- **Archivo de prensa**

Se recogerá de los medios de comunicación escritos toda la información publicada frente al proyecto y demás temáticas de la región que tenga incidencia en la vida del proyecto y estará a disposición para su consulta de todas las partes interesadas en el proyecto.

- **Producto en medios de comunicación**

Se realizara bimestralmente una nota periodística (entrevista, reportaje, crónica) que podrá ser publicada en medios masivos de comunicación locales e ira acompañada de una línea reactiva de prensa y un boletín o comunicado que mantenga relaciones armónicas con los medios de comunicación. Además cada que se requiera se entregarán boletines informativos en los que se anuncien aspectos concretos del proyecto como suspensión temporal de vías de acceso o de algún servicio público como energía o acueducto.

Atención a las comunidades:

Se implementarán diferentes mecanismos abiertos que les permita a las comunidades comunicarse de forma ágil y oportuna con el proyecto, en especial para temas relacionados con las sugerencias, quejas y reclamos que se puedan presentar por las actividades del proyecto.

PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-C-TO-SOC-01

- **Oficinas de atención a la comunidad**

Se abrirán dos sitios de atención a la comunidad cercana a los portales del Túnel Báltimore en Las Palmas y otro cercano al acceso Oriental del Túnel Santa Elena, que serán punto de encuentro para la recepción del sistema de manejo a las inquietudes, sugerencias y reclamos. Además estos sitios servirán como puntos de encuentro para reuniones y socializaciones, distribución de información y contacto directo con la comunidad.

Las sugerencias, quejas o reclamos serán recibidos e ingresados en una base de datos para su correcto manejo. Serán distribuidas por el Residente Social al personal de obra encargado de atender cualquier daño que se pudiera presentar o al personal involucrado, de acuerdo con el tipo de comunicación.

- **Buzón de sugerencias**

Hará parte de las oficinas de atención la instalación de un buzón de sugerencias para que las personas puedan manifestar cualquier situación relacionada con el proyecto. La información recogida bajo este mecanismo, y las repuestas del caso, serán presentadas en los diferentes informes de avance del proyecto y en las reuniones y socializaciones con las comunidades.

Proyecto 2: Participación comunitaria

- Para dar inicio a este proyecto, se tendrá como base la reunión de socialización que se adelantará dos meses antes de iniciar las actividades de construcción. En esta reunión se identificarán y validarán los líderes comunitarios de cada vereda y se alimentará con las actividades que se realicen en el transcurso del proyecto. Esta identificación permitirá convocar a líderes de las veredas ubicadas en el área de influencia directa para efectuar un diagnóstico participativo con las comunidades para todo lo relacionado con los temas de capacitación y las líneas de acción en el tema de gestión.
- Este diagnóstico arrojará como resultado unas líneas de intervención del proyecto acordes con las necesidades y potencialidades de las comunidades en términos de participación comunitaria, gestión local y desarrollo rural.
- Una vez identificado el panorama, el residente social realizará un plan de trabajo inicial, que será concertado con los representantes de las comunidades, para que finalmente se establezca el plan de trabajo en este tema.
- Posteriormente se procederá a ejecutar el plan de capacitación en participación, dirigido a los líderes de las comunidades. Ese plan tendrá el debido seguimiento para garantizar la efectiva participación de las comunidades, identificando las posibles dificultades que se presenten e implementando las acciones correctivas necesarias.
- La metodología de trabajo estará basada en herramientas prácticas y lúdicas con talleres de capacitación en mecanismos de participación, niveles de gestión, ejercicios prácticos y experiencias exitosas, entre otras.
- Cada seis meses se evaluarán los resultados de las acciones emprendidas y se implementarán los cambios necesarios, de tal forma que se convierta en un mecanismo efectivo de empoderamiento de las comunidades hacia su participación y desarrollo rural.

Proyecto 3: Participación institucional

- Tres meses antes de dar inicio a las actividades del proyecto, se realizará una reunión de apertura con las organizaciones y autoridades municipales y ambientales, en la que se socializará el proyecto, presentando las características propias del mismo, los impactos identificados y las medidas de manejo planteadas, entre ellas se concertará los mecanismos efectivos para la recepción de hojas de vida y se presentarán las estrategias de comunicación planteadas, tanto para las comunidades como para las organizaciones y autoridades.
- Se establecerá una mesa de trabajo periódica en la que los representantes de estos organismos tengan oportunidad de interactuar con el proyecto y éste a su vez se involucre con las iniciativas y proyectos que se adelantan en el territorio.

PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-C-TO-SOC-01

- Se establecerán mecanismos de comunicación y presentación de informes, de manera que la comunicación se convierta en el pilar del proyecto y que las iniciativas que se adelanten en todo el Plan de Manejo Ambiental, sean conocidas por las partes involucradas.

Población beneficiada

Proyecto 1: Población ubicada en el área de influencia del proyecto.

Proyecto 2: Líderes comunitarios del área de influencia directa y representantes de la comunidad

Proyecto 3: Administraciones municipales, autoridades ambientales, organizaciones sociales y comunitarias ubicadas en la zona de influencia del proyecto

Mecanismos y estrategias de comunicación, información y participativas:

Proyecto 1:

Los fundamentos de este proyecto contiene los siguientes principios en su forma de aplicación:

- Dirigida a líderes comunitarios y comunidad en general que estén en zonas del área de influencia del proyecto.
- Dirigida a las autoridades gubernamentales y servidores públicos del nivel nacional, departamental y municipal que pueden incidir en programas, proyectos a favor de las comunidades del área de influencia.
- Para el mantenimiento de contactos cuando hay relevo de Fuerza Pública, cambio de grupos armados, autoridades gubernamentales o líderes comunitarios.
- Utilización de los medios de comunicación para llevar mensajes claros a los interlocutores y públicos del proyecto.

Proyecto 2:

- Se establece como mecanismo de participación los talleres prácticos y reuniones con las comunidades y líderes comunitarios.
- El diagnóstico participativo dejará las bases para planificar las acciones estratégicas a realizar en la participación y la gestión comunitaria.
- La promoción de las buenas relaciones entre instituciones, entes locales, comunidad y actores del proyecto genera confianza. Las mesas y las asambleas de diálogo son necesarias periódicamente.

Proyecto 3:

- La comunicación formal a través de correspondencia, correos electrónicos y verbal en reuniones de trabajo, serán los mecanismos utilizados para la interacción con las administraciones municipales, organizaciones sociales y autoridades ambientales con incidencia en la zona.

Área o cobertura:

Proyecto 1: Esta actividad se realizará en todo el territorio que comprende el área de influencia del proyecto, comunidades aledañas, municipios importantes.

Proyecto 2: Este proyecto se desarrollará en las veredas y localidades del área de influencia directa.

Proyecto 3: Este proyecto se desarrollará con organizaciones de base, organizaciones locales, asociaciones y entes municipales y autoridades ambientales asentadas en el área de influencia del proyecto.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Ver Tabla 7.6.

Cronograma de ejecución:

Ver Anexo_7.1_Cronograma.

Indicadores de seguimiento y cumplimiento

PROGRAMA DE INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-C-TO-SOC-01

Proyecto 1:

- Reuniones de socialización ejecutadas en el período / Reuniones de socialización programadas en el período.
- Nivel de comprensión de las temáticas tratadas. Nivel esperado alto en el 90% de los asistentes.
- Número de boletines informativos entregados / Número de boletines informativos programados.
- Número de boletines de prensa, comunicados de prensa y líneas reactivas de prensa publicados en medios de comunicación / Número de boletines de prensa, comunicados de prensa y líneas reactivas de prensa requeridos.
- Número de visitantes página web.
- Numero de ISR recibidas / Numero de ISR atendidas.

Proyecto 2:

- Número de diagnósticos participativos realizados / Número de veredas ubicadas en el área de influencia directa
- Porcentaje de satisfacción de los líderes en torno al proceso: Nivel esperado alto para el 80% de los participantes.
- Porcentaje de ejecución del plan de capacitación en el período / Porcentaje de ejecución programado para el período.
- Número de asistentes al programa / Número de líderes comunitarios convocados

Proyecto 3:

- Número de reuniones asistidas / número de reuniones convocadas.
- Cumplimiento de las actividades ejecutadas en el período / Cumplimiento de las actividades propuestas en el período.

7.4.3.2 Programa de educación

PROGRAMA DE EDUCACIÓN	PMA-C-TO-SOC-02

Objetivo general:

Favorecer la comprensión y el reconocimiento del entorno que se habitan las comunidades del área de influencia del proyecto, en sus componentes físico, biótico y social, como premisa para generar procesos de análisis y desarrollo de actitudes y acciones benéficas para la convivencia armónica entre personas y naturaleza.

Objetivos específicos:

Proyecto 1: Proyecto de educación ambiental a las comunidades

Desarrollar acciones formativas, experienciales y productivas con actores educativos y comunitarios, las cuales permitan reflexionar sobre la ética, la percepción ambiental y la relación que se establece con el medio ambiente.

Proyecto 2: Proyecto de educación ambiental a trabajadores:

Implementar un proceso de sensibilización del personal sobre sus actitudes frente al ambiente en el cual se encuentra insertado el proyecto, socializando los resultados de la caracterización en los medios biótico, físico y social, y las acciones necesarias para establecer y mantener una relación armoniosa con el medio ambiente y las demás personas.

Impactos ambientales a manejar:

- Afectación de redes viales
- Perturbación de las relaciones entre organizaciones y comunidades
- Perturbación de la seguridad pública

Justificación:

La educación, es un elemento fundamental que permite preparar a la comunidad para la llegada y

PROGRAMA DE EDUCACIÓN	PMA-C-TO-SOC-02

el establecimiento sociocultural y técnico de un proyecto, para el reconocimiento de los impactos positivos y negativos y el proceso de asimilación de éstos, facilitando el planeamiento y desarrollo de las propuestas, para atenderlos. Los procesos educativos deben garantizar la participación activa de la comunidad con el fin de construir aprendizajes colectivos que estén contextualizados con las necesidades, intereses y potencialidades de las personas.

Los proyectos del programa de educación se dirigen a públicos diversos entre los cuales se encuentran: la población académica, con la cual se pretende el desarrollo de actitudes sensibles, proteccionistas y conservacionistas del medio ambiente como parte del proceso formativo de los estudiantes, en este grupo también se alude a los docentes y directivos docentes; la población de trabajadores, que por efectos de las obras y operación del proyecto se convierten en interactores con el medio social y natural; y los líderes de organizaciones comunitarias que contando con un nivel organizativo determinado, puedan asumirse como multiplicadores y emprender procesos formativos y productivos que faciliten la relación armónica con el medio ambiente.

Metas

Proyecto 1:

Para la población docente:

Se realizarán ocho talleres con docentes y directivos docentes (un taller por cada uno de los ocho establecimientos educativos formales encontrados en las veredas de la zona de influencia directa local).

Se entregará a cada establecimiento educativo material bibliográfico didáctico por medio del cual se puedan desarrollar con estudiantes procesos formativos en el tema ambiental.

Para la población estudiantil:

En el marco de un video foro, se realizará una charla ambiental y se proyectará un video a grupos no mayores a 40 estudiantes en cada uno de los ocho establecimientos educativos.

Se realizarán 10 salidas de campo con grupos de 30 estudiantes de los 8 establecimientos educativos acompañados por un docente y un profesional del área ambiental.

Como actividad de cierre se presentará una obra de teatro en cada uno de los establecimientos educativos exponiendo los resultados principales del proceso formativo.

Se instaurará o fortalecerá (en caso de que ya existiera) un mural institucional en el cual se deje registro del proceso formativo. Dicho mural tendría permanencia en el tiempo a cargo del comité ambiental institucional en cada establecimiento.

Para líderes de organizaciones comunitarias:

Se realizarán dos charlas de sensibilización con 10 líderes o representantes de organizaciones comunitarias (una en Santa Elena para las cuatro veredas de dicho corregimiento, la zona central y la vereda San Ignacio del municipio de Guarne y otra para las tres veredas del municipio de Rionegro), con las mismas temáticas desarrolladas en el encuentro con los docentes participantes del proceso, relativas al contexto ambiental local y las prácticas humanas que lo han intervenido.

Se efectuará un taller creativo sobre el aprovechamiento del material reciclable en labores domésticas, escolares y comunitarias.

Proyecto 2:

Se desarrollará un encuentro formativo con la estrategia de video foro, con grupos de trabajadores (grupo no mayor de 50 asistentes) en el cual se proyecte un video institucional del proyecto, en el que de manera sencilla y didáctica se haga énfasis en el manejo ambiental del mismo. Seguidamente se abrirá sesión de discusión sobre el tema.

Como material de refuerzo se le entregará a cada trabajador un plegable o boletín que resuma los principales elementos al respecto.

El anterior proceso hará parte obligatoria de la inducción de trabajadores.

Al final de las actividades de cada uno de los proyectos, se realizará una evaluación de los conocimientos y aprendizajes desarrollados por medio de un formato con preguntas cerradas y abiertas. El anterior proceso hará parte obligatoria de la inducción de trabajadores.

Al final de las actividades de cada uno de los proyectos, se realizará una evaluación de los

PROGRAMA DE EDUCACIÓN							PMA-C-TO-SOC-02
conocimientos y aprendizajes desarrollados por medio de un formato con preguntas cerradas y abiertas.							
Tipo de medida:							
Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:
Proyecto 1:
Durante la etapa de construcción
Proyecto 2:
Durante la etapa de construcción y operación

Acciones a desarrollar:
El programa de educación ambiental busca favorecer la reflexión y fomentar prácticas positivas en la relación que los habitantes establecen con el medio ambiente a través de acciones participativas, contextualizadas, pertinentes y lúdicas. Con base en lo anterior se exponen diversas estrategias diferenciadas para los públicos a los cuales va dirigido el programa y cada uno de los proyectos.

Proyecto 1: Proyecto de educación ambiental a las comunidades
Con el apoyo del programa de información y participación comunitaria se animará y convocará a los diversos públicos incluidos en el programa de educación para la participación en los talleres, salidas de campo y obras teatrales que se tienen programadas.

Docentes y directivos docentes:
Las actividades concretas a desarrollar con la población de docentes y directivos docentes de los establecimientos educativos es:

- Con base en los resultados obtenidos en el Estudio de Impacto Ambiental en especial, en la caracterización y evaluación de impactos, se realizará un aller de sensibilización cuyas temáticas se centren en la riqueza natural del entorno, las prácticas identificadas por ellos en las comunidades y las consecuencias de prácticas ambientales inadecuadas. Entre las temáticas a analizar se encuentra la avifauna presente en la zona, recursos hidrográficos y forestales analizados a luz de los efectos de la deforestación, degradación de hábitats (extracción de musgo, sarro, bromelias y helechos) y cacería de animales.
- El contenido desarrollado en los talleres buscará en todo momento vincular la reflexión que se haga sobre la realidad con las prácticas que los docentes y directivos docentes desarrollan en las actividades académicas e institucionales, así mismo se debe motivar el análisis en materia ambiental sobre el currículo y plan de estudios de cada área que los docentes implementan con los estudiantes invitando a la revisión, complementación y ejecución de acciones ambientales adecuadas desde las mismas.
- Como cierre de la actividad de formación a docentes y directivos docentes, aprovechando la invitación para la revisión del plan de estudios con un énfasis ambiental, se donará a cada establecimiento educativo material bibliográfico impreso o magnético que facilite el desarrollo de contenidos ambientales con los estudiantes.

Población estudiantil:
Para esta población se ejecutarán actividades de formación académica y experimental contando con el acompañamiento de dos profesionales especialistas en educación así:

- Inicialmente se hará una charla introductoria corta dirigida por los profesionales, a través de ella se busca conocer las bases que en aspectos biológicos y ecológicos poseen los estudiantes. Además, se explican los objetivos propuestos y se ubica a los estudiantes en las actividades que se realizarían, planteando la problemática que en general afecta a los ecosistemas en el país, reflexionando sobre la necesidad de la conservación y motivando a los estudiantes hacia una participación activa dentro de la protección, como referente contextual de dicho análisis se presentará un video sobre la actualidad en el tema ambiental de la zona de influencia.
  Esta actividad se realizará en cada una de las ocho escuelas en grupos no mayores a 40

estudiantes con duración de dos horas.

- Se realizará una salida de campo a la quebrada más cercana de cada escuela, iniciando en su nacimiento y haciendo dos estaciones más, una en la parte media y otra en la parte baja, para observar detalladamente los diferentes aspectos que puedan variar por estación dentro de este ecosistema. Entre los participantes se formarán grupos de tres o cuatro personas, los cuales anotaran todas las observaciones referentes al entorno de cada sitio visitado, como la cobertura vegetal (especificando si se trata de bosques, rastrojos altos o bajos, potreros), las especies faunísticas observadas o que ellos sepan que habitan en esas áreas, descripción de la corriente, coloración del agua, presencia o no de fauna íctica y de macroinvertebrados (para estos deben levantar piedras, remover hojarasca y vegetación sumergida o emergente), anotar si se perciben malos olores o si se observan vertimientos líquidos o sólidos y si se observan viviendas aledañas a la quebrada, también se registrarán aquellos elementos del entorno que más hayan llamado la atención de los estudiantes.
- Posteriormente, deben anotarse las diferencias observadas entre los tres sitios y cada grupo debe comparan las anotaciones hechas en cada estación, para después, con dirección de los profesionales, exponerlas a los grupos restantes y colectivamente, deducir las interrelaciones producidas entre cada uno de los componentes de un ecosistema, así como los cambios presentados por las intervenciones antrópicas.
  Esta actividad se desarrollará con toda la población estudiantil (en grupos no mayores de 30) de los ocho establecimientos educativos con el acompañamiento de dos profesionales, se destinará para ello todo el tiempo de la jornada escolar correspondiente.
- Al finalizar los talleres y las salidas de campo, en cada escuela, se presentará una obra de teatro alusiva a los temas tratados durante el taller, como un refuerzo de las experiencias vividas a través de éste.
- Para esta actividad se gestionará el apoyo de los establecimientos educativos y se contará además con la orientación de dos tecnólogos con conocimientos teatrales.
- Como método evaluativo y de cierre del proyecto de educación, se propone la elaboración de un mural en coordinación con los comités ambientales escolares(o encargados del tema en los establecimientos educativos). En dicho mural se presentarán los resultados del proceso formativo por medio de fotografías, textos, dibujos entre otros y se invitará a la comunidad escolar para mantener y alimentar esa estrategia visual como escenario de reflexión sobre el tema ambiental.

Organizaciones comunitarias:

Para los líderes de organizaciones comunitarias presentes en la zona y agrupados por su cercanía geográfica e identificación social, se realizará un proceso formativo que use como estrategia, la enseñanza sobre el aprovechamiento de materiales reciclables en las labores cotidianas en la vida familiar, comunitaria y laboral:

- Se realizarán dos charlas de sensibilización (corregimiento Santa Elena y Municipio de Rionegro) dirigidas a líderes comunitarios de la zona de influencia directa local y puntual. Los contenidos de dicho conversatorio serán los mismos desarrollados con la comunidad docente.
- Esta actividad tendrá una duración de 60 minutos y será dirigida con el apoyo de un profesional del área ambiental.
- Seguidamente en la misma jornada de trabajo educativo, se realizará un taller práctico sobre el aprovechamiento y recuperación de diversos materiales reciclabes que puedan reutilizarse en labores cotidianas del hogar, la escuela, en las empresas y en general en los ámbitos comunitarios donde los líderes tienen acción y puedan convertirse en multiplicadores de conocimiento y prácticas ambientales de conservación. Esta actividad tendrá el acompañamiento de un profesional del área ambiental con experiencia en talleres creativos, selección, clasificación y reutilización de residuos sólidos.

Referentes normativos:

PROGRAMA DE EDUCACIÓN	PMA-C-TO-SOC-02

- **Constitución Política de Colombia 1991. Art 67** "La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura.
  La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente".
- **Constitución Política de Colombia 1991. Art 79.** "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines".
- **Ley General de Educación 1994. Art 14** "Enseñanza obligatoria. En todos los establecimientos oficiales o privados que ofrezcan educación formal es obligatorio en los niveles de la educación preescolar, básica y media, cumplir con:"... "c. La enseñanza de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales, de conformidad con lo establecido en el artículo 67 de la Constitución Política".

Proyecto 2: Proyecto de educación ambiental a trabajadores:

Se realizará como parte del proceso de inducción obligatoria de los trabajadores al proyecto, tanto a los directamente vinculados como a los contratistas.

Para operar este proyecto, se realizará como actividad previa un video que presenten las características del proyecto, los resultados de la caracterización biótica, física y social de la zona de influencia indirecta, local y puntual, así como las respectivas acciones a implementar en el tema ambiental, haciendo énfasis además en las responsabilidades que cada trabajador tiene para el adecuado desenvolvimiento de la relación entre personas y medio ambiente al interior del proyecto.

- Con grupos no mayores de 50 asistentes, se proyectará dicho material audiovisual y seguidamente se abrirá foro de discusión sobre las realidades y retos para el desempeño de los trabajadores en el medio. Como producto de este análisis se establecerán compromisos para el manejo del medio ambiente por parte de los trabajadores.

Finalmente se entregará material impreso dejando registro del proceso implementado como parte de la inducción.

- Con una periodicidad trimestral se realizará seguimiento a los compromisos y acuerdos realizados por parte de los trabajadores identificando además nuevas situaciones emergentes que han causado alteraciones en la interacción con el medio ambiente.
- Así mismo ubicarán carteleras ambientales en los frentes de trabajo en las que se publicarán los resultados del seguimiento (numeral 2), las buenas prácticas en la interacción con el medio ambiente identificadas en los trabajadores resaltando aquellos que implementen acciones adecuadas e innovadoras que favorezcan la relación entre trabajadores y el ambiente, con una periodicidad mensual.

Población beneficiada

Proyecto 1: directamente se beneficia a estudiantes, docentes, directivos docentes, líderes comunitarios de las veredas Las Palmas, El Placer, El Cerro, Media Luna, Sector Central, (corregimiento de Santa Elena), veredas Yarumal, La Quiebra, La Convención, San Ignacio (municipio de Guarne) e indirectamente a las familias y demás personas que interactúen a nivel individual o grupal con los beneficiarios directos.

Proyecto 1: trabajadores contratados para obras directamente o a través de contratistas.

Mecanismos y estrategias participativas:

Proyecto 1:

Apoyo en estrategias de convocatoria e información permanente del proyecto de comunicaciones.

Elaboración de materiales incluyentes para población de diferentes niveles educativos con

PROGRAMA DE EDUCACIÓN	PMA-C-TO-SOC-02
estrategias lúdicas y de permanente realimentación con los participantes. Valoración de conocimientos y experiencias previas a cerca de los temas a desarrollar. Realización de video foro que integre música, imágenes, entrevistas y demás elementos didácticos que incluyan y motive a los participantes. Mural ambiental elaborado con la participación de la comunidad escolar en el que comparta información, eventos o noticias de actualidad ambiental en el contexto comunitario. **Proyecto 2:** Apoyo en estrategias de convocatoria e información permanente del proyecto de comunicaciones. Realización de video foro institucional del proyecto, en el que se haga énfasis en el manejo ambiental del mismo. Elaboración de material audio visual como: videos, boletines, volantes y plegables alusivos al proyecto y a la conservación del medio ambiente. Buzón para postular el empleado con buenas prácticas en la relación con el ambiente. Cartelera con elementos didácticos, flexibles y atractivos como exaltación a las buenas prácticas.	
Área o cobertura: **Proyecto 1:** veredas del municipio de Rionegro y Guarne y veredas del corregimiento Santa Elena. El proyecto está dirigido a población y organizaciones comunitarias en las áreas de influencia directa local (veredas) y puntual. Se realizará en zonas de encuentro central con facilidades para el transporte. **Proyecto 2:** zona de construcción, realización de obras y operación del proyecto en zona de influencia directa local y puntual. Se realizará para los trabajadores directamente vinculados y los empleados de contratistas.	
Responsables: **Proyecto 1 y 2:** El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.6.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** Medios didácticos implementados / Medios didácticos programados. Actividades ejecutadas / Actividades programadas. Número de personas participantes por grupo focalizado / Número de participantes convocados por grupo focalizado. Evaluación de aprendizajes construidos sobre el medio ambiente cotidiano (formato con preguntas cerradas). Nivel esperado alto para el 70% de la población participante. Material educativo ambiental donado a los establecimientos educativos / Material educativo ambiental presupuestado para los establecimientos educativos. **Proyecto 2:** Número de trabajadores con inducción ambiental / número de trabajadores contratados. Número de boletines distribuidos entre los trabajadores / número de trabajadores contratados. Evaluación de aprendizajes construidos sobre los aspectos biótico, físico y social el manejo ambiental del proyecto y las actitudes que favorecerían el desarrollo de la actividad laboral en el proyecto. (formato con preguntas cerradas). Nivel esperado alto en el 90% de los trabajadores.	

7.4.3.3 Programa de contratación

PROGRAMA DE CONTRATACIÓN	PMA-C-TO-SOC-03

Objetivo general:

Diseñar estrategias y mecanismos para la contratación de mano de obra y de bienes y servicios, con el fin de favorecer a la población de la zona de influencia del Proyecto.

Objetivos específicos:

- Definir los criterios de contratación de la mano de obra y de bienes y suministros requeridos por las empresas contratistas, con el fin de que se dé prioridad a la población del área de influencia directa del Proyecto. siempre y cuando cumplan con las condiciones requeridas por este.
- Disminuir la generación de expectativas de los habitantes del área de influencia del Proyecto, ofreciendo un proceso de selección y contratación transparente, que contribuya al desarrollo socioeconómico de la región.
- Promover convenios con organizaciones sociales y comunitarias, para contribuir a la reducción de los niveles de desempleo existentes en el área de influencia del proyecto y al mejoramiento del nivel de vida de la población afectada.
- Generar oportunidades laborales para la población que vea su actividad económica directamente afectada por las actividades del proyecto, mediante su incorporación en procesos de empleo.

Impactos ambientales a manejar:

Proyecto 1: Contratación de mano de obra

- Cambio en la situación de empleo.
- Generación de expectativas.
- Perturbación de la seguridad pública.

Proyecto 2: Contratación de bienes y suministros

- Cambio en las actividades económicas.
- Dinamización de la economía local.
- Perturbación de las relaciones entre organizaciones y comunidades.

Justificación:

La información acerca de la oferta de empleo debe ser directa, precisa, clara, oportuna y veraz, de manera que propicie el desarrollo bajo principios de inclusión dentro del área de influencia y al mismo tiempo favorezca la aceptación del proyecto de parte de la comunidad.

Metas

- Vincular el 100% de la mano de obra no calificada y semicalificada y el 50% de la mano de obra calificada de la zona de influencia del proyecto, siempre y cuando la población cumpla con los requisitos establecidos para la contratación
- Contratar los bienes y suministros que requiera la construcción del Proyecto, dando prioridad a la población del área de influencia; siempre y cuando cumplan con las condiciones requeridas por el Proyecto.
- Contribuir en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas y familias localizadas en el área de influencia directa del Proyecto, asegurando un proceso incluyente de acceso a la información y a las oportunidades de empleo.
- Realizar el proceso de convocatoria y divulgación de requisitos y resultados de la oferta de empleo apoyándose en organizaciones comunitarias.

PROGRAMA DE CONTRATACIÓN							PMA-C-TO-SOC-03
• Minimizar el impacto sobre la afectación de las actividades productivas para las familias afectadas en su actividad económica.							
Tipo de medida:							
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	X
Etapa: **Proyecto 1 y 2:** Durante toda la etapa de construcción del proyecto							

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1: Contratación de mano de obra

Con el objeto de precisar los alcances de este proyecto se definirán los siguientes conceptos:

- **Mano de obra no calificada**: se refiere a toda actividad que no requiere una preparación específica de alto nivel para su desempeño, como en el caso de los cargos de ayudante de construcción, servicios generales, vigilancia, entre otros.
- **Mano de obra semicalificada**: corresponde al personal que ha tenido experiencia en un oficio específico y que no ha adelantado estudios al respecto y que su experiencia laboral certifica sus competencias para desempeñarse en el cargo al que aspira. Entre ellos se encuentra ayudante entendido, soldador, electricista, entre otros.
- **Mano de obra calificada**: puede clasificarse en los niveles técnico y tecnólogo que incluye cargos donde se requiere una formación y entrenamiento específico en el desarrollo de actividades relacionadas con el cargo, y profesional, que se refiere al nivel profesional y directivo el cual requiere estudios universitarios y habilidades específicas para el desempeño de su cargo.
- **Personal del área de influencia**: El contratista solicitará al aspirante el certificado que lo acredite como personal de la región. Las organizaciones sociales reconocidas por las comunidades, como las Juntas de Acción Comunal (JAC) y las personerías municipales, con el acompañamiento de un profesional del área técnica, serán las encargadas de levantar los listados, y emitir los certificados de vecindad y actuar como veedores del cumplimiento de esta medida. En todo caso el mecanismo para la certificación será concertada inicialmente con las administraciones municipales involucradas en el proyecto.

El procedimiento a seguir para la contratación de mano de obra, es el siguiente:

- La Concesión, en concertación con el contratista, presentará a las administraciones municipales los cargos, perfiles requeridos y requisitos generales para aspirar a un cargo en la construcción del túnel.
- Se establecerán sitios de recepción de hojas de vida en las administraciones municipales de Medellín y Rionegro para cubrir los valles de Aburrá y San Nicolás, respectivamente, de acuerdo con lo establecido en el aparte anterior.
- Cada aspirante que entregue su hoja de vida recibirá un certificado con el consecutivo que lo identifica para el cargo al que aspira.
- Las hojas de vida recepcionadas y que cumplan con las condiciones requeridas por el proyecto, serán entregadas a la Gestión Social para que éste a su vez las entregue a los encargados de adelantar las actividades en el proyecto.
- El residente de Gestión Social en coordinación con Gestión Humana del contratista realizará una base de datos de las hojas de vida disponibles para adelantar el proceso de selección, de acuerdo con las necesidades específicas del proyecto.

PROGRAMA DE CONTRATACIÓN	PMA-C-TO-SOC-03

- El Grupo de Gestión Ambiental presentará al Contratista los candidatos para ocupar los cargos requeridos y éste adelantará el proceso de selección que tenga estipulado para la contratación del personal de personal.
- En los medios de comunicación establecidos en el programa de Información y Participación Comunitaria se publicarán informes consolidados con datos estadísticos relacionados con la contratación de personal.

En cuanto a la participación de la población, se define en los siguientes términos, los cuales se conservarán siempre y cuando en las comunidades se encuentre la mano de obra requerida y que cumpla con los requisitos de contratación exigidos:

- Mano de obra no calificada y semicalificada: 100% del área de influencia
- Mano de obra calificada, nivel técnico: 50% del área de influencia
- La mano de obra calificada, nivel profesional y directivo, será seleccionada por el contratista conforme a su criterio, sin embargo, será concordante con una política amable con la región.

La población que tendrá prioridad en primera instancia, para acceder a los puestos de trabajo directos requeridos por el proyecto, será la correspondiente al área de influencia directa puntual y local. Si en esta área no se abastecen las necesidades del proyecto, se ampliará la participación al área de influencia indirecta, teniendo en cuenta el sitio de trabajo para el que se requiere y el sitio de residencia del trabajador, de tal forma que el personal se ubique adecuadamente, evitando mayores desplazamientos.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que, procurando no desarticular la unidad productiva familiar y proteger la actividad económica tradicional de la región, se debe limitar el número de personas empleadas en el proyecto por familia a dos (2).

Proyecto 2: Contratación de bienes y servicios

Para dar inicio a este proyecto, se solicitará a las administraciones municipales y las instituciones que hacen presencia en el área de influencia directa del proyecto, que presente un paquete de oferta de bienes y servicios ofrecidos en la zona, para darle prioridad a estas iniciativas y/o empresas.

De acuerdo con las necesidades propias del proyecto y en concertación entre la Concesión y los contratistas, se establecerán los bienes y servicios que pueden ser contratados en la zona, a partir de la oferta que presenten las administraciones municipales y las organizaciones locales.

Para entrar a concursar como proveedor de bienes y suministros para el Proyecto Túnel de Oriente, se debe seguir el mismo proceso que se describió para la contratación de mano de obra, en cuanto al cumplimiento de requisitos establecidos por ley y los estipulados por el contratista.

De acuerdo con lo establecido para contratación, el contratista realizará invitación directa o licitación de los bienes y servicios. Se realizará la difusión necesaria para garantizar la inclusión de todos los proveedores interesados.

El proyecto apoyará iniciativas asociativas que se localicen en el área de influencia del proyecto.

De la misma manera que se publicará la información relacionada con contratación de mano de obra, se publicará información de contratación de bienes y servicios.

Población beneficiada

En orden de prioridades, la población del área de influencia directa y la del área de influencia indirecta

Mecanismos y estrategias participativas:

Como estrategias de participación se tendrán en cuenta a las organizaciones sociales reconocidas

PROGRAMA DE CONTRATACIÓN	PMA-C-TO-SOC-03
por las comunidades, como asociaciones, Juntas de Acción Comunal o Local, entes administrativos, ONG, entre otros, las cuales apoyarán en la orientación y canalización de la información requerida para la contratación de mano de obra y bienes y suministros con las condiciones requeridas por el proyecto. Adicionalmente, el Grupo de Gestión Ambiental deberá disponer de una oficina de atención a la comunidad, que además de recibir y canalizar, inquietudes, sugerencias, quejas y reclamos de la comunidad de la zona de influencia del proyecto, ofrezca información clara, completa y oportuna sobre los avances del plan de Gestión Social, y particularmente, en lo concerniente a los requerimientos de empleo.	
Área o cobertura: El programa se aplica principalmente en el área de influencia directa del Proyecto: veredas Las Palmas, Media Luna, El Placer, Sector central y El Cerro, del Corregimiento de Santa Elena del municipio de Medellín; vereda San Ignacio del municipio de Guarne, y veredas La Quiebra, Yarumal y La Convención del municipio de Rionegro.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.6.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** • Número de trabajadores vinculados por vereda del área de influencia directa / Total de personal requerido. **Proyecto 2:** • Porcentaje de participación de compras en el área de influencia / Total de compras realizadas en el proyecto. • Número de proveedores de la zona de influencia del proyecto / Número total de proveedores del proyecto en la zona de influencia del proyecto.	

7.4.3.4 Programa de fortalecimiento institucional

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	PMA-C-TO-SOC-04
Objetivo general: Aportar al fortalecimiento del trabajo realizado por las organizaciones locales de carácter social y comunitario, como estrategia útil que les brinde elementos para la gestión y ejecución de programas que redunde en el beneficio de sus comunidades.	

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	PMA-C-TO-SOC-04

Objetivos específicos:

- Articular el proyecto en el desarrollo rural de los municipios ubicados en el área de influencia del proyecto, en el marco de los planes de ordenamiento territorial, planes de desarrollo y planes de gestión ambiental, a través del apoyo a las organizaciones sociales y comunitarias que tienen presencia en las veredas del área de influencia directa.
- Contribuir al fortalecimiento organizacional de los diferentes grupos sociales que operan en el área de influencia local del proyecto, capacitándolos desde un enfoque de derechos que les permita empoderarse y gestionar procesos en beneficio de las comunidades que representan.

Impactos ambientales a manejar:

- Inducción de procesos migratorios
- Afectación de redes viales
- Aumento de la demanda de servicios
- Cambio en las actividades económicas
- Cambio en la tenencia de la tierra
- Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales
- Generación de expectativas
- Perturbación de las relaciones entre organizaciones y comunidades
- Perturbación de la seguridad pública

Justificación:

El fortalecimiento institucional, entendido como el refuerzo a la capacidad de gestión y administración de los municipios a través de la capacitación y educación del recurso humano disponible, es un mecanismo efectivo para el logro de objetivos y metas relacionados con diferentes proyectos y programas ejecutados en beneficio de las poblaciones. El fortalecimiento institucional, permite la adecuada planeación de las diferentes actividades, la cofinanciación y la coordinación interinstitucional como herramienta válida en la optimización de recursos, lo cual se refleja en procesos efectivos, contextualizados y con resultados positivos en las comunidades.

Reconociendo que las administraciones municipales involucradas directamente por el proyecto (Medellín, Rionegro y Guarne) cuentan con una trayectoria importante en cuanto a fortalecimiento institucional se refiere, este programa hace énfasis en la inclusión de las organizaciones sociales y comunitarias en las políticas públicas implementadas en el orden municipal, de tal forma que se fortalezcan las organizaciones de base y se consoliden temas como la gestión de recursos dirigidos a las veredas que hacen parte del área de influencia directa del proyecto.

Sin embargo, esta premisa no excluye cualquier iniciativa de fortalecimiento de algún tema en especial en los municipios, particularmente en el municipio de Guarne, el cual comparativamente con los municipios de Medellín y Rionegro cuenta con menores recursos para su fortalecimiento y desarrollo.

Por lo anterior, el fortalecimiento institucional es una buena estrategia, que permite un trabajo conjunto de la institucionalidad y los diferentes actores sociales que hacen presencia en la región, incluidas las organizaciones sociales de base, que deben ser acompañadas de manera constante y reconocidas como voceras de las necesidades y expresiones de los diferentes grupos sociales organizados.

Metas

Cofinanciar con las administraciones municipales un proyecto al año para cada vereda del área de influencia directa del proyecto.

Tipo de medida:

Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	X

Etapa:

Durante toda la etapa de construcción del proyecto

Acciones a desarrollar:

Una vez se dé inicio a la construcción del proyecto, se procederá a identificar las organizaciones

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	PMA-C-TO-SOC-04

sociales y comunitarias existentes en el área de influencia directa del proyecto, con el fin de diagnosticar de manera detallada las potencialidades, necesidades, acciones, población beneficiaria, recursos, entre otros aspectos, que permitan valorar la capacidad de gestión de dichas organizaciones y se identifiquen las necesidades de fortalecimiento.

Con la identificación de las organizaciones sociales y comunitarias, se realizará un Diagnóstico Rápido Participativo, en el que se mapee el territorio en el que está inmerso el proyecto, se identifiquen los temas a capacitar y se visualicen posibles redes de trabajo conjunto, sobre el tema del medio ambiente; aunando esfuerzos y priorizando las acciones a desarrollar.

El Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) es una estrategia de investigación social cualitativa que basa sus procesos en la construcción activa de los actores locales, el facilitador se convierte en catalizador y ordenador del proceso y los participantes se convierten en los investigadores.

El DRP retoma técnicas de investigación incluyentes generalmente lúdicas y visuales, las que de acuerdo al contexto sean aplicables a todo tipo de población teniendo en cuenta sus condiciones educativas, culturales y generacionales. Busca la comprensión y la construcción colectiva. Como particularidad de esta estrategia de construcción de conocimiento, se encuentra la duración, por principio corta, en comparación con las investigaciones de rigurosidad académica en las cuales se profundiza teóricamente sobre la realidad, en este sentido, el proceso de un DRP dura por lo general no más de 10 días.

Como resultado de este trabajo, se elaborará un plan de formación de lideres en educación ambiental y gestión comunitaria, el cual contará con recursos del proyecto y se gestionará ante las administraciones municipales, a la luz de los planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial, para que sean cofinanciados los proyectos que sean priorizados por los representantes de las comunidades.

El proyecto acompañará técnica y socialmente la organización comunitaria, con el fin de fortalecer las relaciones, la capacidad de gestión, entendiendo la dinámica de sus comunidades y atendiendo las necesidades prácticas de las mismas en materia ambiental.

El proyecto servirá de puente entre las organizaciones sociales y las administraciones municipales y autoridades ambientales para realizar convenios interinstitucionales que conlleven a la realización de proyectos que mejoren las condiciones de las veredas ubicadas en el área de influencia directa del proyecto.

Población beneficiada

Grupos sociales organizados que operan en las veredas influenciadas por el proyecto y población representada.

Mecanismos y estrategias participativas:

Se establecerá como mecanismo de participación las convocatorias a los talleres y reuniones ofrecidas.

El DRP facilitará el mapeo, y a través de este; la identificación del conocimiento y practicas comunitarias en aspectos referentes al medio ambiente y la priorización de los temas que se ofrecerán en las capacitaciones, reconociendo el saber popular y la experiencia de los líderes de las organizaciones y resaltando aspectos a mejorar, con lo cual se garantiza que las actividades y sus resultados sean pertinentes y de beneficio al interés de la comunidad.

Área o cobertura:

Este proyecto se implementará en las veredas que conforman el área de influencia local del proyecto.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Ver Tabla 7.6.

PROGRAMA DE FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL	PMA-C-TO-SOC-04
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento • Número de participantes en la elaboración del DRP • Número de proyecto cofinanciados al año / número de proyectos programados • Grado de satisfacción de las comunidades. Nivel esperado alto para el 90% de los participantes.	

7.4.3.5 Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente

PROGRAMA DE NEGOCIACIÓN DE PREDIOS Y RELOCALIZACIÓN DE POBLACIÓN AFECTADA DIRECTAMENTE	PMA-C-TO-SOC-05
Objetivo general: Desarrollar un proceso, para la adquisición de los 21 predios, localizados en la zona de influencia directa local del proyecto ceñido a los principios y procedimientos establecidos en la normatividad aplicable vigente	
Objetivos específicos: • Establecer de forma clara para los propietarios, arrendatarios o poseedores de los predios requeridos para la construcción del proyecto, las normas o pasos para la negociación de predios. • Implementar un plan de gestión social para los habitantes de los inmuebles que deben adquirirse, de acuerdo con su condición de tenencia. • Diseñar estrategias de indemnización de la actividad económica para las familias que verán afectada su actividad debido a la adquisición de predios para la construcción del proyecto.	
Impactos ambientales a manejar: • Generación de expectativas • Cambio en la tenencia de la tierra • Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales	
Justificación: la adquisición de predios y el consecuente fraccionamiento de los mismos tiene por objeto asegurar la ejecución de las obras necesarias para la construcción del Túnel de Oriente. Se puede afirmar que las entidades autorizadas por la Ley tienen la facultad de alterar el dominio de los inmuebles entre quienes lo detentan y solo con esos fines de interés social, ante los cuales el Estado interviene sobre la premisa de las obligaciones correlativas a la función social y de utilidad pública de la propiedad.	
Metas • Garantizar la satisfacción del 80% de las personas en el proceso de negociación de predios • Restituir las condiciones iguales o superiores de habitabilidad del 100% de los pobladores que se verán afectados por la construcción del proyecto, de acuerdo con la forma de tenencia de la tierra. • Restituir las condiciones de las familias que verán afectada su actividad económica por la adquisición de predios para la construcción del proyecto.	

Tipo de medida:							
Prevención		Mitigación		Corrección	X	Compensación	X
Etapa: El proceso de compra de predios se iniciará un mes antes de dar inicio a las actividades de							

construcción del proyecto y por dos años de la etapa de construcción para el acompañamiento.

Acciones a desarrollar:

- **Información, participación y concertación:**

Para dar inicio al programa, se realizará una reunión con los propietarios, arrendatarios y poseedores de predios que serán intervenidos directamente con la construcción del proyecto.
En esta reunión se presentará de forma detallada el proyecto, incluyendo las condiciones establecidas por ley para la adquisición de predios, bajo el principio de justicia, transparencia y equidad.
Se presentarán las diferentes alternativas para la negociación de predios, aplicable para el caso, ya sea compra directa o relocalización, para los propietarios, e indemnización para los arrendatarios y poseedores.
Se procederá a la concertación con cada familia, para asumir la medida que más se ajuste, de acuerdo con su condición de tenencia, condición económica, composición familiar, entre otros aspectos particulares de cada familia. En todo caso se conservará el principio de equidad, justicia y transparencia.

- **Negociación de predios:**

De acuerdo con las condiciones de tenencia de cada familia y según lo establecido en la etapa anterior, se procederá en la negociación del predio.
Con los propietarios, se ofrecerá acompañamiento social y jurídico con el fin de garantizar la correcta inversión del dinero, todo esto dependiendo del grado de vulnerabilidad de la familia, evitando con ello que el proyecto genere un impacto en términos de pérdida de la vivienda y del patrimonio.
En cuanto a los predios habitados por arrendatarios, éstos serán negociados directamente con el propietario, sin embargo, se establecerán unas cuantías para indemnizar económicamente a la familia, quien será acompañada por el proyecto para la adquisición de subsidios del estado, para que junto con la indemnización puedan adquirir vivienda propia. El sitio de ubicación dependerá de las características particulares de la familia, toda vez que se identificaron posibilidades para algunas de ellas de relocalizarse en otros municipios cerca a familiares y otras a quienes les convendría continuar en cercanía a su vivienda actual.
En el caso de los poseedores, se establecerá claramente el canal de negociación, siendo este el propietario, de cara a la normatividad vigente. Sin embargo, el proyecto analizará puntualmente los casos y concertará con las familias que se encuentran en esta condición una indemnización y acompañamiento social y jurídico para la relocalización de la familia, teniendo siempre presente que el proyecto buscará mantener o mejorar las condiciones actuales de las familias.
En caso de no llegar a acuerdos en la negociación de los predios, y dada la condición del proyecto de interés público, el Concesionario estará en libertad de proceder tal como lo establece la normatividad colombiana vigente al respecto.

- **Restitución de actividad económica:**

Con las familias que verán afectada su actividad económica, debido a la compra de predios, se realizará un estudio socioeconómico detallado, teniendo como línea base la ficha socioeconómica y económica implementada durante el ajuste del EIA.
Con el apoyo de un economista, se estudiarán las posibilidades de negocio en sectores aledaños al sitio donde actualmente se realiza la actividad económica, para generar el menor impacto. De no ser posible, se analizará junto con la familia, la mejor alternativa, de acuerdo con las características de la familia y sus preferencias, siempre buscando que la restitución garantice la estabilidad económica familiar y mantenga o mejore la situación de la actividad

económica actual.

Población beneficiada:

A continuación, por medio de un cuadro se pormenorizan los predios, debidamente identificados y las medidas recomendadas:

No.	SECTOR	NUMERO DEL PREDIO	COD. FLIAR.	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIÓN
1	ACCESO ORIENTAL - SAJONIA	615-000-025-00366	2	Familia propietaria del predio, con dos hogares	Compra del predio
2			8		
3			22	Familia que paga arriendo	Compra del predio
4			7	Familia que paga arriendo por actividad económica (Tienda)	Indemnización
5			38	Paga arriendo por actividad económica (taller de mecánica)	Indemnización
6		615-000-025-00239	5	Familia propietaria del predio, con actividad económica ligada al Aeropuerto J.M.C.	Reubicar en la zona
7		615-000-025-00238	9	Familia propietaria del predio, dos viviendas cada una con un hogar	Opción A: Reubicar en la zona (60 años de vivir allí). Opción B: Negociación (tienen familia en cabecera municipal). Se recomienda la opción A
8			11		
9		615-000-025-00383	14	Familias que viven allí en calidad de préstamo, en condiciones precarias	Negociación con el propietario: Corporación Nacional de Ahorro y Vivienda
10			16		
11		615-000-025-00240	17	Familia que administra el predio y con actividad económica (alquiler de caballos)	Compra al propietario y Reubicación en la zona, por el arraigo y dependencia del lugar para la actividad económica (15 años de trabajar en el sitio)
12		615-000-014-00253	10	Familia que cuida el predio	Restituir construcción al propietario

PROGRAMA DE NEGOCIACIÓN DE PREDIOS Y RELOCALIZACIÓN DE POBLACIÓN AFECTADA DIRECTAMENTE	PMA-C-TO-SOC-05

No.	SECTOR	NUMERO DEL PREDIO	COD. FLIAR.	DESCRIPCIÓN	RECOMENDACIÓN
13	ACCESO OCCIDENTAL - BALTIMORE	09-16-001-0009-00000	19	Familia empleada por el constructor (campamento)	Dado que la familia se iría al término de su contrato, no hay que tomar medidas al respecto
14		90-04-000-0296-00000	20	Familia sin arraigo pero cuya cabeza de familia trabaja para el propietario	Opción A: comprar vivienda al propietario. Opción B: restituir vivienda dentro del predio. Se recomienda opción B
15	ACCESO OCCIDENTAL	90-04-000-0386-00000	29	Familia con tres hogares, cuyos jefes de familia trabajan para el propietario	Restitución de la vivienda dentro del predio (Seminario)
16			30		
17			31		
18		09-05-000-0246-00000	37	Familia propietaria, que no reside en la zona pero con actividad económica (Extracción madera)	Compra de la porción de predio afectada e Indemnización por actividad económica
19	PORTAL OCCIDENTAL	09-05-000-0109-00000	sin código	Finca San Jorge, sólo se afecta casa de mayordomo, pero no se le pudo aplicar la ficha socioeconómica	Opción A: Negociación, comprar vivienda afectada. Opción B: Comprar la porción del predio afectada y restituir vivienda.
20	DEPÓSITO VENTANA	318-000-005-0016	23	Familia que paga arriendo	Compra al propietario
21			24	Familia que paga arriendo, con actividad económica agropecuaria (zona depósito)	Compra al propietario e indemnización por actividad agropecuaria

Mecanismos y estrategias participativas:

Los propietarios, arrendatarios y poseedores harán parte del proceso de negociación y restitución de condiciones, a través de reuniones generales, reuniones particulares con cada familia, y demás instancias que ocurran en el proceso.

Todas las actividades estarán debidamente soportadas con actas de reuniones, firmas de acuerdos, registro fotográfico y fílmico y en compañía de las autoridades municipales requeridas para cada caso.

PROGRAMA DE NEGOCIACIÓN DE PREDIOS Y RELOCALIZACIÓN DE POBLACIÓN AFECTADA DIRECTAMENTE	PMA-C-TO-SOC-05
Área o cobertura: Zona de influencia directa puntual del proyecto	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.6.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento • Grado de satisfacción de la población. Nivel esperado alto para el 80% de las familias. • Número de predios negociados / número total de predios a comprar. • Grado de vulnerabilidad social después de la negociación / grado de vulnerabilidad social antes de negociación. • Porcentaje de familias con restitución de actividad económica / porcentaje de familias con afectación en su actividad económica por el proyecto.	

7.4.3.1 Programa de monitoreo arqueológico

PROGRAMA DE MONITOREO ARQUEOLOGICO							PMA-C-TO-SOC-06
Objetivo general: Aplicar una labor de salvamento a los vestigios culturales que aparezcan durante las distintas actividades del proyecto que implique la remoción de capas superficiales de suelo.							
Objetivos específicos: Minimizar la destrucción de evidencias arqueológicas que no fueron identificadas en las etapas de reconocimiento y prospección, las cuales pueden servir para complementar las problemáticas de la zona.							
Impactos ambientales a manejar: Alteración o destrucción de contextos y material arqueológico.							
Justificación: Se hace necesario considerar este procedimiento procurando identificar la aparición de material cultural o algún rasgo asociado a sitios de actividad o estructura que fuera necesario excavar; teniendo en cuenta que durante el desarrollo de la obra se realiza la remoción de capas superficiales de suelo que pueden conllevar la alteración de contextos arqueológicos y en algunos casos de la completa desaparición de los mismos.							
Metas Cumplir con los lineamientos del Instituto Colombiano de Antropología e Historia -ICANH, institución encargada de la protección y conservación del patrimonio histórico en el país, sin interferir con las acciones del proyecto en las áreas de interés arqueológico.							
Tipo de medida:							
Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	
Etapa: La fase de monitoreo se llevará a cabo durante la construcción de las obras. Durante la							

PROGRAMA DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	PMA-C-TO-SOC-06

realización de actividades de descapote y limpieza de suelos en los sectores que coinciden con sitios arqueológicos identificados.

Acciones a desarrollar:

- Al inicio de los trabajos debe informarse a las personas vinculadas con la obra (ingenieros, inspectores, operadores, etc.) sobre la conservación e importancia del patrimonio arqueológico y los procedimientos que se debe seguir en caso del hallazgo de evidencias arqueológicas durante los trabajos.
- Aviso inmediato a la supervisión ambiental del proyecto, en caso de hallazgo de algún material que pudiera tener importancia arqueológica.
- Supervisión de todas las actividades que impliquen remoción de suelos en áreas consideradas con potencial arqueológico, o que no fueron incluidas durante la prospección, o que podrían proveer nueva información.
- En el caso de la identificación de yacimientos arqueológicos no registrados durante la etapa de prospección y que ameriten su rescate, el arqueólogo encargado asumirá el salvamento, y en tal caso deberá contextualizar e integrar la información adicional recuperada, a los resultados de la fase anterior del programa de arqueología preventiva.
- Para el material recuperado en esta fase se aplicarán los procedimientos en cuanto a laboratorio (lavar, marcar clasificar fotografiar y analizar el material) y elaboración de informe. Igualmente debe considerarse la disponibilidad de recursos para análisis especiales (carbono 14, fitolitos, de suelos, etc.) en caso de hallazgos importantes.

Población beneficiada

El beneficio social que implica la recuperación del patrimonio arqueológico cubre no solamente la población local y regional, en la medida que el proceso de construcción de su propia historia facilita el conocimiento y aprendizaje de las experiencias del pasado en relación con el manejo del ambiente y con la generación de procesos de identidad.

Mecanismos y estrategias participativas:

Desde el momento mismo de la contratación de personal de la comunidad como auxiliares de campo, se permite la participación e inclusión de la misma en el proceso de aprendizaje acerca de la valoración y recuperación del patrimonio histórico y cultural; considerando que cada individuo capacitado al respecto puede reproducir y/o transmitir sus conocimientos al resto de su comunidad.

Área o cobertura:

Zonas con potencial arqueológico identificadas en la etapa de evaluación de potencial y prospección arqueológica.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Ver Tabla 7.6.

Cronograma de ejecución:

Los tiempos requeridos para estas actividades estarán sujetos a las áreas de intervención y contextos identificados.(estimativamente se propone un tiempo de dos meses al inicio de la construcción)

PROGRAMA DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	PMA-C-TO-SOC-06
Ver Anexo_7.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento • Número y tipo de sitios de interés arqueológico identificados vs intervenidos durante el monitoreo • numero de sitios intervenidos, cantidad y calidad de información recuperada.	

7.4.3.2 Programa de Arqueología preventiva: Divulgación

PROGRAMA DE ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA: DIVULGACIÓN	PMA-C-TO-SOC-07
Objetivo general: Presentar los resultados de la investigación arqueológica a la comunidad vecina al área del proyecto	
Objetivos específicos: • Sensibilizar a las personas e instituciones directamente vinculadas con el proyecto, en relación con la importancia del patrimonio arqueológico y su recuperación. • Diseñar mecanismos para difundir información sobre los procesos y resultados de la investigación arqueológica, en el marco del desarrollo del programa de arqueología, resaltando la importancia de preservar el patrimonio arqueológico de la región y de la Nación. • Contribuir en el ámbito científico con nueva información que se articule a los datos existentes sobre las sociedades prehispánicas y a la discusión sobre los objetivos, metodologías, alcances y logros de las nuevas experiencias en Arqueología Preventiva.	
Impactos ambientales a manejar: Perdida del patrimonio histórico y cultural	
Justificación: Mediante la divulgación de los resultados del trabajo arqueológico, se da a conocer a la comunidad en general, no sólo los aportes al conocimiento de la arqueología de la región, sino también los lineamientos metodológicos, las estrategias de atención en cada fase, y los elementos de interpretación acerca de los procesos socioculturales reconocidos en la zona de referencia. Las acciones de esta fase constituyen uno de los principales aportes sociales del programa de arqueología preventiva, ya que de esta manera se participa a la comunidad de la importancia y utilidad de los estudios de esta naturaleza.	
Metas Socializar los resultados de la investigación arqueológica.	

Tipo de medida:							
Prevención		Mitigación		Corrección		Compensación	x

Etapa:

La divulgación debe comenzar desde el momento mismo en que empieza la construcción del proyecto, con la sensibilización del personal de apoyo en terreno y el acercamiento a las comunidades locales y durante la operación se deben presentar los resultados finales de la investigación.

PROGRAMA DE ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA: DIVULGACIÓN	PMA-C-TO-SOC-07

Acciones a desarrollar:

- Al inicio de los trabajos debe informarse a las personas vinculadas con la obra (ingenieros, inspectores, operadores, etc.) sobre la conservación e importancia del patrimonio arqueológico y los procedimientos que se debe seguir en caso del hallazgo de evidencias arqueológicas durante los trabajos.
- Elaboración de una presentación en Power Point dirigida a la comunidad en general y personal del proyecto.
- Diseño y realización de actividades culturales (talleres, conferencias) con la comunidad en general y estudiantes de bachillerato, orientadas a reafirmar la importancia de la identidad y el patrimonio histórico y cultural de la región, las cuales deberán ir acompañadas por el correspondiente material de apoyo: afiches, videos, exposiciones fotográficas.

Con la fase de divulgación se da término al programa de Arqueología Preventiva, requerida por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH, a favor de la protección y recuperación del patrimonio arqueológico e histórico de la nación.

Población beneficiada

Comunidad en general. Con el compromiso de participación de todos los agentes implicados (investigadores, propietario del proyecto, contratistas, comunidades locales y regionales, etc.) se facilita la puesta en marcha de políticas de conservación, divulgación y educación, que redunde en beneficios para los diferentes sectores de la sociedad.
El beneficio social que implica la recuperación del patrimonio arqueológico cubre no solamente la población local y regional, sino que aportará elementos tanto para la comprensión de modelos de manejo del medio ambiente como de procesos culturales prehispánicos, para los cuales la experiencia del pasado puede ser una fuente de conocimientos nuevos.

Mecanismos y estrategias participativas:

Convocatoria a la comunidad en general y especialmente a la estudiantil del área de influencia local para participar en las charlas o talleres de divulgación; en los que se utilizara material didáctico que permita un mayor acercamiento de la población a su pasado, por medio del contacto directo con el material cultural recuperado en la investigación.
Adicionalmente como parte de esta actividad se propone desarrollar por parte de los asistentes un cuestionario con preguntas acerca de la disciplina arqueológica como su significado y función, el significado del concepto de patrimonio y los sitios que a nivel local se consideran como de carácter arqueológico.

Área o cobertura:

El Programa aplica en el área de influencia directa local del proyecto.

Responsables:
El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Ver Tabla 7.6.

Cronograma de ejecución:

Ver Anexo 7.2

Indicadores de seguimiento y cumplimiento

Número de habitantes o pobladores convocados a la actividad de socialización vs número de asistentes a la actividad y número de pobladores informados de los resultados de la investigación.

7.5 PLANES DE MANEJO ETAPA DE OPERACIÓN

7.5.1 Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua residual

PROGRAMA DE MANEJO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO AGUA RESIDUAL								PMA-O-TO-FIS-01
Objetivo general: Garantizar que las aguas residuales domésticas e industriales que se generan por la operación del túnel, no ocasionen alteraciones a la calidad de las fuentes de agua superficial presentes en el área de influencia.								
Objetivos específicos: • Evitar vertimientos de aguas contaminadas a las corrientes de agua en la zona de influencia del proyecto. • Cumplir con las normas de vertimientos para aguas residuales establecidas en el artículo 72 del decreto 1594/1984 Usos del agua y residuos líquidos.								
Impactos ambientales a manejar: • Deterioro de la calidad del agua superficial. • Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales.								
Justificación: El impacto ocasionado sobre la calidad de las aguas por la generación de aguas residuales contaminadas es controlable con la implementación de sistemas de tratamiento adecuados.								
Metas: Dar uso adecuado a la infraestructura necesaria para el manejo de las aguas residuales generadas por los edificios administrativos y la operación del túnel.								
Tipo de medida:								
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación		
Etapa: Operación								
Acciones a desarrollar: Todo vertimiento a un cuerpo de agua según artículo 72, decreto 1594/84, deberá cumplir las siguientes normas: • pH: 5 a 9 unidades • Temperatura: ≤40°C • Material flotante: Ausente • Grasas y aceites: Remoción ≥ 80% en carga • Sólidos suspendidos, domésticos o industriales: Remoción ≥ 80% en carga **Demanda bioquímica de oxígeno:** Para desechos domésticos Remoción ≥ 80% en carga. Para desechos industriales Remoción ≥ 80% en carga. Se llevaran a cabo dos muestreos al año (semestralmente), de los parámetros enunciados anteriormente, para cada uno de los afluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, que se establezcan durante la construcción del proyecto y así verificar la el cumplimiento de la normatividad existente. A continuación se enuncian los sistemas de								

PROGRAMA DE MANEJO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO AGUA RESIDUAL	PMA-O-TO-FIS-01

tratamiento, donde se debe llevar a cabo el muestreo:

- Lechos filtrantes.
- Sistema de tratamiento de grasas y aceites.

Para dar cumplimiento a estas normas y teniendo en cuenta la calidad fisicoquímica de las aguas generadas en las actividades de operación, se propone realizar el tratamiento de las aguas negras mediante:

- Tanques sépticos.
- Lechos filtrantes.

Que garanticen la disposición final de las aguas de desecho sin que se cause contaminación de las fuentes de agua.

Los **tanques sépticos** tendrán en cuenta el caudal medio diario de aguas residuales, el tiempo mínimo de retención del efluente en el tanque - 24 horas - y el espacio necesario para la acumulación de lodos.

Las estructuras se proyectaron de concreto reforzado y se dimensionaron para servir cada uno de ellos una población de 40 habitantes. Los tanques estarán enterrados y sus compartimientos tendrán tapas removibles para hacer la extracción periódica de lodos acumulados.

Antes de la disposición final, las aguas provenientes del tanque séptico pasaran a través de un lecho filtrante, con el fin de lograr un alto grado de depuración y así descargarlas, libres de contaminación, en las quebradas cercanas.

Dentro de los lechos conformados por capas de arena gruesa y grava triturada, se dispondrá un sistema de tuberías perforadas para distribuir el efluente del tanque séptico y otro para recoger el agua depurada.

Para el mantenimiento de los pozos sépticos se recomienda efectuar una inspección de la caja de distribución por lo menos cada 2 meses. La acumulación de sedimentos en ésta, significa un mal funcionamiento del tanque séptico.

El **manejo de aguas lluvias** se realizara con un sistema de cunetas superficiales localizadas principalmente en los bordes de las plazoletas, para de esta forma recoger el agua por medio de una red de tuberías que descarguen en las fuentes de agua más cercanas.

Para realizar la **separación de grasas y aceites** se proyectó para cada uno de los túneles una estructura con el propósito de separar el agua y retener los aceites y líquidos livianos tales como gasolina, ACPM, etc. en caso de derrames accidentales dentro de los túneles. Para determinar las dimensiones del tanque se tuvieron en cuenta principalmente, el caudal de entrada al tanque del líquido a separar y la velocidad de ascenso de las partículas de aceite al separarse del agua. El sistema se diseñó en forma similar a un tanque sedimentador.

Población beneficiada

- Empleados y contratistas de construcción y operación del túnel
- Ecosistemas asociados a la red hídrica

Mecanismos y estrategias participativas:

No aplica

Área o cobertura:

Esta actividad se realizará en todo el territorio que comprende el área de influencia directa

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es la concesión, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

PROGRAMA DE MANEJO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO AGUA RESIDUAL	PMA-O-TO-FIS-01
Recursos (personal y costos directos): Los costos de estas obras, ya fueron considerados en las obras civiles.	
Cronograma de ejecución: De acuerdo a la estipulado en el cronograma de obras civiles.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Eficiencia de plantas de tratamiento de aguas residuales**: (Plantas de tratamiento de aguas residuales con una eficiencia mayor o igual al 80% de remoción/ Total de plantas de tratamiento de aguas residuales)*100	

7.5.2 Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales.

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-O-TO-FIS-02
Objetivo general: Establecer procedimientos y actividades para la gestión de los residuos sólidos domésticos, industriales y especiales, generados durante la operación del proyecto, con el fin de prevenir la contaminación de los recursos naturales como agua y suelo, partiendo procesos ambientalmente limpios que disminuyan la generación de los residuos y propicien su adecuada disposición final y aprovechamiento a través de su recuperación, reciclaje y reutilización, según el caso.	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Manejo de residuos sólidis domésticos e industriales.** • Asegurar que los residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos que se generen, se manejen adecuadamente desde su generación hasta su disposición final, generando actividades que garanticen su separación desde su fuente, facilitando el desarrollo de estrategias de aprovechamiento mediante su reutilización, reciclaje o adecuada disposición final, garantizando el cumplimiento de la normatividad ambiental colombiana relacionada con el manejo de los residuos sólidos. **Proyecto 2: Manejo de residuos sólidos especiales.** • Asegurar una adecuada gestión de los residuos sólidos especiales que se generen, desde su origen hasta su disposición final, cumpliendo con la normatividad ambiental colombiana relacionada con el manejo de los residuos sólidos especiales.	
Impactos ambientales a manejar: • Generación de residuos orgánicos. • Generación de residuos sólidos ordinarios aprovechables. • Generación de residuos sólidos ordinarios no aprovechables. • Alteración de la calidad visual.	
Justificación: Durante las actividades relacionadas con la operación del proyecto, se generarán diferentes tipos de residuos que según sus características pueden ser manejados de tal manera que se logre su aprovechamiento o se garantice su adecuada disposición final, buscando minimizar los impactos generados sobre las personas y el ambiente. Adicionalmente la normatividad ambiental vigente establece criterios para el adecuado manejo de los residuos sólidos, que deben ser acatados	

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-O-TO-FIS-02

durante la fase de construcción.

Metas

Proyecto 1:

- **Meta 1:** Disminuir la producción de residuos doméstico e industriales no peligrosos.
- **Meta 2:** Incrementar la cantidad de material que se recupera para reutilización y reciclaje.
- **Meta 3**: Realizar inspecciones mensuales a los sitios de generación, almacenamiento, rutas de recolección y sitios de acopio, para verificar estados y el cumplimiento de este programa.

Proyecto 2:

- **Meta 1:** Cumplir con todos los procedimientos y actividades definidos en este programa, para garantizar que el manejo de los residuos sólidos especiales se realiza conforme a la legislación vigente.
- **Meta 2**: Disminuir la producción de residuos sólidos especiales, aumentando su potencial de aprovechamiento.
- **Meta 3:** Realizar inspección mensual a los sitios de generación, almacenamiento, rutas de recolección y sitios de acopio de los residuos sólidos especiales, para verificar el cumplimiento y eficacia de programa, con el fin de establecer, si se requiere, ajustes al mismo.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:

Proyecto 1 y 2:

Durante el desarrollo de la etapa de operación del proyecto.

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1:

Descripción de medidas de manejo ambiental:

- ***Separación y almacenamiento***

  o **Separación en la fuente**: Todos los residuos sólidos, peligrosos y no peligrosos, se clasificarán separándolos en el punto de origen y se almacenarán en recipientes, dependiendo del volumen de generación. Los sitios de almacenamiento inicial cambiarán de ubicación, dependiendo de la planeación y de los avances en los frentes de trabajo.

  Para ello se utilizarán recipientes de colores facilitando su identificación, manejando para los residuos biodegradables, inertes y ordinarios canecas de color gris y para residuos reciclables recipientes de verde (Papel, cartón, Plásticos, vidrio, metales).

  o **Sitios:** Todas las instalaciones donde se generen Residuos dispondrán de sitios o lugares designados para su almacenamiento, los cuales estarán aislados y señalizados.
  o **Recipientes:** En cada sitio se tendrán los recipientes para el almacenamiento selectivo que serán de material impermeable y resistente, para facilitar su transporte, y reducir el impacto sobre el ambiente y la salud humana.

- ***Recolección y transporte***

La recolección de residuos sólidos domésticos e industriales reciclables se deberá realizar en horarios y frecuencias diferentes a la de biodegradables y ordinarios, dependiendo del volumen de generación pero evitando largos periodos de almacenamiento, evitando la generación de olores ofensivos y de medios de generación de vectores.

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-O-TO-FIS-02

La evacuación se realizará directamente por un vehículo de la empresa de aseo municipal o se destinará un vehículo del proyecto para que realice la recolección y su transporte hasta una caja estacionaria definida, en un sitio en donde se preste el servicio municipal de aseo, para los residuos que se defina disposición final a través de la empresa de aseo municipal en relleno sanitario.

Los materiales reciclables serán almacenados temporalmente en cajas estacionarias ubicadas en sitios estratégicos para su posterior beneficio, el cual puede ser asignado a terceros como una institución o fundación educativa, entre otros, pero llevando un registro de la cantidad y tipo de materiales entregados.

- ***Disposición Final***

Para los residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos y no aprovechables, se utilizará como método de disposición final el relleno sanitario municipal a través de la empresa de aseo. .

- ***Seguimiento***

Se realizarán inspecciones mensuales a la efectividad de las actividades de separación en la fuente generadora de los residuos y en los sitios de almacenamiento, con el fin de verificar la efectividad de las medidas ambientales y la necesidad de ajustes.

Proyecto 2:

Descripción de medidas de manejo ambiental

- ***Separación y almacenamiento***

Para el almacenamiento de los residuos de tipo especial desde el punto de su generación, se utilizarán recipientes de color rojo, debidamente identificados y de un material resistente que permita su transporte y reconocimiento por parte del personal e indique los cuidados y tipo de disposición de los mismos. Así mismo su separación desde la fuente garantiza que otros residuos susceptibles de ser recuperados se contaminen y pierdan esta condición.

- ***Transporte***

El transporte de los residuos especiales se hará en vehículos que garanticen que no se derramen durante el transporte al sitio de disposición final y serán transportados a los sitios dispuesto para cada tipo de residuo. La frecuencia de recolección será de dos veces por semana y las rutas se definirán de acuerdo con el avance de los frentes.

- ***Disposición final***

Durante la construcción del proyecto es posible que se generen diferentes tipo de residuos que requieran un tratamiento especial tales como aceites quemados, bolsas de cemento, llantas usadas y baterías agotadas, para los cuales se seguirán las siguientes acciones encaminadas a su adecuada disposición final :

Los aceites quemados se recogerán en canecas y se comercializarán con empresas que los utilicen en sus procesos productivos o en centros de acopio y disposición final autorizados; estos aceites no podrán ser vertidos al suelo ni a las corrientes de agua.

Las llantas se almacenarán ordenadamente en bodegas y podrán ser utilizadas para hacer barreras en las zonas de voladuras o comercializadas con empresas recicladoras de caucho y reencauche de llantas.

Las baterías agotadas, por su contenido de plomo y ácido sulfúrico, se clasifican como residuos peligrosos, razón por la cual se almacenarán en sitios seguros y no se destruirán; éstas pueden comercializarse con las fábricas de baterías o las fundiciones de plomo o ser devuelta al proveedor.

- ***Seguimiento.***

Se realizarán inspecciones mensuales a la efectividad de las actividades de separación en la

PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS, INDUSTRIALES Y ESPECIALES.	PMA-O-TO-FIS-02

fuente generadora de los residuos especiales y en los sitios de almacenamiento, con el fin de verificar la efectividad de las medidas ambientales y la necesidad de ajustes. Durante la ejecución de las obras de construcción es importante la constante identificación y aprovechamiento de residuos especiales potencialmente recuperables para reciclaje.

Población beneficiada

Proyecto 1 y 2:

Empleados y contratistas de las actividades de construcción del proyecto y población del área de influencia.

Mecanismos y estrategias participativas:

No aplica.

Área o cobertura:

Proyecto 1 y Proyecto 2: Se realizará en todo el territorio que comprende el área de influencia directa del proyecto.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Ver Tabla 7.3.

Cronograma de ejecución:

Ver Anexo_7.1_Cronograma.

Indicadores de seguimiento y cumplimiento

Proyecto 1:

Indicador de producción: Kilos de residuos sólidos domésticos e industriales no peligrosos generados en un mes / Kilos de residuos sólidos generados en un mes.

Indicador de recuperación: Kilos de material recuperado en un mes / Kilos de residuos sólidos generados en un mes.

Indicador de gestión: $\frac{No.ActividadesEjecutadas}{No.Actividades\,\mathrm{Pr}ogramadas} \times 100$

Proyecto 2:

Indicador de producción: Kilos de residuos sólidos especiales generados en un mes / Kilos de residuos sólidos generados en un mes.

Indicador de disposición: Kilos de residuos sólidos especiales dispuestos en un mes / Kilos de residuos especiales generados en un mes.

Indicador de gestión: $\frac{No.ActividadesEjecutadas}{No.Actividades\,\mathrm{Pr}ogramadas} \times 100$

7.5.2.1 Programa de Atención a las comunidades

PROGRAMA DE ATENCIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-O-TO-SOC-01

Objetivo general:
Atender adecuadamente las sugerencias, quejas y reclamos que se presenten durante la etapa de operación

Objetivos específicos:
- Adelantar estrategias comunicacionales con las poblaciones ubicadas en las veredas aledañas al proyecto.
- Identificar y tramitar las inquietudes, sugerencias y reclamos de la comunidad.

Impactos ambientales a manejar:
- Aumento de la demanda de servicios
- Interrupción de servicios públicos
- Generación de expectativas
- Perturbación de las relaciones entre organizaciones y comunidades
- Perturbación de la seguridad pública

Justificación:
Teniendo en cuenta la incidencia que tiene sobre las comunidades el recurso agua y como complementación social del Plan de Monitoreo para la estimación del efecto potencial por construcción del Túnel de Santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres y el Plan de Monitoreo de las aguas superficiales en el techo del Túnel de Santa Elena, se hace necesario implementar un plan de manejo para atender las comunidades en cuanto a las inquietudes, quejas o reclamos frente al tema se refiere.

Metas
- Tener a disposición de las comunidades, organizaciones y autoridades dos oficinas de atención al público, donde se implementará un sistema de manejo a las inquietudes, sugerencias y reclamos que se puedan suscitar en operación del proyecto y habrá atención constante al público en horario de oficina.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	

Etapa:
Durante toda la etapa de operación hasta que se establezcan el nivel freático

Acciones a desarrollar:
Atención a las comunidades:
Se implementarán diferentes mecanismos abiertos que les permita a las comunidades comunicarse de forma ágil y oportuna con el proyecto, en especial para temas relacionados con los impactos que puedan causarse por el abatimiento del nivel freático.

- **Oficinas de atención a la comunidad**

Se abrirán dos sitios de atención a la comunidad cercana a los portales del Túnel Báltimore en Las Palmas y otro cercano al acceso Oriental del Túnel Santa Elena, que serán punto de encuentro para la recepción del sistema de manejo a las inquietudes, sugerencias y reclamos. Además estos sitios servirán como puntos de encuentro para reuniones y socializaciones, distribución de información y contacto directo con la comunidad.
Las sugerencias, quejas o reclamos serán recibidos e ingresados en una base de datos para su correcto manejo. Serán distribuidas por el Residente Social al personal encargado de analizar la problemática y plantear las medidas necesarias para resolver las situaciones que se presentaran.

Población beneficiada
Población e instituciones ubicadas en el área de influencia del proyecto.

Mecanismos y estrategias de comunicación, información y participativas:
La atención personalizada, la correspondencia y reuniones necesarias, serán los canales utilizados para implementar este programa.

PROGRAMA DE ATENCIÓN A LAS COMUNIDADES	PMA-O-TO-SOC-01
Área o cobertura: Esta actividad se realizará en todo el territorio que comprende el área de influencia del proyecto, comunidades aledañas, municipios involucrados.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 7.6.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_7.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento • Número de boletines de prensa, comunicados de prensa y líneas reactivas de prensa publicados en medios de comunicación / Número de boletines de prensa, comunicados de prensa y líneas reactivas de prensa requeridos • Numero de ISR recibidas / Numero de ISR atendidas	

7.6 COSTOS

En las Tabla 7.3 se presentan los costos asociados al Grupo de Gestión Ambiental, en la Tabla 7.5, se presentan los relacionados con el Plan de Manejo para el medio físico, en la Tabla 7.6, se presentan los costos para el medio biótico y en la Tabla 7.7 se presentan los costos para el manejo de medio social. Finalmente en la Tabla 7.7, se presenta el consolidado de los costos para el Plan de Manejo Ambiental durante las etapas de construcción y operación.

Tabla 7.3 Costos asociados al Grupo de Gestión Ambiental y Supervisión Ambiental

Grupo de Gestión Ambiental				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Personal				
Profesional coordinador	h/mes	12.500.000	12	150.000.000
Sociólogo	h/mes	5.625.000	12	67.500.000
Comunicador social	h/mes	5.625.000	12	67.500.000
Ingeniero forestal	h/mes	5.625.000	12	67.500.000
Biólogo	h/mes	5.625.000	6	33.750.000
Antropólogo	h/mes	5.625.000	6	33.750.000
Ingeniero Ambiental	h/mes	5.625.000	12	67.500.000
Tecnólogo en seguridad e higiene ocupacional	h/mes	3.000.000	24	72.000.000
TOTAL				**559.500.000**
Para 4 años				**2.238.000.000**
Supervisión ambiental				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Personal				
Profesional coordinador	h/mes	12.500.000	3	37.500.000
Sociólogo	h/mes	5.625.000	6	33.750.000
Comunicador social	h/mes	5.625.000	3	16.875.000
Ingeniero forestal	h/mes	5.625.000	6	33.750.000
Biólogo	h/mes	5.625.000	3	16.875.000
Antropólogo	h/mes	5.625.000	3	16.875.000
Ingeniero agrónomo	h/mes	5.625.000	3	16.875.000
Ingeniero Ambiental	h/mes	5.625.000	12	67.500.000
Tecnólogo en seguridad e higiene ocupacional	h/mes	3.000.000	12	36.000.000
TOTAL				**276.000.000**
Para 4 años				**1.104.000.000**
GRUPO DE GESTIÓN Y SUPERVISIÓN AMBIENTAL				**3.342.000.000**

Tabla 7.4 Costos asociados al Plan de Manejo Ambiental para el medio físico

PMA-C-TO-FIS-01 Programa de estabilización de laderas (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Trinchos	und	150.000	600	90.000.000
TOTAL				**90.000.000**

PMA-C-TO-FIS-02 Programa de manejo de sitios de depósito				
Este programa no tiene costos están asociados a los costos de construcción				
PMA-C-TO-FIS-03 Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO ha**	**CANTIDAD ha**	**VALOR TOTAL**
Agrotextil	ha	31.500.000	0,24	7.560.000
Gallinaza	ton	200.000	19,74	3.948.000
Cal dolomítica	ton	400.000	19,74	7.896.000
Hidroretenedor	kg	40.000	19,74	789.600
Tierra negra	10 ton	300.000	19,74	5.922.000
Semilla brachiaria	1,5 kg	27.000	19,74	532.980
Semilla centrosema	1,5 kg	34.500	19,74	681.030
Semilla maní forrajero	1,5 kg	60.000	19,74	1.184.400
Semilla kikuyo	200 kg	100.000	19,74	1.974.000
Semilla trébol blanco	1,5 kg	30.000	19,74	592.200
Canecas	global	600.000	1	600.000
Carreta	global	3.200.000	1	3.200.000
Martillo	global	120.000	1	120.000
Escalera	global	1.600.000	1	1.600.000
Dosificador para semillas	global	1.000.000	1	1.000.000
Pala	global	300.000	1	300.000
Rastrillo	global	300.000	1	300.000
Oficial (1/10 ha)	Jornal/ha	12.000	20	240.000
Obrero (5/ha)	Jornal/ha	300.000	20	6.000.000
TOTAL				**44.440.210**
PMA-C-TO-FIS-04 Programa para la identificación calidad del agua (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Muestreos calidad del agua	und	800.000	20	16.000.000
TOTAL				**16.000.000**
Se hace una sola vez en construcción				

PMA-C-TO-FIS-05 Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual				
(ETAPA: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN) Se hace una sola vez en construcción la infraestructura				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Agua				
Canales perimetrales, cunetas, filtros	m	80.000	1.875	150.000.000
Planta de tratamiento agua potable	global	100.000.000	1	100.000.000
Planta de tratamiento de aguas residuales	global	200.000.000	2	400.000.000
Tela de cerramiento	m2	2.000	5.000	10.000.000

Muestreos de vertimientos	global	320.000	20	6.400.000
TOTAL				**666.400.000**
PMA-C-TO-FIS-06 Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales (ETAPA: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Infraestructura				
Construcción caseta almacenamiento residuos sólidos domésticos	und	1.500.000	3	4.500.000
Almacenamiento residuos sólidos no peligrosos				
Caja estacionaria	und	2.200.000	2	4.400.000
Canecas 35 L	global	10.000	12	120.000
Almacenamiento residuos sólidos especiales				
Contenedor	und	250.000	3	750.000
TOTAL				**9.770.000**
PMA-C-TO-FIS-07 Programa de manejo e identificación calidad de aire y ruido (ETAPA: CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Calidad de Aire				
Mediciones isocinéticas	und	7.000.000	5	35.000.000
Determinación de la calidad de aire	und	35.000.000	20	700.000.000
Ruido				
Estudio de emisión ruido	und	2.100.000	9	18.900.000
Ruido Ambiental				
Estudio de Ruido Ambiental	und	4.200.000	9	37.800.000
TOTAL				**791.700.000**
PMA-C-TO-FIS-08 Programa de manejo de tránsito (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Pasos provisionales	und	40.000	1.000	40.000.000
TOTAL				**40.000.000**
Los costos adicionales que están asociados a este programa están incluidos en los costos de construcción.				
TOTAL PMA FISICOS				**1.658.310.210**

Tabla 7.5 Costos asociados al Plan de Manejo Ambiental para el medio biótico

PMA-C-TO-BIO-01 Programa de Reforestación y manejo de la vegetación						
Proyecto 1. Aprovechamiento forestal (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)						
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**	**CANTIDAD HA**	**GRAN TOTAL**
Actividad: tala						
Motosierrista	h/mes	693.920	2	1.387.840	21,8	30.254.912
Auxiliar de motosierrista	h/mes	693.920	2	1.387.840	21,8	30.254.912

Medidor	h/mes	693.920	2	1.387.840	21,8	30.254.912
Desramador	h/mes	693.920	2	1.387.840	21,8	30.254.912
Operario de tractor	h/mes	693.920	1	693.920	21,8	15.127.456
Cargador	h/mes	693.920	4	2.775.680	21,8	60.509.824
Herramienta y equipo	global			12.000.000		12.000.000
Transporte	ton	50.000	90	4.500.000	21,8	98.100.000
TOTAL						**306.756.928**
El ingeniero forestal del grupo de gestión ambiental estará al frente de esta actividad						

Proyecto 2. Protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de la quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Actividades				
Adquisición de predios	ha	78.125.000	22	1.718.750.000
Preparación del terreno	ha	200.000	22	4.400.000
Trazado	ha	50.000	22	1.100.000
Plateo y repicado	ha	225.000	22	4.950.000
Siembra	ha	175.000	22	3.850.000
Fertilización	ha	75.000	22	1.650.000
Resiembra	ha	50.000	22	1.100.000
Limpieza	ha	375.000	22	8.250.000
Replateo	ha	100.000	22	2.200.000
Insumos				
Plántulas	ha	3.000.000	22	66.000.000
Fertilizante NPK (15-15-15)	Kg/ha	72.600	22	1.597.200
Bórax	Kg/ha	30.000	22	660.000
Insecticidas	Kg/ha	4.500	22	99.000
Herramientas	global	5.000.000		5.000.000
TOTAL				**1.819.606.200**
El ingeniero forestal del grupo de gestión ambiental estará al frente de esta actividad				
Proyecto 3. Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Actividades				
Ingeniero forestal o biólogo-botánico	h/mes	5.625.000	3	16.875.000

Transplante de árboles menores de 3,5 m de altura, incluye mano de obra, materiales, herramientas y transporte*	individuo	2.300.000	30	69.000.000
Siembra de árboles para compensación, incluye mano de obra, materiales, herramientas y transporte*	individuo	230.000	100	23.000.000
TOTAL				**108.875.000**
* Depende del número de individuos pertenecientes a especies en alguna categoría de amenaza que se encuentren en la zona a intervenir. Para efectos de cuantificación se consideraron 30 individuos aproximadamente				
PMA-C-TO-BIO-02 Programa de conservación de especies amenazadas de fauna (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
PERSONAL:	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Profesional 1 (Biólogo avifauna)	h/mes	5.625.000	2,5	14.062.500
Profesional 2 (Biólogo mastofauna)	h/mes	5.625.000	2,5	14.062.500
Profesional 3 (Biólogo herpetofauna)	h/mes	5.625.000	2,5	14.062.500
obrero auxiliar de campo	jornal	60.000	60	3.600.000
Equipos y materiales	global	80.000		80.000
TOTAL				**45.867.500**
PMA-C-TO-BIO-03 Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Vallas de 2x2 m	und	1.000.000	15	15.000.000
Instalación de vallas	und	300.000	15	4.500.000
TOTAL				**19.500.000**
TOTAL PMA BIÓTICO				**2.300.605.628**

Tabla 7.6 Costos asociados al Plan de Manejo Ambiental para el medio social

PMA-C-TO-SOC-01 Información y participación a las comunidades				
Proyecto de participación comunitaria (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	28	4.200.000
Refrigerios	und	4.000	500	2.000.000
Alquiler de espacios y/o equipos	global	200.000	22	4.400.000
Materiales fungibles (papelería, material didáctico)	global	500.000	22	11.000.000
Comunicador social*	h/mes	5.625.000	11	61.875.000

Total				**83.475.000**
Proyecto de participación institucional (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	28	4.200.000
Refrigerios	und	4.000	100	400.000
Comunicador social*	und	5.625.000	11	61.875.000
Alquiler de espacios y/o equipos	global	200.000	10	2.000.000
Total				**68.475.000**
* El mismo profesional cubre los dos proyectos				
Proyecto de Atención a las comunidades (ETAPAS: CONSTRUCCIÓN - OPERACIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	170	25.500.000
Refrigerios	und	4.000	500	2.000.000
Alquiler de espacios y/o equipos	mes	200.000	25	5.000.000
Materiales fungibles (papelería, material didáctico)	global	500.000	30	15.000.000
Publicaciones escritas	und	5.000	10000	50.000.000
Publicaciones radiales	und	500.000	10	5.000.000
Publicaciones televisivas	und	3.000.000	5	15.000.000
Publicaciones virtuales	global	200.000	12	2.400.000
Total				**119.900.000**
PMA-C-TO-SOC-02 Programa de educación				
Proyecto de educación ambiental a las comunidades (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	6	900.000
Refrigerios	und	5.000	660	3.300.000
Alquiler de espacios y/o equipos	global	200.000	10	2.000.000
Materiales fungibles (papelería, material didáctico)	global	500.000	8	4.000.000
Publicaciones escritas	global	1.000.000	3	3.000.000
Apoyos a eventos culturales	global	1.000.000	2	2.000.000
Ingeniero ambiental (1)	kg	5.625.000	5	28.125.000
Auxiliar (Tecnólogo en artes escénicas y teatrales) (2)	h/mes	3.000.000	2	6.000.000

Total				**49.325.000**
El proyecto se desarrollará en los primeros cinco meses en la etapa de construcción los valores presentados corresponden a la ejecución del proyecto completo				
(1) dos profesionales especialistas de medio tiempo por 5 meses				
(2) dos tecnólogos por 1 mes				
Proyecto de educación ambiental a trabajadores (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Publicaciones escritas	global	1.000.000	2,5	2.500.000
Materiales fungibles (papelería, material didáctico)	global	500.000	5	2.500.000
Alquiler de espacios y/o equipos	global	200.000	20	4.000.000
Total				**9.000.000**
Los valores indicados se presentan para la ejecución del proyecto completo				
PMA-C-TO-SOC-03 Programa de contratación				
Proyecto contratación de mano de obra (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Costo de vinculación	global	2.300.000	1	2.300.000
Publicación de informes a la comunidad	global	200.000	1	200.000
Total				**2.500.000**
Los valores indicados se presentan para la realización del proyecto completo				
Proyecto contratación de bienes y servicios (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Costo de vinculación	global	1.000.000	1	1.000.000
Publicación de licitaciones o invitaciones para compras	global	300.000	1	300.000
Total				**1.300.000**
Los valores indicados se presentan para la realización del proyecto completo				
PMA-C-TO-SOC-04 Programa de fortalecimiento institucional (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	39,5	5.925.000
Refrigerios	und	5.000	500	2.500.000
Profesional especialista	h/mes	5.625.000	2	11.250.000
Alquiler de espacios y/o equipos	global	200.000	16	3.200.000

Materiales fungibles (papelería, material didáctico)	global	500.000	20	10.000.000
Apoyo a producción agropecuaria	global	8.000.000	10,1	80.800.000
Total				**113.675.000**
Los valores indicados se presentan para la realización del proyecto completo				
Valor total para la ejecución total del proyecto (4 años)				**454.700.000**
PMA-C-TO-SOC-05 Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Servicios contratados	Global	90.000.000	1	90.000.000
Proceso de negociación de predios, relocalización y restitución de actividad económica	Global	5.000.000.000	1	5.000.000.000
Total				**5.090.000.000**
PMA-C-TO-SOC-06 Monitoreo arqueológico (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	30	4.500.000
Transporte de envíos y embalajes	global	100.000	3	300.000
Refrigerios	und	5.000	30	150.000
Alimentación	und	15.000	60	900.000
Auxiliar	h/mes	2.000.000	2	4.000.000
Obrero	jornal	60.000	30	1.800.000
Alquiler de espacios y/o equipos	global	350.000	1	350.000
Materiales fungibles (papelería, material didáctico)	global	500.000	6	3.000.000
Materiales no fungibles (herramientas)	global	300.000	1	300.000
Análisis de muestras (C14, suelos, fitolitos)	und	1.450.000	3	4.350.000
Análisis de polen	und	3.500.000	3	10.500.000
TOTAL				**30.150.000**
PMA-C-TO-SOC-07 Divulgación (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	3	450.000

Alquiler de espacios y/o equipos	global	600.000	1	600.000
Materiales fungibles (papelería; material didáctico)	global	2.000.000	1	2.000.000
Publicaciones escritas	und	500	1.000	500.000
TOTAL				**3.550.000**
TOTAL PMA SOCIAL				**5.912.375.000**

Tabla 7.7 Consolidado de Costos para el Plan de Manejo Ambiental

PLAN DE MANEJO	COSTO
PMA FÍSICOS	
PMA-C-TO-FIS-01 Programa de estabilización de laderas (etapa: construcción)	90.000.000
PMA-C-TO-FIS-02 Programa de manejo de sitios de depósito	
PMA-C-TO-FIS-03 Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas (etapa: construcción)	44.440.210
PMA-C-TO-FIS-04 Programa para la identificación calidad del agua (etapa: construcción)	16.000.000
PMA-C-TO-FIS-05 Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua potable y agua residual	666.400.000
PMA-C-TO-FIS-06 Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y especiales (etapa: construcción y operación)	9.770.000
PMA-C-TO-FIS-07 Programa de manejo e identificación calidad de aire y ruido (etapa: construcción)	791.700.000
PMA-C-TO-FIS-08 Programa de manejo de tránsito (etapa: construcción)	40.000.000
TOTAL	**1.658.310.210**
PMA BIÓTICOS	
PMA-C-TO-BIO-01 Programa de Reforestación y manejo de la vegetación (etapa: construcción)	
Proyecto 1. Aprovechamiento forestal	306.756.928
Proyecto 2. Protección y recuperación de hábitats silvestres en la Cuenca de la quebrada Santa Elena y en las áreas de nacimiento y retiro de la quebrada Sajonia	1.819.606.200
Proyecto 3. Proyecto de conservación de especies vegetales en peligro	108.875.000
PMA-C-TO-BIO-02 Programa de conservación de especies amenazadas de fauna (etapa: construcción)	45.867.500
PMA-C-TO-BIO-03 Programa de instalación de señales preventivas para disminuir la muerte accidental de animales en las vías (etapa: construcción)	19.500.000
TOTAL	**2.300.605.628**
PMA SOCIALES	
PMA-C-TO-SOC-01 Información y participación a las comunidades	
Proyecto de participación comunitaria (etapa: construcción)	83.475.000
Proyecto de paticipación institucional (etapa: construcción)	68.475.000

Proyecto de Atención a las comunidades (etapas: construcción - operación)	119.900.000
PMA-C-TO-SOC-02 Programa de educación	
Proyecto de educación ambiental a las comunidades (etapa: construcción)	43.325.000
Proyecto de educación ambiental a trabajadores (etapa: construcción)	9.000.000
PMA-C-TO-SOC-03 Programa de contratación	
Proyecto contratación de mano de obra (etapa: construcción)	2.500.000
Proyecto contratación de bienes y servicios (etapa: construcción)	1.300.000
PMA-C-TO-SOC-04 Fortalecimiento institucional (etapa: construcción)	454.700.000
PMA-C-TO-SOC-05 Programa de negociación de predios y relocalización de población afectada directamente (ETAPA: CONSTRUCCIÓN)	5.090.000.000
PMA-C-TO-SOC-06 Monitoreo arqueológico (etapa: construcción)	30.150.000
PMA-C-TO-SOC-07 Divulgación (etapa: construcción)	3.550.000
TOTAL	**5.906.375.000**
TOTAL PMA	**9.871.290.838**

Capitulo 8. Programa de seguimiento y monitoreo del proyecto

TABLA DE CONTENIDO

8 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO 8.1

8.1 PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA LA ETAPA DE actividades previas 8.1

8.1.1 Planes de monitoreo y seguimiento medio abiótico 8.1

8.1.1.1 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de Santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres 8.1

8.1.1.2 Monitoreo de las aguas superficiales 8.4

8.2 PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 8.7

8.2.1 Planes de monitoreo y seguimiento medio abiótico 8.7

8.2.1.1 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de Santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres 8.7

8.2.1.2 Monitoreo de las aguas superficiales 8.9

8.2.2 Plan de monitoreo y seguimiento medio social 8.11

8.2.2.1 Plan de monitoreo y seguimiento de la gestión social 8.11

8.2.2.2 Plan de monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria 8.14

8.3 PROGRAMAS DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA LA Etapa de operación 8.17

8.3.1 Planes de monitoreo y seguimiento medio abiótico 8.17

8.3.1.1 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de Santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres 8.17

8.3.1.2 Monitoreo de las aguas superficiales 8.19

8.3.1.3 Monitoreo de la calidad del agua 8.21

8.3.1.4 Monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido 8.23

8.4 COSTOS 8.29

LISTA DE TABLAS

Tabla 8.1 Costos asociados al Plan de Monitoreo y Seguimiento 8.30

LISTA DE ANEXOS

Anexo_8.1_Cronograma

8 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Mediante este plan se busca analizar la eficiencia y eficacia de los programas propuestos en el Plan de Manejo Ambiental, lo que le permitirá identificar la necesidad de ajustarlos, si se requiere, a las nuevas condiciones que se vayan planteando durante el desarrollo de las obras del proyecto, para alcanzar los objetivos definidos en cada uno de los programas y proyectos diseñados.

Para ello se diseñaron Programas de Monitoreo y Seguimiento para los distintos medios abiótico, biótico y social, que permitan evaluar los resultados de los planes presentados para las distintas etapas del proyecto como actividades previas, etapa de construcción y etapa de operación.

8.1 PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA LA ETAPA DE ACTIVIDADES PREVIAS

8.1.1 Planes de monitoreo y seguimiento medio abiótico

8.1.1.1 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de Santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres.

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-AP-TO-FIS-01
Objetivo general: Estimar el efecto potencial por la construcción del túnel, en el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres en el sector de Santa Elena. Para alcanzar el objetivo se propone el desarrollo de los siguientes proyectos: **Proyecto 1: Seguimiento al nivel freático.** **Proyecto 2: Diligenciamiento actas de vecindad.**	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Seguimiento al nivel freático.** Adelantar estrategias de seguimiento mediante la instalación de instrumentos que permitan conocer las variaciones del nivel freático a través del tiempo a lo largo del corredor del Túnel de Santa Elena. **Proyecto 2: Diligenciamiento actas de vecindad.** Levantar información de cada uno de los predios que se ubican en el techo del Túnel de Santa Elena, mediante actas de vecindad detalladas que contengan información de las coberturas vegetales existentes y su estado agronómico.	

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-AP-TO-FIS-01

Impactos ambientales a manejar:

- Abatimiento del nivel freático

Justificación:

La excavación de un túnel normalmente da lugar al descenso del nivel freático, que en el caso de los macizos rocosos depende esencialmente de las condiciones de fracturamiento de la roca entre la superficie freática y el nivel del túnel.

El abatimiento del nivel freático tiene efectos directos sobre el flujo de las corrientes de agua superficiales.

En el caso del Proyecto Túnel Aburrá - Oriente, el abatimiento del nivel freático puede ocurrir en un corto término y afectar algunas zonas, dada la intensidad de fracturamiento del macizo rocoso. Estudios previos con isótopos estables de hidrógeno y oxígeno en esta zona, muestran que el agua subterránea de las laderas del Valle del Aburra, proceden de las infiltraciones del agua subterránea en el alto de Santa Elena - Piedras Blancas. Para el cruce de las zonas fracturas se contemplan tratamientos al macizo y de esta forma disminuir la infiltración de agua al túnel.

Metas

Proyecto 1:

Instalación de dispositivos de control y medición en puntos estratégicos, que permitan conocer las variaciones del nivel freático a lo largo del techo del Túnel de Santa Elena.

Proyecto 2:

Levantamiento de actas de vecindad detalladas, de la cobertura vegetal existente y su estado agronómico.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:

Proyecto 1 y 2:

Doce meses antes de iniciada la construcción del proyecto para el monitoreo del nivel de la tabla de agua actual y el estado de las coberturas terrestres.

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1

- Revisión de antecedentes locales y regionales de impactos hidrogeológicos por la construcción de túneles.
- Validación de los modelos de infiltración y circulación de aguas subterráneas en la zona del túnel, mediante el análisis de resultados de determinación de isótopos

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-AP-TO-FIS-01

pesados de hidrógeno y oxígeno de agua en Santa Elena y en el corredor del túnel.

- Ubicación de dispositivos de control del nivel freático, en sitios estratégicos a lo largo del techo del túnel, realizando lecturas periódicas.
- Actualización del modelo presentado por Solingral (2009), con la instalación de una red de pozos de monitoreo y observación. Se deben efectuar, adicional a las pruebas de Lugeon, pruebas de conductividad hidráulica y de almacenamiento. Así mismo estos pozos servirán para monitorear los descensos de presión durante la construcción y uso del túnel.
- Es importante que los pozos de monitoreo o piezómetros de observación se construyan con filtros y sellos de bentonita adecuados, para poder hacer pruebas hidráulicas confiables.
- Los modelos que se presentan en el estudio hidrogeológico son dinámicos en el tiempo, aún no se han calibrado en régimen transitorio, sólo en forma aproximada en estado estacionario; de manera que se recomienda introducir los cambios necesarios a medida que se tenga más información. [1]

Proyecto 2

- Socialización mediante comunicación escrita el inicio del diligenciamiento de las actas de vecindad.
- Levantamiento de información detallada de las coberturas vegetales existentes y su estado agronómico, mediante el diligenciamiento de las actas de vecindad.
- Instalación de un programa de monitoreo de las coberturas vegetales, mediante la utilización de imágenes multiespectrales, con una frecuencia no menor a dos años, con el fin de evaluar la afectación de la construcción del túnel sobre los ecosistemas terrestres ubicados sobre el corredor del techo del túnel.

Población beneficiada

Proyecto 1 y Proyecto 2:

Municipios asociados a los Valles de Aburrá y San Nicolás.

Mecanismos y estrategias participativas:

Proyecto 1 y Proyecto 2:

- Actividades de socialización y educación ambiental a nivel regional, asociado al

[1] SOLINGRAL. Estudio Hidrogeológico. 2009

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-AP-TO-FIS-01
programa de información y participación comunitaria.	
Área o cobertura: **Proyecto 1 y 2:** Corredor del techo del Túnel de Santa Elena.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoria del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1.	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** Número de dispositivos instalados / número de dispositivos programados para instalación. **Proyecto 2:** Actas de vecindad levantadas en los predios del techo del Túnel de Santa Elena / total de predios ubicados en el techo del Túnel de Santa Elena.	

8.1.1.2 Monitoreo de las aguas superficiales

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	PMS-AP-TO-FIS-02
Objetivo general: Monitorear las aguas superficiales intervenidas por el proyecto	
Objetivos específicos: • Realización de aforos para medir los caudales de los cuerpos de agua intervenidos por la construcción del proyecto • Identificación de los usos de las aguas superficiales (presentes en el corredor que atraviesa el Túnel de Oriente) intervenidas por el proyecto	
Impactos ambientales a manejar: • Disminución y pérdida de los cuerpos de agua superficial.	
Justificación: La construcción de túneles en otras zonas de la región y del país, han causado disminución en los niveles de las aguas superficiales localizadas en el sector de la	

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	PMS-AP-TO-FIS-02

excavación.

Es necesario conocer el efecto de la construcción del proyecto en la disminución efectiva de caudales de agua superficiales aflorantes en la zona.

Metas

Aforar y medir el caudal efectivo de las corrientes de aguas superficiales identificadas, que serán intervenidas por la construcción del proyecto.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:

Durante la etapa de actividades previas

Acciones a desarrollar:

- Partiendo de los resultados del estudio hidrogeológico (ver tabla de caudales estimados), complementar esta información con la medición de los caudales de todos los cuerpos de agua que serán intervenidos por la construcción del proyecto.
- Determinar los usos de las corrientes de agua superficial identificadas antes de la construcción.

Tabla de Caudales estimados

ESTACIÓN	CAUDAL (m3/s	COORDENADAS		OBSERVACIONES
		N	E	
SECTOR ORIENTAL TÚNEL SANTA ELENA				
1 C	0.21	1175632	847693	270 m aguas arriba del portar oriental del túnel sobre la cuenca de la quebrada Salazar
2 C	0.0032	1175816	847459	Pequeño afluente por margen derecha de la quebrada Salazar, 300 m aguas arriba del 1C
3 C	0.097	1176295	847533	Pequeño afluente de la quebrada Salazar por margen izquierda, 1km aguas arriba del portal oriental del túnel
4 C	0.006	1176073	847759	Pequeño afluente de la quebrada Salazar por margen izquierda, 350 m aguas abajo del 3C
5 C	0.037	1176340	847217	1.3 km aguas arriba del portal sobre el cauce principal de la quebrada Salazar
6 C	0.026	1176821	845975	Pequeño afluente por margen izquierda de la quebrada El Yarumo, abajo del peaje
7 C	0.025	1175862	845672	Afluente por margen derecha de la quebrada El Yarumo en la cuenca media alta
SECTOR OCCIDENTAL TÚNEL SANTA ELENA				
8 C	0.5	1178472	842797	Cauce principal de la quebrada San Pedro, 100 m aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Santa Elena
9 C	0.11	1178968	842678	Afluente por margen derecha de la quebrada Santa Elena, 220 m aguas abajo del casco urbano y 230 m aguas arriba de la vía Santa Elena (obra hidráulica vía veredal)
10 C	0.024	1179977	842358	Cauce principal de la quebrada El Placer en la obra hidráulica de cruce de la vía Santa Elena, 200 m antes de llegar al desvio de la vereda El Plan
11 C	1.3	1179860	842263	Cauce principal quebrada Santa Elena, en el pontón de acceso a la finca de Corantioquia
12 C	0.032	1179645	842401	Afluente por margen derecha de la quebrada Santa Elena, medida sobre la obra hidráulica de la vía al Plan, 170 m después de las partidas

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES				PMS-AP-TO-FIS-02
13 C	0.014	1179732	842807	500 m aguas arriba de la medida del 12C
14 C	0.0094	1179825	843060	750 m aguas arriba de la medida del 10C, sobre el mismo afluente
15 C	0.04	1179197	842236	Cerca a la desembocadura de la quebrada Las Torres a la Santa Elena por la margen derecha
16 C	0.02	1179217	842310	Sobre la quebrada Las Torres, 75 m aguas arriba de su desembocadura en la Santa Elena. En la obra de cruce de la vía Santa Elena
17 C	0.046	1178852	841435	Cauce intermitente en la Vereda El Plan, el cual termina en una dolina
18 C	0.0043	1178974	841803	Cabeceras de un pequeño afluente de la quebrada Santa Elena (por margen izquierda) en inmediaciones de la Vereda El Plan
19 C	0.15	1177882	842127	Parte alta de un afluente de la quebrada San Pedro, por su margen izquierda
20 C	0.076	1178915	842270	40 m antes de la desembocadura de una quebrada a la Santa Elena, por su margen izquierda. Esta quebrada se ubica 280 m aguas arriba del puente de la vía a El Plan.
21 C	0.0011	1178554	842097	430 m aproximadamente aguas arriba del punto 20C
22 C	0.24	1178659	842091	330 m aguas arriba del punto 21C
23 C	0.9	1178946	842289	Quebrada Santa Elena, 240 m aguas arriba del puente de la vía a El Plan sobre la quebrada Las Torres.
24 C	0.02	1179249	842592	300 m aguas arriba de la vía Santa Elena, sobre la quebrada Las torres

Fuente: Estudio Hidrogeológico. Solingral. 2009
Ver plano I-P-2028-AO-VI-HG-001_locGral

Población beneficiada

Usuarios de los cuerpos de agua identificados en la zona de influencia del proyecto.

Mecanismos y estrategias participativas:

Actividades de socialización a nivel regional, asociado al programa de información y participación comunitaria.

Área o cobertura:

Sectores Baltimore, corredor túnel Santa Elena y sector Oriental.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

Recursos (personal y costos directos):

Ver Tabla 8.1.

Cronograma de ejecución:

Ver Anexo_8.1_Cronograma.

Indicadores de seguimiento y cumplimiento

Número de cuerpos de agua aforados / número de cuerpos de agua identificados

Número de usuarios del agua encuestados / Total de usuarios identificados.

8.2 PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

8.2.1 Planes de monitoreo y seguimiento medio abiótico

8.2.1.1 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de Santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres.

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-C-TO-FIS-01
Objetivo general: Estimar el efecto potencial por la construcción del túnel, en el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres en el sector de Santa Elena. Para su alcance se propone el desarrollo de dos proyectos: **Proyecto 1: Seguimiento al nivel freático.** **Proyecto 2: Monitoreo de coberturas terrestres.**	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Seguimiento al nivel freático.** Adelantar estrategias de seguimiento mediante la instalación de instrumentos que permitan conocer las variaciones del nivel freático a través del tiempo a lo largo del corredor del Túnel de Santa Elena. **Proyecto 2: Monitoreo de coberturas terrestres.** Monitorear las coberturas terrestres y su estado agronómico.	
Impactos ambientales a manejar: • Abatimiento del nivel freático.	
Justificación: La excavación de un túnel normalmente da lugar al descenso del nivel freático, que en el caso de los macizos rocosos depende esencialmente de las condiciones de fracturamiento de la roca entre la superficie freática y el nivel del túnel. El abatimiento del nivel freático tiene efectos directos sobre el flujo de las corrientes de agua superficiales. En el caso del Proyecto Túnel Aburrá - Oriente, el abatimiento del nivel freático puede ocurrir en un corto término y afectar algunas zonas, dada la intensidad de fracturamiento del macizo rocoso. Estudios previos con isótopos estables de hidrógeno y oxígeno en esta zona, muestran que el agua subterránea de las laderas del Valle del Aburra, proceden de las infiltraciones del agua subterránea en el alto de Santa Elena - Piedras Blancas. Para el cruce de las zonas fracturas se contemplan tratamientos al macizo y de esta forma disminuir la infiltración de agua al túnel.	

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-C-TO-FIS-01

Metas

Proyecto 1:

Monitoreo de los dispositivos de control y medición, para la evaluación de las variaciones del nivel freático a lo largo del techo del Túnel de Santa Elena.

Proyecto 2:

Mediante la utilización de imágenes multiespectrales, conocer las variaciones de las coberturas terrestres.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:

Proyecto 1:

Monitoreo y seguimiento de los niveles freáticos durante toda la etapa de construcción y cada año.

Proyecto 2:

Monitoreo y seguimiento de la cobertura terrestre cada dos años.

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1

- Seguimiento de los dispositivos de control del nivel freático, en los mismos sitios a lo largo del techo del túnel.

Proyecto 2

- Mantenimiento del programa de monitoreo de las coberturas vegetales, mediante la utilización de imágenes multiespectrales, con una frecuencia no menor a dos años, con el fin de evaluar la afectación de la construcción del túnel sobre los ecosistemas terrestres ubicados sobre el corredor del techo del túnel.

Población beneficiada

Proyecto 1 y Proyecto 2:

Municipios asociados a los Valles de Aburrá y San Nicolás.

Mecanismos y estrategias participativas:

Proyecto 1 y Proyecto 2:

- Actividades de socialización y educación ambiental a nivel regional, asociado al programa de información y participación comunitaria.

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-C-TO-FIS-01
Área o cobertura: **Proyecto 1 y 2:** Corredor del techo del Túnel de Santa Elena.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** Número de dispositivos instalados / número de dispositivos programados para instalación. **Proyecto 2:** Mapas de cobertura vegetal obtenidos / Mapas de cobertura vegetal proyectados.	

8.2.1.2 Monitoreo de las aguas superficiales

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	PMS-C-TO-FIS-02
Objetivo general: Monitorear las aguas superficiales intervenidas por el proyecto	
Objetivos específicos: • Realización de aforos y medición de los caudales de los cuerpos de agua ubicados en los diferentes sectores en el que se encuentra el proyecto • Monitoreo de los usos de las aguas superficiales identificadas en los diferentes sectores en el que se encuentra el proyecto	
Impactos ambientales a manejar: • Disminución y pérdida de los cuerpos de agua superficial.	
Justificación: La construcción de túneles en otras zonas de la región y del país, han causado disminución en los niveles de las aguas superficiales localizadas en el sector de la excavación. Es necesario conocer el efecto de la construcción del proyecto en la disminución efectiva	

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES							PMS-C-TO-FIS-02
de caudales de agua superficiales aflorantes en la zona.							
Metas Aforar y monitorear el caudal efectivo, así como el uso de las corrientes de aguas superficiales identificadas y que serán intervenidas por la construcción del proyecto.							
Tipo de medida:							
Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	
Etapa: Durante toda la etapa de construcción.							
Acciones a desarrollar: • A partir de los resultados obtenidos en la implementación del Plan de Monitoreo de las aguas superficiales en la etapa previa a la construcción, continuar el monitoreo semestral, mediante toma de caudales, de las aguas superficiales intervenidas por el proyecto. • Realizar seguimiento anual de los usos de las corrientes de agua superficial identificadas antes de la construcción. • Se recomienda adelantar aforos tanto en época de verano como de invierno. • Diseñar las medidas correctivas necesarias una vez obtenida la información suministrada en dichos monitoreos.							
Población beneficiada Usuarios de los cuerpos de agua identificados en la zona de influencia del proyecto.							
Mecanismos y estrategias participativas: Actividades de socialización y educación ambiental a nivel regional, asociado al programa de información y participación comunitaria.							
Área o cobertura: Sectores Baltimore, corredor túnel Santa Elena y sector Oriental.							
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.							
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1							
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma							

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	PMS-C-TO-FIS-02
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** Número de cuerpos de agua aforados / número de cuerpos de agua identificados Número de usuarios del agua encuestados / Total de usuarios identificados.	

8.2.2 Plan de monitoreo y seguimiento medio social

8.2.2.1 Plan de monitoreo y seguimiento de la gestión social

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA GESTION SOCIAL	PMS-C-TO-SOC-01
Objetivo general: Establecer mecanismos para evaluar la eficacia de las medidas planteadas para el manejo de los impactos provocados por las distintas actividades del proyecto	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Seguimiento y monitoreo al plan de gestión social.** • Realizar seguimiento y monitoreo de las actividades adelantadas en el Plan de Gestión Social para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos en cada plan. **Proyecto 2: Evaluación y ajustes al plan de gestión social** • Evaluar de manera periódica los resultados obtenidos en la implementación de las medidas de manejo sociales, a la luz de los impactos generados. • Realizar los ajustes necesarios en la implementación del Plan de Gestión Social, de forma tal que atienda tanto los impactos identificados en el EIA como los nuevos que puedan aparecer en la construcción del proyecto.	
Impactos ambientales a manejar: - Inducción de procesos migratorios - Afectación de redes viales - Reducción en tiempos de desplazamiento y facilidad para la movilidad - Aumento de la demanda de servicios - Interrupción de servicios públicos - Incremento en los ingresos municipales - Cambio en las actividades económicas - Cambio en la tenencia de la tierra - Cambio en la situación de empleo - Dinamización de la economía local - Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales - Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos - Generación de expectativas - Perturbación de relaciones entre organizaciones y comunidades - Cambio en las formas de organización de las comunidades (líderes) - Perturbación de la seguridad pública	

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA GESTION SOCIAL	PMS-C-TO-SOC-01

Justificación:

El programa de monitoreo y seguimiento permite medir la dimensión de la medida implementada a la luz de los impactos causados con la construcción del proyecto y poder establecer ajustes, en caso de ser necesario, a los programas de manejo del componente social, una vez se realizan las evaluaciones parciales y mientras se conocen los resultados finales.

Metas

Proyecto 1:

- Monitorear mensualmente, trimestralmente y anualmente las actividades realizadas en el marco del Plan de Gestión Social

Proyecto 2:

- Evaluar cada dos años el impacto de las acciones desarrolladas en el Plan de Gestión Social con los actores involucrados, para tomar las medidas correctivas necesarias.

Tipo de medida:

Prevención		Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	

Etapa:

Este monitoreo se llevará a cabo durante la etapa de construcción

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1: Seguimiento y monitoreo

- Se realizará la recolección de información para registrar los distintos indicadores que darán cuenta de los resultados en los procesos propuestos.
- Se hará un seguimiento en los resultados parciales relacionados con la coordinación de acciones entre el proyecto y las organizaciones locales, suscripción de convenios y acuerdos como una de las formas en las que las partes establecen responsabilidades y compromisos en la vigilancia de la acciones del proyecto.
- Para el desarrollo de las anteriores, se implementara un sistema ágil que permita la recolección continua de información, mediante el registro en actas de reunión, listados de asistencia, registro visual, memorias, firma de compromisos, formatos de informe de actividad mensual, seguimiento de indicadores semestral y un informe consolidado de indicadores anual.

Formato de Informe de actividad mensual

Período: **Fecha:**.....

Programa	Proyecto	Actividad	Población beneficiada	Calificación	Observaciones
Nombre del programa	Nombre del proyecto	Curso, taller, reunión, evento, etc	Número de asistentes o beneficiarios de la actividad	Baja Media Alta	Otras anotaciones con respecto al tema no incluidas en las anteriores.

Responsables:

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA GESTION SOCIAL	PMS-C-TO-SOC-01

Informe de seguimiento de indicadores semestral

Período: **Fecha:.....**

Programa	Proyecto	Indicador	Resultado	Observaciones
Nombre del programa	Nombre de los proyectos descritos en cada programa	El indicador establecido en cada plan de manejo	Ecuación resultante del indicador	Otras anotaciones con respecto al tema no incluidas en las anteriores

Responsables:

Proyecto 2: Evaluación Ex – ante, ex – post:

Teniendo como referente la línea base y los estudios que se adelanten para el diseño e implementación del Plan de Gestión Social, lo cual será considerado la evaluación Ex – ante del proyecto, se implementarán las siguientes medidas para monitorear los impactos previstos en el medio social.

- Se establecerán indicadores para medir las modificaciones en los componentes sociales de manera comparativa con las condiciones del entorno al inicio del proyecto y en forma cualitativa, la incidencia en las relaciones sociales y patrones culturales de la comunidad incluida en la zona de influencia del proyecto
- Hacer una evaluación ex post al tercer año de construcción y en el quinto o antes, si la finalización del proyecto se diera en tiempo inferior, con la participación de las partes involucradas, con el ánimo de contemplar los alcances logrados dentro del plan de gestión social ejecutado dentro de ese periodo y en los periodos anteriores, realizando paralelos comparativos entre la actual y anterior evaluación.
- Para la realización de las evaluaciones, es necesario contar con información fehaciente suministrada por el monitoreo y seguimiento. Los resultados de cada informe elaborado deben ser validados por los participantes de las reuniones de evaluación.
- Para medir los alcances logrados en la ejecución del plan de gestión social se consideran indicadores como la oferta de oportunidades para la población en relación con el inicio del periodo, para lo cual se utilizan los resultados de los informes de indicadores del periodo evaluado y los indicadores referentes al nivel de satisfacción con la gestión social, que será analizada a partir de los resultados de una encuesta de satisfacción diligenciada con los siguientes datos.

Grado de satisfacción Actividades/	1	2	3	4
Solución y tramite de sugerencias, quejas y reclamos presentados por un particular o institución				
Cumplimiento en los compromisos pactados con particulares u organizaciones				
Aporte de la concesión mediante la ejecución de proyectos al mejoramiento de la calidad de vida de la población del área de influencia del proyecto				
Contribución al desarrollo local (fortalecimiento institucional, infraestructura, participación en espacios ciudadanos, entre otros)				
Nivel de participación de la comunidad, organizaciones sociales, grupos legalmente constituidos, entre otros en la elaboración y ejecución del plan de gestión social				
Pertinencia de los programas y proyectos en ejecución				

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA GESTION SOCIAL	PMS-C-TO-SOC-01
Satisfacción de expectativas con la ejecución de los proyectos	
Recursos invertidos en la gestión social	
1: mala; 2:deficiente; 3:buena; 4:excelente	
Población beneficiada **Proyecto 1 y 2:** Población ubicada en el área de influencia local y puntual, con el desarrollo de todas las actividades formuladas	
Mecanismos y estrategias participativas: La comunidad participará activamente en toda la implementación del Plan de Gestión Social y durante las evaluaciones que se realicen a éste.	
Área o cobertura: Área de influencia local y puntual del proyecto	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento • Balance de la gestión social con un análisis comparativo entre los impactos previstos y los que se presentan durante la ejecución del proyecto. • Análisis de los resultados de las medidas de compensación, indicadores para el seguimiento y la evaluación de la efectividad de cada programa de gestión social y ajuste de las medidas de acuerdo con los cambios identificados. • Evidencias de los resultados de los programas y proyectos planteados en el plan de manejo.	

8.2.2.2 Plan de monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA	PMS-C-TO-SOC-02
Objetivo general: Implementar un plan de acción para atender los posibles impactos generados por las actividades de construcción sobre la infraestructura comunitaria y la de particulares que se encuentre ubicada en el radio de acción de las obras del proyecto.	
Objetivos específicos: Levantar un inventario detallado de las condiciones previas de los inmuebles de particulares y de la infraestructura comunitaria, antes del inicio de las obras, en las zonas influencia directa de las actividades de construcción.	
Impactos ambientales a manejar: • Afectación de redes viales.	

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA	PMS-C-TO-SOC-02

- Interrupción de servicios públicos.
- Perturbación de las relaciones entre organizaciones y comunidades.
- Perturbación de la seguridad pública.

Justificación:

Debido al desarrollo de las actividades propias del proceso constructivo, es posible que se generen afectaciones directas sobre la infraestructura particular y comunitaria en la zona relacionada a las obras. Por ello es importante el levantamiento de información detallada que dé cuenta del estado de la infraestructura antes del inicio de las actividades, permitiendo contar con un referente inicial ante posibles reclamaciones por parte de la comunidad o ante eventos inesperados que puedan afectar directamente la infraestructura o los equipamientos en la zona.

Metas

- Levantar el 100% de las actas de vecindad a los predios e infraestructura social ubicada en el área de influencia definida.
- Atender el 100% de las reclamaciones presentadas por la comunidad o a nivel institucional.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:

Diligenciamiento de las actas de vecindad dos meses antes del inicio de todo tipo de actividad.

Atención de las inquietudes de la comunidad durante toda la etapa de construcción del proyecto.

Acciones a desarrollar:

Actas de vecindad de los inmuebles residenciales:

- Informar de manera escrita a propietarios y/o residentes de inmuebles u otra infraestructura dentro del radio de acción definido, sobre la realización de Actas de Vecindad, señalando sus fines y acciones a realizar.
- Concertar con los propietarios, residentes o responsables de la infraestructura las fechas y horarios para la realización de las Actas de Vecindad.
- El equipo conformado por un representante de las áreas ambiental y/o técnico y social realizará visita a la infraestructura o predio para diligenciar acta de vecindad y registro visual, fotográfico y fílmico.
- El acta de vecindad será firmado por las partes involucradas y se entregará una copia de ella al propietario o residente responsable del predio o infraestructura que pueda ser afectada. El responsable de Gestión Social conservará una copia del acta que servirá como insumo para la presentación de informes a la autoridad ambiental y para la realización del seguimiento semestral o la atención de alguna afectación.
- En caso de presentarse alguna queja o reclamo, un equipo de profesionales, se desplazará al lugar donde se presentó el daño y cotejará la situación del momento con la que quedó consignada en el acta de vecindad y el registro visual.
- Previa comprobación de los daños ocurridos la empresa procederá a reparar los daños causados. El tiempo máximo para las reparaciones será de cinco días hábiles

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA	PMS-C-TO-SOC-02
a partir de la fecha de recepción de la queja. En caso de evaluar el daño como crítico, se atenderá en dos días hábiles a partir de la notificación. • En el acta de vecindad se dejará consignada la información relacionada con la característica del daño, las acciones emprendidas y las firmas a satisfacción de las partes. El formato de Acta de Vecindad propuesta para el levantamiento de la información se presenta en el anexo- 8.3- actas de vecindad	
Población beneficiada **Proyecto 1:** Población asentada en el área de influencia directa del proyecto	
Mecanismos y estrategias participativas: • Volantes informativos entregados a la comunidad, informando el inicio del diligenciamiento de las actas de vecindad y los objetivos de dicha actividad. • Actividades relacionadas con el programa de información y participación comunitaria	
Área o cobertura: Predios ubicados en los techos de los túneles y en las zonas de obra a una distancia de 30 metros a ambos lados a partir de la línea del proyecto o en sitios vulnerables que se ubiquen en cercanías a los sitios de obra.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** • Número de predios con actas de vecindad / Número de predios aledaños al proyecto • Número de reclamaciones presentadas / Número de predios aledaños al proyecto • Número de quejas resueltas / Número de quejas recibidas	

8.3 PROGRAMAS DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN

8.3.1 Planes de monitoreo y seguimiento medio abiótico

8.3.1.1 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de Santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres.

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-OP-TO-FIS-01
Objetivo general: Estimar el efecto potencial por la construcción del túnel, en el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres en el sector de Santa Elena. Para su desarrollo se plantean dos proyectos: **Proyecto 1: Seguimiento al nivel freático.** **Proyecto 2: Estimación de coberturas vegetales terrestres.**	
Objetivos específicos: **Proyecto 1: Seguimiento al nivel freático.** Adelantar estrategias de seguimiento mediante la instalación de instrumentos que permitan conocer las variaciones del nivel freático a través del tiempo a lo largo del corredor del Túnel de Santa Elena. **Proyecto 2: Estimación de coberturas vegetales terrestres.** Levantar información de cada uno de los predios que se ubican en el techo del Túnel de Santa Elena sobre las coberturas vegetales existentes y su estado agronómico.	
Impactos ambientales a manejar: • Abatimiento del nivel freático.	
Justificación: La excavación de un túnel normalmente da lugar al descenso del nivel freático, que en el caso de los macizos rocosos depende esencialmente de las condiciones de fracturamiento de la roca entre la superficie freática y el nivel del túnel. El abatimiento del nivel freático tiene efectos directos sobre el flujo de las corrientes de agua superficiales. En el caso del Proyecto Túnel Aburrá - Oriente, el abatimiento del nivel freático puede ocurrir en un corto término y afectar algunas zonas, dada la intensidad de fracturamiento del macizo rocoso. Estudios previos con isótopos estables de hidrógeno y oxígeno en esta zona, muestran que el agua subterránea de las laderas del Valle del Aburra, proceden de las infiltraciones del agua subterránea en el alto de Santa Elena - Piedras Blancas. Para el cruce de las zonas fracturas se contemplan tratamientos al macizo y de	

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-OP-TO-FIS-01

esta forma disminuir la infiltración de agua al túnel.

Metas

Proyecto 1 y 2:

Monitoreo y seguimiento del nivel freático, hasta el punto de equilibrio del abatimiento del nivel freático.

Monitoreo de las coberturas terrestres hasta el punto de equilibrio alcanzado en el abatimiento del nivel freático.

Análisis de los resultados obtenidos durante todas las etapas del proyecto (actividades previas, construcción y operación)

Definir un programa de compensación de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	X

Etapa:

Proyecto 1:

Monitoreo y seguimiento durante toda la etapa de operación y cada año, hasta alcanzar el punto de equilibrio del nivel freático.

Proyecto 2:

Monitoreo y seguimiento durante toda la etapa de operación y cada dos años, hasta alcanzar el punto de equilibrio del nivel freático.

Acciones a desarrollar:

Proyecto 1:

- Monitoreo y lectura de los dispositivos instalados para la evaluación de los niveles freáticos en el corredor del techo del túnel de santa Elena
- Análisis, diagnóstico y recomendaciones con base en los resultados obtenidos durante el monitoreo de los dispositivos instalados para la evaluación de los niveles freáticos en el corredor del techo del túnel de santa Elena

Proyecto 2:

- Monitoreo de las coberturas vegetales, mediante la utilización de imágenes multiespectrales, con una frecuencia no menor a dos años, con el fin de evaluar la afectación de la construcción del túnel sobre los ecosistemas terrestres ubicados sobre el corredor del techo del túnel.
- Análisis, diagnóstico y recomendaciones con base en los resultados obtenidos durante el monitoreo de las coberturas terrestres, mediante la utilización de imágenes multiespectrales, en el corredor del techo del túnel de Santa Elena.

ESTIMACIÓN DEL EFECTO POTENCIAL POR CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL DE SANTA ELENA SOBRE EL ABATIMIENTO DEL NIVEL FREATICO Y LAS COBERTURAS TERRESTRES.	PMS-OP-TO-FIS-01
Población beneficiada **Proyecto 1 y Proyecto 2:** Municipios asociados a los Valles de Aburrá y San Nicolás.	
Mecanismos y estrategias participativas: **Proyecto 1 y Proyecto 2:** • Actividades de socialización y educación ambiental a nivel regional, asociado al programa de información y participación comunitaria.	
Área o cobertura: **Proyecto 1 y 2:** Corredor del techo del Túnel de Santa Elena.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma.	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** Número de dispositivos monitoreados / número de dispositivos instalados. **Proyecto 2:** Mapas de Coberturas vegetales obtenidos / Mapas de coberturas vegetales proyectados.	

8.3.1.2 Monitoreo de las aguas superficiales

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	PMS-OP-TO-FIS-02
Objetivo general: Monitorear las aguas superficiales intervenidas por el proyecto	
Objetivos específicos: • Realización de aforos y medición de los caudales de los cuerpos de agua ubicados en los diferentes sectores en el que se encuentra el proyecto • Monitoreo y seguimiento de los usos de las aguas superficiales intervenidas por el proyecto	
Impactos ambientales a manejar:	

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	PMS-OP-TO-FIS-02

- Disminución y pérdida de los cuerpos de agua superficial.

Justificación:

La construcción de túneles en otras zonas de la región y del país, han causado disminución en los niveles de las aguas superficiales localizadas en el sector de la excavación.

Es necesario conocer el efecto de la construcción del proyecto en la disminución efectiva de caudales de agua superficiales aflorantes en la zona.

Metas

Aforar y monitorear el caudal efectivo de las corrientes de aguas superficiales y sus usos, durante la construcción del proyecto.

Tipo de medida:

Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	

Etapa:

Durante toda la etapa de operación del proyecto hasta la estabilización de los niveles freáticos.

Acciones a desarrollar:

- Dar continuidad a las actividades desarrolladas durante las etapas previa y de construcción, en relación al monitoreo semestral de los caudales de las aguas superficiales intervenidas por el proyecto.
- Monitorear anualmente los usos de las corrientes de agua superficial identificadas antes y durante la construcción del proyecto.
- Se recomienda adelantar aforos tanto en época de verano como de invierno.
- Diseñar las medidas correctivas necesarias una vez obtenida la información suministrada en dichos monitoreos.

Población beneficiada

Usuarios de los cuerpos de agua identificados en la zona de influencia del proyecto.

Mecanismos y estrategias participativas:

Actividades de atención a las sugerencias, quejas o reclamos de las comunidades, en relación con la afectación de los caudales de las aguas superficiales.

Área o cobertura:

Sectores Baltimore, corredor túnel Santa Elena y sector Oriental.

Responsables:

El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.

MONITOREO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	PMS-OP-TO-FIS-02
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento **Proyecto 1:** Número de cuerpos de agua aforados / número de cuerpos de agua identificados Medidas correctivas ejecutadas / Medidas correctivas identificadas	

8.3.1.3 Monitoreo de la calidad del agua

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	PMS-OP-TO-FIS-03
Objetivo general: Dar seguimiento a los parámetros de calidad del recurso hídrico para las fuentes de agua identificadas en el área de influencia directa del proyecto.	
Objetivos específicos: • Monitorear las características fisicoquímicas de los cuerpos de agua que serán afectados por el desarrollo del proyecto. • Identificar las causas de los problemas detectados en las corrientes.	
Impactos ambientales a manejar: • Deterioro de la calidad del agua superficial • Cambio en la disponibilidad de aguas superficiales	
Justificación: Con la realización de toda obra de infraestructura, la calidad de los cuerpos de agua influenciados por un proyecto, presentan variaciones en su composición y características fisicoquímicas, mediante el programa de monitoreo de la calidad del agua, se podrá definir el grado de intervención y los cambios que el desarrollo y ejecución del proyecto han originado en los cuerpos de agua	
Metas: Monitorear los parámetros necesarios para evaluar la calidad del recurso hídrico, y de esta manera determinar su afectación en la etapa de operación del proyecto.	

Tipo de medida:							
Prevención		Mitigación		Corrección	X	Compensación	
Etapa: Operación							

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	PMS-OP-TO-FIS-03

Acciones a desarrollar:

Para el monitoreo y seguimiento de la calidad del agua de los cauces naturales, se seleccionaron ocho puntos, que corresponden a los lugares donde se construirán los puentes, así:

Estación 1: Quebrada Santa Elena.
Estación 2: Quebrada Los Caunces.
Estación 3: Quebrada La Pastora.
Estación 4: Quebrada Chupadero.
Estación 5: Quebrada Media Agua.
Estación 6: Quebrada La Espadera.
Estación 7: Quebrada Bocana.
Estación 8: Quebrada Sajonia.

También se ubicaran estaciones de muestreo en el lugar de la descarga de las aguas residuales de cada portal, dichos muestreos se realizaran en cada estación, dos veces al año, como lo exige la Autoridad Ambiental, para un total de 40 muestreos durante el año, ya que se incluyen dos puntos para cada corriente de agua, aguas arriba del cruce del puente y aguas abajo del mismo.

Además de los parámetros que establece el Decreto 1594 de 1984, se consideraran otros parámetros para poder realizar el cálculo del índice NFS – WQI y otros índices.

Como mínimo los parámetros a analizar en los muestreos deben ser los que se listan a continuación, puede haber cambios si se establece hacer análisis de otros índices de calidad:

- Caudal
- pH (UND).
- Temperatura (C°).
- Conductividad (µs/ cm).
- DBO5 (mg/L).
- OD (mg/L y %Saturación).
- Sólidos suspendidos (mg SS/L).
- Sólidos disueltos (mg SD/L).
- Turbiedad (NTU).
- Nitratos (mg NO3/L).
- Fosfatos (mg P/L).
- Grasas y aceites (mg GRASAS/L).
- Coliformes fecales (NMP).
- Coliformes totales (NMP).

Para la realización de los análisis físico-químicos, se tendrán en cuenta las metodologías de la American Water Works Association (AWWA) del Standard Methods y la American Public Health Association (APHA).

PROGRAMA DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	PMS-OP-TO-FIS-03
Población beneficiada • Empleados y contratistas de construcción del túnel. • Ecosistemas asociados a la red hídrica.	
Mecanismos y estrategias participativas: No aplica.	
Área o cobertura: Esta actividad se realizará en el territorio que comprende el área de influencia directa del proyecto.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento No Resultados calidad de agua corrientes en el área de influencia directa del proyecto/ No de corrientes identificadas en el área de influencia directa del proyecto	

8.3.1.4 Monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMS-OP-TO-FIS-04
Objetivo general: Proponer un Plan de monitoreo que permita controlar las emisiones de material particulado y gases generadas por la operación del túnel, hasta alcanzar niveles de inmisión que cumplan con lo establecido por la Resolución 601/06 sobre calidad de aire, la Resolución 909/08 sobre emisiones y con la Resolución 627 de 2006, que establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.	

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMS-OP-TO-FIS-04

Objetivos específicos:

- Establecer indicadores de calidad.
- Realizar el seguimiento de la concentración de los contaminantes del aire en el área de influencia directa del proyecto.
- Evaluar la efectividad de las acciones de control para fuentes contaminantes.
- Registrar en forma apropiada los parámetros atmosféricos e informar oportunamente los resultados.
- Monitorear los niveles de presión sonora en los centros poblados más cercanos al corredor de la vía y en las plazoletas de construcción de los portales del túnel (incluidos los túneles) en las condiciones de trabajo normales.
- Definir el nivel de afectación del proyecto sobre el nivel de presión sonora de fondo.

Impactos ambientales a manejar:

- Incremento de la concentración de material particulado.
- Incremento en la concentración de gases contaminantes.
- Incremento en los niveles normales de presión sonora.

Asociados a estos impactos se encuentran alteración de la salud de los trabajadores y habitantes de la región, ahuyentamiento de la fauna y molestias e incomodidad para los habitantes de las zonas cercanas al túnel, además de la emisión de algunos olores.

Justificación:

Evaluación de la eficiencia de los sistemas de control establecidos para definir el nivel de afectación del proyecto sobre el recurso aire. Se deben controlar las emisiones hasta los niveles permitidos por las regulaciones gubernamentales, logrando así un manejo ambiental adecuado de los procesos.
Evaluación de la eficiencia de los sistemas de control establecidos y los equipos de protección auditiva suministrados, para controlar las fuentes hasta los niveles permitidos por las regulaciones gubernamentales, logrando así un manejo ambiental adecuado de los procesos.

Metas

- Realizar monitoreos de emisión de ruido y ruido ambiental
- De acuerdo a lo establecido en la Resolución No. 1764 de 2002, mediante la cual se le otorgó Licencia Ambiental al proyecto, se llevará a cabo un Plan de monitoreo de material particulado, monóxido de carbono y dióxido de carbono, con una periodicidad semestral para la etapa de operación del proyecto.

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO							PMS-OP-TO-FIS-04
Tipo de medida:							
Prevención		Mitigación	X	Corrección		Compensación	

Marco Normativo:

Al respecto de las labores que generan emisiones hay dos tipos de reglamentaciones, la primera de ellas relacionada con la calidad del aire (Resolución 601/06) que establece los niveles de inmisión de cada uno de los contaminantes criterio. El segundo grupo de reglamentaciones se relaciona con el estándar de emisión aplicable (Resolución 909/08) y establece las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.

Con respecto a ruido, la Resolución 627 de 2006 establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Etapa:

Operación del proyecto.

Acciones a desarrollar:

- Se deberán evaluar los sitios de monitoreo propuestos para calidad de aire y para ruido.

A continuación se describen las metodologías para los monitoreos de calidad de aire, ruido y evaluaciones isocinéticas en fuentes fijas (chimeneas), necesarias para complementar la línea base:

Para la Conexión Vial Aburrá - Oriente, en la etapa de operación las fuentes de emisión están constituidas básicamente por los sistemas de combustión interna (vehículos y motores), la rodadura de los automotores más el material particulado arrastrado por el viento desde áreas descubiertas.

En el parámetro de presión sonora las fuentes de ruido están constituidas básicamente por los sistemas de transporte (motores y la rodadura de los automotores).

Los contaminantes del aire en Colombia tienen límites de concentración que se presentan en la siguiente Tabla:

Material Particulado y Gases (D. 02/1982)		
Contaminante	Periodo	Concentración [ug/m^3]
Material Particulado en Suspensión	Anual	100
	24 horas.	400
Dióxido de Azufre (SO_2)	Anual	100
	24 horas.	400
Ozono (O_3)	1 hora	170
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	50 000
	8 horas	15 000
Óxidos de Nitrógeno (NO_x)	Anual	100

- Los valores de concentración [ug/m^3] se dan para condiciones ambientales normales (298°K - 1 Atmósfera).
- Los promedios anuales para los gases son aritméticos y para el material particulado es geométrico (raíz n-sima del producto de las n-simas observaciones).

Los niveles permisibles de presión sonora de acuerdo a la normatividad colombiana son los siguientes:

Ruido (Presión Sonora)		
Zona	Nivel de Presión Sonora (dB_A)	
	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
Residencial	65	45
Comercial	70	60
Industrial	75	75
Especial	45	45

METODOLOGÍA PARA MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

Los monitoreos deberán realizarse semestralmente en la etapa de operación del proyecto.

Los sitios de monitoreo sugeridos y los parámetros a evaluar, se presentan a continuación:

A continuación se sugieren sitios de monitoreo de acuerdo a la sectorización realizada en el informe de diseño, además los parámetros a evaluar en cada uno:

- **Sectores túnel Seminario y túnel de Santa Elena, en cada uno de los Portales**

Se deberá instalar una unidad de monitoreo de alto volumen para determinar material particulado en suspensión y un equipo de tres gases para evaluar óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno, en el sitio donde se tiene planteado construir los portales de los túneles, con el fin de levantar la información para la línea base y para los muestreos trimestrales requeridos por la autoridad ambiental.

- **Fuentes puntuales de emisión: Plantas de trituración, concreto y asfalto**

Determinar Material Particulado y Neblinas Ácidas, para los muestreos trimestrales requeridos por la autoridad ambiental.

El monitoreo de la calidad del aire deberá incluir los siguientes aspectos:

- Identificación de la escala adecuada y determinación de los criterios a ser empleados

para el establecimiento de los sitios de muestreo.

- Identificación de la localización donde los sitios de monitoreo deberán estar ubicados.
- Determinación de lineamientos para asegurar la adecuada calidad de los datos obtenidos.
- La distribución espacial y temporal de los contaminantes del aire durante los episodios de alta contaminación y los escenarios meteorológicos que se presentan durante ellos.
- Los modelos conceptuales del comportamiento de la atmósfera y los contaminantes durante los episodios de alta contaminación, en la zona de interés.
- La comparación entre los niveles de concentración de los contaminantes del aire y las normas de calidad ambiental del aire (de forma indicativa, no concluyente).

METODOLOGÍA PARA MONITOREO DE RUIDO

Los monitoreos deberán realizarse semestralmente en la etapa de operación del proyecto, con duración de un día para todo el corredor del túnel.

Los monitoreos se deberán realizar de acuerdo con la exigencia de la norma de emisión de ruido y ruido ambiental, Resolución 627 de 2006, la cual exige lo siguiente:

- Cuantificar el nivel de presión sonora continuo equivalente (LAeq,1h) para el ruido de fondo y para el ruido residual, ambos en una hora, durante el desarrollo de las actividades normales de la obra y en lo posible cuando la misma esté sin funcionamiento.
- Identificar y cuantificar las fuentes externas que emiten ruido y no tienen relación con las actividades propias de la obra.
- Identificar, ubicar y georreferenciar los puntos objeto de estudio; así mismo, reportar las condiciones climáticas por lluvia, humedad relativa, temperatura, presión barométrica, velocidad y dirección del viento.

Los sitios de monitoreo sugeridos y los parámetros a evaluar, se presentan a continuación:

- **Sectores túnel Seminario y túnel de Santa Elena, en cada uno de los Portales**

Realizar un muestreo de dos horas en los patios de trabajo del portal, utilizando un sonómetro debidamente calibrado y estandarizado. Se harán mediciones puntuales con datos estables (lectura estabilizada) mediante un recorrido por las instalaciones. Se determinarán así los niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores y el personal que allí labora y su incidencia en el entorno, para lo cual se realizan las respectivas isófonas con el fin de levantar la información para la línea base y para los muestreos trimestrales requeridos por la autoridad ambiental.

EVALUACIONES ISOCINETICAS EN FUENTES FIJAS (CHIMENEAS)

Se deben realizar seguimientos semestralmente en la etapa de operación del proyecto de las fuentes puntuales de emisión, en sus parámetros de material particulado y neblinas

ácidas. Los métodos de análisis son los establecidos en el Decreto 02/1982. Las mediciones se efectuarán en forma continua con inspección permanente y cambio de filtro y soluciones cada 24 horas, por un periodo de diez (10) días.

Las características de los diferentes monitoreos para la determinación de la calidad del aire se relacionan en la siguiente tabla:

CONTAMINANTE	MÉTODO DE ANÁLISIS	EQUIPOS UTILIZADOS
Partículas en suspensión (PST)	Gravimétrico por muestreador de alto volumen	Equipos HI – Vol (alto volumen)
Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno	Colorimétrico utilizando la P-Rosanilina (SOx) y Arsenito de Sodio (NOx)	Muestreador de tres gases
Monóxido de Carbono	Analizador Infrarrojo (muestras puntuales)	Monoxor II

El trabajo se desarrollará de acuerdo a lo definido en el decreto 948 de junio 5 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente y a la luz del decreto 02 de 1982 del Ministerio de Salud. Los resultados encontrados serán objeto de ser revisados con la propuesta de la nueva norma de fuentes fijas (resolución 909 de 2008).
Además se cumplirá la metodología de la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU:

- Determinar la velocidad del flujo volumétrico de los gases en la salida de la chimenea (Método EPA 2).
- Cuantificar el porcentaje de los gases de combustión emitidos a la atmósfera, CO2, CO, O2 y N2 (Método EPA 3).
- Cuantificar el contenido de humedad (%) en los gases de salida de la chimenea (Método EPA 4).
- Cuantificar isocinéticamente material particulado (Método EPA 5).
- Cuantificar los óxidos de nitrógeno emitidos a la atmósfera (NOx Método EPA 7 ó lectura directa).
- Cuantificar isocinéticamente SO2 y neblinas ácidas (SO3 H2SO4 Método EPA 8).
- Opcional diseño construcción y montaje de sistemas de control

Población beneficiada

- Ecosistemas localizados en las áreas intervenidas.
- Personal de construcción y operación del proyecto.
- Habitantes de veredas y barrios aledaños al proyecto.

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO	PMS-OP-TO-FIS-04
Mecanismos y estrategias participativas: Las medidas de manejo a implementar deben socializarse a las comunidades aledañas y a las autoridades ambientales locales.	
Área o cobertura: El programa se aplica a toda el área de influencia directa del proyecto.	
Responsables: El responsable de la ejecución de este programa es el dueño del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental, adscrita a la interventoría del mismo.	
Recursos (personal y costos directos): Ver Tabla 8.1	
Cronograma de ejecución: Ver Anexo_8.1_Cronograma	
Indicadores de seguimiento y cumplimiento: Cantidad de muestreos ejecutados / Cantidad de muestreos programados0	

8.4 COSTOS

En la Tabla 8.1 se observan los costos asociados al Plan de Monitoreo y Seguimiento del proyecto.

Tabla 8.1 Costos asociados al Plan de Monitoreo y Seguimiento.

ETAPA: ACTIVIDADES PREVIAS				
PMS-AP-TO-FIS-01 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres.				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Diligenciamiento de actas de vecindad de las Coberturas Terrestres				
Tecnologo Agropecuario	und	3.000.000	0,5	1.500.000
Asistente	und	1.500.000	0,5	750.000
Asistente de sistematización	und	1.500.000	0,5	750.000
Instalacion de Piezometros	und	10.000.000	16,0	160.000.000
Lectura de los Piezometros	und	250.000	21,0	5.250.000
Monitoreo de las Coberturas Terrestres				
Profesional especialista en SIG	h/mes	5.625.000	1,0	5.625.000
Asistente (biólogo o Ing. Forestal)	h/mes	5.625.000	0,5	2.812.500
obrero auxiliar de campo	Jornal	60.000	8	480.000
Imagen SPOT 5-10m, (media escena)	global	9.000.000	1,0	9.000.000
Servicio de software	mes	500.000	1,5	750.000
Edición de informe	Global	120.000	1,0	120.000
Profesional 1 (biólogo o Ing. Forestal)*	h/mes	5.625.000	3,5	19.687.500
Profesional 2 (biólogo o Ing. Forestal)*	h/mes	5.625.000	3,0	16.875.000
Profesional 3 (biólogo o Ing. Forestal)	h/mes	5.625.000	1,5	8.437.500
obrero auxiliar de campo	Jornal	60.000	180,0	10.800.000
Equipos (alquiler)				
GPS	Día	10.000	30,0	300.000
Corta ramas	Día	10.000	30	300.000
Inclinómetro	Día	10.000	30	300.000
Brújula	Día	5.000	30	150.000
Material fungible	Global	3.597.000	1	3.597.000
TOTAL				**247.484.500**

PMS-AP-TO-FIS-02 Monitoreo de las aguas superficiales				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Aforo de Caudales*				
Aforo de Caudales	und	500.000	18	9.000.000
TOTAL				**9.000.000**
TOTAL PMS EN ETAPA DE ACTIVIDADES PREVIAS				**256.484.500**
ETAPA: CONSTRUCCIÓN				
PMS-AP-TO-FIS-01 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres.				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Lectura de los Piezometros	und	250.000	21,0	5.250.000
Monitoreo de las Coberturas Terrestres				
Profesional especialista en SIG	h/mes	5.625.000	1,0	5.625.000
Asistente (biólogo o Ing. Forestal)	h/mes	5.625.000	0,5	2.812.500
obrero auxiliar de campo	Jornal	60.000	8	480.000
Imagen SPOT 5-10m, (media escena)	global	9.000.000	1,0	9.000.000
Servicio de software	mes	500.000	1,5	750.000
Edición de informe	Global	120.000	1,0	120.000
Profesional 1 (biólogo o Ing. Forestal)*	h/mes	5.625.000	3,5	19.687.500
Profesional 2 (biólogo o Ing. Forestal)*	h/mes	5.625.000	3,0	16.875.000
Profesional 3 (biólogo o Ing. Forestal)	h/mes	5.625.000	1,5	8.437.500
obrero auxiliar de campo	Jornal	60.000	180,0	10.800.000
Equipos (alquiler)				
GPS	Día	10.000	30,0	300.000
Corta ramas	Día	10.000	30	300.000
Inclinómetro	Día	10.000	30	300.000
Brújula	Día	5.000	30	150.000
Material fungible	Global	3.597.000	1	3.597.000
TOTAL				**84.484.500**

PMS-AP-TO-FIS-02 Monitoreo de las aguas superficiales				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Aforo de Caudales*				
Aforo de Caudales	und	500.000	144	72.000.000
TOTAL				**72.000.000**
PMS-C-TO-SOC-01 Plan de monitoreo y seguimiento de la gestión social				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Transporte terrestre	día	150.000	8	1.200.000
Refrigerios	und	5.000	700	3.500.000
Alquiler de espacios y/o equipos	global	500.000	8	4.000.000
Materiales fungibles (papelería, material didáctico)	global	500.000	6	3.000.000
Publicaciones escritas	und	5.000	5.000	25.000.000
TOTAL				**36.700.000**
PMS-C-TO-SOC-02 Plan de monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Diligenciamiento de actas de vecindad				
Profesional en Trabajo Social	h/mes	5.625.000	48	270.000.000
Asistente	h/mes	1.500.000	48	72.000.000
Asistente de sistematización	h/mes	1.500.000	48	72.000.000
Atención a la comunidad				
Profesional en Trabajo Social	h/mes	5.625.000	48	270.000.000
TOTAL				**684.000.000**
TOTAL PMS EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				**877.184.500**

ETAPA: OPERACIÓN				
PMS-AP-TO-FIS-01 Estimación del efecto potencial por construcción del túnel de santa Elena sobre el abatimiento del nivel freático y las coberturas terrestres.				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Lectura de los Piezometros	und	250.000	21,0	5.250.000
Monitoreo de las Coberturas Terrestres				
Profesional especialista en SIG	h/mes	5.625.000	1,0	5.625.000
Asistente (biólogo o Ing. Forestal)	h/mes	5.625.000	0,5	2.812.500
obrero auxiliar de campo	Jornal	60.000	8	480.000
Imagen SPOT 5-10m, (media escena)	global	9.000.000	1,0	9.000.000
Servicio de software	mes	500.000	1,5	750.000
Edición de informe	Global	120.000	1,0	120.000
Profesional 1 (biólogo o Ing. Forestal)*	h/mes	5.625.000	3,5	19.687.500
Profesional 2 (biólogo o Ing. Forestal)*	h/mes	5.625.000	3,0	16.875.000
Profesional 3 (biólogo o Ing. Forestal)	h/mes	5.625.000	1,5	8.437.500
obrero auxiliar de campo	Jornal	60.000	180,0	10.800.000
Equipos (alquiler)				
GPS	Día	10.000	30,0	300.000
Corta ramas	Día	10.000	30	300.000
Inclinómetro	Día	10.000	30	300.000
Brújula	Día	5.000	30	150.000
Material fungible	Global	3.597.000	1	3.597.000
TOTAL				**84.484.500**
Valor estimado por un año				
PMS-AP-TO-FIS-02 Monitoreo de las aguas superficiales				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Aforo de Caudales*				
Aforo de Caudales	und	500.000	576	288.000.000
TOTAL				**288.000.000**

PMS-OP-TO-FIS-03 Programa de monitoreo de la calidad del agua				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Resultados y análisis de laboratorio de aguas	und	800.000	160	128.000.000
TOTAL				**128.000.000**
PMS-OP-TO-FIS-04 Programa de monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido				
DESCRIPCIÓN	**UNIDAD**	**VALOR UNITARIO**	**CANTIDAD**	**VALOR TOTAL**
Calidad de Aire				
Determinación de la calidad de aire	und	35.000.000	6	210.000.000
Ruido				
Estudio de emisión ruido	und	2.100.000	4	8.400.000
Ruido Ambiental				
Estudio de Ruido Ambiental	und	7.000.000	4	28.000.000
TOTAL				**246.400.000**
TOTAL PMS EN ETAPA DE OPERACIÓN				**877.184.500**
TOTALGENERAL DEL PMS				**1.880.553.500**

Capítulo 9. Plan de Contingencia

TABLA DE CONTENIDO

9 PLAN DE CONTINGENCIA....9.1
9.1 OBJETIVOS....9.2
9.1.1 Objetivo general....9.2
9.1.2 Objetivos específicos....9.2
9.2 ALCANCE....9.3
9.3 COBERTURA....9.3
9.4 ANÁLISIS DE RIESGOS....9.3
9.4.1 Marco legal....9.4
9.4.2 Identificación de Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo....9.5
9.4.3 Jerarquización de Amenazas....9.15
9.4.4 Frentes de obra vulnerables....9.18
9.4.5 Parámetros para evaluar la vulnerabilidad de los frentes de obra 9.19
9.5 PLAN DE CONTINGENCIAS....9.33
9.5.1 Plan Estratégico....9.33
9.5.2 Plan de Acción....9.66
9.6 COSTOS....9.90

LISTA DE TABLAS

Tabla 9.1 Amenazas, eventos, consecuencias y medidas para la construcción y operación del Túnel de Oriente....9.6
Tabla 9.2 Calificación para jerarquización de Amenazas....9.16
Tabla 9.3 Escala para la jerarquización de amenazas....9.16
Tabla 9.4 Calificación de las amenazas identificadas....9.17

Tabla 9.5 Combinaciones y calificaciones de las vulnerabilidades.....9.22

Tabla 9.6 Escala de valores y calificación del riesgo.....9.23

Tabla 9.7 Jerarquización de la vulnerabilidad en los diferentes frentes de obra. 9.23

Tabla 9.8 Identificación y jerarquización del riesgo 9.26

Tabla 9.9 Descripción de los niveles de riesgo.....9.33

Tabla 9.10 Modelo para el directorio regional del proyecto 9.42

Tabla 9.11 Personal requerido para la atención de contingencias durante construcción 9.48

Tabla 9.12 Costos de personal durante la fase de construcción 9.91

Tabla 9.13 Costos de implementos durante la fase de construcción.....9.92

LISTA DE FIGURAS

Figura 9.1 Ubicación de las contingencias dentro del organigrama general del proyecto.....9.49

Figura 9.2 Estructura Operativa del PC durante construcción.....9.50

Figura 9.3 Líneas de comunicación para la atención de contingencias durante construcción 9.51

Figura 9.4 Esquema general para la aplicación de los procedimientos de respuesta.....9.56

LISTA DE ANEXOS

Anexo_9.1_Tagging y Triage

9 PLAN DE CONTINGENCIA

El análisis de amenazas y riesgos ambientales de la construcción del Túnel de Oriente, se elabora frente a la incertidumbre de ocurrencia de eventos originados en las condiciones naturales o de situaciones de orden social presentes en la zona de influencia; buscando prevenir o disponer de respuestas eficientes y eficaces para atender el efecto causado.

En respuesta a esa necesidad, se considera fundamental instrumentar mecanismos que incorporen de manera integral la participación de todos los niveles de la comunidad en congruencia y coordinación con las autoridades civiles dentro del marco de los sistemas de protección civil.

El Plan de Prevención y Atención de Contingencias (PDC) o Plan de amenazas y riesgos ambientales implementado para el túnel, se define como un conjunto integrado de recursos humanos y económicos, instrumentos técnicos, normas generales, reglas e instrucciones, que tienen como fin adoptar medidas de seguridad que garanticen la prevención, mitigación y control de posibles condiciones anormales, accidentales o de emergencias que puedan presentarse en el área del Túnel. Igualmente permitirá establecer las responsabilidades de las entidades y personas que intervienen ante la ocurrencia de un evento y proveer la información básica sobre posibles áreas afectadas y los recursos naturales susceptibles de afectación. Además, busca facilitar todas las herramientas y los recursos para que en caso de presentarse cualquier contingencia, pueda ser afrontada en forma adecuada.

Las bases para el establecimiento de un sistema de protección deben conceptualizarse como un instrumento eficaz para el logro de la conservación de la integridad física, mediante un conjunto organizado y sistemático de estructuras y acciones que se realicen para prevenir, controlar o disminuir los daños que pueden ocasionar los desastres que la comunidad deba afrontar en el presente y el futuro.

La efectividad de un plan de contingencia depende no solamente de la existencia de un documento apropiado; también es imprescindible realizar una adecuada labor de comunicación del riesgo, la cual se fundamenta en un proceso interactivo de intercambio de información y opinión sobre la naturaleza y gestión del riesgo, de igual forma contar con elementos, actividades y procesos necesarios en la estructuración y ejecución del plan como personal capacitado y sensibilizado frente a los componentes y funciones del plan, elementos y equipos necesarios para afrontar cualquier emergencia, mantenimientos preventivos y predictivos de equipos e insumos, conocimientos técnicos y estructurales de las instalaciones, capacitación y sensibilización de proveedores y contratistas locales y regionales que pueden colaborar en una contingencia, entrenamientos y simulacros periódicos, y la evaluación y seguimiento de las situaciones anormales, accidentales y de emergencias cada vez que ocurra una contingencia, con el fin de maximizar las oportunidades de mejoramiento del desempeño y la minimización de perdidas y amenazas.

9.1 OBJETIVOS

9.1.1 Objetivo general

Generar una herramienta de prevención, mitigación, control y respuesta ante posibles contingencias generadas en la ejecución del proyecto; conformado por la infraestructura organizacional de la empresa constructora, sus recursos humanos y técnicos, y los procedimientos estratégicos que se activarán ante posibles contingencias.

9.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los riesgos potenciales que se podrían generar por acciones naturales o por intervenciones de carácter antrópico, con la finalidad de definir mecanismos de prevención y control, y en el caso de presentarse una contingencia, activar los mecanismos del plan.

- Identificar todas las instituciones, tanto privadas como estatales, presentes en el área de influencia de las obras, que puedan ofrecer sus servicios de apoyo logístico, para ser vinculadas al Plan de Contingencias.

- Minimizar las pérdidas sociales, económicas y ambientales asociadas a una situación de emergencia.

- Proponer una estructura organizativa que permitan, evitar o minimizar los efectos producidos por la ocurrencia de un evento cualquiera, además de coordinar la respuesta para la atención y evaluación de un determinado evento.

- Proteger las zonas de interés social, económico y ambiental localizadas en el área de influencia del proyecto.

- Minimizar las consecuencias legales por concepto de reclamaciones e incumplimiento de normas ambientales, de higiene y de seguridad industrial y ocupacional.

- Minimizar los impactos que se pueden generar hacia:

  - La comunidad y su área de influencia

  - Costos y reclamos de responsabilidad civil por la emergencia

  - Críticas de medios de comunicación y opinión pública, y consecuencias legales generadas por el conflicto.

- Diseñar Procedimientos de Respuesta para la atención y evaluación efectiva de los eventos producidos por la ocurrencia de los principales riesgos identificados en las fases de construcción y operación del proyecto vial.

- Establecer las características de los sistemas de alarma y comunicación, planificación de los frentes de trabajo, procedimiento de respuesta, seguimiento y evaluación de los incidentes.

9.2 ALCANCE

El plan de contingencia está orientado a la ejecución de las acciones preventivas y de control de emergencias ante la eventualidad de un suceso, y debe comprender medidas de carácter:

- Preventivo. Donde se define la localización y diseño básico de los proyectos para minimizar o controlar las amenazas del ambiente sobre las obras, y de éstas sobre el ambiente.

- Estructural. Para incorporar obras de protección, con el fin de minimizar el impacto de las consecuencias de los riesgos asumidos por las obras.

- Curativo. Para controlar rápidamente las consecuencias del desencadenamiento de una amenaza, recuperando en el menor tiempo posible la capacidad funcional de las actividades del túnel.

9.3 COBERTURA

- Cobertura Geográfica. Incluye toda la zona comprendida en el área de influencia directa.

- Cobertura Social. El Plan de Contingencia debe incluir la preparación del personal directivo, contratistas y trabajadores que participan en las diferentes fases del proyecto, a la comunidad asentada alrededor de la zona donde se. construirá el Túnel de Oriente, y a las autoridades de los municipios de Medellín, Santa Elena y Rionegro.

9.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

El Plan de Contingencia enumera los del proyecto. Estos procedimientos no reemplazan ninguna acción basada procedimientos que deben implementar el personal del proyecto en caso de una emergencia (terremoto, inundación, explosión o algún otro hecho relacionado con errores humanos). Los procedimientos presentados en este plan serán empleados por todo el personal del proyecto en el caso de alguna situación de emergencia, lo cual facilitará la rapidez y efectividad para salvaguardar vidas humanas y recursos ambientales, en o cerca de cualquier instalación en experiencia, pero si establecen guías que proporcionan directrices al personal de la compañía, organizaciones de servicio público (bomberos, policía, médico) y al público en general.

El análisis de riesgos potenciales deberá realizarse a partir de un diagnostico inicial de las diferentes actividades relacionadas durante cada una de las etapas de construcción y operación del Túnel de Oriente.

9.4.1 Marco legal

El Plan de Contingencia, además de lo establecido en el marco legal del Decreto 919 de 1989 sobre Prevención y Atención de Desastres, recomienda la capacitación preventiva de la comunidad directamente implicada con el fin de reducir la vulnerabilidad social. Las normas que deberá cumplir el Contratista con respecto al Plan de Contingencia son:

- Decreto 948 de 1995. Ministerio del Medio Ambiente. Reglamentario de la Ley 23 de 1973, la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y el control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

- Decreto 1753 de 1994. Ministerio del Medio Ambiente. Reglamentario de los títulos VIII y XII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Describe procedimientos para solicitud y adjudicación.

- Decreto 1295 de 1994, que establece la Organización y Administración del Sistema de Riesgos Profesionales.

- Decreto 1281 de 1994, el cual reglamenta las actividades de alto riesgo.

- Ley 99 de 1993. Congreso de la República. Creación del Ministerio del Medio Ambiente Reordenamiento del sector público encargado de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y organización del Sistema Nacional Ambiental (SINA).

- Constitución Política de Colombia de 1991, artículos 8, 78, 79, 80, 83, 88, 90 y 95.

- Directiva Presidencial 05 del 28 de diciembre de 1991, donde se establecen las responsabilidades de las entidades del estado en el desarrollo de la estrategia nacional contra la violencia.

- Ley 46 de 1989, que establece el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Emergencias.

- Decreto 919 de 1989, que define la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

- Directiva Presidencial 33 de 1989, donde se establecen las responsabilidades de los organismos y entidades descentralizadas de orden nacional del sector público, en el desarrollo y operación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

- Resolución 1016 de 1989, que define la organización, funcionamiento y contenido de los programas de Salud Ocupacional.

- Resolución 2309 de 1986. Ministerio de Salud. Disposiciones generales de orden sanitario para el manejo, uso, disposiciones y transporte de residuos sólidos.

- Decreto 1594 de 1984. Presidencia de la República. Reglamenta la Ley 09 de 1979 y el Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

- Resolución 8321 de 1983. Ministerio de Salud. Normas sobre la emisión y generación de ruidos.

- Decreto 02 de 1982. Ministerio de Salud. Reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y el Decreto-Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.

9.4.2 Identificación de Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo

El objetivo principal es determinar las amenazas de mayor magnitud y los frentes más vulnerables, de manera que puedan diseñar programas específicos para el manejo de la situación generada por la eventual ocurrencia de uno de estos eventos.

AMENAZA O PELIGRO o factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente, asociado con un fenómeno físico de origen natural, tecnológico o antrópico, que se puede presentar en un sitio específico y en un tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, bienes o en el medio ambiente, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento, con una intensidad, en un sitio y en un período.

VULNERABILIDAD. Definida como el grado de pérdida o daño de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso. En términos generales, la vulnerabilidad puede entenderse, entonces, como la predisposición intrínseca de un sujeto o elemento a sufrir daño debido a posibles acciones externas.

RIESGO O DAÑO. Destrucción o pérdida esperada obtenida de la convolución de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas, matemáticamente expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas y sociales en un cierto sitio, en un cierto período.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En esta ecuación, la amenaza se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso, con una cierta intensidad, en un sitio dado y en un determinado período de tiempo. La vulnerabilidad, por su parte, se entiende como el nivel o grado de exposición de un determinado frente de obra o zona de influencia ante una amenaza.

En la Tabla 9.1 se describen las amenazas, los eventos que se podrían surgir con sus respectivas consecuencias y las medidas de manejo.

Tabla 9.1 Amenazas, eventos, consecuencias y medidas para la construcción y operación del Túnel de Oriente.

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
Amenazas de carácter natural. Son las tienen su origen en eventos naturales, en cuya generación no tienen ninguna responsabilidad los entes vinculados al proyecto: gobierno, dueño del proyecto, contratista, empleados, comunidad, usuarios, etc.	**Sismo** Ocurrencia de un movimiento telúrico de una dimensión suficiente como para afectar la continuidad de los trabajos de construcción o la normal operación del proyecto, una vez este se encuentre en servicio. Aunque la amenaza está latente durante todas las fases del proyecto, su probabilidad de afectarlo es mayor en construcción, debido al carácter temporal de algunas estructuras (formaletas, casetas, etc.) y al estado de ejecución parcial de las obras.	Parálisis parcial o total de los trabajos en algunos frentes, extracostos, destrucción parcial total de obras, suspensión parcial o averías en servicios públicos (energía, acueducto, telefonía), incendios, deslizamientos, represamiento (avalanchas) en quebradas, daño en equipos, heridos, muertes, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: diseños sismo resistentes (para construcción y operación), educación del personal ante eventos sísmicos, considerar siempre - en la realización de las diferentes actividades - la posibilidad de que se presente un evento sísmico en el momento más inesperado, etc.
	Inundación Aumento gradual no esperado ni deseado en el nivel de las aguas superficiales o subterráneas por efecto de lluvias continuas, obstrucción o daño en los sistemas de drenaje o de conducción de agua, filtraciones subterráneas inesperadas, etc. A pesar de que la fase de construcción es la más vulnerable a estos eventos, también podrían presentarse inundaciones durante operación, principalmente en algunos sectores de la vía.	Afectación de obras, daño de equipos, pérdida de insumos, corto circuitos, parálisis total o parcial de los trabajos en algunos frentes, cierres o circulación restringida durante operación, extracostos, etc. En situaciones excepcionales, podrían presentarse heridos e incluso muertes por ahogamiento.	Las medidas de prevención deberían incluir: equipos de emergencia para evacuar aguas estancadas, implementos para remover obstrucciones en desagües, estructuras para evitar el ingreso de aguas a sitios no deseados, limpieza habitual de los frentes de obra, remoción permanente de derrumbes, etc.

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
	Crecientes Aumento súbito en el caudal de las corrientes cruzadas por la vía, debido a lluvias torrenciales dentro de su cuenca, o por efecto de la rápida falla de un obstáculo - generalmente tierra producto de un deslizamiento - que ha represado el curso normal del agua a lo largo de la quebrada. La energía de las aguas - enriquecidas con piedras, lodo, troncos, etc. - tiene gran poder erosivo sobre el cauce y las laderas, así como de arrastre de cualquier obstáculo que se interponga en su camino.	Destrucción parcial o total de obras de cruce, destrucción de equipos, pérdida de materiales e implementos, parálisis parcial o total de los trabajos en los sitios afectados, cierres o circulación restringida durante operación, extracostos, heridos, muertes, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: la antropización creciente de la cuenca dentro de los diseños de las estructuras de cruce, ubicar en la zona de influencia de la quebrada sólo los equipos, materiales y personal requerido para ejecutar las labores, evacuar la zona al observar lluvias torrenciales, etc.

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
Amenazas de carácter social La ocurrencia de eventos como consecuencia de este tipo de amenazas, es responsabilidad exclusiva de los actores sociales vinculados, directa o indirectamente, a las zonas de influencia del proyecto: grupos terroristas, comunidad, obreros, delincuencia común, etc.	**Actos terroristas** La construcción de nueva infraestructura implica un gran flujo de recursos, materiales, maquinaria, personal, etc. que convierten el proyecto en un centro de atención regional y nacional, muy atractivo para el accionar de grupos guerrilleros o delincuencia común organizada.	Sabotaje con destrucción parcial o total de obras (plantas de mezclas, túnel, talleres, etc.), ocupación o bloqueo de frentes de trabajo, etc.; asaltos con tomas de polvorines, centros de salud, campamentos, pagadurías, puesto militar y de policía, etc.; extorsiones para permitir el normal desarrollo de los trabajos; atracos o secuestros de personal participante en el proyecto. En la fase de operación, aunque el proyecto es un poco menos vulnerable, la amenaza no desaparece, pues podrían presentarse voladuras o asaltos de las casetas de peaje, destrucción de puentes o parte del túnel, secuestros masivos de usuarios, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: manejo de relaciones cordiales, claras y equitativas con entidades gubernamentales, comunidad y trabajadores, diseño de medidas estrictas de seguridad para los frentes de obra/sitios más vulnerables, etc.
	Levantamientos populares Esta amenaza, que involucra toda la población del área de influencia del proyecto, podría presentarse como reacción de la comunidad al considerar que sus opiniones no han sido consideradas (financiación de la obra, compra de tierras, etc.) o que sus aspiraciones no se han atendido: generación de empleo, mejora de servicios públicos, caminos de penetración, centros comunales, centros de salud, escuelas, etc.	En la fase previa a la construcción se podrían generar retrasos y extracostos por dificultades en los procesos de compra de tierras, cobro de valorización, contratación de mano de obra no calificada, cobro de peajes, etc. Durante construcción puede darse bloqueo de vías de acceso a los frentes de obra, asonadas, promoción de huelgas entre los obreros, atrasos y extracostos para el proyecto, deterioro de las relaciones proyecto - comunidad y de la imagen institucional del concesionario y del gobierno. Durante operación se podrían	Las medidas de prevención deberían incluir: manejo de relaciones cordiales, claras y equitativas con entidades gubernamentales, comunidad y trabajadores, atender - hasta donde sea posible - las peticiones de la comunidad, etc.

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
		presentar bloqueos del flujo vehicular, ya sea por protestas contra el gobierno o contra la vía misma por asunto de peajes, accidentalidad, riesgos, etc. En casos extremos se podrían presentar heridos (incluso muertes) al intervenir la fuerza pública en su disolución.	
	Huelgas Cese parcial o total de actividades por parte de algunos trabajadores o todo el personal vinculado a la construcción de un determinado frente de obra o a nivel general del proyecto. Usualmente estos eventos se originan por disconformidades del personal con sus salarios, prestaciones, jornadas de trabajo, dotaciones, actividades recreativas, grupos de compañeros, jefes directos, etc.	Sus posibles consecuencias serían: parálisis o descenso del rendimiento en algunos frentes de obra, bloqueo u ocupación de zonas estratégicas dentro del proyecto (campamentos, plantas, oficinas, túnel, etc.).	Las medidas de prevención deberían incluir: manejo de relaciones cordiales, claras, equitativas y justas con los trabajadores; asignación de las prebendas a las que - por ley - tienen derecho todos los trabajadores; políticas transparentes para la contratación de personal; dotación de infraestructura adecuada para satisfacer las necesidades básicas de los trabajadores: roperos, duchas, comedores, servicios sanitarios, instalaciones recreativas, etc.
	Problemas de salubridad Durante la fase de construcción, el flujo permanente de personal, su interacción con la población que habita la región, las posibles deficiencias en la infraestructura sanitaria y el manejo inadecuado de las medidas de higiene, son factores que incrementan la posibilidad ocurrencia de fenómenos de este tipo.	Sus posibles consecuencias serían: generación de epidemias (malaria, fiebre amarilla, dengue, venéreas, hepatitis B, sida), intoxicaciones, atrasos y extracostos para el proyecto, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: dotaciones adecuadas y cumplimiento de las normas estrictas para el manejo del aseo y la higiene en campamentos, cocinas, comedores, servicios sanitarios, etc. Exámenes médicos rigurosos para todo el personal que vaya a ser vinculado a la obra. Cumplimiento estricto del reglamento de trabajo, etc.
	Delito común Durante la fase de construcción se podría presentar sustracción o	Sus posibles consecuencias serían: enrarecimiento del clima laboral, malestar de la comunidad frente a	Las medidas de prevención deberían incluir: dotación de las instalaciones vulnerables a este tipo

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
	pérdida de dineros, materiales, equipos, dotaciones de trabajo, bienes del personal, posesiones de las comunidades cercanas, etc. por efecto de acciones delictivas por parte de los trabajadores mismos o de terceras personas.	los trabajadores vinculados a la obra, deterioro de las relaciones proyecto - comunidad, incremento en las medidas de seguridad, etc.	de hechos (campamentos, talleres, almacenes, pagadurías, etc.) con dispositivos y personal específico para su seguridad, asignación de casilleros con llave a los trabajadores para el cuidado de sus pertenencias, campañas de educación del personal para el manejo de sus relaciones con la comunidad, aplicación estricta de las medidas disciplinarias a que haya lugar, etc.
	Pérdida arqueológica Afectación parcial, destrucción o pérdida por cubrimiento de material arqueológico, producto de las excavaciones necesarias para la construcción de la vía o la adecuación de sitios de depósito.	Sus posibles consecuencias serían: pérdida permanente de parte del legado histórico y cultural de nuestros antepasados, destrucción de fichas importantes del rompecabezas que permitiría la reconstrucción de la historia antigua de la zona, retrasos en la construcción de la carretera, extracostos, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: monitoreo arqueológico durante la fase de construcción, de manera que la evaluación paralela de las actividades constructivas que representan mayor amenaza, permita la identificación (protección) de posibles sitios arqueológicos; rescate arqueológico de los sitios donde se determine la presencia de material; programas de educación para los operarios de maquinaria, etc.
Amenazas de carácter técnico. La generación de contingencias como consecuencia de la ocurrencia de esta clase de amenazas, tiene su origen en una o varias (combinación) de las siguientes causas: falla de materiales o equipos, errores humanos y eventos naturales que desencadenan un problema técnico.	**Incendio** Durante la fase de construcción y operación se podría presentar la combustión no justificada de materiales inflamables, debido a descuidos del personal (disposición de colillas de cigarrillo, quemas mal controladas, etc.), presencia de gases inflamables, corto circuitos, chispas eléctricas, explosiones, accidentes vehiculares, abastecimiento de combustibles,	Sus posibles consecuencias serían: destrucción parcial o total de equipos, maquinaria, materiales, etc., propagación del fuego a las zonas aledañas (bosques, rastrojos, pastos, viviendas, etc.), suspensión temporal de actividades en el frente de obra afectado, extracostos, heridos, muertos, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: educación del personal, normas estrictas de seguridad para el manejo de los materiales más inflamables, prohibición de fumar en áreas vulnerables, prohibición de las quemas de residuos de construcción, empleo de personal idóneo en cada una de las actividades de construcción, etc.

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
	rayos solares, etc.		
	Explosión Detonación inesperada y accidental del material explosivo requerido para las excavaciones en roca, producto de choques de vehículos con explosivos, disparos prematuros por corrientes errantes, proyección de fragmentos, fallas en vigilancia (control de tránsito de personas y equipo), fallas en la adecuación de la zona de voladura, mala información sobre los tiempos de retardo, maltrato de "cebos", atacado excesivo sobre cebos o cartuchos atracados, perforación sobre restos de explosivos fallados, sobrecarga, detonadores eléctricos activos abandonados cerca a fuentes de electricidad, abandono de material sobrante, etc.	Sus posibles consecuencias serían: destrucción parcial o total de obras, destrucción de equipos, pérdida de materiales e implementos, parálisis parcial o total de los trabajos en los sitios afectados, extracostos, heridos, muertes, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: utilización de material explosivo garantizado y que cumpla todas las medidas de seguridad exigidas a nivel internacional, implementación de normas estrictas de seguridad para el almacenamiento, transporte, colocación y detonación de explosivos, empleo de personal altamente calificado para estas actividades, vigilancia de polvorines, etc.
	Deslizamiento Movimientos (no provocados directamente) del material común o rocoso ubicado en los sitios que circundan los diferentes frentes de obra. Entre las posibles causas podrían citarse: presencia de estructuras geológicas inesperadas, desconfinamiento de masas de suelo o bloques de roca, aguas de escorrentía no controladas, altas tasa de filtración, manejo inadecuado de explosivos, etc.	Sus posibles consecuencias serían: destrucción parcial o total de obras, destrucción de equipos, pérdida de materiales e implementos, parálisis parcial o total de los trabajos en los sitios afectados, extracostos, heridos, muertes, etc. En la fase de operación se podrían presentar cierres de la vía, tránsito restringido a través de los sitios afectados, heridos, muertes, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: monitoreo permanente de las excavaciones, manejo adecuado de los procesos constructivos, control de aguas lluvias o de infiltración, implementar el programa de revegetalización de taludes propuesto dentro del Plan de Manejo Ambiental, etc.
	Derrame de combustible Vertimiento involuntario de combustibles líquidos como consecuencia de fallas (técnicas o	Sus posibles consecuencias serían: afectación de los ecosistemas afectados (suelos, vegetación, aguas, etc.), riesgos de intoxicación	Las medidas de prevención deberían incluir: utilización de toda la infraestructura, equipos y medidas de seguridad exigidas a nivel

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
	humanas) en los procedimientos de transvase del combustible, fallas en los tanques de almacenamiento (fisuras), ruptura de mangueras, fallas en las válvulas, volcamiento de carrotanques, atentados terroristas, movimientos sísmicos, etc.	por uso del agua de las corrientes afectadas, generación de incendios, intoxicación o heridas en el personal, deterioro de las relaciones proyecto - autoridades ambientales, extracostos, etc.	internacional para el transporte, almacenamiento, trasvase y manipulación de combustibles; empleo de personal altamente calificado para estas actividades; vigilancia permanente de tanques de almacenamiento; control de calidad, etc.
	Contaminación por gases Al interior del túnel se pueden acumular gases nocivos, tales como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, producto de voladuras y operación de maquinaria durante construcción. En la fase de operación, una eventual parálisis de la circulación de vehículos al interior del túnel, podría generar acumulación de monóxido de carbono por la operación de sus motores.	Sus posibles consecuencias serían: intoxicación y muerte de trabajadores o usuarios de la vía (fase de operación), extracostos por indemnizaciones, pérdida de confianza en la seguridad del túnel por parte de los trabajadores o de los usuarios, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: monitoreo permanente de la concentración de gases (durante construcción y operación), empleo de implementos de protección durante construcción (máscaras de oxígeno), sistema de ventilación permanente que incluya equipos alternos que suplan fallas en el circuito principal, educación del personal, etc.
	Accidentes de tránsito En la fase de construcción, la circulación permanente de maquinaria, tanto por las vías existentes que permiten acceder al proyecto como por los tramos construidos que sean habilitados, incrementa la posibilidad de colisiones con vehículos particulares y el atropello de peatones. En la fase de operación, la circulación de vehículos aumenta la posibilidad de choques entre ellos, así como el riesgo de atropello de peatones.	Sus posibles consecuencias serían: en las dos fases se podrían presentar heridos, muertes, demandas, protestas de la comunidad, etc. En la de construcción, adicionalmente, puede ser necesario el pago de indemnizaciones por parte del proyecto.	Las medidas de prevención deberían incluir: empleo de personal idóneo para la operación de maquinaria, mantenimiento permanente de los vehículos de la obra, utilización de barreras físicas en los sitios más vulnerables (andenes y puentes peatonales, resaltos, etc.), señalización de sitios críticos (entrada y salida de maquinaria, cruce de zonas pobladas, intersecciones viales, etc.).
	Accidentes de trabajo A pesar de que la ocurrencia de buena parte de las amenazas	Sus posibles consecuencias serían: heridos, muertes, destrucción parcial o total de equipos, afectación de la	Las medidas de prevención deberían incluir además de las medidas específicas para las

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
	anteriormente descritas, podría ocasionar heridos o muertos dentro del personal asociado a la construcción de la obra, es en este numeral donde realmente se evalúan sus alcances. Además de los accidentes producto de eventos de tipo técnico, accidental o social, existen otros cuya responsabilidad es exclusiva del afectado por el no acatamiento de las normas de seguridad, la no utilización de equipos de protección, la falta de idoneidad para realizar la actividad, trabajar en estado de embriaguez o bajo el efecto de alucinógenos, etc.	obra ejecutada, extracostos, retrasos, etc.	amenazas descritas, el empleo de personal idóneo para la realización de las diferentes actividades, la utilización de normas de seguridad e implementos de protección para los trabajadores, la aplicación de medidas disciplinarias estrictas para el personal que labore bajo efecto de licor o narcóticos, etc.
	Falla de equipos Fuera de los eventos accidentales que podrían afectar los equipos o la maquinaria, procesos como operación inadecuada, selección errónea del tipo de equipo necesario para una labor especifica, desgaste, mantenimiento inadecuado, falta de suministros (para su operación, mantenimiento o reparación), entre otros, podrían generar su puesta en fuera de servicio.	Sus posibles consecuencias serían: parálisis parcial o total del frente de obra afectado, daños en la obra ejecutada, pérdida del equipo, extracostos, heridos, muertes, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: mantenimiento permanente de los equipos utilizados, abstenerse de utilizar equipo inadecuado o en deficientes condiciones de servicio, empleo de personal idóneo para la operación de equipos y maquinaria, etc.
	Déficit de suministros A lo largo de la fase de construcción pueden ocurrir irregularidades en la provisión de materiales (cemento, hierro, dinamita, combustibles, madera, etc.) como consecuencia de eventos ajenos a la voluntad del contratista: huelgas en los respectivos sectores, quiebra del proveedor, bloqueo de vías, etc.	Sus posibles consecuencias serían: parálisis parcial o total de los frentes afectados, retrasos en el cronograma de construcción, lucro cesante, extracostos, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: utilización de varios proveedores (directos y de emergencia), contar siempre con buena disponibilidad de estos materiales en bodega (almacenes), etc.

AMENAZA	EVENTO	CONSECUENCIA	MEDIDA
	Afectación de infraestructura existente Durante la construcción de algunas obras, especialmente en la ejecución de las excavaciones para la vía en superficie y sus consecuentes derrumbes, podrían afectarse algunas obras de infraestructura que no fueron identificadas en la fase de diseño: tuberías, tanques, postes eléctricos, edificaciones, etc.	Sus posibles consecuencias serían: suspensión temporal del frente mientras se soluciona el problema, interrupción del servicio prestado por la obra afectada, deterioro de las relaciones con el afectado o con la comunidad en general, extracostos, etc.	Las medidas de prevención deberían incluir: identificación previa de la posible infraestructura comprometida y aplicación de las respectivas soluciones, realización de estas actividades con la máxima precaución, etc.

9.4.3 Jerarquización de Amenazas

Para la calificación de las amenazas identificadas, se emplearon tres parámetros básicos reportados en la literatura especializada[1]: probabilidad de ocurrencia, intensidad y duración

Probabilidad de ocurrencia (P): la probabilidad de ocurrencia se calificó bajo los siguientes criterios:

- Alta: cuando la relación túnel- ambiente determina una alta posibilidad de ocurrencia del evento contingente.
- Media: cuando se tiene factores que no permiten establecer con seguridad que el evento contingente se presentará.
- Baja: cuando las condiciones que se requieren para que el evento contingente se presente son de difícil ocurrencia.

Intensidad (I): está relacionada con el deterioro causado por la ocurrencia de un evento contingente determinado y las medidas de reparación que se deben adoptar. Se califica de la siguiente manera:

- Baja: aquella que causa un deterioro mínimo en el ambiente y que puede ser atendido y recuperado fácilmente.
- Media: aquella que causa deterioros serios al ambiente y que precisa de medidas correctoras para su atención y recuperación.
- Alta: aquella que causa daños casi irreparables al medio ambiente.

Duración (D): se refiere al periodo de tiempo en el cual se presenta la emergencia o el evento contingente. Los criterios de calificación de este parámetro son:

- Corta: cuando la emergencia generada por el evento contingente dura menos de 24 horas.
- Mediana: cuando la emergencia tiene una duración de entre uno y tres días.
- Larga: cuando la emergencia tiene una duración mayor a tres días.

Para cada uno de estos tres parámetros y para cada criterio se asigna un peso o calificación, de acuerdo con la siguiente escala de valores y establecidos con base en

[1] Witches Ch. G. Herramientas para la crisis. Desastres, ecologismo y formación profesional. SENA, Popayán 1989.

el conocimiento de la zona de estudio y del Túnel y en la experiencia del grupo de profesionales participantes en el estudio y la literatura especializada. (Ver Tabla 9.2)

Tabla 9.2 Calificación para jerarquización de Amenazas

Calificación del parámetro	valor
Bajo - Corta	2
Media	3
Alta - Larga	4

La calificación entonces de la amenaza estará dada por el producto de los valores asignados a cada parámetro básico.

$$\text{Amenaza} = (P * I * D)$$

En las Tabla 9.3 y Tabla 9.4 se detalla la calificación de la amenaza, así obtenida se jerarquiza y categoriza de acuerdo con la siguiente escala de valores relativos:

Tabla 9.3 Escala para la jerarquización de amenazas

Calificación del parámetro	Valor
Bajo	Menor o igual a 16
Media	Entre 17 y 32
Alta	Mayor o igual a 33

En la Tabla 9.4, se presenta la calificación de las amenazas (Probabilidad, Intensidad y Duración) identificadas para el Túnel.

Tabla 9.4 Calificación de las amenazas identificadas

Amenaza	Frente de obra	P	I	D	Calificación de la Amenaza	Jerarquización de la Amenaza
Endógenos						
Incendio	Campamentos, talleres y almacenes	4	4	2	32	Media
	Centros de combustible	4	4	2	32	Media
Explosión	Túnel	3	3	3	27	Media
Deslizamiento	Túnel	3	3	3	27	Medio
	Vía en superficie	4	3	4	48	Alta
	Centros de combustible	4	4	3	48	Alta
Derrame de combustible	Vía en superficie	2	3	4	24	Media
	Centros de combustible	3	3	2	18	Media
Contaminación por gases	Túnel	3	3	3	27	Media
Accidentes de tránsito	Todo el proyecto	4	3	3	36	Alta
Accidentes de trabajo	Todo el proyecto	4	3	2	24	Media
Falla de equipos	Túnel	4	3	3	36	Alta
	Fuentes y plantas de agregados	4	3	3	36	Alta
Déficit de suministros	Vía en superficie	2	3	2	12	
Afectación de infraestructura existente	Todo el proyecto	2	4	3	24	Media
Naturales						
Sismos	Todo el proyecto	3	3	3	27	Media
Inundaciones	Puentes	2	3	3	18	Media
Crecientes	Túnel	4	3	3	36	Alta
Exógenos						
Actos terroristas	Todo el proyecto	4	3	3	27	Alta
Levantamientos populares	Centros poblados cercanos	4	3	3	36	Alta
Huelgas	Todo el proyecto	3	2	3	18	Media
Problemas de salubridad	Campamentos, talleres y almacenes	3	2	3	18	
	Centros poblados cercanos	2	3	2	12	
Delito común	Todo el proyecto	4	2	3	24	Media
	Centros poblados cercanos	4	3	4	48	Alta
Pérdida arqueológica	Sitios de depósito	2	2	2	8	
	Vía en superficie	2	2	2	8	

9.4.4 Frentes de obra vulnerables

Un proceso similar al utilizado para la identificación de las diferentes amenazas, permitió determinar los frentes de obra o sitios en los que se puede fraccionar el proyecto, y facilitar de esta manera, el análisis de los riesgos a que estaría expuesto cada uno de ellos durante las fases de construcción y operación.

9.4.4.1 Vía en superficie

Incluye la banca de la vía principal y los taludes que la circundan, en los sectores occidental y oriental, sin incluir el trayecto del túnel. La configuración de la banca varía a lo largo del proyecto, de acuerdo con las obras ejecutadas para su emplazamiento: banca en corte, banca en lleno (con o sin muros), viaductos o combinaciones de los anteriores. Se incluyen en este frente las vías temporales (existentes o construidas) utilizadas para acceder al proyecto y sus frentes complementarios durante construcción.

9.4.4.2 Puentes

Además de los puentes dispuestos para el cruce de corrientes mayores, se incluyen en este frente pontones, box-culverts y alcantarillas necesarios para el cruce de corrientes de menor tamaño, o para la evacuación temporal de aguas lluvias. Se incluyen en este frente las obras de drenaje de las vías temporales (existentes o construidas), utilizadas para acceder al proyecto y sus frentes complementarios durante construcción.

9.4.4.3 Túnel

Tal como su nombre lo indica, este frente comprende el túnel vehicular que será construido para enlazar los tramos oriental y occidental de la vía en superficie. Incluye, además, los túneles complementarios requeridos para agilizar el proceso de construcción o para el suministro de ventilación, así como todos sus portales de entrada y salida.

9.4.4.4 Campamentos, talleres y almacenes

Este frente se circunscribe a los sitios utilizados para ubicar el alojamiento del personal, las cocinas, comedores, unidades sanitarias, zonas recreativas, oficinas, bodegas, talleres para la refacción de equipos y maquinaria, bodegas para el almacenamiento de equipos, insumos, restos no utilizados, etc.

9.4.4.5 Centros de combustible

Comprende todas las unidades (carrotanques, tanques, piscinas, etc.) utilizados para el transporte, almacenamiento, abastecimiento o recolección de gasolina, ACPM, Fuel Oil, kerosene, petróleo, asfalto, aceites, grasas y demás derivados del petróleo, requeridos para la operación de maquinaria y la realización de algunas tareas de construcción. Estas unidades (algunas de las cuales dispuestas sobre ruedas),

normalmente se ubican en cercanía de talleres, zonas de parqueo de vehículos, plantas de agregados, canteras, etc.

9.4.4.6 Fuentes y plantas de agregados

Involucra las canteras de roca que suministrarán la materia prima (arena, fragmentos de roca, material común, etc.) necesaria para la producción de concretos, asfalto, base y sub-base, así como para su utilización en rellenos, gaviones, enrocados, etc. En este frente se incluyen, adicionalmente, las zonas donde se emplazarán las plantas de trituración y/o mezclas, con su infraestructura complementaria: casetas, laboratorio de suelos, almacenes, etc.

9.4.4.7 Sitios de depósito

Abarca los cauces antiguos, terrazas y demás sitios utilizados para la disposición del material excedente de cortes (en el túnel, la vía principal, los accesos temporales, etc.), producción de planta que no ha sido utilizada, restos de vegetación, sobrantes de demoliciones, residuos propios de construcción, basuras de los campamentos y frentes de obra en general, etc.

9.4.4.8 Todo el proyecto

En este frente se compendian todos los frentes de obra descritos anteriormente, ya que existen amenazas que no se circunscriben a un frente de obra o sitio específico, sino que tienen un alcance que cobija buena parte de ellos o la totalidad de la zona de influencia directa del proyecto.

9.4.4.9 Centros poblados cercanos

Comprende los barrios, caseríos, pueblos, ciudades y demás sectores donde exista cierta concentración de habitantes y que quedarán localizados en las márgenes de la futura vía o dentro de la zona de influencia regional del proyecto.

9.4.5 Parámetros para evaluar la vulnerabilidad de los frentes de obra

Los cuatro parámetros seleccionados para la evaluación de la vulnerabilidad de los distintos frentes de obra fueron los siguientes:

- **Vulnerabilidad física (Vf)**

Características físicas del sector o frente de obra expuesto a una determinada amenaza, desde los puntos de vista topográfico, geotécnico, tectónico, climático, hidrológico, etc. Se valora además la dotación de elementos para el mejoramiento de las condiciones actuales (alarmas, vigilancia, monitoreo, etc.). Para calificarla se utilizó la siguiente escala de valores:

Alta: Las condiciones del sitio son poco apropiadas para el emplazamiento de obras de ingeniería: pendientes altas, terrenos inestables, amenaza sísmica alta, pluviosidad alta, cercanía de quebradas con alto potencial de creciente, etc. Se carece por completo de implementos para el mejoramiento de la seguridad.

Media: Las condiciones del sitio son aptas para la construcción de obras de ingeniería, siempre y cuando se diseñen medidas específicas para mejorar algunos condicionantes poco deseables.

Baja: Las condiciones del sitio son excelentes para la instalación de obras de ingeniería: terrenos estables, pendientes suaves, baja pluviosidad, inexistencia de quebradas en las zonas aledañas, etc. Se cuenta con todos los elementos necesarios para garantizar la seguridad del sitio.

- **Vulnerabilidad biótica (Vb)**

Diversidad e importancia ecológica de la flora y fauna presente en un determinado sector o frente de obra expuesto a una amenaza específica. De acuerdo con las características de las zonas expuestas, se clasificó de la siguiente manera:

Alta: Bosque natural alterado (**Bna**).

Bosque de galería (**Bg**). Es el bosque natural o secundario aledaño a las corrientes

Media: Bosque secundario (**Bs**). Es el bosque que surge naturalmente, después de haber talado el bosque primario.

Rastrojo alto (**Ra**). Es la vegetación arbustiva (hasta 2.0 m de altura) que crece en sitios donde se ha talado el bosque secundario y en potreros abandonados.

Baja: Rastrojo bajo (Rb). Es la vegetación de especies invasoras nativas, como el helecho, que se propaga en potreros abandonados, y contribuyen a regenerar áreas de carcavamiento.

Potreros y pastizales enmalezados (**Pe**)

- **Vulnerabilidad social (Vs)**

Se refiere al número de personas (trabajadores y comunidad) que podrían resultar afectadas por una amenaza cualquiera en un determinado sector o frente de obra. Para su evaluación se consideró la siguiente escala de valores:

Alta: Cercanía de zonas densamente pobladas: pueblos, barrios, caseríos, etc. Sitios de gran concentración de personal de la obra: campamentos, plantas de trituración y mezclas, túnel, etc. No hay posibilidad de evacuar o proteger la integridad de las personas

Media: Sitios con alguna presencia de viviendas (poco espaciamiento entre unas y otras). Frentes de obra que permiten cierta concentración de personal: excavaciones superficiales, puentes, centros de combustible, etc.

Baja: Presencia mínima viviendas. Frentes de obra con muy baja concentración de personal de obra: sitios de depósito, fuentes de materiales, etc. Existe la posibilidad de evacuar o proteger fácilmente la integridad de las personas

- **Vulnerabilidad técnica y económica (Vte)**

Durante construcción, involucra básicamente el posicionamiento de la obra o actividad con respecto a la ruta crítica del proyecto y - por ende - el costo de las obras, maquinaria, materiales e infraestructura comunitaria expuestas a una amenaza cualquiera. En la fase de operación considera los costos requeridos para la recuperación de frentes o sectores afectados, así como pérdidas económicas por la no recaudación de peajes. La escala de valores empleada fue la siguiente:

Alta: El tiempo de retraso afecta la ruta crítica del proyecto por la destrucción de la obra ejecutada y/o la pérdida de la maquinaria; la inversión de recursos está determinada no sólo por la recuperación del frente, sino también por el lucro cesante generado. Inversiones o pérdidas económicas cuantiosas durante operación.

Media: El tiempo de retraso no afecta la ruta crítica del proyecto, pues el evento sólo ocasiona deterioro parcial de la obra ejecutada y/o la pérdida o daño de maquinaria. Los sobrecostos son generados por la recuperación del frente de obra y no por lucro cesante. Inversiones o pérdidas económicas razonables durante operación.

Baja: La interrupción de la obra no afecta la ruta crítica del proyecto y las medidas correctivas no implican una gran destinación de recursos. El evento sólo ocasionaría daños leves a la obra o a la maquinaria. Inversiones o pérdidas económicas mínimas durante operación.

La combinación de los cuatro parámetros que definen, tanto las amenazas como la vulnerabilidad, se hizo bajo las siguientes premisas:

- Todos los parámetros tienen igual importancia (peso relativo) para efectos de la sumatoria global.
- Un parámetro calificado como *bajo*, es equivalente (contrarresta) a un parámetro calificado como *alto*.
- Un parámetro calificado como *alto*, es equivalente (contrarresta) a dos parámetros calificados como *medios*.
- Un parámetro calificado como *bajo*, es equivalente (contrarresta) a dos parámetros calificados como *medios*.
- Un parámetro calificado como *alto*, prevalece sobre uno calificado medio.
- Un parámetro calificado como *bajo*, prevalece sobre uno calificado medio.

Con base en lo anterior y ya que son cuatro los parámetros que definen las vulnerabilidades y tres las posibles opciones de evaluación dentro de cada uno de ellos, existen 15 posibles combinaciones, cuya configuración y calificación global se presentan en la Tabla 9.5.

Tabla 9.5 Combinaciones y calificaciones de las vulnerabilidades

Combinación	Número total según escala de valores			Calificación vulnerabilidad
	Altas	Medias	Bajas	
1	0	0	4	Baja
2	0	1	3	Baja
3	0	2	2	Baja
4	1	0	3	Baja
5	1	1	2	Baja
6	0	3	1	Media
7	0	4	0	Media
8	1	2	1	Media
9	1	3	0	Media
10	2	0	2	Media
11	2	1	0	Alta
12	2	2	0	Alta
13	3	0	1	Alta
14	3	1	0	Alta
15	4	0	0	Alta

Para la calificación del riesgo, que tal como se definió al inicio del numeral es el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, se utilizó un procedimiento similar al descrito, con la diferencia de que en este caso los parámetros son dos y tres las opciones dentro de cada uno de ellos, para un total de seis posibles combinaciones, como se ve en la Tabla 9.6.

Tabla 9.6 Escala de valores y calificación del riesgo

Combinación	Número total según escala de valores			Calificación del riesgo
	Altas	Medias	Bajas	
1	0	0	2	Bajo
2	0	1	1	Bajo
3	0	2	0	Medio
4	1	0	1	Medio
5	1	1	0	Alto
6	2	0	0	Alto

En la siguiente Tabla 9.7 se presenta la jerarquización de las vulnerabilidades evaluadas para cada frente de obra anteriormente mencionados, teniendo en cuenta la calificación de la Tabla 9.5.

Tabla 9.7 Jerarquización de la vulnerabilidad en los diferentes frentes de obra.

Amenaza	Frente de obra	Calificación de la vulnerabilidad	Jerarquización de la vulnerabilidad
Endógenos			
Incendio	•Campamentos, talleres y almacenes	Vf: Media	*Media*
		Vb: Baja	
		Vs: Media	
		Vte: Media	
	•Centros de combustible	Vf: Alta	*Alta*
		Vb: Media	
		Vs: Alta	
		Vte: Media	
Explosión	•Túnel	Vf: Media	*Media*
		Vb: Baja	
		Vs: Alta	
		Vte: Media	
Deslizamiento	•Vía en superficie	Vf: Alta	*Media*
		Vb: Media	
		Vs: Media	
		Vte: Media	
	•Túnel	Vf: Baja	*Media*
		Vb: Baja	
		Vs: Alta	
		Vte: Alta	
	•Sitios de depósito	Vf: Baja	[illegible]
		Vb: Media	
		Vs: Baja	
		Vte: Baja	
Derrame de combustible	•Vía en superficie	Vf: Alta	*Media*
		Vb: Alta	
		Vs: Baja	
		Vte: Baja	
	•Centros de combustible	Vf: Baja	[illegible]
		Vb: Alta	
		Vs: Baja	
		Vte: Baja	

Amenaza	Frente de obra	Calificación de la vulnerabilidad	Jerarquización de la vulnerabilidad
Contaminación por gases	•Túnel	Vf: Media Vb: Media Vs: Media Vte: Baja	*Media*
Accidentes de tránsito	•Todo el proyecto	Vf: Alta Vb: Baja Vs: Alta Vte: Baja	*Media*
Accidentes de trabajo	•Todo el proyecto	Vf: Media Vb: Baja Vs: Alta Vte: Media	*Media*
Falla de equipos	•Túnel	Vf: Baja Vb: Baja Vs: Media Vte: Media	[redacted]
	•Fuentes y plantas de agregados	Vf: Baja Vb: Baja Vs: Baja Vte: Baja	
Déficit de suministros	Todo el proyecto	Vf: Baja Vb: Baja Vs: Baja Vte: Alta	
Afectación de infraestructura existente	Vía en superficie	Vf: Alta Vb: Baja Vs: Media Vte: Media	*Media*
Naturales			
Sismos	Todo el proyecto	Vf: Baja Vb: Baja Vs: Alta Vte: Alta	*Media*
Inundaciones	Túnel	Vf: Baja Vb: Baja Vs: Baja Vte: Alta	[redacted]
Crecientes	Puentes	Vf: Alta Vb: Baja Vs: Media Vte: Media	*Media*
Exógenos			
Actos terroristas	Todo el proyecto	Vf: Media Vb: Media Vs: Baja Vte: Alta	*Media*
Levantamientos populares	Centros poblados cercanos	Vf: Baja Vb: Baja Vs: Media Vte: Alta	[redacted]
Huelgas	Todo el proyecto	Vf: Baja Vb: Baja	

Amenaza	Frente de obra	Calificación de la vulnerabilidad	Jerarquización de la vulnerabilidad
		Vs: Baja	
		Vte: Alta	
Problemas de salubridad	Campamentos, talleres y almacenes	Vf: Baja	
		Vb: Baja	
		Vs: Media	
		Vte: Baja	
	Centros poblados cercanos	Vf: Baja	
		Vb: Baja	
		Vs: Media	
		Vte: Baja	
Delito común	Todo el proyecto	Vf: Media	
		Vb: Baja	
		Vs: Alta	
		Vte: Baja	
	Centros poblados cercanos	Vf: Media	
		Vb: Baja	
		Vs: Alta	
		Vte: Baja	
Pérdida arqueológica	Vía en superficie	Vf: Baja	
		Vb: Baja	
		Vs: Baja	
		Vte: Media	
	Sitios de depósito	Vf: Media	
		Vb: Baja	
		Vs: Baja	
		Vte: Media	

La Tabla 9.8, expresa la identificación y jerarquización de los riesgos asociados a las actividades desarrolladas en los frentes de obra, esto con el fin de priorizar y potenciar el control operacional en los diferentes procedimientos establecidos por el Túnel. Su análisis se realizó a partir de la Tabla 9.6.

Tabla 9.8 Identificación y jerarquización del riesgo

Amenaza	Frente de obra	Riesgo	Jerarquización de la Amenaza	Jerarquización de la vulnerabilidad	Jerarquización del riesgo
Endógenos					
Incendio	Campamentos, talleres y almacenes	La circulación constante de personal, el no acatamiento de las normas de seguridad, la inflamabilidad de los materiales presentes y la manipulación de aceites, combustibles, etc. hacen factible la ocurrencia de un incendio.	Media	Media	Media
	Centros de combustible	La circulación constante de maquinaria y personas ajenas a las normas de prevención, aumenta los peligros. La ocurrencia de un incendio implica destrucción total o parcial del centro, con posible pérdida de vidas y de maquinaria	Media	Alta	Alta
Explosión	Túnel	Liberación súbita e inesperada de energía debida a colisiones de vehículos con explosivos, manejo inadecuado de los mismos (sobrecarga, maltrato de cebos), explosivos defectuosos, perforación sobre explosivos fallados, etc.	Media	Media	Media
Deslizamiento	Vía en superficie	Movimiento imprevisto de tierra en los taludes o terraplenes que conforman la banca de la vía, como consecuencia de estructuras geológicas inesperadas, altas filtraciones, aguas superficiales, desconfinamiento, etc.	Alta	Media	Alta

Amenaza	Frente de obra	Riesgo	Jerarquización de la Amenaza	Jerarquización de la vulnerabilidad	Jerarquización del riesgo
	Túnel	Caída total o parcial de un tramo de túnel, como resultado del hallazgo de estructuras geológicas inesperadas, el desconfinamiento de bloques de roca, altas tasa de filtración, mal manejo de explosivos, etc.	Alta	Media	Alta
	Sitios de depósito	Movimiento imprevisto del material dispuesto en los sitios de depósito, como efecto de prácticas inadecuadas en su selección, disposición o compactación; falta de protección (control) ante agentes atmosféricos y el agua lluvia, etc.	Alta	Baja	Media
Derrame de combustible	Vía en superficie	Un eventual derrame por el volcamiento o avería de algún carrotanque de abastecimiento, podría afectar los suelos, la mesofauna (zonas boscosas), las poblaciones ícticas, la calidad de agua de consumo, la salud de la población, etc.	Media	Media	Media
	Centros de combustible	Los derrames pueden ocurrir por errores en el transvase, por fallas en los tanques (fisuras, válvulas), por ruptura de mangueras, etc. Fuera de los riesgos descritos en la ficha anterior, podría afectar además al proyecto y su personal	Media	Baja	

Amenaza	Frente de obra	Riesgo	Jerarquización de la Amenaza	Jerarquización de la vulnerabilidad	Jerarquización del riesgo
Contaminación por gases	Túnel	Las voladuras, operación de maquinaria, circulación de vehículos (operación), etc. podrían generar acumulación de gases nocivos (CO, Nox, SOx, etc.) al interior del túnel y afectar la salud de obreros, conductores, etc.	Media	Media	Media
Accidentes de tránsito	Todo el proyecto	La operación permanente de maquinaria durante construcción (en la vía misma y en sus accesos), así como la circulación de vehículos durante operación, incrementan el riesgo de accidentes en cercanía de zonas pobladas.	Alta	Media	Alta
Accidentes de trabajo	Todo el proyecto	La integridad física de las personas que laboran en el proyecto, podría afectarse por irregularidades en el diseño, implementación o control del programa de seguridad industrial por parte del contratista y el personal a su cargo.	Media	Media	Media
Falla de equipos	Túnel	Problemas en la operación de los equipos requeridos para la construcción u operación del túnel (taladros, plantas eléctricas, equipos de ventilación, etc.). Causas: mala operación o mantenimiento, accidentes, desgaste, etc.	Alta	Baja	Media

Amenaza	Frente de obra	Riesgo	Jerarquización de la Amenaza	Jerarquización de la vulnerabilidad	Jerarquización del riesgo
	Fuentes y plantas de agregados	Problemas en la operación de los equipos requeridos para la producción de mezclas asfálticas y de concretos (quemadores, zarandas, toldas, etc.). Causas: mala operación o mantenimiento, accidentes, desgaste, etc.	Alta	Baja	Media
Déficit de suministros	Todo el proyecto	Dificultades para dotar los diferentes frentes de trabajo de los materiales de construcción (agregados, cemento, explosivos, etc.), combustibles, energía, etc. que requieren para el desarrollo normal de las actividades constructivas	Baja	Baja	
Afectación de infraestructura existente	Vía en superficie	Afectación total o parcial de infraestructura comunitaria (acueductos, alcantarillados, redes eléctricas, etc.), como consecuencia de los movimientos de tierra que se deben realizar para conformar la banca de la vía en superficie.	Media	Media	Media
Naturales					
Sismos	Todo el proyecto	Daño o pérdida de infraestructura, equipos, materiales, vidas, etc. Retrasos en la construcción y cierres durante operación. El túnel sería el frente más vulnerable.	Media	Media	Media

Amenaza	Frente de obra	Riesgo	Jerarquización de la Amenaza	Jerarquización de la vulnerabilidad	Jerarquización del riesgo
Inundaciones	Túnel	Inundación del túnel por filtraciones a través de fallas o estructuras geológicas inesperadas, que funcionan como redes de drenaje al interior de la roca. El flujo tendría que superar la capacidad de evacuación de las bombas.	Media	Media	Media
Crecientes	Puentes	El aumento súbito de caudal en ríos y quebradas cruzadas podría ocasionar daños sobre fundaciones, columnas, vigas, tableros, obra falsa, etc. Lo anterior implicaría cierres de la vía y cuantiosas pérdidas económicas	Alta	Media	Alta
Exógenos					
Actos terroristas	Todo el proyecto	Bloqueo o destrucción (parcial o total) de la infraestructura principal del proyecto: planta de agregados, centros de combustibles, puentes, equipo de construcción, talleres. Tomas de polvorines, campamentos. Plagio de personal.	Alta	Media	Alta
Levantamientos populares	Centros poblados cercanos	Se pueden originar como reacción de la comunidad de la ZI al considerar que sus aspiraciones no han sido atendidas. Posibles acciones: bloqueo de vías, asonada, promoción de huelgas de obreros, etc.	Alta	Baja	Media

Amenaza	Frente de obra	Riesgo	Jerarquización de la Amenaza	Jerarquización de la vulnerabilidad	Jerarquización del riesgo
Huelgas	Todo el proyecto	Se pueden originar por problemas con la remuneración, incumplimiento en la seguridad social, etc. Sus consecuencias pueden generar atrasos en la construcción, extracostos, bloqueo total o parcial del proyecto, etc.	Media	Baja	-
Problemas de salubridad	Campamentos, talleres y almacenes	Generación de enfermedades o epidemias (intoxicaciones, malaria, fiebre amarilla, dengue, venéreas, hepatitis B, sida, etc.) como consecuencia de la convivencia en campamentos del personal vinculado a la construcción	Baja	Baja	
	Centros poblados cercanos	Generación de enfermedades o epidemias (intoxicaciones, malaria, fiebre amarilla, dengue, venéreas, hepatitis B, sida, etc.) como consecuencia de la interacción entre el personal de la obra y la población de la zona de influencia	Baja	Baja	
Delito común	Todo el proyecto	Sustracción o hurto de materiales, implementos de trabajo, equipos, pertenencias de los trabajadores, etc. por parte del personal vinculado a la obra o por terceras personas	Media	Baja	

Amenaza	Frente de obra	Riesgo	Jerarquización de la Amenaza	Jerarquización de la vulnerabilidad	Jerarquización del riesgo
	Centros poblados cercanos	Sustracción o hurto (en las propiedades privadas de la ZI) de pertenencias materiales, productos agrícolas, animales domésticos, etc., por parte del personal vinculado a la obra	Alta	Baja	Media
Pérdida arqueológica	Pérdida arqueológica	Destrucción total o parcial de vestigios arqueológicos, como consecuencia de los movimientos de tierra que se deben realizar para conformar la banca en los sectores de vía en superficie.	Baja	Baja	
	Sitios de depósito	Destrucción total o parcial de vestigios arqueológicos, debido a las excavaciones necesarias para adecuar la fundación de los sitios de depósito. Cubrimiento permanente de los vestigios por el material dispuesto	Baja	Baja	

Tabla 9.9 Descripción de los niveles de riesgo

NIVEL DE RIESGO (JERARQUIZACIÓN)	DESCRIPCIÓN
Alto	Bajo ninguna circunstancia se deberá mantener un riesgo con esa capacidad potencial de afectar el logro del objetivo. Por tanto, estos riesgos requieren una atención de alta prioridad para buscar disminuir en forma inmediata su calificación.
Medio	Aunque deben desarrollarse actividades para la gestión sobre el riesgo, tienen una prioridad de segundo nivel, pudiendo ejecutarse a mediano plazo.
	El riesgo no tiene una gravedad significativa, por lo que no amerita la inversión de recursos y no requiere acciones adicionales a las ya aplicadas.

Teniendo en cuenta la descripción del nivel de jerarquización del riesgo de la Tabla 9.9 los riesgos que requieren una atención de alta prioridad son: el Incendio en los centros de combustibles, es Deslizamiento en la vía en superficie y en el túnel; los Accidentes de tránsito y los Actos terroristas en todo el proyecto.

Al analizar los resultados obtenidos para la calificación del *Riesgo*, que son el producto de la integración de las calificaciones individuales de *Amenaza* y *Vulnerabilidad*, se observa que sólo seis (18,6%) de las 27 interacciones fueron clasificadas como de riesgo alto, 13 (48,1%) como de riesgo medio y las ocho restantes (29,7%) como de riesgo bajo.

9.5 PLAN DE CONTINGENCIAS

El Plan de Contingencias está dividido en dos partes: Plan Estratégico y Plan de Acción.

9.5.1 Plan Estratégico

El Plan Estratégico define la estructura y la organización para la atención de emergencias, las funciones y responsabilidades de las personas encargadas de ejecutar el plan, los recursos necesarios, y las estrategias preventivas y operativas a aplicar en cada uno de los posibles escenarios, definidos a partir de la evaluación de los riesgos asociados a la construcción del Túnel.

9.5.1.1 Estructura operativa

Antes de establecer la estructura operativa que garantice la implementación del Plan de Contingencia, es necesario conocer las responsabilidades de las diferentes instituciones y grupos de trabajo vinculados al proyecto, así como las pautas que rigen las relaciones entre ellos. Finalmente, el Plan de Contingencias, requiere de centros de control y un sistema de comunicaciones que permitan canalizar la información y, por consiguiente, brindar una respuesta efectiva ante la ocurrencia de un evento.

9.5.1.1.1 Actores vinculados

Tal como se observa en la Figura 9.1, en la Concesión Aburrá - Oriente" participan - directa o indirectamente - varias entidades y grupos que podrían tener relación con la prevención, control o generación de contingencias.

Departamento de Antioquia. En su calidad de Concedente del proyecto (dueño de la concesión), tiene la potestad de suspender - parcial o totalmente - el contrato, en caso de que el Concesionario incumpla alguna de las cláusulas relativas al particular.

Gerencia del proyecto. Tal como lo especifica el Contrato de Concesión, esta entidad representa directamente al Departamento de Antioquia en el proyecto. Su responsabilidad principal es realizar la interventoría de todas las actividades incluidas en las diferentes fases del proyecto (diseño, construcción y operación) durante los 25 años de vigencia de la concesión.

Concesionario. Para su operación, la sociedad conformó cuatro direcciones, de las cuales las tres siguientes tienen relación directa con el Plan de Contingencia (véase la Figura 9.1).

- Dirección de Ingeniería. Responsable de los estudios y diseños requeridos para la construcción del túnel y sus respectivos accesos. El presente Plan de Contingencia, parte integrante de los estudios ambientales, fue concebido en esta fase.

- Dirección de construcción y mantenimiento. En la fase de construcción, es la responsable de la ejecución de las obras civiles y de su respectiva interventoría, tanto técnica como ambiental; las labores de mantenimiento incluyen las realización de las obras necesarias para mantener condiciones de transito aceptables. La creación de la Unidad de Contingencias (UC), permitiría atender todas las emergencias que se presenten en esta fase

- Dirección de operación. Encargada de la infraestructura de operación, el manejo de los peajes (recaudos, tarifas, etc.) y la atención de todas las posibles contingencias que se presenten durante esta fase.

Comunidad. Las personas que habitan la zona de influencia del proyecto podrían convertirse en actores o víctimas de un evento de tipo contingente. El primero de los casos se refiere a los eventos de tipo social, ya que la comunidad misma, como consecuencia de algún tipo de malestar con el proyecto, genera un levantamiento popular por intermedio de bloqueo de vías, ocupación de frentes, destrucción de equipos o maquinaria, etc. En el segundo caso, la comunidad, al igual que el proyecto y el medio ambiente, puede ser víctima de los efectos generados por eventos de tipo natural o accidental.

Entidades externas de apoyo: cuando las condiciones del evento así lo requieran, se podrá contar con el apoyo de las siguientes instituciones:

- Centros de salud: Los principales centros ubicados en la zona de influencia del proyecto son los siguientes:
  - Centro de salud Santa Elena
  - Clínica de Fracturas de Medellín
  - Clínica El Rosario
  - Clínica El Sagrado Corazón (Buenos Aires)
  - Clínica León XIII (ISS)
  - Clínica Medellín sede Centro
  - Clínica San Juan de Dios (La Ceja)
  - Clínica SOMA
  - Clínica Somer (Rionegro)
  - Hospital Braulio Henao Mejía (Buenos Aires)
  - Hospital general de Medellín
  - Hospital Manuel Uribe Angel (Envigado)
  - Hospital Municipal Gilberto Mejía M. (Rionegro)
  - Hospital Nuestra Señora de La Candelaria (Guarne)
  - Hospital Pablo Tobón Uribe
  - Hospital San Juan de Dios (Rionegro)
  - Hospital San Juan de Dios (El Retiro)
  - Hospital San Vicente de Paúl
- Bomberos. Se cuenta con el apoyo de los cuerpos de bomberos de Medellín, de la Subestación Oriental, del casco urbano de Rionegro y del aeropuerto José María Córdova.
- Cruz Roja y Defensa Civil. Están capacitadas para brindar apoyo de primeros auxilios, rescate de víctimas y servicio de ambulancias por intermedio de sus sedes en la zona de influencia: Medellín, Rionegro, La Ceja, etc.

- C.R.U.E. Comité de Regulación de Urgencias y Emergencias de Medellín. En caso de emergencias de gran tamaño, se encarga de coordinar y administrar los recursos hospitalarios con que cuenta la ciudad para la atención de víctimas.

- SIMPAD (Sistema Metropolitano de Prevención y Atención de Desastres) y Comités Locales (municipales) de Emergencia. Cuando un evento, por su magnitud, sobrepase la capacidad operativa del Plan de Contingencias, se debe solicitar el apoyo de este organismo.

- Fuerza pública (Policía, ejército, etc.). Cuando se presenten eventos que alteren el orden público y que no puedan ser resueltos con el personal de seguridad adscrito al proyecto, se contará con el apoyo de la fuerza pública, que posee muy buena presencia en la región: comandos o bases en Medellín, Barrio Buenos Aires, Corregimiento de Santa Elena, Aeropuerto José María Córdova, casco urbano del todos los municipios del oriente cercano, etc.

9.5.1.1.2 Estructura para contingencias durante construcción

Para la atención de contingencias en la fase de construcción, se propone la creación de la Unidad de Contingencias (UC), conformada a su vez por los tres grupos siguientes: División Salud, División Social y División Técnica (véanse la Figura 9.2 y la Tabla 9.11).

Estas divisiones, conjuntamente con grupos de apoyo externos (centros de salud, comités locales de emergencia, policía, ejército, etc.) e internos (Interventorías, Oficina de Atención a la Comunidad OAC, etc.), tendrían la responsabilidad de prevenir y atender las contingencias que se presenten durante esta fase.

La Unidad de Contingencias, que de acuerdo con la Figura 9.1 depende de la Dirección de Construcción, será encabezada por un profesional que se ajuste al siguiente perfil:

- Profesional en el área de la ingeniería.

- Experiencia mínima de 10 años.

- Experiencia en el manejo técnico y administrativo de proyectos.

- Experiencia en el área de seguridad industrial o atención de emergencias.

- Amplia capacidad de gestión.

Dentro de las funciones del director de la Unidad de Contingencias, que tendrá dedicación exclusiva dentro del organigrama del proyecto, cabe mencionar las siguientes:

- Coordinar las actividades a realizar por las diferentes divisiones.

- Centralizar la información requerida para la toma decisiones en el momento de una contingencia.

- Definir, de manera autónoma o en coordinación con alguna otra instancia del proyecto, las acciones a seguir para atender algún evento.

- Evaluar las consecuencias de los eventos y los mecanismos de respuesta implementados, con el fin de realizar las actualizaciones a que haya lugar.

- Divulgar el Plan de Contingencias en las diferentes esferas del proyecto, de manera que se convierta en una herramienta efectiva para la atención de emergencias.

- Organizar reuniones periódicas en las que participen las diferentes divisiones que conforman la Unidad de Contingencias.

- Gestionar los acuerdos interinstitucionales que permitan contar con apoyo externo (rápido y efectivo) cuando las dimensiones del evento así lo exijan.

- Atender los medios de comunicación, para suministrarles la información que soliciten en un momento determinado.

- Participar en los Comités de Obra del proyecto y elaborar los informes que requiera la Dirección de Construcción y las entidades externas de control.

A continuación se describen las tres divisiones que conforman la Unidad de Contingencias y las actividades asignadas a cada una de ellas, mientras que en la Tabla 9.11 se presenta el personal requerido para llevarlas a cabo.

DIVISIÓN SALUD: será la responsable de prever, controlar y atender eventos que pudiesen afectar la salud e integridad física del personal vinculado a la construcción del proyecto, de visitantes eventuales y de terceras personas. Aunque tradicionalmente, el manejo de la Salud Ocupacional y la Seguridad Industrial, se ha realizado independientemente de las contingencias, en este caso particular y por tratarse de asuntos interrelacionados, se propone una administración conjunta que permita optimizar recursos y mejorar la capacidad de respuesta (véase la Figura 9.2).

Las actividades de esta división pueden agruparse en los programas que se detallan a continuación.

Medicina preventiva: este programa tiene como finalidad la promoción, prevención y control de la salud de los trabajadores vinculados al proyecto, protegiéndolos de los factores de riesgo presentes en los sitios de trabajo.

Higiene, orden y aseo: el adecuado manejo de estos tres elementos es fundamental para disminuir la posibilidad de ocurrencia de incendios, explosiones, heridas, cortaduras, enfermedades transmisibles, etc.

Atención de problemas de salubridad: con este programa se pretende evitar la propagación de enfermedades de tipo endémico y epidémico, así como atender y controlar las alteraciones de salud en las personas afectadas. En este sentido, se adelantarán campañas de prevención y preparación que incluyen, entre otros, la actualización permanente del programa de Salud Ocupacional, la vacunación del personal ante las enfermedades de mayor riesgo en la zona y el control estricto de la higiene en los diferentes frentes de obra. Las posibles contingencias serán atendidas según el tipo de enfermedad.

Atención de accidentes: en la mayoría de los eventos que comprometen la integridad física de las personas, la falta de una atención rápida y adecuada se traduce en un agravamiento de sus lesiones y - en muchos casos - en su muerte. Por tal motivo, se propone la implementación del presente programa, que tendría - entre otras - las siguientes funciones:

- Mantener comunicación permanente con el Centro de Control, los frentes de obra y las entidades externas de apoyo, con el fin de atender de manera coordinada y eficiente las emergencias.

- Brindar apoyo inmediato (atención médica y rescate de víctimas) al frente de obra afectado.

- Evaluar las consecuencias del evento y solicitar al Centro de Control el apoyo que se considere necesario.

- Coordinar el transporte de víctimas a los centros de atención más cercanos.

  Para la atención de accidentes, se contará con dos Unidades Móviles (UM) que prestarán servicio durante las 24 horas del día (si las condiciones de trabajo así lo exigen) y en cada uno de los sectores en que se ha subdividido el proyecto (oriental y occidental). Cada unidad contará con un vehículo dotado con equipo de primeros auxilios, implementos para el rescate de víctimas y que permita, además, su transporte adecuado a los centros de salud más cercanos (véanse la Tabla 9.11 y la Figura 9.2).

DIVISIÓN SOCIAL: esta división tiene como objetivos el manejo de la seguridad en los diferentes frentes de obra durante construcción, la implementación del programa de política social y la atención de las contingencias de tipo social que se puedan presentar (véase la Figura 9.2).

- **Seguridad de los frentes de obra**

  En lo que se refiere a esta actividad, que será subcontratada con una empresa privada de vigilancia, las funciones principales de la división serán las siguientes:

- Realizar la interventoría a la empresa de vigilancia que sea contratada para brindar seguridad en los frentes de obra.

- Visitar permanentemente los frentes de obra, con el fin de evaluar el funcionamiento de los sistemas de seguridad implementados.

- Celebrar reuniones periódicas con las directivas de la empresa de seguridad, con el objeto de analizar los problemas que hayan surgido y establecer conjuntamente las soluciones respectivas.

- Sostener relaciones permanentes con la policía y ejército, para facilitar (cuando sea necesario) el apoyo rápido y efectivos de estos organismos.

- **Política Social**

  La viabilidad social de los proyectos de infraestructura en nuestro país, está seriamente afectada por el acoso sistemático de que son víctimas los empleados que trabajan en zonas en conflicto. El secuestro, el hostigamiento, las vacunas, los atentados, etc., han llevado a las empresas a considerar no sólo las amenazas de tipo físico y económico, sino también las amenazas de carácter social.

  Por este motivo se propone la implementación de este programa, con el objetivo general de desarrollar políticas y estrategias que garanticen la viabilidad social del proyecto, con base en el sentido de responsabilidad social del Consorcio y en su proyección a la comunidad a través de los servicios que presta.

Atención de eventos sociales: en este caso, la principal responsabilidad de la División Social sería coordinar - conjuntamente con la Interventoría, la OAC y los organismos de apoyo externo (policía, ejército) - el soporte que sea necesario para atender y buscar solución a las emergencias generadas por la ocurrencia de este tipo de eventos.

DIVISIÓN TÉCNICA. Esta división sería la responsable de implementar estrategias que permitan al personal vinculado al proyecto y a las comunidades cercanas, adquirir un mejor nivel de respuesta ante la ocurrencia de un evento de tipo accidental o social.

A continuación, y para cada una de las actividades asociadas a esta división, se relacionan sus principales responsabilidades, descritas con más detalle en el las estrategias de prevención.

- **Capacitación**

- Realizar campañas para difundir el Plan de Contingencias a los diferentes actores relacionados con el mismo.

- Programar conferencias sobre prevención, atención y recuperación de desastres para el personal adscrito al proyecto y las comunidades cercanas.

- **Entrenamiento**

- Organizar cursos y talleres de capacitación para miembros (personas claves) dentro del personal vinculado a los diferentes frentes de obra del proyecto.

- Organizar simulacros para la atención de emergencias (ocurrencia de eventos) que incluyan los posibles actores involucrados.

- **Seguridad Industrial**

- Identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo presentes en los diferentes frentes de obra y que, en un momento determinado, pueden generar enfermedades laborales o accidentes de trabajo.

- Implementar y conservar las normas, dotaciones personales, equipos para emergencias, etc. requeridas para minimizar la vulnerabilidad de los trabajadores ante los riesgos identificados en cada uno de los frentes de obra.

- Instalar y mantener en óptimo estado de funcionamiento, la instrumentación (sistemas de monitoreo, comunicaciones, alarmas, etc.) requerida para responder adecuadamente ante la ocurrencia de un evento.

- Establecer y mantener una señalización adecuada en los diferentes frentes de obra, de manera que se minimicen los riesgos antes, durante y después de la ocurrencia de un evento cualquiera.

- **Atención de eventos técnicos**

Debido a que la ocurrencia de cualquier tipo de evento generalmente involucra algún componente de carácter técnico, la división técnica - por intermedio de la Brigada de Atención Técnica - BAT - se encargaría de las siguientes labores en caso de ser necesaria su presencia:

- Delimitar las zonas de emergencia para evitar el ingreso de personal no autorizado.

- Controlar la emergencia desde el punto de vista técnico: incendio, inundación, derrames de combustibles, falla de equipos, etc.

- Evaluar las consecuencias técnicas del evento y solicitar al Centro de Control (CC) el apoyo que se considere necesario.

- Implementar las medidas necesarias para reactivar las actividades normales en el frente de obra afectado, una vez se haya superado la emergencia.

- Elaborar el informe de evaluación para la emergencia (véase numeral 1.5.1.3.2).

- La BAT, que prestará servicio a todo el proyecto durante las 24 horas del día, contará con una cuadrilla compuesta por cuatro bomberos y un vehículo con la dotación básica para atender un evento de tipo técnico: extintores de incendios, herramienta, implementos de apoyo, etc. Además de atender eventos técnicos, esta brigada participaría en las tareas de divulgación, capacitación, entrenamiento y seguridad industrial.

Sistema de comunicaciones. Para garantizar una respuesta rápida y efectiva ante la ocurrencia de un evento cualquiera, es necesario contar con un sistema de comunicaciones que recoja la información del frente de obra afectado y la distribuya, según el tipo de evento, a las entidades de apoyo (internas y externas) encargadas de atender la emergencia (véase la Figura 9.3).

El organigrama del sistema de comunicaciones para la atención de contingencias tiene como núcleo un Centro de Control (CC), que se debe localizar en un sitio estratégico dentro del proyecto, que podría ser el campamento, el Aeropuerto José María Córdova o algún sitio en la ciudad de Medellín. Dentro de las funciones principales del Centro de Control (CC), se destacan las siguientes:

- Recibir todas las comunicaciones de emergencia de parte del frente de obra afectado.
- Activar, según el tipo de evento, el Plan de Contingencia requerido para la atención del evento.
- Transmitir la información recibida a las entidades, internas y externas, vinculadas a la atención del evento presentado.
- Recibir y gestionar todo el apoyo adicional que sea necesario para atender un evento cualquiera.
- Mantener un directorio regional del proyecto que contenga los organismos - internos y externos - de importancia para la atención de cualquier tipo de evento que pueda ocurrir (véase la Tabla 9.10).

Para garantizar el adecuado flujo de información entre los frentes de obra, el Centro de Control (CC) y las entidades de apoyo (internas y externas) se debe contar con radios de comunicación, radioteléfonos, líneas telefónicas convencionales, teléfonos celulares, teléfonos públicos gratuitos a lo largo de la vía y demás equipos que sean necesarios para este menester.

Tabla 9.10 Modelo para el directorio regional del proyecto

Institución	Teléfono[2]	Dirección[3]
Concesionario		
Gerencia		
Dirección de Ingeniería		
Dirección de construcción y mantenimiento		
Contratistas		
Interventoría técnica		
Interventoría ambiental		
Frentes de obra		
Oficina de Atención a la Comunidad		
Dirección de operación		
Centro de operación		
Peajes		
Ambulancia durante operación		
Grúa durante operación		
Dirección administrativa y financiera		
Dirección Unidad de Contingencias - UC		
Centro de Control de la UC		
División Salud de la UC		
Unidad móvil occidental		
Unidad móvil oriental		
División Social de la UC		
Empresa Privada de seguridad		
División Técnica de la UC		
Brigada de Atención Técnica - BAT		
Instituciones gubernamentales		
Alcaldía de El Retiro	5.41.23.12	Cll. 20 N 20-20. El Retiro
Alcaldía de Guarne	5.51.00.25	Cll. 50 N. 49 - 78. Guarne
Alcaldía de La Ceja	5.53.14.14	Cra. 20 N. 19-78. La Ceja
Alcaldía de Medellín	3.85.52.08	Centro Administrativo La Alpujarra
Alcaldía de Rionegro	5.32.04.07	Cra. 68 N 41 B-63. Rionegro

[2] Estos datos serán complementados cuando se tenga definido el sitio exacto de las instalaciones del Concesionario.
[3] ídem

Institución	Teléfono[2]	Dirección[3]
Area Metropolitana del Valle del Aburra	2.62.33.24	Centro Administrativo La Alpujarra
C.T.I	2.31.38.81	Cra. 50 A N. 53-36. Medellín
CERCA de Buenos Aires	2.16.10.26	Cll. 49 N 31-12. Medellín
CERCA Santa Elena	5.38.01.09	Antiguo retén vía Santa Elena
Corantioquia	3.51.10.92	Cll. 38 N. 65 D-39. Medellín
CORNARE El Santuario	5.46.27.64	Cll. 45 N. 57-321. El Santuario
CORNARE RIONEGRO	5.61.19.52	Cll. 44 A N. 48 A-61. Rionegro
Empresas Públicas de La Ceja	5.53.33.57	Casco urbano La Ceja
Empresas Públicas de Medellín	3.80.80.80 / 115	Edificio Inteligente
Empresas Públicas de Medellín (oficina de Rionegro)		Cra. 57 N. 47-16
Empresas Varias de Medellín	2.67.00.01	Cra. 64 C N. 103 EE-98. Medellín
Fiscalía general de la nación	5.13.19.52	Cra. 50 N. 54-19. Piso 9. Medellín
Gerencia del proyecto (interventoría del contrato)		
Gobernación de Antioquia	3.85.80.00	Centro Administrativo La Alpujarra
Instituto MI RIO	2.11.85.85	Cll. 65 N. 50 A -85. Medellín
Instituto Nacional de Vías	2.62.66.44	Estación del Ferrocarril de Antioquia
Secretaría de Obras Públicas de Medellín	3.85.59.03	Centro Administrativo La Alpujarra
Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín	4.41.31.11	Centro Administrativo La Alpujarra
Tránsito de La Ceja	5.53.23.13	Casco urbano La Ceja
Tránsito de Medellín	4.41.40.11	Cra. 64 C N.72-58. Medellín
Tránsito de Rionegro	5.31.30.55	Cra. 47 N. 62- 50. Rionegro
Organismos de socorro		
Anfiteatro de Medellin	4.41.02.55	
Bomberos	119 / 5.12.66.34	Cra. 65 N. 7-55. Medellín.
Bomberos Aeropuerto José María Córdova	5.36.01.29	Aeropuerto JMC
Bomberos de Rionegro	5.61.08.78 / 5.61.58.39	
Bomberos subestación de Oriente	2.17.33.33	Cll. 47 con Cra 37. Medellín
Cruz Roja Ambulancias	2.65.22.00 / 2.35.30.01	Cra. 52 N. 25-310. Medellín
Cruz Roja de La Ceja	5.53.15.71	Cll. 20 N. 22 -31. La Ceja
Cruz Roja de Rionegro	2.61.67.78	Cra. 48 N. 55-35. Rionegro
Cruz Roja Emergencias	2.35.30.01 / 2.65.22.00	Cra. 52 N. 25-310. Medellín
Defensa Civil Colombiana	3.61.29.87	Cra. 65 N. 5-161. Medellín
Defensa Civil de Guarne	5.51.38.70	Cra. 52 N. 49-84. Guarne
Defensa Civil de Rionegro	5.61.47.83	Cll. 43 N. 52-65. Rionegro
Todas las Emergencias	125	Medellín
Medicina Legal	4.41.89.00	
Instituciones de salud		

Institución	Teléfono[2]	Dirección[3]
Centro de salud Santa Elena	5.38.02.88	Corregimiento de Santa Helena
Clínica de Fracturas de Medellín	5.14.15.16	Cra. 45 N.53-38. Medellín
Clínica El Rosario	2.54.00.16	Cra. 41 N. 62-5. Medellín
Clínica El Sagrado Corazón (Buenos Aires)	2.16.11.00	Cll. 49 N. 35-61. Medellín
Clínica León XIII (ISS)	2.12.99.77	Cra. 51 D N. 69-23. Medellín
Clínica Medellín sede Centro	5.11.60.44	Cll. 53 N. 46-38. Medellín
Clínica San Juan de Dios	5.53.13.30	La Ceja
Clínica SOMA	5.11.59.43	Cll. 51 N. 45-93. Medellín
Clínica Somer	5.61.61.61	Cll. 38 N. 54 A - 35. Rionegro
Hospital Braulio Henao Mejía (Buenos Aires)	2.17.44.80	Cll 50 N. 51-39. Medellín
Instituciones de salud		
Hospital general de Medellín	2.32.10.00	Cra. 48 N. 32-102. Medellín
Hospital Manuel Uribe Angel	2.70.35.11	Cra. 29 A N. 36 E sur -51. Envigado
Hospital municipal Gilberto Mejía M. (Rionegro)	5.32.02.12	Cll. 52 N. 43.51. Rionegro
Hospital Nuestra Señora de La Candelaria	5.51.01.44	Cra. 52 N.52-177. Guarne
Hospital Pablo Tobón Uribe	4.41.52.52	Cll. 78 N. 69-240. Medellín
Hospital San Juan de Dios	5.31.04.38	Cra. 48 B N. 56-59. Rionegro
Hospital San Juan de Dios	5.41.00.55	Cll. 18 N. 21-103. El Retiro
Hospital San Vicente de Paúl	2.63.53.33 / 2.63.01.11	Cll. 64 con Cra. 51 D. Medellín
Secretaría de Salud de Medellín	3.85.54.08	Centro Administrativo La Alpujarra
Fuerza Pública		
Comando Aéreo de Apoyo Táctico	5.31.39.47	Aeropuerto José María Córdova
Cuarta Brigada	4.35.04.00	Cll. 50 N. 76-124. Medellín
D.A.S	3.41.57.10 / 153	Cll. 19 N. 80 A-40. Medellín
Ejército	152	Medellín
GAULA	165	Medellín
Metroseguridad	3.81.18.88	Medellín
Policía de Carreteras	2.32.00.53	Cra. 43 A. N 31-212. Medellín
Policía Metropolitana	2.51.00.13	Cll. 48 N. 45-58. Medellín
Policía Nacional	112	Medellín
Policía Rionegro	5.61.40.19	Casco urbano
Policía Guarne	5.51.00.40	Cll. 47 N. 51-04. Guarne
Policía El Santuario	5.46.00.40	Cra. 50 N. 51-13. El Santuario
Empresas e instituciones de la zona		
Aeronáutica Civil Aeropuerto José María Córdova	5.61.22.97	Rionegro
Aeropuerto José María Córdova	5.62.28.28	Rionegro

Institución	Teléfono[2]	Dirección[3]
Arquidiócesis de Medellín	2.51.77.00	Cll. 57 N. 49-34. Medellín
Empresas e instituciones de la zona		
Bomba Texaco	5.36.07.51	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
Cerarte	5.36.02.24	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
CORFORESTAL	3.61.13.24	Antiguo Tránsito de Guayabal
Diócesis Sonsón - Rionegro	5.31.39.12	Cll. 41 N. 45-201. Rionegro
EADE	2.62.34.00	Cll 41 N. 52-28. Medellín
EADE Subestación Rionegro	5.48.43.41	
Estadero El Almanaque	5.36.14.01	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
Estadero El Encanto	5.36.00.29	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
Estadero El Palmar	5.36.02.09	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
Flota Rionegro Ltda.	2.30.07.87	Cra. 64 C N. 78-580. Medellín
Hotel Las Lomas	5.36.04.40	Glorieta Aeropuerto
Hotel Santiago de Arma	5.36.06.45	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
Parroquia Nuestra Señora del Sagrado Corazón	2.17.25.99	Cll. 48 A N. 35-20. Buenos Aires
Parroquia Perpetuo Socorro	5.31.55.03	Cll. 56 N. 52-03. Rionegro
Parroquia San Alberto Magno	2.21.29.16	Cra. 9 A N. 44AA-12. Caunces de Or.
Parroquia Santa Elena	5.38.03.13	Kilómetro 15 Vía Santa Elena
Seminario Conciliar de Medellín	2.17.40.00	Km 6 de la vía proyectada
SIKA	5.30.10.60	Conexión con Autopista Med-Bog
Terminal de Carga ALDIA	3.72.23.55	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
Transportes Chachafruto	5.31.88.60	Cll. 50 N. 50-62. Rionegro
Transportes Unidos	3.61.31.16	Cra. 65 N. 8 B-91. Medellín.
Vivero Tierra Negra	5.36.07.88	Entre glorietas Sajonia y Aeropuerto
Medios de comunicación		
Emisora La Voz de Guarne	5.51.12.06	Guarne
Emisora Oriente Stéreo de RCN		
Emisora Rionegro Stéreo 104.4 FM		
Medios de comunicación		
Emisora Sinigual Stéreo	5.31.68.25	Cra. 46 N. 40 B-50. Rionegro
Periódico El Colombiano	3.31.52.52	Cra. 48 N. 30 S-119. Medellín
Periódico El mundo	2.64.28.00	Cll. 53 N. 74-50. Medellín.
Periódico El Rionegrero	5.61.18.63	Cll. 34 N. 45ª-18. Rionegro
Periódico Enfoque de Oriente	5.31.44.11	Cll. 49 N. 48-27. Rionegro
Periódico Visión Ciudad		Comuna 9 de Medellín
Periódico Vivir Santa Elena		
Radio Capiro	5.53.71.49	Cll. 20 N. 27-24. La Ceja

Institución	Teléfono[2]	Dirección[3]
RCN Aeropuerto José María Córdova	5.36.03.52	Aeropuerto
RCN Rionegro	5.31.39.01	Cra. 51 N. 49-07. Rionegro
Teleantioquia	2.62.03.11	Cll. 41 N. 52-28. Medellín
TELECOM	5.11.57.07	Cll. 49 N. 49-73. Medellín
TeleMedellín	3.81.19.91	Cll. 22 N. 42 A-90. Medellín
TV El Carmen		
TV El Retiro		
TV El Santuario		
TV La Unión		
TV Marinilla		
TV Rionegro		
TV: Barrio La Milagrosa.		
TV: Guarne		

9.5.1.1.3 Estructura para contingencias durante operación

Una vez concluidas las actividades constructivas, se haya retirado el personal asociado a las mismas y se inicie la operación de la vía, no se requerirán los servicios de la Unidad de Contingencias descrita en el numeral anterior.

Los eventos que se puedan presentar en esta fase, se atenderán con el personal y equipos asignado a la operación de la carretera, respaldados con el apoyo logístico y técnico de entidades externas, tal como se describe a continuación para los diferentes tipos de eventos. Además de la Dirección de Operación, el proyecto contará con un Centro de Operación, ubicado posiblemente en uno de los portales del túnel.

Eventos accidentales. El proyecto contará con servicio permanente de ambulancia con sede en el Centro de Operación. Para eventos mayores, se contará con el apoyo de Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, hospitales regionales, etc.

Eventos técnicos. El proyecto contará con servicio permanente de grúa, así como del equipo mínimo necesario para la remoción de derrumbes: retroexcavadoras, bulldozers, etc. Adicionalmente, se contará con el apoyo del personal adscrito a las labores de mantenimiento de la vía misma y del túnel.

Cuando las circunstancias lo ameriten, se solicitará soporte externo o se celebrarán contratos con entidades como la Gobernación de Antioquia, el Municipio de Medellín, el Instituto Nacional de Vías, Empresas Públicas de Medellín, la empresa privada, etc.

Eventos sociales. La Dirección de Operación será la responsable directa de atender este tipo de eventos durante la fase de operación. La seguridad de ciertas zonas del proyecto (túnel, peajes, centros de operación, de pesaje, etc.), se subcontratará con empresas de vigilancia privada, apoyada eventualmente en entidades como la Policía, el Ejército, la Gobernación de Antioquia, el Municipio de Medellín, etc.

Tabla 9.11 Personal requerido para la atención de contingencias durante construcción

Grupo	Personal	Especialidad
UNIDAD DE CONTINGENCIAS	–	--
Dirección	Ingeniero Civil	Atención de emergencias
Personal de apoyo	Secretaria	--
División Salud	–	–
Medicina preventiva y atención de problemas de salubridad	Médico Enfermera	Salud ocupacional Salud ocupacional
Higiene, orden y aseo	Personal de cada frente de obra	--
Atención de accidentes	--	--
Unidad Móvil Sector Occidental	Paramédicos Socorristas	Atención de accidentes Rescate y atención de víctimas
Unidad Móvil Sector Occidental	Paramédicos Socorrista	Atención de accidentes Rescate y atención de víctimas
División Social	--	–
Seguridad de los frentes de obra	Empresa de seguridad (subcontrato)	Proyectos de infraestructura
Política social y atención eventos sociales	Trabajador o comunicador social	Relaciones públicas y comunitarias
División Técnica	–	--
Divulgación, capacitación, entrenamiento	Trabajador o comunicador social	Comunicaciones institucionales
Seguridad industrial	Tecnólogo en seguridad industrial	Proyectos de infraestructura
Atención de eventos técnicos	–	--
Brigada de Atención Técnica - BAT	Bomberos	Combustibles, corto circuitos, etc.
Centro de control - CC	--	–
Operación del centro	Auxiliares en seguridad industrial	Relaciones públicas y comunitarias

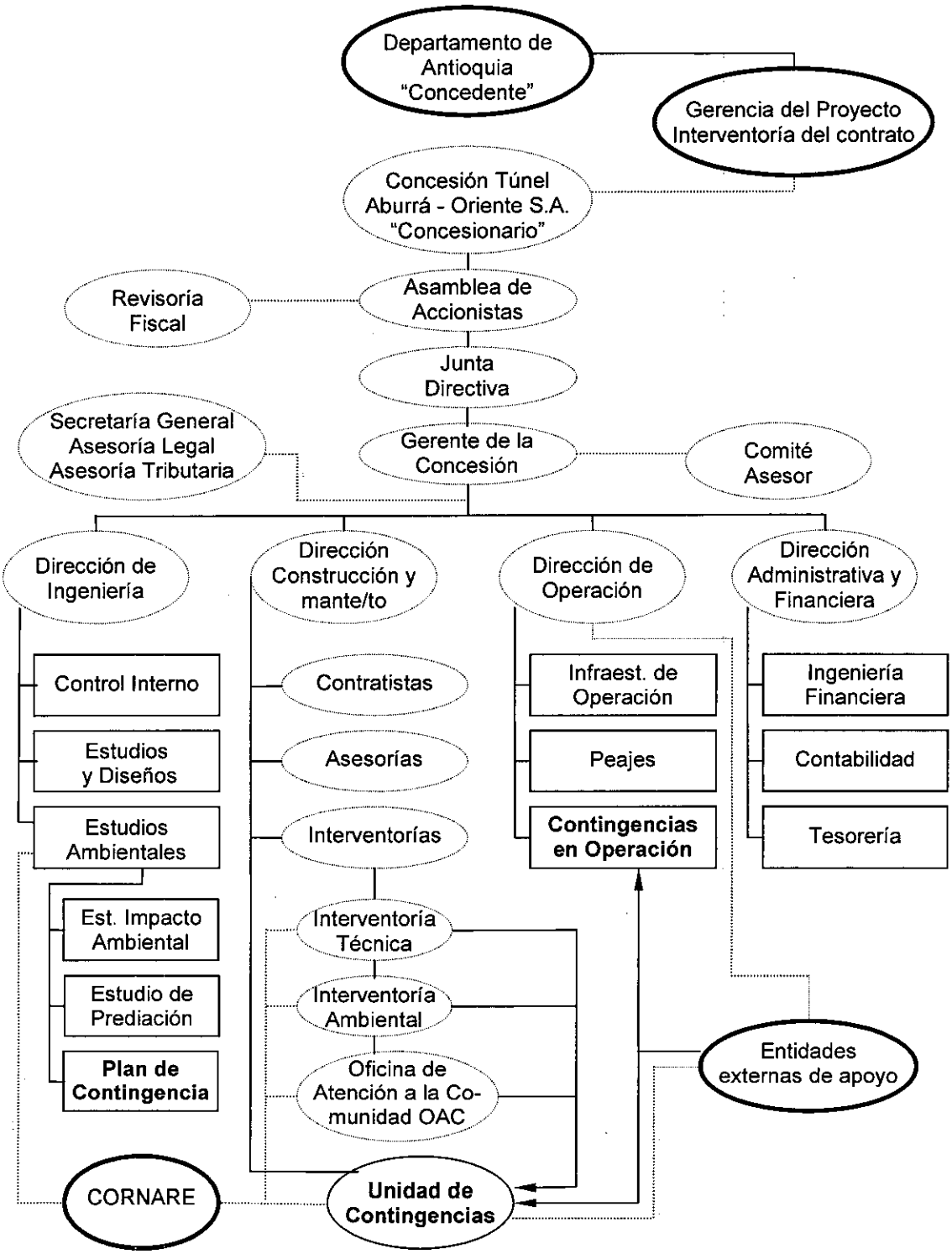


Figura 9.1 Ubicación de las contingencias dentro del organigrama general del proyecto

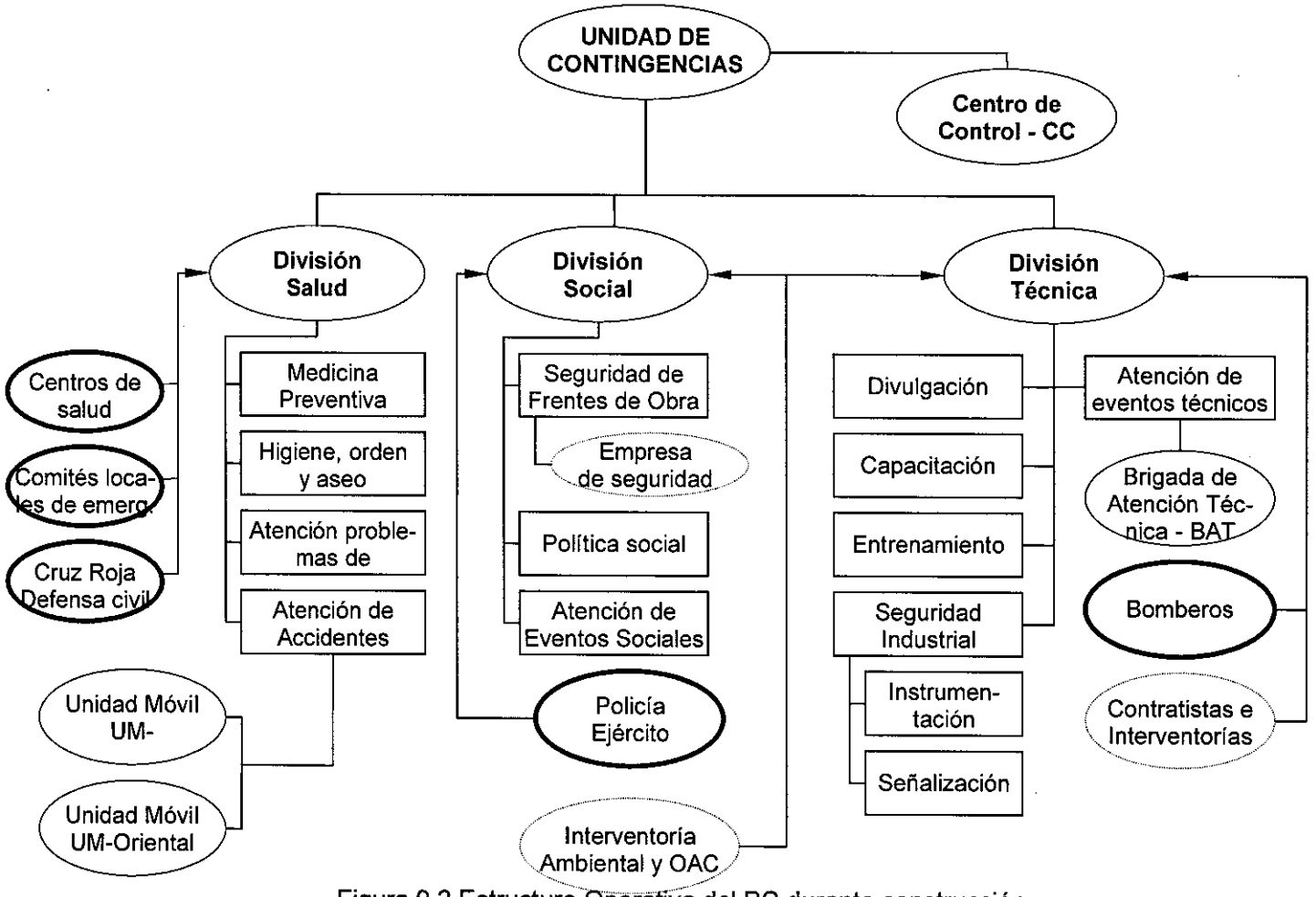


Figura 9.2 Estructura Operativa del PC durante construcción

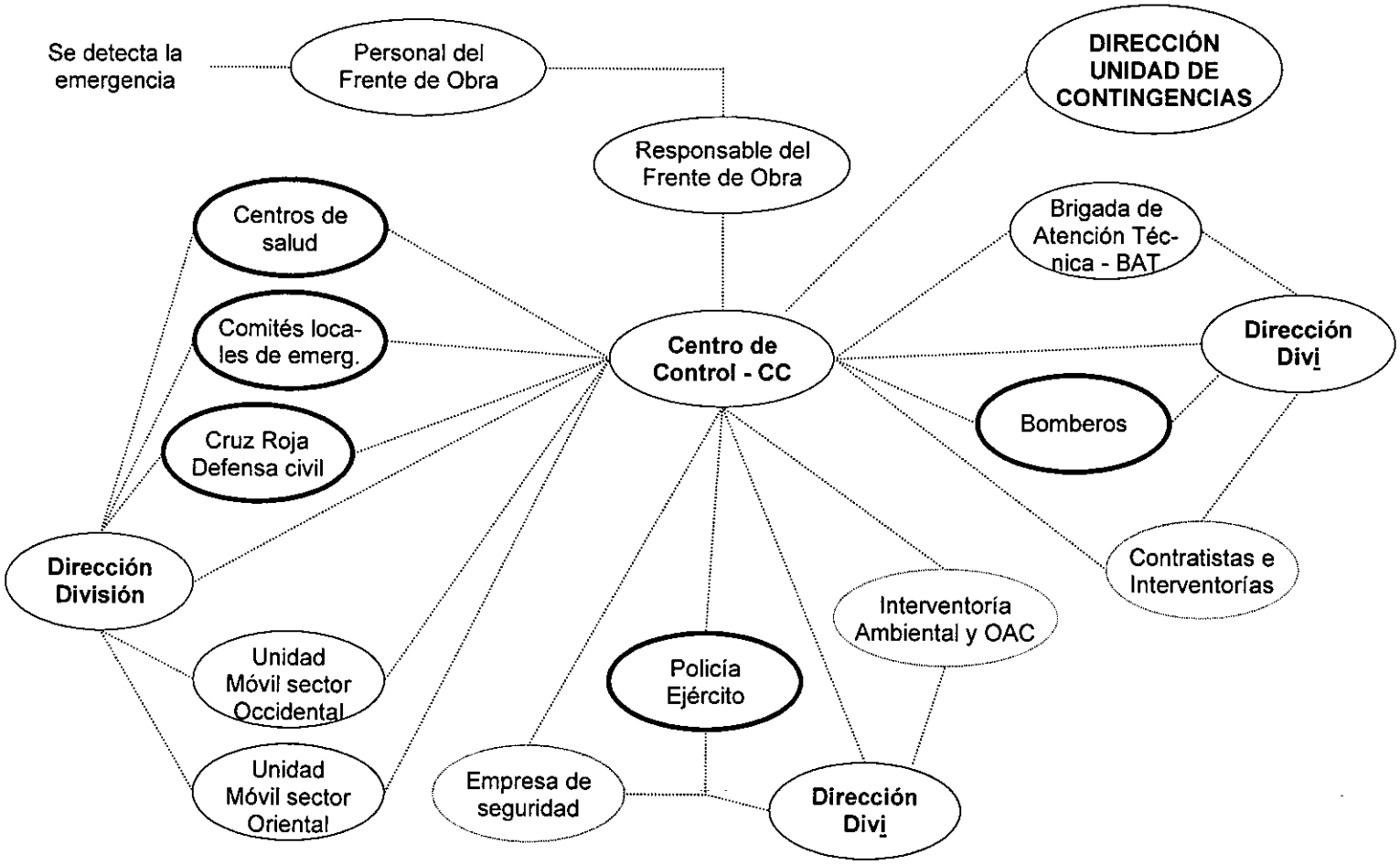


Figura 9.3 Líneas de comunicación para la atención de contingencias durante construcción

9.5.1.2 Estrategias Operativas Generales

Se refiere a las acciones a aplicar en caso de ocurrir una contingencia asociada a las actividades de construcción del proyecto.

- Acciones Generales para el Control de Contingencias

- Identificar y evaluar la emergencia estableciendo el punto de ocurrencia, la causa, la magnitud, las consecuencias, las acciones a seguir y el apoyo necesario para el control.

- Solicitar apoyo externo para el control del evento cuando sea necesario, e iniciar los procedimientos de control con los recursos disponibles (primera respuesta).

- Suministrar los medios para mantener comunicación permanente (radios o teléfonos).

- Plan de Evacuación

Se define como el conjunto de procedimientos y acciones tendientes a que las personas en peligro, protejan su vida e integridad física, mediante el desplazamiento a lugares de menor riesgo. Los procedimientos a seguir son:

- Identificar las rutas de evacuación.
- Verificar la veracidad de la alarma.
- Determinar el número de personas presentes en el sitio de la emergencia.
- Establecer e informar la prioridad de evacuación de acuerdo con la magnitud del riesgo.
- Iniciar simultáneamente a la evacuación las labores de control.
- Auxiliar oportunamente a quien lo requiera.
- Buscar vías alternas en caso que la vía de evacuación se encuentre bloqueada.
- Establecer canales de comunicación.
- Tomar medidas tendientes a evitar o disminuir el riesgo en otras áreas.
- Poner en marcha medidas para la seguridad de bienes, valores, información, equipos y vehículos.

Una vez finalizada la evacuación se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Verificar el número de personas evacuadas.

- Elaborar el reporte de la emergencia.

- Notificar las fallas durante la evacuación.

- Atención de Lesionados

- Evacuar a la víctima del área de emergencia hacia el sitio dispuesto y equipado para la prestación de los primeros auxilios.

- Evaluar la magnitud del accidente, en caso de lesiones menores prestar los primeros auxilios en el lugar, de lo contrario trasladar al paciente a un centro hospitalario para que reciba tratamiento adecuado.

9.5.1.3 Acciones Operativas Específicas

Se presentan a continuación las medidas o acciones a ejecutar en caso de ocurrir eventos no deseados.

9.5.1.3.1 Estrategias de prevención

El riesgo en un determinado frente de obra ante una amenaza cualquiera, es función de la dimensión de la amenaza y del nivel o grado de vulnerabilidad del frente de obra. De esta manera, puede decirse que al reducir la vulnerabilidad del frente de obra, es posible disminuir su nivel de riesgo ante la amenaza considerada.

El objetivo general de las estrategias de prevención, es disminuir la vulnerabilidad del proyecto frente a las amenazas de tipo natural, social o técnico, identificadas dentro de su zona de influencia. Por otro lado, a continuación se enumeran los objetivos específicos perseguidos con estas estrategias.

- Divulgar los riesgos principales a que están sometidos los frentes de obra y los Procedimientos de Respuesta diseñados para contrarrestarlos o atenderlos.

- Adquirir un nivel de conocimiento y preparación aceptable que permita responder adecuadamente ante la ocurrencia de un evento.

- Evitar, hasta donde sea posible, la ocurrencia de eventos como epidemias, problemas de salubridad, accidentes de trabajo, accidentes de tránsito, etc.

- Aminorar al máximo los efectos asociados a la ocurrencia de contingencias de tipo natural, social o técnico.

Divulgación

Su objetivo principal es dar a conocer - oportuna y claramente - las características y alcances del Plan de Contingencia: su objetivo, beneficios, la dimensión real de los

riesgos que pueden presentarse y los procedimientos diseñados para prevenir o atender la ocurrencia de este tipo de eventos.

Con esta finalidad, se llevará a cabo un plan de divulgación que involucre tanto los medios convencionales de comunicación (televisión, radioemisoras y prensa), como los medios alternativos (periódicos locales, periódicos murales, parroquias, etc.). Para ser utilizadas como herramientas didácticas, se elaborarán avisos, comunicados, cartillas, vallas, informes, videos, etc. Adicionalmente, se celebrarán charlas, foros y talleres con las personas vinculadas - directa o indirectamente - con el tema de las contingencias.

Las personas (entidades) objeto del plan serían las siguientes: directivas de la concesión, autoridades locales o regionales, contratistas, interventorías, personal de construcción, personal de operación, comunidad de la zona de influencia directa, usuarios de la vía, etc.

Capacitación del personal

La eficacia de las acciones tomadas después de la ocurrencia de una contingencia, depende - principalmente - de la prontitud con que se apliquen y de la idoneidad de las personas que tomen la iniciativa de hacerlo.

En este sentido y pese a que la Unidad de Contingencias cuenta con dos unidades móviles para la atención de accidentes y una brigada para los eventos técnicos (sin incluir los grupos de apoyo internos y externos), se debe contar con personal capacitado en los diferentes frentes de obra, de manera que se pueda atender la fase inicial del evento mientras llegan las unidades de apoyo.

Para tal efecto, y en cada uno de los frentes de obra vulnerables, se seleccionarán personas claves dentro del personal (preferiblemente voluntarios), con la finalidad de capacitarlas en los temas que se relacionan a continuación, de manera que se optimicen el tiempo de respuesta y la toma de decisiones ante una emergencia.

- Plan de Contingencias.
- Atención y manejo de desastres.
- Primeros Auxilios.
- Salvamento y rescate.
- Seguridad industrial.
- Extinción de incendios.

Para el personal adscrito a la Unidad de Contingencias durante construcción, así como para el personal encargado de la operación de la vía (responsable de atender las

contingencias que se presenten en esta fase), se organizarán cursos periódicos de actualización en administración de emergencias, seguridad industrial, primeros auxilios, etc., así como programas de capacitación en áreas sociales, técnicas y de atención en salud.

Capacitación de las comunidades - APELL-

El proceso APELL, Awareness and Preparedness for Emergencies at the Local Level (Advertencia y Preparación para emergencias a nivel local), consiste en un sistema de preparación de las comunidades para que reaccionen rápida y eficazmente ante una situación de emergencia, de manera que se minimice la pérdida de vidas humanas.

La implementación del APELL en el sector occidental es particularmente importante, ya que la vía cruza sectores residenciales deprimidos, en los que existe gran cantidad de viviendas, escuelas, etc. En estas zonas la comunidad debe estar preparada para evacuar de inmediato el área de peligro, cuando las condiciones así lo exijan. El proceso APELL consta de los pasos que se listan a continuación:

- Identificar los posibles participantes ante una eventual emergencia y definir sus funciones, recursos y responsabilidades.
- Evaluar los riesgos asociados al proyecto y que puedan conducir a situaciones de emergencia en la comunidad.
- Revisar los planes de contingencia existentes.
- Identificar las tareas de respuesta que se requieran y que no hayan sido cubiertas por los planes existentes.
- Realizar los cambios necesarios para optimizar los planes existentes, e integrarlos al Plan de Contingencias del Proyecto.
- Definir procedimientos para probar, revisar y actualizar el plan de manera periódica.
- Divulgar y entrenar el Plan Integrado, de manera que todos los encargados de responder a una emergencia están debidamente preparados.

Realización de simulacros

Las actividades de entrenamiento consisten en ejercicios y simulacros prácticos, tanto de mesa como de campo, que se realizan con el fin de que todo el personal vulnerable esté preparado para enfrentar situaciones de emergencia.

Estos entrenamientos, realizados con énfasis en los eventos de carácter accidental, tendrán como finalidad mejorar la respuesta de todo el personal ante este tipo de incidentes, de manera que se proteja por encima de todo la vida humana y, en segunda instancia, los bienes del proyecto y de su zona de influencia.

Los simulacros permiten, simultáneamente, diagnosticar las limitaciones de los grupos de trabajo y de los equipos disponibles para responder ante situaciones de emergencia. De esta manera, es posible implementar las soluciones se requieran para mejorar la respuesta en futuros simulacros o en situaciones reales de emergencia (véase la Figura 9.4). En la planificación de los simulacros se deben considerar los siguientes aspectos:

- Los simulacros, al comprometer el tiempo de trabajo de personal, implican algunos sobrecostos y retrasos en la ejecución de la obra.
- Se debe informar convenientemente sobre el día y la hora en que se realizarán los ensayos, con el fin de no crear pánico y confusión.
- Los simulacros deberán ser programados para cada frente de obra, de acuerdo con los riesgos a que esté sometido.

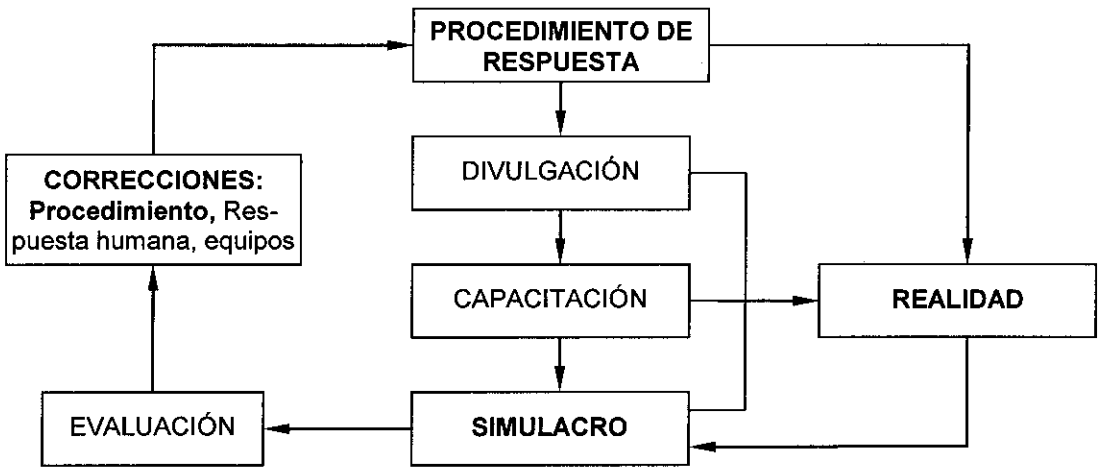


Figura 9.4 Esquema general para la aplicación de los procedimientos de respuesta

Política social

La viabilidad social de los proyectos de infraestructura en nuestro país, está seriamente afectada por el acoso sistemático de que son víctimas los empleados que trabajan en zonas en conflicto. El secuestro, el hostigamiento, las vacunas, los atentados, etc., han llevado a las empresas a considerar no sólo las amenazas de tipo físico y económico, sino también las amenazas de carácter social.

La política social está constituida por unos principios fundamentales sobre el ser humano, el trabajo y la sociedad, que deben guiar la acción del Concesionario y que se deben aplicar en forma progresiva en sus relaciones internas y en su proyección al medio donde se desarrolla el proyecto.

Para tal efecto, se propone la implementación del presente programa, orientado hacia el desarrollo de políticas y estrategias que garanticen la viabilidad social del proyecto, con base en el sentido de responsabilidad social del Consorcio y en su proyección a la comunidad a través de los servicios que presta. Se tiene los siguientes objetivos:

- Manejar relaciones éticas y transparentes con todas las entidades o personas vinculadas al proyecto: gobierno, contratistas, subcontratistas, interventores, trabajadores, comunidades, etc.

- Contribuir, desde la misión propia del Concesionario, al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades donde se desarrolla el proyecto.

- Conocer el contexto sociopolítico, cultural y económico de las zonas cruzadas por la vía para mejorar, de esta manera, las condiciones de seguridad.

- Sensibilizar a los trabajadores en la práctica de valores éticos e inculcar criterios de respeto al otro, a nuestras diferencias y a las decisiones en grupo.

- Crear un ambiente institucional favorable al diálogo, a la tolerancia y a la cooperación.

- Promover la autorreflexión y la elaboración de soluciones a situaciones difíciles.

Medicina preventiva

Tiene como finalidad la promoción, prevención y control de la salud de los trabajadores vinculados al proyecto, protegiéndolos de los factores de riesgo presentes en los sitios de trabajo. Las principales actividades a desarrollar dentro de este programa son las siguientes:

- Cumplir las disposiciones sobre Salud Ocupacional emanadas del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia.

- Realizar exámenes médicos, clínicos y paraclínicos al personal (antes, durante e inmediatamente después) de su período de vinculación al proyecto.

- Llevar a cabo acciones de vigilancia epidemiológica en las áreas de trabajo.

- Brindar educación en salud ocupacional, con el fin de prevenir la aparición o agravamiento de las enfermedades laborales.

- Analizar las materias primas y demás productos utilizados en los frentes de obra, con el fin de tomar medidas para evitar sus posibles efectos nocivos.

- Coordinar con la División de Prevención, las actividades de capacitación que se consideren necesarias.

- Mantener contacto permanente con la dirección de la Unidad de Contingencias.

Higiene, orden y aseo

El adecuado manejo de estos tres elementos es fundamental para disminuir la posibilidad de ocurrencia de incendios, explosiones, heridas, cortaduras, enfermedades transmisibles, etc. Para tal efecto, se debe contar con personal específico para estas labores, que tenga entre otras las siguientes responsabilidades:

- Dotar los frentes de obra de los implementos necesarios para el control de desechos (contenedores, canecas, etc.) e higiene personal de los trabajadores (lavabos, sanitarios, duchas, jabón, papel, etc.).

- Revisar, evaluar y actualizar los sistemas de disposición de residuos y de desechos en los diferentes frentes de obra.

- Supervisar la operación de los sistemas sanitarios con que cuentan los diferentes frentes de obra.

- Evaluar permanentemente el estado higiénico de las cocinetas, comedores y demás lugares en los que se manipulan alimentos.

Seguridad industrial

Dentro de sus objetivos se cuentan la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo presentes en los diferentes frentes de obra y que, en un momento determinado, pueden generar enfermedades laborales o accidentes de trabajo. Dentro de sus actividades principales se relacionan las siguientes:

- Cumplir las disposiciones sobre Seguridad Industrial emanadas del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia.

- Identificar los riesgos asociados a cada una de las actividades a realizar en los diferentes frentes de obra.

- Implementar las normas, equipos, dotaciones personales, etc. requeridas para minimizar la vulnerabilidad de los trabajadores ante los riesgos identificados en cada uno de los frentes de obra.

- Mantener en óptimo estado de funcionamiento los diferentes equipos de seguridad utilizados en los diferentes frentes de obra: extintores de incendios, equipo de primeros auxilios, botiquines, megáfonos, etc.

- Imponer a los trabajadores las sanciones disciplinarias a que haya lugar, cuando incumplan las normas relativas a seguridad industrial.

- Estudiar la señalización existente en los frentes de obra y transmitir las recomendaciones del caso para su mejoramiento.

- Realizar un monitoreo permanente para determinar y cuantificar, en los frentes de obra, los diferentes factores de riesgo susceptibles de medición: iluminación, ruido, gases, material particulado, etc.

- Investigar y analizar las causas de accidentes de trabajo y aplicar las medidas correctivas necesarias; mantener estadísticas actualizadas.

- Coordinar las actividades de capacitación, entrenamiento (simulacros), etc. que se consideren necesarios.

- Mantener contacto permanente con la dirección de la Unidad de Contingencias.

Adicionalmente y tal como se describe a continuación, el programa de Seguridad Industrial (por intermedio de la división técnica), será el responsable de garantizar la instalación y operación de los sistemas de monitoreo y de alarmas, así como de la señalización de todos los sitios vulnerables dentro del proyecto.

Sistemas de monitoreo y de alarmas

Con la instalación de un sistema de monitoreo y de alarma en algunos de los frentes de obra del proyecto, se puede evitar que la inminente ocurrencia de un evento desencadene en un desastre de grandes magnitudes. Se han incluido, básicamente, dos tipos de alarmas: las primeras advierten sobre la eventual ocurrencia de un evento de características catastróficas (crecientes, concentración de gases, etc.); las segundas indican la necesidad de evacuar el frente de obra o sector del proyecto en un momento determinado. A continuación se enumeran los sistemas a instalar en los diferentes frentes:

- Sistema de evacuación (alarma y señalización de la ruta) en los puentes (durante construcción), túnel (construcción y operación), campamentos - talleres - almacenes (construcción) y centros de combustible (construcción).

- Sistema de monitoreo y de alarma para crecientes durante la construcción de los puentes sobre las principales corrientes.

- Sistema para la medición de deformaciones subterráneas en el túnel y en la ventana de construcción, durante las fases de construcción y operación.

- Sistema de monitoreo de la calidad del aire dentro del túnel, por medio de un equipo tipo ecolyzer durante las fases de construcción y operación.

- Sistema de monitoreo topográfico para evaluar periódicamente la estabilidad de los sitios de depósito por un tiempo razonable después que haya terminado su operación.

- Sistema de monitoreo por inspección de campo, respaldado con mediciones topográficas cuando sea necesario, para evaluar periódicamente (durante construcción y operación) la estabilidad de los taludes de la vía y el estado de las principales obras de arte: puentes, alcantarillas, muros, filtros, etc.

- Sistema de señalización adecuado, permanentemente evaluado y actualizado, en todos los frentes de obra durante la fase de construcción del proyecto (véase Plan de Manejo Ambiental).

- Sistema de señalización vial adecuado, permanentemente evaluado y actualizado, a todo lo largo del proyecto durante la fase de operación (véase Plan de Manejo Ambiental).

Sistema de Señalización

Para el manejo de las emergencias ocasionadas por la ocurrencia de eventos contingentes a lo largo de la Conexión vial Aburrá - Oriente, se requiere el montaje y continuo mantenimiento de un sistema de señalización, que facilite el logro de los siguientes objetivos:

- Evitar la ocurrencia de accidentes (de trabajo, de tránsito, etc.) mediante la implementación de la señalización indicada en el Plan de Manejo Ambiental, para las fases de construcción y operación.

- Señalizar claramente las vías de acceso al proyecto, a los diferentes frentes de obra, a las entidades de apoyo y a los centros de salud más cercanos.

- Identificar y señalizar claramente y para cada frente de obra, los sitios siguientes:

– Mapa del frente en el que se indiquen la localización de sus diferentes elementos y sus posibles rutas de acceso.

– Señalización de los diferentes elementos que conforman el frente.

– Lugares apropiados para el tránsito peatonal y vehicular

– Lugares peligrosos para la circulación o estadía de personal.

– Lugares seguros para resguardarse en caso de que ocurra un evento.

– Ubicación de los implementos básicos de seguridad (extintores, máscaras, teléfonos, etc.)

– Rutas de evacuación.

- Dotar los frentes de obra de directorios con los números telefónicos de la Unidad de Contingencias (Centro de Control, División Salud, División Social, División Técnica,

unidades móviles, brigadas de apoyo), entidades de apoyo externo (Cruz Roja, Bomberos, Defensa Civil, etc.), otras instancias del proyecto (Dirección, interventorías, etc.).

- Identificar y señalizar claramente los siguientes sitios a lo largo de la vía:

- Abscisado del proyecto
- Poblados cruzados.
- Escuelas, puestos de policía, puestos de salud, centros comunales, etc.
- Teléfonos públicos o de emergencias
- Corrientes cruzadas por la vía

9.5.1.3.2 Equipos para la Prevención y el Control de Contingencias

El Contratista deberá dotar al personal de los elementos de protección personal adecuados y disponer de los equipos básicos necesarios y suficientes para el control de contingencias, tales como extintores, material absorbente, equipos de sistema autocomprimido, equipo para primeros auxilios, etc.

- Niveles de respuesta

La variación de magnitud en que se puede presentar una emergencia, hace necesario contar igualmente con una organización de respuesta graduada, que actúe de acuerdo con el nivel de gravedad y características de la emergencia. En otras palabras, la acción de respuesta a una emergencia está condicionada por la fase en la cual se encuentre su desarrollo, cada una de ellas con sus propias características y prioridades.

En caso de presentarse una emergencia es necesario que en forma oportuna se inicie una respuesta, que utilice los recursos suficientes y adecuados a su tamaño y a los riesgos específicos, Túnel de Oriente, se establecieron los dos niveles de respuesta que se describen a continuación:

NIVEL 1: Emergencias que afecten solamente el área de construcción, y que pueden ser atendidas y controladas con los recursos con que dispone el Contratista, sin necesidad de apoyo externo.

NIVEL 2: Emergencias asociadas a las obras de construcción, que por sus características y magnitud requieran para su atención, además de los recursos internos del Contratista, el apoyo de las empresas de servicio público y de los planes de contingencia de estas empresas.

La dirección y coordinación del Nivel 1 de respuesta serán realizadas por el Contratista, en tanto que la dirección y coordinación del Nivel 2 de respuesta estará a cargo del Director del proyecto. En caso de presentarse una emergencia que supere la capacidad de respuesta del Contratista (Nivel 2), éste debe colocar los recursos con que cuente a disposición del Comité Central de Emergencias quien se encargará de la dirección y coordinación.

El presente plan de contingencias está diseñado para cubrir el Nivel 1 y el Nivel 2, este último apoyado de los planes existentes de las empresas de servicios públicos.

9.5.1.3.3 Procedimientos de respuesta

En este numeral se presenta la metodología unificada de respuesta, con la descripción de cada una de las fases que contempla la atención de cualquier tipo de evento, desde el momento en que se genera hasta cuando se ha superado por completo la emergencia. Adicionalmente, y para los principales riesgos identificados, se diseñaron los procedimientos específicos de atención que se listan a continuación:

- **Contingencias en Salud**

– Procedimiento para la atención de víctimas durante construcción

– Procedimiento para la atención de víctimas durante operación

– Procedimiento para la atención de problemas de salubridad durante construcción

- **Contingencias sociales**

– Procedimiento para la atención de actos terroristas durante construcción

– Procedimiento para la atención de actos terroristas durante operación

– Procedimiento para la atención de levantamientos populares durante construcción y operación

– Procedimiento para la atención de hallazgos arqueológicos durante construcción

- **Contingencias técnicas:**

– Procedimiento para la atención de falla de equipos durante construcción

– Procedimiento para la atención de contaminación por gases en el túnel durante construcción

– Procedimiento para la atención de contaminación por gases en el túnel durante operación

- Procedimiento para la atención de deslizamientos en el túnel durante construcción
- Procedimiento para la atención de cierres inesperados de la vía durante operación
- Procedimiento para la atención de derrames de combustible durante construcción
- Procedimiento para la atención de incendios durante construcción

Procedimiento unificado de respuesta

La ocurrencia de un evento de carácter accidental, social o técnico en los frentes de obra, podría generar una emergencia debido a la posible pérdida de vidas, heridos, averías o pérdida de maquinaria u obra construida, daños sobre la comunidad, el medio ambiente, etc.

Los procedimientos de respuesta que conforman el presente numeral, están orientados hacia la atención de los efectos que podría desencadenar la eventual ocurrencia de los principales riesgos identificados en la Tabla 9.8, de manera que se eviten, mitiguen o controlen sus posibles consecuencias.

Para la presentación de todos los procedimientos, se diseñó un formato en el que se presentan los objetivos del procedimiento, posibles acciones preventivas, los mecanismos de notificación, las estrategias de atención y las labores de restauración y evaluación necesarias para superar el evento que generaría la ocurrencia de alguno de los riesgos identificados.

Con el fin de facilitar la escritura y la lectura de los formatos y diagramas de flujo de los diferentes procedimientos, se utilizaron una serie de siglas, cuyo significado se explica a continuación:

Unidad de Contingencias durante construcción	UC
Centro de Control de la Unidad de Contingencias	CC
Unidad móvil para la atención de accidentes durante construcción	UM
Brigada de Atención Técnica (atención de eventos técnicos en construcción)	BAT
Centro de Operación de la vía y en túnel en la fase de operación (circulación)	CO

Cada uno de estos procedimientos, con el objeto de garantizar una respuesta rápida y efectiva ante cualquier tipo de contingencia, se acoge a los lineamientos del Procedimiento General de Respuesta, cuyas fases se describen a continuación.

Notificación. Inmediatamente se detecte una emergencia por parte de empleados, usuarios de la vía, comunidades aledañas o terceras personas, se debe reportar a las entidades encargadas de gestionar su inmediata atención. En la fase de construcción,

se debe notificar al responsable del frente de obra y, por intermedio de este, al Centro de Control del PC; durante operación, la información debe ser suministrada al Centro de Operación de la vía, que muy posiblemente será ubicado en uno de los dos portales del túnel. A continuación se enumera la información mínima que deberá ser suministrada por el informante:

- Datos básicos del informante: nombre del informante, profesión u oficio, dirección y teléfono.

- Características de la emergencia: breve descripción (heridos, muertos, daños, amenazas), fecha y hora de inicio, ubicación exacta, medidas implementadas.

- Recursos solicitados: tipo de equipos u otros recursos solicitados, cantidades requeridas y prioridad de suministro.

Una vez las entidades encargadas de gestionar la atención de emergencias sean plenamente informadas sobre la ocurrencia de un evento cualquiera, procederán con las siguientes actividades:

- Contactar las entidades responsables de atender la emergencia

- Transmitirles toda la información relativa al evento por atender

- Mantener contacto permanente durante toda la atención del evento

- Gestionar el apoyo que puedan requerir en un momento determinado.

El Concesionario, dentro de sus campañas de educación y divulgación del PC, hará especial énfasis en los mecanismos de notificación de cualquier emergencia a las líneas destinadas especialmente para este fin.

Atención. En la fase de construcción y de acuerdo con la dimensión del evento, las entidades comprometidas con el aporte de recursos (físicos y humanos), además de su experiencia para la atención de emergencias, serían las siguientes:

- Frente de obra afectado: los implementos, equipos y personal disponible en el frente, permiten afrontar la primera fase del evento.

- Unidad de Contingencias: atención especializada por intermedio de las Unidades Móviles (UM) para accidentes, la Brigada de Atención Técnica (BAT) y las divisiones (Salud, Social y Técnica).

- Recursos del Concesionario: soporte logístico en personal y equipos que, aunque no se encuentran disponibles en el frente afectado, pueden ser rápidamente trasladados desde frentes cercanos. Se requiere el apoyo por parte de la Dirección de Construcción, Contratistas, Interventorías (técnica y ambiental), Oficina de

Atención a la comunidad, Empresa de Seguridad (seguridad de los frentes de obra), etc.

- Recursos externos: auxilio especializado por intermedio de Centros de Salud, Comités Locales de Emergencia, Cruz Roja, Defensa Civil, Bomberos, Policía, Ejército, etc.

En la fase de operación, los entes responsables de la atención de emergencias, serían la Dirección de Operación a través del Centro de Operación del proyecto y las entidades relacionadas en la viñeta anterior.

Al respecto, es importante aclarar que de todos los recursos provistos por terceros se dejará constancia por escrito, de manera que sea posible realizar su devolución en el mismo estado en que fueron suministrados, después de efectuar las reposiciones o reparaciones a que haya lugar.

Finalmente, durante la atención de cualquier tipo de evento, se considera de fundamental importancia el establecimiento de las siguientes medidas:

- Delimitar temporalmente la zona afectada
- Restringir el ingreso de personal no autorizado
- Implementar una señalización adecuada en la zona afectada

Restauración. Una vez la emergencia sea controlada, es necesario activar un mecanismo para la recuperación de la zona afectada, que incluya entre otras las siguientes actividades:

- Evaluación de los daños causados
- Demolición de estructuras o elementos peligrosos
- Clasificación y recolección del material afectado
- Remoción, transporte y disposición adecuada de desechos
- Limpieza de áreas afectadas
- Reparación de estructuras y equipos
- Pruebas para verificar el funcionamiento de estructuras y equipos
- Recolección y retiro de equipos y recursos utilizados

Finalizadas las etapas anteriores, puede procederse con la investigación y evaluación de la emergencia misma, tal como se describe acto seguido.

Evaluación: la correcta investigación y evaluación de una emergencia, debe contar con el concurso del personal presente en el frente de obra/sitio (trabajadores, testigos, etc.) cuando se presentó la emergencia, así como de todos los entes y personas involucradas en su notificación, atención, control y recuperación.

- Sistematizar la información recolectada
- Analizar las causas y consecuencias de la emergencia
- Evaluar la eficiencia del sistema de prevención, preparación y atención de emergencias
- Implementar medidas para la prevención o el mejoramiento de la atención ante futuros eventos
- Elaborar un informe completo de la emergencia

En la fase de construcción, la División Técnica de la Unidad de Contingencias, será la responsable de la implementación y coordinación de las labores asociadas a los procesos de recuperación y evaluación, en tanto que la Dirección de Operación, por intermedio del Centro de Operación, estaría encargada de las mismas actividades una vez se dé inicio a la operación de la vía.

9.5.2 Plan de Acción

El Plan de Acción establece los procedimientos a seguir en caso de emergencia para la aplicación de cada una de las fases de respuesta establecidas en el Plan Estratégico.

- Informe de Incidente y Evaluación de la Emergencia

Cualquier persona que detecte la ocurrencia de un incidente, debe reportarlo inmediatamente al Jefe de Seguridad Industrial del proyecto. De acuerdo con la información suministrada por la persona que reporta el incidente en cuanto a la ubicación y extensión del evento, el Profesional de Seguridad Industrial procederá de inmediato a avisar al Director de Obra y se desplazará inmediatamente al sitio de los acontecimientos para realizar una evaluación más precisa de los hechos. Con base en dicha evaluación se determinará la necesidad o no de activar el Plan de Contingencia y a la vez el Nivel de atención requerido.

- Procedimiento de Notificaciones

El procedimiento de notificaciones define los canales por medio de los cuales las personas encargadas de dirigir y coordinar el Plan de Contingencia, se enteran de los eventos y ponen en marcha el plan. El proceso de Notificación se efectuará siguiendo el conducto establecido en la Figura 9.3.

En caso de ser necesaria la activación del Plan de Contingencia, éste se activará en el NIVEL 1 de respuesta (involucra únicamente los recursos del Contratista) y se alertará de inmediato a las empresas de servicios públicos, Bomberos y al SIMPAD para que presten el apoyo necesario o para que estén listas a asumir la dirección y coordinación de la emergencia en caso que ésta supere la capacidad de respuesta de los recursos con que cuenta el Contratista.

- Establecimiento del Centro de Comando

Inmediatamente se decida activar el Plan de Contingencia, se debe acondicionar la oficina del Director de Obra como Centro de Comando y Comunicaciones. Allí se deben poner a disposición del personal encargado de la coordinación de las acciones de control de la emergencia los equipos de comunicación requeridos, el documento del Plan de Contingencia, la información cartográfica con que se cuente y toda la información que se considere necesaria para realizar las labores de coordinación de manera eficiente.

El centro de comando debe adecuarse para centralizar la información, efectuar seguimientos, recibir los requerimientos de apoyo, atender las quejas y reclamos, y en general para realizar todas las labores de administración y coordinación del manejo de la emergencia.

- Convocatoria y Ensamblaje de las Brigadas de Respuesta

En el momento de ser activado el Plan de Contingencia, el Supervisor de Seguridad Industrial quien tiene a su cargo dentro del Plan la Coordinación de las Brigadas de Emergencia, se debe encargar de convocar y reunir a todas las personas que conforman dichas brigadas.

Cada persona conformante de las diferentes brigadas de respuesta debe conocer sus funciones dentro del Plan y realizarlas según la organización preestablecida en los programas de capacitación y entrenamiento.

- Selección de la Estrategia Operativa Inmediata

Las áreas en las que se pueden presentar contingencias, corresponden a los escenarios identificados en la evaluación de riesgos incluida en el presente plan.

Las estrategias operativas inmediatas a emplear se deben seleccionar de acuerdo con el escenario en que se presente la emergencia y el evento que la ocasione.

Durante el desarrollo de la emergencia se deben realizar acciones de vigilancia y monitoreo del evento que la ocasiona y proyecciones acerca del comportamiento del mismo. Con base en las proyecciones realizadas, se deben identificar posibles zonas adicionales de afectación y el nivel de riesgo existente sobre cada una de ellas. Una vez identificadas dichas zonas, se debe dar la voz de alerta y se deben adelantar acciones para proteger las áreas amenazadas.

- Control y Evaluación de las Operaciones

El Coordinador de la Emergencia debe realizar evaluaciones continuas sobre la efectividad de las acciones de manejo y control de la emergencia adelantada. Con base en dichas evaluaciones se irán ajustando las actividades en ejecución a las condiciones y características que presenten las áreas cubiertas por la emergencia, con el propósito de lograr una mayor eficacia y eficiencia en las operaciones.

- Terminación de Operaciones

Las operaciones de control de la emergencia se deben finalizar cuando la utilización de los mecanismos disponibles no permita obtener ningún beneficio respecto a los esfuerzos desplegados.

Tampoco deberán activarse o mantenerse esfuerzos cuando la obtención de recursos adicionales (humanos y físicos) señale una relación costo beneficio negativa.

Los recursos a emplear en operaciones de esta índole deben canalizarse a procesos de mayor eficiencia, en el restablecimiento de las áreas afectadas y en la mitigación de efectos.

9.5.2.1 Procedimiento para la atención de víctimas durante construcción

Objetivos:

- Brindar atención médica, rápida y oportuna a las personas lesionadas como consecuencia de una emergencia.
- Aplicar primeros auxilios a las personas heridas, de manera que se posibilite su supervivencia.
- Evitar lesiones adicionales como consecuencia de un inadecuado tratamiento inicial o un traslado inapropiado.
- Trasladar los heridos graves, rápida y técnicamente, a los centros de atención más cercanos.

Prevención / preparación:

- Implementar, evaluar y actualizar el programa de Seguridad Industrial.
- Utilizar personal idóneo para la realización de las diferentes actividades.
- Dotar los frentes de obra de los elementos mínimos de primeros auxilios.
- Capacitar algunos empleados en nociones mínimas de primeros auxilios.

- Divulgar el procedimiento de respuesta dentro del personal asociado a los diferentes frentes de obra.

Notificación:

- Los testigos o víctimas del evento informan al responsable del frente de obra.
- El responsable evalúa el evento rápidamente y lo reporta al CC.
- El CC informa a la UM más cercana para que se desplace al sitio.
- La UM evalúa el evento y - de ser necesario - solicita apoyo al CC.
- El CC coordina y gestiona el apoyo externo, así como el traslado de víctimas a los centros de salud más cercanos.

Atención:

- Recursos del frente: se debe limitar a las acciones estrictamente necesarias para garantizar la supervivencia de las víctimas con base en los recursos y personal (preferiblemente el entrenado para estos menesteres) disponible en el frente. El responsable del frente de obra asume momentáneamente la dirección.
- Recursos de la UC: además de las UM's para la atención de víctimas, podría ser necesario el apoyo de la BAT para el rescate de personas atrapadas en lugares de difícil acceso. Las víctimas se deben identificar por medio del sistema Tagging y Triege descrito en el Anexo_9.1. El director de la UM asume el control del procedimiento.
- Recursos internos: eventualmente podría ser necesario el apoyo técnico de los contratistas de la Concesión (máquinas, vehículos, personal, etc.) para el rescate y transporte de víctimas.
- Recursos externos: además de los centros de salud cercanos a los que se trasladarían las víctimas que requieran atención hospitalaria, podría ser necesario el apoyo técnico y logístico de entidades como la Cruz Roja, la Defensa Civil y los cuerpos de bomberos con jurisdicción en el área.

Restauración:

Se inician una vez concluya el transporte de los heridos graves a los centros hospitalarios y se hayan estabilizado por completo las lesiones del personal que permanece en el frente de obra afectado.

Evaluación:

Informe completo que incluya: causas del accidente, utilización de normas e

implementos de seguridad, condiciones ambientales, dotación de emergencias en el frente afectado, eficacia del procedimiento mismo, etc.

9.5.2.2 Procedimiento para la atención de víctimas durante operación

Objetivos:

- Brindar atención médica, rápida y oportuna, a los usuarios de la vía o terceras personas que resulten afectadas en accidentes de tránsito u otros eventos ocurridos en la vía.
- Aplicar primeros auxilios - rápidos y eficaces - a las personas heridas, de manera que se posibilite su supervivencia.
- Evitar lesiones adicionales en los heridos como consecuencia de un inadecuado tratamiento inicial o un traslado inapropiado.
- Trasladar los heridos graves, rápida y técnicamente, a los centros de atención más cercanos.

Prevención / preparación:

- Instalar y mantener en óptimas condiciones una señalización vial adecuada.
- Delimitar y señalizar convenientemente los sitios donde se adelanten trabajos de reparación o mantenimiento.
- Disponer permanentemente de mínimo una ambulancia con su respectivo personal paramédico, con el fin de atender las emergencias que puedan presentarse.
- Coordinar con la Policía Vial y el Tránsito (de Medellín y Rionegro) la realización de campañas periódicas de seguridad vial: control del licor, velocidad y documentos, estado y equipo de carretera de los vehículos, etc.
- Divulgar el procedimiento de respuesta dentro del personal de operación.

Notificación:

- Los testigos o víctimas del evento avisan al CO del proyecto.
- El CO informa a la ambulancia del proyecto para que se desplace al sitio.
- El personal paramédico evalúa el evento y - de ser necesario - solicita apoyo al CO.
- El CO coordina y gestiona el apoyo externo, así como el traslado de víctimas a los centros de salud más cercanos.

- El CO convoca a la policía vial para que adelante las investigaciones del caso.

Atención:

- El proceso de atención será dirigido por el encargado de operaciones de la vía.
- Alcanzado el sitio del accidente, se debe demarcar y señalizar la zona afectada, de manera que se garantice la seguridad de los demás usuarios de la vía.
- La atención inicial se limita a los primeros auxilios que puedan aplicar los testigos presenciales del accidente: otros usuarios, personas de la comunidad, etc.
- Recursos de la UC: además de la ambulancia y el personal paramédico del proyecto, podría ser necesaria la grúa y personal de operación para el rescate de personas atrapadas.
- Recursos externos: además de los centros de salud cercanos, se podría requerir el apoyo técnico y logístico de entidades como la Cruz Roja, la Defensa Civil y los cuerpos de bomberos con jurisdicción en el área.
- Las víctimas se deben identificar por medio del sistema Tagging y Triege descrito en el Anexo_9.1.

Restauración:

- Se inician una vez concluya el transporte de heridos graves a los centros hospitalarios y se hayan estabilizado por completo las lesiones del personal que permanece en el frente de obra afectado.
- Retiro de la vía los vehículos averiados, restos de partes, aceites y demás obstáculos que impidan el normal tránsito de vehículos.
- Finaliza con el restablecimiento de la circulación normal en el sitio afectado.

Evaluación:

Informe completo que incluya: causas del accidente, condiciones ambientales, condiciones de la vía (señalización, estado, etc.), idoneidad de los conductores, etc.

9.5.2.3 Procedimiento para la atención de problemas de salubridad durante construcción

Objetivos:

- Evitar la propagación de enfermedades de tipo endémico y epidémico.
- Atender y controlar las alteraciones de salud en las personas afectadas.

- Atacar los vectores que originan enfermedades.

Prevención / preparación:

- Implementar, evaluar y actualizar el programa de Salud Ocupacional.
- Fumigar periódicamente los sitios de riesgo para la generación de enfermedades.
- Vacunar el personal del proyecto ante las enfermedades de mayor riesgo en la zona.
- Control estricto de la higiene en campamentos, talleres, servicios sanitarios, etc. así como de la potabilidad del agua de consumo y el estado sanitario de los alimentos.

Notificación:

- Cualquier caso de enfermedad profesional deberá ser reportada por la víctima (s) ante la División Salud de la UC.
- La División Salud analizará el caso y, de encontrar algún riesgo para la salud de empleados y comunidad de la zona, informará al Servicio Seccional de Salud de Antioquia (SSSA) para atender conjuntamente el evento.
- La División Salud, cuando lo considere pertinente y por intermedio del CC, solicitará a las UM's la atención urgente de víctimas.
- La UM evalúa el evento y - de ser necesario - solicita apoyo al CC.
- El CC coordina y gestiona el apoyo externo, así como el traslado de víctimas a los centros de salud más cercanos.

Atención:

- Enfermedad endémica (fiebre amarilla, dengue, malaria):
  - Identificar los sitios donde se generan los vectores que originan la enfermedad (aguas estancadas, basureros, etc.).
  - Fumigar los centros poblados aledaños al proyecto, así como los campamentos, talleres, oficinas, etc.
  - Intensificar campañas de prevención y educación para evitar la propagación de la enfermedad.
- Enfermedad epidémica (enfermedades de transmisión sexual, hepatitis B o SIDA):
  - Intensificar campañas de prevención y educación para evitar la propagación de la

enfermedad.

- Si es posible la inmunización, se debe realizar una campaña de vacunación para los empleados y obreros del proyecto, así como para los habitantes de la zona.

- Intoxicación:

  - Identificar los focos de generaron el hecho.

Restauración:

- Las labores de restauración se inician cuando se controle la propagación de la enfermedad y se estabilice la salud de las personas afectadas.

- Continúan con las campañas de prevención, educación, fumigación, vacunación, etc.

- Finalizan cuando el riesgo de nuevas enfermedades de este tipo sea reducido a niveles aceptables.

Evaluación:

Informe completo con énfasis en las causas del problema, en las medidas de tratamiento adoptadas y en las recomendaciones que deben implementarse para evitar que se repita en el futuro.

9.5.2.4 Procedimiento para la atención de actos terroristas durante construcción

Objetivos:

- Restaurar el orden público en los sitios afectados tan pronto como sea posible.

- Restablecer rápidamente las condiciones normales de trabajo en el frente de obra afectado.

- Analizar las causas del evento e implementar medidas para evitar futuras acciones.

Prevención / preparación:

- Implementar, evaluar y actualizar el programa de Política Social.

- Mantener vigilancia permanente en todos los frentes de obra.

- Militarizar los frentes de obra más vulnerables a este tipo de eventos.

- Coordinar con la policía y el ejército la realización de rondas periódicas a los diferentes frentes de obra.

Notificación:

- Los testigos (personal, comunidad, etc.) informan el hecho al responsable del frente de obra.
- El responsable del frente de obra lo comunica al CC.
- El CC comunica el evento al encargado de la División Técnica de la UC y a la BAT, quienes serán los responsables de coordinar la atención del evento.
- El CC se encarga de gestionar apoyo externo con la policía y el ejército para restablecer el orden público en el sitio afectado.

Atención:

- Las fuerzas armadas o de policía se desplazan al sitio con el fin de restaurar el orden público y asumir el control de la situación.
- Si existen víctimas, se activa el Procedimiento para la Atención de Víctimas durante construcción.
- La División Técnica, en coordinación con el contratista, evaluará los daños para detectar y solucionar problemas complementarios: corto circuitos, incendios, derrames de combustible, etc.
- Según sean las consecuencias del evento (interrupción de la vía, daño en maquinaria, etc.) se debe activar el respectivo Procedimiento de Atención.
- La BAT participa en las labores de atención, restauración y evaluación del evento.

Restauración:

- Se inicia una vez se restaure el orden público en el frente de obra afectado y se hayan estabilizado las eventuales víctimas.
- Continúa con el retiro de escombros, la reconstrucción de la infraestructura afectada y la reparación o reemplazo de la maquinaria y equipos afectados.
- Finaliza con el restablecimiento de las labores normales en el frente de obra.

Evaluación:

- La División Técnica evaluará el funcionamiento del sistema de seguridad y recomendará las correcciones necesarias para evitar futuros eventos de este tipo
- La División Técnica, en coordinación con el contratista, evaluará los daños en infraestructura, equipos, maquinaria, etc.

- Dentro de las estrategias de preparación, se debe hacer énfasis en la actitud que debe asumir el personal, con el fin de no agravar la situación y salvaguardar vidas humanas.

9.5.2.5 Procedimiento para la atención de actos terroristas durante operación

Objetivos:

- Restaurar el orden público en los sitios afectados tan pronto como sea posible.
- Restablecer rápidamente las condiciones normales de flujo vehícular a través de las zonas afectadas.
- Analizar las causas del evento e implementar medidas para evitar futuras acciones.

Prevención / preparación:

- Manejar relaciones cordiales, benéficas y transparentes con las comunidades aledañas a la vía.
- Mantener vigilancia permanente en los sitios más vulnerables (peaje, túnel, CO, etc.) y comunicación constante con las fuerzas militares y de policía.
- Coordinar con la Policía de Carreteras la realización de rondas y retenes periódicas a lo largo de la vía.
- Militarizar los frentes de obra más vulnerables a este tipo de eventos.

Notificación:

- Los testigos (personal de operación, usuarios, comunidad, etc.) informan al CO acerca de la ocurrencia del evento.
- El CO se encarga de gestionar apoyo externo con la policía y el ejército, con el fin de restablecer el orden público en el sitio afectado.
- El CO gestiona las labores de restauración necesarias y realiza la evaluación del evento.

Atención:

- Las fuerzas armadas o de policía se desplazan al sitio, con el fin de restaurar el orden público y asumir el control de la situación.
- Si existen víctimas, se activa el Procedimiento para la Atención de Víctimas durante operación.

- La Dirección de Operación, por intermedio del Centro de Operación, evaluará los daños para detectar y solucionar problemas complementarios: corto circuitos, incendios, derrames de combustible, etc.

- En caso de que sea necesario el cierre temporal de la vía, se debe aplicar el procedimiento: Atención de cierres inesperados de la vía durante operación.

Restauración:

- Se inicia una vez se restaure el orden público en el sitio afectado y se haya estabilizado la salud de las eventuales víctimas.

- Continúa con el retiro de escombros y la reconstrucción de infraestructura afectada.

- Finaliza con el restablecimiento de la circulación normal de vehículos a través del sitio afectado.

Evaluación:

- La Dirección de Operación evaluará el funcionamiento del sistema de seguridad y recomendará las correcciones necesarias para evitar futuros eventos de este tipo.

- La Dirección de Operación evaluará los daños en infraestructura y equipos.

9.5.2.6 Procedimiento para la atención de levantamientos populares durante construcción y operación

Objetivos:

- En la fase de construcción, evitar que el movimiento afecte la ruta crítica de construcción del proyecto.

- En la fase de operación, buscar que el levantamiento interfiera lo menos posible con la normal circulación de vehículos a lo largo de la vía.

- En ambas fases gestionar - por medio del diálogo - una solución justa, pacífica y ágil que satisfaga los intereses de las partes en conflicto.

Prevención / preparación:

- Durante construcción implementar, evaluar y actualizar el programa de Política Social.

- Durante operación, establecer relaciones cordiales, benéficas y transparentes con las comunidades aledañas a la vía.

Notificación:

- Los testigos (personal, usuarios, comunidad, etc.) informan el hecho al CC (durante construcción) o al CO (en la fase de operación).
- Durante construcción, el CC comunica el evento al encargado de la División Social de la UC, quien será el responsable de atender el evento.
- En operación, el CO comunica el evento al Gerente de Operación de la Concesión, quien será el responsable de atender el evento
- El CC o el CO se encargan de gestionar apoyo externo con la policía y el ejército, con el fin de mantener el orden público en el sitio afectado.

Atención:

- Si el movimiento se presenta con violencia alcanzará la connotación de asonada, por lo que el ejército y la policía deberán hacerse presentes en el sitio y evitar que se ocasionen daños en las obras, la maquinaria, los equipos, etc.
- Si el movimiento no es violento (paro civíco) o se ha controlado la asonada, la División Social (fase de construcción) o la Dirección de Operación (fase de operación) iniciarán el proceso de negociación con los voceros del levantamiento.
- Durante operación, en caso de que se presente el cierre temporal de la vía, se debe aplicar el procedimiento: Atención de cierres inesperados de la vía durante operación.

Restauración:

- Inicia una vez finalice la negociación y se firmen los acuerdos entre las partes.
- Continúa con el retiro de barricadas y demás obstáculos que impidan el acceso a los frentes de obra (construcción) o la circulación normal de vehículos (operación).
- Finaliza con el restablecimiento de actividades en los frentes incomunicados previamente (construcción) o con el nueva entrada en operación de la vía.

Evaluación:

- La División Social (construcción) o la Dirección de Operación (operación) elaborarán un informe que incluya las causas del evento, los entes involucrados, las exigencias o demandas, el proceso de negociación y los acuerdos pactados.
- Estas entidades serán las encargadas de vigilar el cumplimiento de los acuerdos y de informar ante instancias superiores cualquier incumplimiento que se presente.

9.5.2.7 Procedimiento para la atención de hallazgos arqueológicos durante construcción

Objetivos:

- Evitar la destrucción de material arqueológico no detectado hasta el momento, como consecuencia de las actividades constructivas.
- Realizar el rescate arqueológico de los posibles restos encontrados y evitar el saqueo de los mismos por parte de terceras personas.

Prevención / preparación:

Realizar un monitoreo arqueológico de todo el proyecto, antes del inicio de los trabajos, con el fin de identificar los sitios en los que se debe tener mayor cuidado al momento de realizar los movimientos de tierras.

Notificación:

- El personal que identifique vestigios arqueológicos, debe informar al responsable del frente de obra.
- El responsable del frente evalúa el evento rápidamente y lo reporta al Centro de Control (CC).
- El CC informa a la División Social de la UC, la cual asume el control del procedimiento.
- La División Social contacta un arqueólogo o grupo de arqueólogos calificados, con el fin de adelantar las tareas de campo que sean necesarias.

Atención:

- Una vez el responsable del frente de obra verifique la presencia de restos arqueológicos, procederá a suspender las actividades constructivas en el sitio.
- A continuación procederá con el cercado, señalización y vigilancia del sitio, hasta tanto se haga presente personal especializado.
- La División Social y los arqueólogos contactados acuden al sitio con el fin de evaluar el hallazgo y determinar si se amerita su rescate.
- En caso afirmativo, se procederá con el rescate arqueológico del yacimiento.
- En caso contrario, se realizará un monitoreo arqueológico de la zona, con el fin de identificar otros posibles hallazgos.

Restauración:

Una vez terminado el rescate y/o concluido el monitoreo de la zona, la División Social autoriza al responsable del frente para el restablecimiento normal de las actividades constructivas.

Evaluación:

La División Social, por intermedio de los arqueólogos contactados, elaborará un informe completo sobre los monitoreos y rescates realizados e informará - cuando lo considere pertinente - al Instituto Colombiano de Antropología ICAN

9.5.2.8 Procedimiento para la atención de falla de equipos durante construcción

Objetivos:

- Realizar reparaciones rápidas (si es posible) o utilizar equipos, maquinaria o procedimientos constructivos alternativos, para evitar que el evento afecte la ruta crítica de construcción del proyecto.
- Restablecer, tan pronto como sea posible, las condiciones normales de trabajo en el sitio.
- Evaluar el evento e implementar las recomendaciones a que haya lugar, con el fin de evitar su repetición futura.

Prevención / preparación:

- Realizar mantenimiento preventivo periódico a los equipos y maquinaria asociados a la construcción del proyecto.
- Utilizar personal idóneo para la operación de equipos y maquinaria.
- Para los equipos más vulnerables, disponer de equipos, procesos de producción o centros de suministro alternos, de manera que se pueda controlar el evento mientras se adelantan las tareas de reparación.

Notificación:

- El operario de la maquinaria o equipo afectado informa al responsable del frente de obra en el que se presentó el evento.
- El responsable del frente evalúa el evento rápidamente y, de ser necesario, lo reporta al CC.
- El CC informa a la Dirección de Construcción, a la Interventoría y a la División Técnica de la UC, para que asuman conjuntamente el control del procedimiento.

Atención:

- Personal especializado se desplaza al sitio con el objeto de evaluar el daño y establecer un diagnóstico sobre su reparación.
- Si se cuenta con los recursos y el tiempo necesarios para resolver el daño, se procederá con su arreglo; en caso contrario, se solicitará a la Interventoría que defina solución que permita superar el problema.
- En caso de que la Interventoría no pueda encontrar la solución, se convocará al Comité de Obra, quien será el responsable de determinar el curso a seguir.

Restauración:

- Inicia una vez se repare (así sea temporalmente) o reemplace el equipo afectado.
- Continúa con el retiro de desechos producto del daño o de su reparación.
- Finaliza con el restablecimiento de actividades normales en el frente de obra afectado.

Evaluación:

Se elaborará un informe completo del evento, que incluya como mínimo la siguiente información: causas (técnicas, accidentales o humanas), manejo del evento, consecuencias y recomendaciones para evitar que el evento se repita.

9.5.2.9 Procedimiento para la atención de contaminación por gases en el túnel durante construcción

Objetivos:

Evitar que concentraciones de gases (monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, etc) por encima de los valores máximos permisibles, afecten la salud del personal que labora en el túnel.

Prevención / preparación:

- Disponer sistemas de ventilación que cuenten con circuitos alternos para la atención de emergencias.
- Dotar los frentes de obra de equipos para el monitoreo permanente de la concentración de gases tóxicos.
- Mantenimiento periódico de la maquinaria y equipos utilizados en el túnel.
- Utilización rigurosa de los implementos de Seguridad Industrial.

- Instalar y mantener un sistema de alarmas y de altavoces, además de una señalización adecuada para la evacuación rápida y segura del sitio afectado.

- Realizar simulacros de evacuación.

Notificación:

- Se activan las alarmas que indican la necesidad de evacuar el túnel.

- El responsable del frente de obra informa el hecho al CC.

- El CC comunica el evento a la División Técnica de la UC y a la BAT para que realicen las labores de coordinación, atención, restauración y evaluación del evento.

Atención:

- Una vez activadas las alarmas y bajo la coordinación del responsable del frente de obra, se evacua el personal presente en la zona del túnel que resultó afectada.

- Si por algún motivo las alarmas no se activaron y se detecta que algún obrero o empleado presenta síntomas de intoxicación, se debe activar la alarma manualmente.

- Si se presentan víctimas de intoxicación, se comunica al CC para que active el Procedimiento para la Atención de Víctimas durante construcción.

Restauración:

- Se inicia una vez se evacue todo el personal y se estabilice la salud de todas las personas que resulten intoxicadas.

- Continúa con la ventilación del túnel hasta que se reduzca la concentración de gases tóxicos a niveles aceptables.

- Finaliza con el restablecimiento de actividades en el frente de obra que resultó afectado.

Evaluación:

Se elaborará un informe completo del evento, que incluya como mínimo la siguiente información: causas del evento, funcionamiento de las alarmas, mecanismos de evacuación, estrategias de atención y recomendaciones para evitar que este tipo de eventos se repita en un futuro.

9.5.2.10 Procedimiento para la atención de contaminación por gases en el túnel durante operación

Objetivos:

Evitar que concentraciones de gases (monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, etc) por encima de los valores máximos permisibles, afecten la salud de los futuros usuarios del túnel.

Prevención / preparación:

- Disponer sistemas de ventilación que cuenten con circuitos alternos para la atención de emergencias.
- Dotar el túnel de equipos para el monitoreo permanente de la concentración de gases tóxicos.
- Instalar un sistema de alarmas y de altavoces, además de una señalización adecuada para la evacuación rápida y segura del túnel.
- Mantenimiento periódico de los sistemas de ventilación, de los equipos de monitoreo y del sistema de alarmas / altavoces.

Notificación:

- Se activan las alarmas que indican la necesidad de evacuar el túnel.
- El CO tiene reporte en tiempo real de la situación presentada.
- El CO gestiona las labores de atención, restauración y evaluación que sean necesarias para controlar el evento.

Atención:

- Una vez activadas las alarmas y en ambos portales del túnel, se evita el ingreso de nuevos vehículos y se incrementa la potencia del sistema de ventilación.
- A continuación, bajo la orientación del responsable del CO, se coordina la salida de los vehículos que se encuentran ubicados dentro del túnel.
- Si por algún motivo los vehículos están atrapados y no pueden salir por su propia cuenta, se debe proceder con la evacuación peatonal de los pasajeros.
- Si se presentan víctimas de intoxicación, se comunica al CC para que active el Procedimiento para la Atención de Víctimas en la fase de operación.
- Simultáneamente se controla la fuente que origina los gases: incendio, motores de

los vehículos, etc.

Restauración:

- Se inicia una vez se evacuen todos los usuarios y se atiendan todas las personas que resulten intoxicadas.
- Continúa con la ventilación del túnel hasta reducir la concentración de gases tóxicos a niveles aceptables para la salud humana.
- Finaliza con el restablecimiento de la circulación normal de vehículos dentro del túnel y en la vía en general.

Evaluación:

Se elaborará un informe completo del evento, que incluya como mínimo la siguiente información: causas del evento, funcionamiento de las alarmas, mecanismos de evacuación, estrategias de atención y recomendaciones para evitar que este tipo de eventos se repita en el futuro.

9.5.2.11 Procedimiento para la atención de deslizamientos en el túnel durante construcción

Objetivos:

- Activar rápidamente el Procedimiento para la Atención de Víctimas, con el fin de atender posibles heridos y rescatar personal atrapado.
- Evitar que el evento afecte la ruta crítica de construcción del proyecto.
- Restablecer, tan pronto como sea posible, las condiciones normales de trabajo en la parte del túnel afectada.
- Evaluar el evento e implementar las recomendaciones a que haya lugar, con el fin de evitar que se repita más adelante.

Prevención / preparación:

- Evaluación permanente del macizo rocoso por parte de personal especializado.
- Instalación de instrumentos para la medición y monitoreo de deformaciones subterráneas.
- Utilizar estructuras que permitan reforzar temporalmente la estabilidad del macizo rocoso, mientras se adelantan las tareas de revestimiento definitivo.
- Utilización rigurosa de los implementos de Seguridad Industrial.

- Instalar y mantener un sistema de alarmas y de altavoces, además de una señalización adecuada para la evacuación rápida y segura del sitio afectado.

- Realizar simulacros de evacuación.

Notificación:

- El personal testigo informa el hecho al responsable del frente de obra.

- El responsable del frente de obra lo comunica al CC.

- El CC comunica el evento al encargado de la División Técnica de la UC, quien será el responsable de coordinar la atención del evento.

- El CC convoca a la BAT para que participe en las labores de atención, restauración y evaluación del evento.

Atención:

- El encargado del frente de obra activa la alarma de evacuación del frente y se encarga de coordinar el procedimiento.

- En caso de que se presenten víctimas o personas atrapadas, se debe activar el Procedimiento para la Atención de Víctimas durante construcción.

- Se debe restringir el acceso de personas no autorizadas al tramo de túnel afectado.

- Como medida de seguridad y para evitar riesgos mayores, se deben cortar los suministros de energía y agua al tramo de túnel afectado.

- El sistema de ventilación se debe conservar con el fin de suministrar aire a posibles personas atrapadas.

Restauración:

- Se inicia una vez se evacuen todos los trabajadores, se rescaten y se estabilice la salud de las posibles víctimas.

- Continúa con la remoción de todo el material inestable, así como del que se encuentre suelto y tenga altas posibilidades de desprendimiento.

- Las zonas no removidas pero que representen algún riesgo de deslizamiento, deben ser reforzadas convenientemente.

- Finaliza con el restablecimiento de actividades normales en el tramo de túnel afectado.

Evaluación:

Se elaborará un informe completo del evento, que incluya como mínimo la siguiente información: causas del evento, funcionamiento de las alarmas, mecanismos de evacuación, estrategias de atención y recomendaciones para evitar eventos posteriores. Adicionalmente se deben evaluar detalladamente las condiciones geológicas locales.

9.5.2.12 Procedimiento para la atención de cierres inesperados de la vía durante operación

Objetivos:

- Facilitar un flujo vehícular seguro y rápido para los usuarios de la vía, cuando se presenten eventos inesperados como deslizamientos, falla de puentes, problemas en el túnel, levantamientos populares, etc.

- Implementar las acciones que sean necesarias para restablecer, tan pronto como sea posible, el normal flujo vehícular a lo largo de la vía.

Prevención / preparación:

- Evaluar periódicamente el estado de taludes, puentes, pontones, alcantarillas, etc. con el fin de realizar las tareas de mantenimiento o reparación que requieran.

- Asegurar la disponibilidad de equipos para la rápida remoción de derrumbes, escombros, vehículos accidentados, etc. con el fin de evitar problemas en la vía.

- Mantener relaciones cordiales, benéficas y transparentes con las comunidades aledañas a la vía, de manera que no originen cierres en la vía.

Notificación:

- Los testigos (personal de operación, usuarios, comunidad, etc.) informan la ocurrencia del evento al CO del proyecto.

- El CO gestiona las labores de atención, restauración y evaluación necesarias

Atención:

- En caso de presentarse víctimas, activar rápidamente el Procedimiento para la Atención de Víctimas durante operación.

- Establecer pasos restringidos a través del sitio afectado o vías alternas (Las Palmas, Autopista, etc.) para evitar congestiones y retrasos innecesarios a los usuarios.

- Dotar el sitio de una señalización y demarcación diurna y nocturna adecuadas.

- Si la interrupción se presenta por una caída de un puente y el tiempo de reparación es muy largo, se debe instalar un puente provisional; simultáneamente se deben iniciar las labores de reconstrucción del puente afectado.

- Si la interrupción se presenta por un deslizamiento, se debe desplazar la maquinaria necesaria para retirar el material, con el fin de restablecer el tráfico tan pronto como sea posible.

- En caso de que las características del talud indiquen que el deslizamiento puede repetirse o continuar, se debe mantener la maquinaria en la vía y tomar las medidas necesarias para estabilizar definitivamente el talud.

Restauración:

- Se inicia cuando se abra paso provisional a través del sitio afectado o, en su defecto, se establezcan vías alternas mientras se atiende la contingencia.

- Continúa con el retiro de derrumbes, la reparación de las estructuras afectadas y demás medidas que sean necesarias para remover cualquier obstáculo que impida el paso normal de vehículos.

- Finaliza con el restablecimiento de la circulación normal de vehículos a través del sitio afectado.

Evaluación:

Se elaborará un informe completo del evento, que incluya como mínimo la siguiente información: causas del evento, estrategias de atención y recomendaciones para evitar la repetición de este tipo de eventos.

9.5.2.13 Procedimiento para la atención de derrames de combustible durante construcción

Objetivos:

- Controlar el evento tan pronto como sea posible.

- Evitar la intoxicación de personas, bien sea directamente (por inhalación) o por el consumo de aguas contaminadas con combustibles.

- Minimizar los impactos ambientales sobre el sistema biótico y restaurar - en la medida de lo posible - los hábitats afectados a su estado inicial.

- Evaluar el evento e implementar las recomendaciones a que haya lugar, con el fin de evitar que este tipo de eventos se repitan posteriormente.

Prevención / preparación:

- Utilización de personal idóneo y equipos adecuados para el transporte, trasvase y almacenamiento de combustibles.
- Construcción de diques perimetrales en los tanques de almacenamiento, con el objeto de controlar eventuales derrames.
- Señalización adecuada con las normas y precauciones especiales que deben tenerse en los sitios donde se manipule o almacenen combustibles.
- Utilización rigurosa de los implementos de Seguridad Industrial.
- Mantenimiento periódico de la maquinaria y equipos empleados para el transporte, almacenamiento y manipulación de combustibles.

Notificación:

- El personal testigo informa el hecho al responsable del frente de obra en el que ocurrió el evento.
- El responsable del frente de obra lo comunica al CC.
- El CC comunica el evento al encargado de la División Técnica de la UC, quien será el responsable de coordinar la atención del evento.
- El CC convoca a la BAT para que participe en las labores de atención, restauración y evaluación del evento.
- El CC gestiona el apoyo externo que se considere necesario en un momento determinado.

Atención:

- Si hay víctimas, se activa el Procedimiento para la Atención de Víctimas en la fase de construcción.
- Una vez se presente un derrame de combustible durante el recibo o suministro del mismo, por falla de un tanque de almacenamiento, por volcamiento de un carrotanque, etc., la primera acción (inmediata) es suspender el derrame, ya sea conteniéndolo o aislando la fuente de vertimiento.
- Simultáneamente se debe aislar la zona del derrame y evacuar todas las personas ubicadas dentro de la zona afectada, con el fin de evitar incendios o intoxicaciones.
- Con el equipo y personal disponible en el frente de obra se inician los dos pasos anteriores, siempre y cuando no se exponga la vida de ninguno de los operarios.

- La BAT se desplaza al sitio e intenta controlar el derrame con los recursos que tiene asignados; en caso de necesitar apoyo externo, lo solicita al CC.

- Adicionalmente, se debe eliminar cualquier fuente de ignición del área del derrame y evitar los riesgos de asfixia por inhalación de los vapores desprendidos por el combustible. En caso de que ocurra un incendio, se debe aplicar el procedimiento: Atención de incendios durante construcción.

- Se debe tener en cuenta que el principal impacto de un derrame se presenta cuando éstos alcanzan los cuerpos de agua. Por este motivo se considera prioritario impedir que el derrame alcance las corrientes existentes en la zona.

- Para evitar que el derrame se extienda sobre la superficie del suelo, se debe realizar su contención superficial mediante el riego con agua, de manera que se conformen colchones de agua en las zonas donde la topografía lo permita.

- Adicionalmente, se debe cortar el movimiento del derrame a través del subsuelo mediante la construcción de zanjas que intercepten su camino de migración.

- Ya que el agua en movimiento transporta rápidamente un derrame de combustibles, es esencial disponer de medios rápidos y efectivos para retenerlo en este medio: barreras (flotantes, de red, y sorbentes), presas, diques, etc.

Restauración:

- En el caso de derrames de hidrocarburos en tierra, las áreas agrícolas y cubiertas con vegetación deberán airearse y acondicionarse por medio de huecos pequeños y la adición de nutrientes para acelerar los procesos de biodegradación.

- Los materiales contaminados que sean recuperados deben disponerse en un relleno sanitario con las especificaciones adecuadas para recibir este tipo de residuos.

- Parte del combustible recuperado podrá ser utilizados en las calderas y otros equipos que utilicen combustibles líquidos y acepten material parcialmente sucio.

- Las áreas caracterizadas por desove de peces, puesta y producción de avifauna acuática, especies raras o amenazadas, fauna y alto potencial de erosión exigen una selección muy cuidadosa del método de limpieza.

- En las orillas de las corrientes que se encuentren protegidas con vegetación, se puede dejar el remanente del derrame para que sea arrastrado por la corriente, y evitar así maltratar la fauna asociada.

Evaluación:

- Se elaborará un informe completo del evento, que incluya como mínimo la siguiente información: causas del evento, estrategias de atención y recomendaciones para

evitar que este tipo de eventos se repita en el futuro.

- Durante los meses posteriores al evento, se debe realizar un monitoreo constante del grado de recuperación de suelos, aguas, flora y fauna que resultaron afectados por el derrame.

9.5.2.14 Procedimiento para la atención de incendios durante construcción

Objetivos:

- Controlar el evento tan pronto como sea posible.
- Activar rápidamente el Procedimiento para la Atención de Víctimas.
- Evacuar las personas ubicadas dentro de la zona de influencia del incendio.
- Minimizar la afectación sobre el sistema biótico y restaurar los hábitats afectados a su estado inicial.
- Evaluar el evento e implementar las recomendaciones a que haya lugar, con el fin de evitar que se repita posteriormente.

Prevención / preparación:

- Todas las normas listadas en el procedimiento anterior, aplican para la prevención de incendios.
- Se deben dotar los sitios con mayor riesgo de incendio de alarmas, altavoces y de una señalización adecuada para la evacuación rápida y segura del sitio afectado.
- En estos sitios se debe instalar y mantener el equipo mínimo necesario para la atención inicial de una conflagración.
- Adicionalmente, se debe capacitar algunos empleados en los mecanismos para prevenir y atender incendios.

Notificación:

- El personal testigo informa el hecho al responsable del frente de obra.
- El responsable del frente de obra lo comunica al CC.
- El CC comunica el evento al encargado de la División Técnica de la UC, quien será el responsable de coordinar la atención del evento.
- El CC convoca a la BAT para que participe en las labores de atención, restauración y evaluación del evento.

- El CC gestiona el apoyo externo que sea necesario en un momento determinado.

Atención:

- Si hay víctimas, se activa el Procedimiento para la Atención de Víctimas.
- Con el equipo y personal disponible en el frente de obra se trata de hacer frente al hecho, siempre y cuando no se exponga la vida de ninguno de los operarios
- La BAT se desplaza al sitio e intenta extinguir el fuego con los recursos que tiene asignados. En caso de necesitar apoyo externo, lo solicita al CC.
- Se debe aislar toda la zona de influencia del incendio y evacuar todas las personas presentes: comunidad, empleados, obreros, etc.
- Para dominar un incendio en forma rápida y económica, se deben utilizar equipos y técnicas adecuadas, que correspondan a las características del fuego: tipo de material en combustión (combustible, madera, bosques, etc.), clima, topografía, vientos, etc.
- Los métodos a utilizar pueden ser directos (extintores) e indirectos: uso de contrafuegos, construcción de líneas desmontadas (cortafuegos), empleo de barreras y zanjas, etc.

Restauración:

- Inicia una vez el incendio sea extinguido por completo.
- Continúa con el retiro del material destruido, la reconstrucción de las obras y equipos afectados y la recuperación del terreno, según vaya a ser su utilización futura.
- Finaliza con el restablecimiento de las actividades normales en el frente afectado y/o la entrega de los terrenos (ya recuperados) a sus propietarios.

Evaluación:

Se elaborará un informe completo del evento, que incluya como mínimo la siguiente información: causas del evento, estrategias de atención y recomendaciones para evitar que este tipo de eventos se repitan.

9.6 COSTOS

En la Tabla 9.12 se presentan los costos de personal y en la Tabla 9.13 los costos de implementos asociados al Plan de Contingencias, durante la etapa de construcción del proyecto.

Tabla 9.12 Costos de personal durante la fase de construcción

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
UNIDAD DE CONTINGENCIAS				
Dirección (Ingeniero Civil)	h/mes	12.500.000	0,3	3.750.000
Personal de apoyo (Secretaria)	h/mes	3.000.000	12	36.000.000
División Salud				
Medicina preventiva y atención de problemas de salubridad				
Médico	h/mes	5.625.000	6	33.750.000
Enfermera	h/mes	5.625.000	6	33.750.000
Unidad Móvil Sector Oriental (3 turnos por día)				
Paramédico (1 por turno)	h/mes	3.000.000	36	108.000.000
Socorrista (1 por turno)	h/mes	3.000.000	36	108.000.000
Unidad Móvil Sector Occidental (3 turnos por día)				
Paramédico (1 por turno)	h/mes	3.000.000	36	108.000.000
Socorrista (1 por turno)	h/mes	3.000.000	36	108.000.000
División Social				
Política social y atención eventos sociales				
Trabajador o comunicador social	h/mes	*	6	
División Técnica				
Divulgación, capacitación y entrenamiento				
Trabajador o comunicador social	h/mes	*	6	
Seguridad industrial				
Tecnólogo en seguridad industrial	h/mes	*	12	
Brigada de Atención Técnica-BAT (3 turnos por día)				
Bomberos *(2 por turno)*	h/mes	3.000.000	72	216.000.000
Centro de control - CC				
Operación del Centro de Control (3 turnos por día)				
Auxiliares en seguridad industrial(2 por turno)	h/mes	3.000.000	72	216.000.000
TOTAL ANUAL		**44.750.000**		**971.250.000**
GRAN TOTAL		4		**3.885.000.000**
*Incluido dentro del Grupo de Gestión Ambiental				
NOTA: Se consideran 4 años de construcción				

Tabla 9.13 Costos de implementos durante la fase de construcción

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL	VALOR FIJO
Oficina Unidad de Contingencias					
Escritorios y sillas	und	350.000	8		2.800.000
Computador e impresora	und	2.000.000	3		6.000.000
Mesa de reuniones + 5 sillas	und	1.000.000	1		1.000.000
Alquiler radios de comunicación (8 móviles y central)	Equipo / mes	2.600.000	1	31.200.000	
Videograbadora	und	1.200.000	1		1.200.000
Televisor y DVD	und	1.500.000	1		1.500.000
Cámara fotográfica	und	500.000	2		1.000.000
Papelería, útiles, fotocopias y revelados	global	2.000.000	1	2.000.000	
Alquiler de vehículos con conductor (1 vehículo)	Vehículo/ mes	5.200.000	1		
División Salud					
Implementos para medicina preventiva	global	10.000.000	1	10.000.000	
División Técnica					
Avisos de prensa *(Programa de divulgación)*	global		1	*	
Avisos de radio *(Programa de divulgación)*	global	500.000	12	6.000.000	
Vallas panorámicas *(Programa de divulgación)*	global	8.000.000	1		8.000.000
Boletines y cartillas *(Programas de divulgación y capacitación)*	global		1	*	
Papelería *(Programas de divulgación y capacitación)*	global		1	*	
Sistema de señalización	global		1	*	
TOTAL ANUAL				**49.200.000**	**21.500.000**
GRAN TOTAL	año		4		**86.000.000**

Capítulo 10. Plan de cierre

TABLA DE CONTENIDO

10	PLAN DE CIERRE	10.1
10.1	ASPECTOS GENERALES	10.1
10.2	OBJETIVOS	10.2
10.2.1	General	10.2
10.2.2	Específicos	10.2
10.3	METAS	10.2
10.4	POBLACIÓN BENEFICIADA	10.2
10.5	PROYECTOS	10.2
10.5.1	Proyecto de desmantelamiento y abandono	10.2
10.5.2	Proyecto de limpieza del sitio	10.3
10.5.3	Proyecto de restauración de las zonas intervenidas	10.4
10.5.4	Proyecto de monitoreo y seguimiento	10.5
10.5.5	Proyecto de información a la comunidad	10.5

10 PLAN DE CIERRE

10.1 ASPECTOS GENERALES

El Cierre y Abandono comprende el conjunto de actividades que deben implementarse desde las etapas de planificación del proyecto, hasta la ejecución de actividades de post construcción, con el fin de cumplir los requisitos legales aplicables, proteger la salud y seguridad de las comunidades vecinas, eliminar o mitigar los efectos ambientales adversos y minimizar los impactos socio económicos en el área de influencia, en este caso las instalaciones utilizadas para la construcción del Túnel de Oriente.

El presente Plan incorpora las medidas orientadas a prevenir impactos ambientales y riesgos durante la etapa de cierre de la fase constructiva del Túnel de Oriente. Asimismo, se incluyen actividades como: demoliciones de superficies duras, cierre y reconformación de terrenos, revegetalización de superficies, roturado, recolección y disposición de residuos. Esta labor incluirá la nivelación y estabilización del terreno (donde corresponda) en la etapa de construcción y que:

- Signifique un riesgo mínimo a la salud y seguridad humana.
- Signifique un mínimo o nulo impacto al ambiente.
- Cumpla con todas las leyes y reglamentos aplicables, es decir, que sea consistente con todos los códigos, guías y prácticas recomendadas, así como con los requerimientos de uso del terreno de las autoridades municipales y/o gubernamentales.
- No represente una responsabilidad inaceptable para presentes o futuros propietarios del terreno.
- Sea estéticamente aceptable y no signifique deterioros al paisaje.

Es importante aclarar que el plan de cierre no implica costos adicionales al Plan de Manejo Ambiental pues los profesionales encargados del cierre por finalización de la etapa de construcción serán los que vienen participando del acompañamiento e interventoría durante esta etapa. Igualmente los costos directos son intrínsecos a la actividad constructiva que tiene la responsabilidad técnica y por salud ocupacional, seguridad industrial de entregar el área intervenida en óptimas condiciones de orden y aseo y sobretodo sin ninguna alteración al entorno.

10.2 OBJETIVOS

10.2.1 General

Realizar la restauración de las áreas intervenidas y devolverlas a una condición igual o mejor a su estado original, definiendo medidas que faciliten la prevención, control, mitigación y compensación de los impactos generados en los procesos constructivos.

10.2.2 Específicos

- Establecer las acciones o criterios ambientales de manejo que permitan la planificación de uso y destino posterior del área después de finalizada la construcción del Túnel.

- Implementar programas de rehabilitación de las tierras intervenidas por las operaciones.

- Desarrollar programas de compensación y conservación paisajística de los taludes, bancos y terrenos, tanto en el área de construcción, como de las zonas destinadas al depósito de escombros y material estéril.

10.3 METAS

Recuperar el 70% de las áreas intervenidas.

Disponer adecuadamente el 100% de los residuos sólidos generados durante la ejecución de esta actividad.

10.4 POBLACIÓN BENEFICIADA

Las comunidades adyacentes a la zona de obras asociadas a la operación del Túnel de Oriente, en general los habitantes de los municipios de Medellín (con énfasis en el corregimiento de Santa Elena), Guarne, Rionegro y comunidad en general.

10.5 PROYECTOS

Culminada la etapa de construcción de las obras proyectadas, se procederá a retirar todas las instalaciones utilizadas, limpiar totalmente el área intervenida, disponer los residuos según lo exigido por la normatividad ambiental vigente, rehabilitar las áreas afectadas y hacerle el debido monitoreo al Plan.

10.5.1 Proyecto de desmantelamiento y abandono

El alcance del Plan en esta fase comprende principalmente el retiro de todas las instalaciones temporales (almacenes, oficinas provisorias para uso del contratista,

patios de maquinarias, etc.) utilizadas en el proyecto, así como los residuos generados (ordinarios, reciclables, especiales y peligrosos).

El desmantelamiento de las diferentes instalaciones debe hacerse bajo la premisa: "las características finales de cada uno de los sitios empleados deben ser iguales o superiores a las que tenía inicialmente".

El proceso de abandono al concluir la construcción es bastante simple, dada la escasez de dependencias incluidas y que principalmente contendrán instalaciones temporales para uso de los contratistas. Los componentes del abandono en esta etapa comprenden:

- Las instalaciones utilizadas como oficinas temporales.
- El área de almacenamiento de equipos, materiales, insumos.
- El retiro de los baños portátiles.
- Equipos y maquinaria pesada utilizada en la obra.
- Residuos sólidos.

Luego de cada una de las labores específicas del abandono se retirarán los materiales obtenidos de acuerdo con lo mencionado en el plan de manejo de residuos sólidos, de tal forma que en la superficie resultante no queden restos remanentes como materiales de construcción, maquinarias y productos químicos.

Siempre durante construcción y desmantelamiento se mantendrán separados adecuadamente los residuos ordinarios y reciclables de los peligrosos y las áreas que fueron compactadas serán disgregadas mecánica o manualmente antes de reiniciar la reconformación de áreas intervenidas en la etapa de construcción.

10.5.2 Proyecto de limpieza del sitio

Una vez finalizados los trabajos de desmantelamiento de las instalaciones se verificará que éstos se hayan realizado convenientemente, de acuerdo con los requisitos o acuerdos adoptados con la autoridad competente y la comunidad del área de influencia puntual. Todos los materiales que puedan reciclarse como contenedores, envases, chatarra, carretes, canecas, cables, entre otros, serán recolectados en su totalidad. El material que pueda reciclarse o reutilizarse debe ser retirado de la zona del proyecto por un gestor externo o personal interno encargado del proceso para su posterior aprovechamiento.

Los residuos peligrosos serán entregados a un gestor externo autorizado para el aprovechamiento y/o disposición en celda de seguridad. El generador deberá constatar el adecuado manejo de estos y las respectivas autorizaciones de la empresa con quien se realiza la gestión.

En particular se velará porque la disposición de los residuos ordinarios producidos sean trasladados a rellenos sanitarios autorizados por la autoridad ambiental y que la limpieza de la zona sea absoluta, procurando evitar pasivos ambientales.

En este sentido será de sumo interés la excavación y retiro, de existir, cualquier tipo de suelo contaminado producto de accidentes que en el tiempo de funcionamiento de las zonas de almacenamiento de combustibles o durante el abandono se hubieran podido producir accidentalmente, de forma que la superficie quede en condiciones similares a las de su entorno inmediato y preparadas para soportar cualquier otro uso que se pudiera prever.

10.5.3 Proyecto de restauración de las zonas intervenidas

En las actividades de restauración de las superficies será de sumo interés el reacondicionamiento de la topografía a una condición similar a su estado original, restaurando las superficies, rellenando las zanjas abiertas, reperfilando las superficies, y removiendo las zonas compactadas, entre otras.

En aquellas áreas que lo permitan se realizará la restauración y reconformación de acuerdo con el plan final que deberá contemplar el uso final del terreno. Este requerimiento de uso cumplirá con las normas legales locales de zonificación que se tenga en el momento del cierre de la etapa de construcción.

En aquellos suelos agrícolas, que por estricta necesidad hayan sido intervenidos, serán reconformados, en lo posible a su estado original. La restauración se realizará considerando las condiciones topográficas y ecológicas iniciales de la zona. Durante el cierre de construcción se realizará la restauración de hábitat en las áreas directamente afectadas por las actividades de construcción.

Durante el monitoreo de las actividades de construcción del túnel, y de acuerdo con las especies vegetales identificadas en la línea base ambiental y que serían afectadas por las actividades de construcción, se considerará la revegetalización considerando aquellas que hayan sido determinadas como nativas del lugar y según el uso previsto del área después de la construcción.

La definición del uso posterior de las zonas intervenidas se realizará de acuerdo con lo establecido en los planes de ordenamiento territorial de los municipios donde se ubiquen los terrenos restablecidos, teniendo en cuenta criterios de conservación y sostenibilidad del recurso.

Toda la infraestructura de servicios públicos utilizada durante construcción para abastecer las instalaciones provisionales, será levantada del sitio y podrá entregarse, si se considera pertinente, al servicio de alguno de los núcleos urbanos adyacentes ya sea a través de la administración municipal o de una organización comunitaria.

10.5.4 Proyecto de monitoreo y seguimiento

Con el fin de corroborar la efectividad de las medidas adoptadas, en particular las referidas a la recuperación del medio (se considera la revegetalización donde sea factible), se realizará el seguimiento y monitoreo del plan.

Para facilitar esta labor se deberá incluir un periodo de garantía en las prescripciones técnicas que rijan los trabajos correspondientes, de forma que sea el propio adjudicatario de estas labores quien vaya a asumir el control del estado de las plantaciones, la reposición de marras y el aseguramiento de la continuidad a largo plazo de las mismas.

El monitoreo consistirá en visitas a las áreas representativas de las zonas intervenidas por el proyecto, para evaluar la efectividad de las medidas implementadas con una periodicidad trimestral.

Para garantizar el cumplimiento de las recomendaciones expuestas en el Plan, se conformará un equipo de profesionales integrado por un Ingeniero civil, un sociólogo, un geólogo y un biólogo con amplia experiencia en la ejecución de planes de manejo ambiental para que realicen el seguimiento final del cierre de las obras, así como de los sitios de instalaciones provisionales. Estas personas pueden ser algunos de los profesionales que han participado en otros proyectos del PMA del proyecto, quienes realizarán los registros fotográficos y diseñarán los aplicativos necesarios para verificar y certificar las condiciones finales del proceso de desmantelamiento y abandono de los sitios de obra en cuanto a las acciones descritas anteriormente.

Este equipo entregará un acta o certificado equivalente a un "paz y salvo ambiental de cierre" que le sirva para acreditar la correcta finalización de la obra. Finalmente, se debe efectuar la consolidación de la información en un documento y presentar un informe completo a la comunidad.

Se hará seguimiento a los siguientes indicadores, durante la etapa de cierre:

- Área susceptible de tratamiento vs área efectivamente tratada (%)
- Cumplimiento del plan de manejo de residuos sólidos en desmantelamiento (%)

10.5.5 Proyecto de información a la comunidad

Con el ánimo de presentar información a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización la construcción del Túnel, se desarrollará el cierre del plan de gestión social por construcción, en el marco del Programa de monitoreo y seguimiento de la gestión social que incluye evaluación ex – ante y ex – post, dando cumplimiento a los requerimientos del MAVDT y a la normatividad vigente, prestando especial atención a lo relacionado con la participación de la comunidad en las decisiones que involucran su entorno y su bienestar.

Capitulo 11. Plan de inversión del 1%

TABLA DE CONTENIDO

11 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1% 11.1

11.1 Introducción 11.1

11.2 Marco Normativo 11.1

11.3 Líneas de intervención aplicables a la inversión del 1% 11.5

11.4 Determinación de la espacialidad para las inversiones del 1% 11.7

11.5 Estimación del monto total de las inversiones 11.7

11.6 Proyectos elegibles identificados 11.7

11.7 Recomendación operativa 11.8

LISTA DE TABLAS

Tabla 11.1 Líneas de intervención y correspondencia con Decreto 1900 de 2006 ..... 11.6

Tabla 11.2 Cálculo del monto del 1% del proyecto Túnel de oriente, en millones de pesos 11.7

Tabla 11.3. Proyectos identificados potencialmente financiables con recursos del 1% 11.8

11 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

11.1 INTRODUCCIÓN

Está estipulado en la legislación colombiana, que todo proyecto que utilice el recurso hídrico tomado directamente de las fuentes naturales y que requiera licencia ambiental, deberá invertir al menos el 1% del valor del proyecto para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica.

La definición pertinente y de mayor impacto de dichas inversiones, se propone desde unos criterios establecidos a la luz de las normas vigentes y de consulta y concertación con las administraciones de los municipios de Medellín y Rionegro que se encuentran en la zona de influencia del proyecto Túnel de oriente y de las autoridades ambientales con jurisdicción en ese territorio.

11.2 Marco Normativo

El marco legal es la referencia general desde la cual se señalan los criterios a tener en cuenta para orientar los recursos de inversión forzosa por utilización del agua en el proyecto Túnel de oriente.

Dichas referencias legales, de las cuales se transcriben a continuación sus apartes pertinentes, son:

- Ley 99 de 1993. Artículo 43. Estipula la obligatoriedad de invertir el 1% por uso del agua.
- Ley 812 de 26/06/2003. Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006.
- Decreto No. 1729 (Agosto 6 de 2002) sobre cuencas hidrográficas
- Decreto 1900 DE 2006

El artículo 43 de la ley 99 de 1993, sobre tasas por utilización de aguas, en su parágrafo estipula que "Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto."

Además de la obligatoriedad de inversión por uso del agua, en actividades tendientes a la recuperación, preservación y conservación de la cuenca, establece esta ley que el área en la cual se deberán hacer las inversiones es la cuenca hidrográfica. Es de notar que no se hacen explícitos aquí los objetos de conservación.

En el decreto 1729 de agosto 6 de 2002, el artículo 1°, define cuenca hidrográfica de la siguiente manera. "Entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar."

En el artículo 2°, en el primer inciso, se hace referencia a la delimitación de cuenca, así: "Una cuenca hidrográfica se delimita por la línea de divorcio de las aguas. Se entiende por línea de divorcio la cota o altura máxima que divide dos cuencas contiguas".

La Ley 812 de 26/06/2003, Por la cual se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2003-2006, hacia un Estado comunitario, en su artículo 89 modifica el artículo 16 de la ley 373 de 1997, el cual quedará de la siguiente manera: "artículo 16. en la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos o protegidos con carácter prioritario por las autoridades ambientales y entidades territoriales de la jurisdicción correspondiente, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales, para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación.

Parágrafo 1°. Los recursos provenientes de la aplicación del artículo 43 de la ley 99 de 1993, se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico de conformidad con el respectivo plan de ordenamiento y manejo de la cuenca.

Precisa esta ley como objetivos la protección y recuperación y como objeto el recurso hídrico. Igualmente se señala el plan de ordenamiento de la cuenca como referencia de planificación.

El Decreto 1729 de Agosto 6 de 2002, sobre cuencas hidrográficas, determina que las cuencas hidrográficas deberán contar con ordenamiento ambiental mediante la elaboración y ejecución de un plan, función asignada a la autoridad ambiental o comisión conjunta, según sea el caso.

Artículo 6°. Sujeción de las actividades al plan. La realización de actividades asociadas con el aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables de la cuenca hidrográfica, se sujetará a lo dispuesto en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica.

En el artículo 17, Jerarquía normativa, el inciso segundo advierte la sujeción de los planes y esquemas de ordenamiento territorial previstos en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, al plan de ordenación y manejo de una cuenca hidrográfica.

El artículo 19 define que "será responsabilidad de la respectiva autoridad ambiental competente o de la comisión conjunta, según el caso, la elaboración del plan de ordenación de una cuenca hidrográfica".

"La coordinación y ejecución del plan de ordenación será responsabilidad de las autoridades ambientales que integran la comisión conjunta y, en los demás casos, de la respectiva autoridad ambiental competente".

Para el caso del proyecto Túnel de oriente, se reconocen a CORANTIOQUIA, CORNARE y el Área Metropolitana como las autoridades ambientales con jurisdicción en la cuenca en cuestión y en la zona de influencia del proyecto.

El Artículo 20 establece que "La Comisión Conjunta, o la respectiva autoridad ambiental, según el caso, evaluará y priorizará regionalmente las cuencas hidrográficas de su jurisdicción, con el objeto de establecer el orden de preferencia para declarar la ordenación, los plazos y metas a cumplir de acuerdo a la disponibilidad de recursos técnicos, humanos y financieros. Esta priorización deberá quedar incluida en el Plan de Gestión Ambiental Regional y el Plan de Acción Trienal.

La financiación para la formulación y ejecución de dichos planes, se reglamentan de la siguiente manera: Artículo 23. "Fuentes de financiación de los planes. La financiación de los planes de ordenación de las cuencas hidrográficas se hará con cargo a los siguientes recursos": Numeral 5. "Con los recursos provenientes del 1% de que trata el parágrafo del artículo 43° de la Ley 99 de 1993."

El decreto 1900 de 2006 en su artículo 1°, especifica nuevamente el campo de aplicación, de la siguiente manera: "Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua tomada directamente de fuentes naturales y que esté sujeto a la obtención de licencia ambiental, deberá destinar el 1% del total de la inversión para la recuperación, conservación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica; de conformidad con el parágrafo del artículo 43 de la Ley 99 de 1993"

Este mismo decreto, en el artículo 2º, define que los proyectos que están obligados a la inversión forzosa del 1%, son los que cumplan con la totalidad de las siguientes condiciones:

Que el agua sea tomada directamente de una fuente natural, sea superficial o subterránea;

Que el proyecto requiera licencia ambiental;

Que el proyecto, obra o actividad utilice el agua en su etapa de ejecución, entendiendo por esta, las actividades correspondientes a los procesos de construcción y operación;

Que el agua tomada se utilice en alguno de los siguientes usos: consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria "

En el parágrafo 1 del artículo 2º, estipula quien es el responsable de dicha inversión, así: "La inversión a que hace referencia el artículo 1° del presente decreto, será realizada por una sola vez, por el beneficiario de la licencia ambiental". Por lo tanto, es la Concesión Túnel Aburrá – Oriente S.A. quien está obligada a la inversión del 1% por el proyecto Túnel de oriente

Sobre el monto de las inversiones que se deben considerar para calcular el 1%, el artículo 3º, lo estipula de la siguiente manera:

a) Adquisición de terrenos e inmuebles;

b) Obras civiles;

c) Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles;

d) Constitución de servidumbres

Parágrafo. Los costos a que se refieren los literales anteriores corresponden a las inversiones realizadas en la etapa de construcción y montaje, previa a la etapa de operación o producción. De igual forma, las obras y actividades incluidas en estos costos serán las realizadas dentro del área de influencia del proyecto objeto de la licencia ambiental.

La oportunidad de la inversión del 1%, deberá hacerse durante la etapa de construcción del proyecto, tal como se deduce del parágrafo 2º del artículo 4º, que reza: "Con el fin de ajustar el valor de la inversión del 1%, calculada con base en el presupuesto inicial del proyecto, el titular de la licencia ambiental deberá presentar ante la autoridad ambiental competente, dentro de los seis (6) meses siguientes a la fecha de entrada en operación del proyecto, la liquidación de las inversiones efectivamente realizadas, las cuales deberán estar certificadas por el respectivo contador público o revisor fiscal, de conformidad con lo establecido en el artículo 3° del presente decreto."

El artículo 5º precisa que el área en la cual deben ser invertidos los recursos del 1%. "Las inversiones de que trata el presente decreto, se realizarán en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de influencia del proyecto objeto de licencia ambiental."

También, el artículo 5º precisa que los proyectos que pueden ser financiados con recursos del 1%, deben estar incluidos dentro del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica que incluya la respectiva fuente hídrica de la que se toma el agua. En ausencia del respectivo Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca

Hidrográfica, los recursos se podrán invertir en algunas de las siguientes obras o actividades:

- Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica en un porcentaje que establezca el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial;

- Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural;

- Adquisición de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas. En este caso la titularidad de los predios y/o mejoras, será de las autoridades ambientales;

- Instrumentación y monitoreo de recurso hídrico;

- Monitoreo limnológico e hidrobiológico de la fuente hídrica;

- Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación;

- Interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Para la realización de los estudios respectivos, se podrá invertir hasta un 10% del valor total de esta inversión. En este caso la titularidad de las obras y de los estudios será de los municipios o distritos según el caso;

- Capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales anteriores, a fin de coadyuvar en la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica;

- Preservación y conservación del Sistema de Parques Nacionales que se encuentren dentro de la respectiva cuenca de acuerdo con los planes de manejo.

Es importante aclarar, que las inversiones del 1%, son independientes de las inversiones estipuladas en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto, como se establece en el artículo 5, Parágrafo 2°. "Las obras y actividades orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos y efectos ambientales que se encuentren en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto licenciado, no harán parte del Programa de Inversión del 1% de que trata este decreto".

11.3 Líneas de intervención aplicables a la inversión del 1%

Se identificaron para el proyecto Túnel de oriente trece líneas de intervención, cada una de las cuales se homologa a los tipos de proyectos financiables con recursos del

1%, según el artículo 5º del Decreto 1900 de 2006. Estas se presentan en la Tabla 11.1.

Tabla 11.1 Líneas de intervención y correspondencia con Decreto 1900 de 2006

Línea de intervención	Literal correspondiente del artículo 5º del Decreto 1900 de 2006
Conectividad de áreas protegidas	b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural
Conservación y manejo de microcuencas	b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural; c) Adquisición de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas
Control de erosión	f) Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación
Educación ambiental	h) Capacitación ambiental para la formación de promotores de la comunidad en las temáticas relacionadas en los literales anteriores, a fin de coadyuvar en la gestión ambiental de la cuenca hidrográfica
Manejo de cauces	f) Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación
Formulación de planes de ordenamiento y manejo de cuencas	a) Elaboración del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica
Producción limpia	f) Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación
Protección de riberas, mediante obras de geotecnia	f) Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación
Protección y conservación de humedales	b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural
Protección y conservación de zonas de recarga de acuíferos	b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural c) Adquisición de predios y/o mejoras en zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimiento y recarga de acuíferos, estrellas fluviales y rondas hídricas
Recuperación de áreas degradadas	f) Construcción de obras y actividades para el control de caudales, rectificación y manejo de cauces, control de escorrentía, control de erosión, obras de geotecnia y demás obras y actividades biomecánicas para el manejo de suelos, aguas y vegetación
Reforestación	b) Restauración, conservación y protección de la cobertura vegetal, enriquecimientos vegetales y aislamiento de áreas para facilitar la sucesión natural
Saneamiento ambiental	g) Interceptores y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas

Fuente: Elaboración de Integral con base en el Decreto 1900 de 2006

11.4 Determinación de la espacialidad para las inversiones del 1%

El decreto 1900 de junio 12 de 2006 en el artículo 5º estipula que las inversiones del 1% "... se realizarán en la cuenca hidrográfica que se encuentre en el área de influencia del proyecto objeto de licencia ambiental..."

Por lo tanto, para el caso del proyecto Túnel de oriente, serán los municipios de Rionegro y Medellín, el área potencial para dichas inversiones, toda vez que el proyecto se ejecutará en la cuenca de la quebrada Santa Elena y como área de influencia mayor (indirecta) se establecieron los municipios.

11.5 Estimación del monto total de las inversiones

El artículo 3º del Decreto 1900 de 2006, señala que la liquidación de la inversión del 1%, se calcula con base en los siguientes costos:

- Adquisición de terrenos e inmuebles
- Obras civiles
- Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles
- Constitución de servidumbres

Aclara el parágrafo de este artículo, que los costos referidos a los anteriores literales corresponden a las inversiones en la etapa de construcción y montaje, previas a la etapa de operación

En la Tabla 11.2, se presenta el estimativo del monto del 1% para el proyecto Túnel de oriente, que con base en los costos previstos asciende a $513.671.584 constantes de 2008.

Tabla 11.2 Cálculo del monto del 1% del proyecto Túnel de oriente, en millones de pesos.

Aspecto	Valor total (pesos col)
Túnel Seminario incluyendo intercambio Baltimore y plazoletas	68.514.412.500
Tramo occidental hasta el portal del túnel Santa Elena	77.526.341.000
Túnel Santa Elena incluyendo plazoletas	346.310.885.101
Tramo oriental desde el portal del túnel Santa Elena	21.319.945.667
TOTAL	513.671.584.268
Valor de 1%	**513.671.584**

Fuente: Elaboración propia de Integral, enero de 2009

11.6 Proyectos elegibles identificados

Como producto del análisis de los planes ambientales trienales de las corporaciones que hacen parte del área de influencia del proyecto Túnel de oriente, se priorizaron los

siguientes proyectos que deberán ser concertados con las corporaciones al momento de dar inicio a las actividades de construcción del proyecto.

Los 4 proyectos que se consignan en la Tabla 11.3 se identificaron con base en los lineamientos establecidos en el Decreto 1900 de 2006, los cuales no son excluyentes de otros proyectos que se consideren en la etapa de concertación y que en todo caso cumplirán con la inversión del 1% del proyecto.

Tabla 11.3. Proyectos identificados potencialmente financiables con recursos del 1%

Título	Objetivo específico
Recuperación de áreas degradadas y prevención de desastres frente a fenómenos naturales	Disminuir la población en riesgo asociada a fenómenos naturales
Saneamiento ambiental de los asentamientos	Mejorar el índice de calidad ambiental para la vida saludable, a través del monitoreo de la calidad del aire, la gestión de residuos sólidos y el saneamiento básico.
Ampliación de la cobertura en el transporte y tratamiento de las aguas residuales domésticas urbanas y rurales	Gestión, diseño y ejecución de planes maestros de saneamiento
Fortalecimiento de los proyectos ambientales escolares en el Valle de Aburrá. (PRAES):	Formular, implementar y consolidar los proyectos escolares de Educación Ambiental, mediante procesos de educación y apoyo a la gestión ambiental del Valle de Aburrá, para fortalecer la Red de dinamizadores de PRAE

Fuente: Páginas web Corporaciones Ambientales CORNARE, CORANTIOQUIA y Area Metropolitana.

11.7 Recomendación operativa

A manera de recomendación, mas no de carácter obligatorio, se presentan las siguientes consideraciones, que pueden facilitar y potenciar la ejecución de las inversiones:

- En aras de complementariedades técnicas y financieras que potencien la eficiencia y eficacia de las inversiones, los proyectos deberán contar con la cofinanciación de los municipios y del proyecto Túnel de oriente.

- Los ejecutores de los proyectos, se recomienda que sean los municipios.

- La ejecución de proyectos a ser cofinanciados, en virtud de la inversión forzosa del proyecto Túnel de Oriente, se recomienda que sea mediante la celebración de convenios administrativos entre las partes cofinanciadoras.

- Para la administración de los recursos, se recomienda la celebración de contratos de fiducia a fin de darle transparencia y seguridad a los aportes de cada una de las partes.

- La interventoría debe ser llevada a cabo por un comité, del cual forman parte representantes de las entidades cofinanciadoras.

- Para darle mayor transparencia a los proyectos, se recomienda que se conformen comités de veedores en cada uno de ellos, de los cuales formen parte representantes de las comunidades beneficiarias, además de las partes cofinanciadoras, quienes serán la máxima autoridad para el desarrollo de los proyectos.

La oportunidad de las inversiones, deberá ser concertada por las partes, para considerar las posibilidades financieras de cada vigencia. Por lo tanto, es recomendable establecer estos compromisos con suficiente anterioridad a la ejecución de los proyectos.

Capítulo 12. Bibliografía

12 BIBLIOGRAFIA

AASHTO. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFICIALS. Standard Specifications for Highway Bridges. Sixteenth Edition. Washington, D.C. 1996.

ALLAN, J.D. Stream Ecology, Estructure and function of running waters. Chapman & Hall. (1995); 338 pp.

ÁLVAREZ, L. F. Desarrollo de una metodología para la evaluación de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de los recursos hidrobiológicos. Contrato N° 05-01-24843-0424PS entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" y Luisa Fernanda Álvarez Arango. (2005).

AMBLART, C; COUTURE, P y BOURDIER G. Effects of pulp and paper mill effluent on the structure and metabolism of periphytic algae in experimental streams. *Aquat. Toxicol.* 18 (1990);137-162 pp.

AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA, PROYECTO METRÓPOLITANO 2002-2020: "Hacia una ecorregión metropolitana educadora, gobernable, sostenible, competitiva, confiable e integrada social y globalmente". Medellín 2002. 266 P.

ARIAS, L.A. El relieve de la zona central de Antioquia: un palimpsesto de eventos tectónicos y climáticos. En: Revista Facultad de Ingeniería, Antioquia University. 10 (1995); p. 9-24.

BICUDO C. de M. y MENEZES M. Generos de algas de Aguas Continentais do Brasil: chave para identificacao e descricoes. 2da Edicao; (2006) Rima editora.

BICUDO C. y BICUDO R. Algas de aguas continentais brasileiras. Fundacao Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciencias (1970).

BOAVENTURA de Sousa Santos. El Milenio Huérfano, Ensayos para una Nueva Política. Editorial Trotta.2004.

BOTERO, G. Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia. Medellín. 1963.

BOWLES, Joseph. Foundation analysis and design. McGraw - Hill Book Company. Fourth Edition. Peoria, Illinois. 1988.

BROCH, E.; FRANKLIN, J. The Point-Load Strength Test. Trans, Inst. Min. Metall, 1992.

BUITRAGO, M. F y otros. Ecuaciones de biomasa para bosques de zonas altas del valle de San Nicolás, Colombia. (2003). Pp:13-20. En: Memorias Simposio Forestal DCF.

CALDERÓN, E y otros. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas Frailejones y Zamias. La serie Libro Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexdander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial (2005).

CALDERÓN, E y otros. Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia. Volumen 1: Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecytidaceae. La serie Libro Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexdander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente (2002).

CALDERÓN, E. Listas rojas preliminares de plantas vasculares de Colombia, incluyendo orquídeas. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humbolt. (1997) [on-line]

CALDERÓN, E. Listas rojas preliminares de plantas vasculares de Colombia, incluyendo orquídeas. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humbolt (2001) [on-line]

CÁRDENAS, D. y N. SALINAS (eds). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4: Especies maderables amenazadas, primera parte. La serie Libro Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexdander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial (2007).

CASTAÑO-MORA, O.V. Libro rojo de Reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 2004.

COLOMBIA, Departamento de Antioquia, Departamento Administrativo de Planeación. Dirección Sistema de Indicadores Municipio de Rionegro 2008.

COLOMBIA, Departamento de Antioquia, Municipio de Rionegro Plan de Ordenamiento Territorial.

COLOMBIA, Departamento de Antioquia, Municipio de Rionegro, Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011 Gobernar es Educar.

COLOMBIA, Gobernación de Antioquia, Departamento Administrativo de Planeación. Dirección Sistema de Indicadores Municipio de Guarne 2005.

COLOMBIA, Gobernación de Antioquia, Gerencia de Comunicaciones "BALANCE COMPLICADO DEJA EL INVIERNO EN ANTIOQUIA" Medellín, mayo 06 de 2008 Rr. # 419.

COLORADO, G y otros. Ecuaciones de biomasa aérea para bosques primarios intervenidos y secundarios. Pp. 87-120. En: Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Departamento de ciencias Forestales. Centro andino para la economía en el medio ambiente (2003).

CONSORCIO MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA 2006. Microzonificación sísmica detallada de los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Sabaneta, La Estrella, Caldas y Envigado. Área Metropolitana del Valle de Aburra. 2008.

CONSULTORÍA COLOMBIANA LTDA. Estudios de Comunicación Medellín - Aeropuerto José María Córdoba. Informe Final. 1984.

CONSULTORÍA COLOMBIANA LTDA. Estudios de comunicación Medellín-Aeropuerto José María Córdoba - Fase III. Anexos - Volumen III, Marzo. 1984.

CONSULTORÍA COLOMBIANA LTDA. Estudios de comunicación Medellín-Aeropuerto José María Córdoba - Fase III. Registros de Apiques y Trincheras, Junio 1986.

CONSULTORÍA COLOMBIANA LTDA. Estudios de comunicación Medellín-Aeropuerto José María Córdoba - Fase III. Sondeos-Tomos 1 y 2, Junio 1986.

CONSULTORÍA COLOMBIANA LTDA. Estudios de comunicación Medellín-Aeropuerto José María Córdoba - Fase III. Informe General - Volumen I y II, Marzo 1984.

CONSULTORÍA COLOMBIANA LTDA. Estudios de comunicación Medellín-Aeropuerto Jose María Córdoba - Fase III. Suelos y Fundaciones. 1986.

CORANTIOQUIA y otros. Plan Maestro del Parque Arví. Medellín.2001

CORANTIOQUIA Cartografía geomorfológica. Mapa geomorfológico a escala 1:100 000 y Memoria explicativa de mapas y usos del suelo. 2002.

CORREA, A. M., MARTENS, U. Caracterización Geológica de las Anfibolitas en los Alrededores de Medellín. Medellín, 2000, 236 p. Trabajo de grado. Universidad Nacional. Facultad de Minas. p 57-59, 169-170.

COX E.J. Identification of Freshwater Diatoms from live Material. (1996).

DAHL, G. Los peces del norte de Colombia. INDERENA, Bogotá, (1971); 871pp.

DEERE, D. U.; PATTON, F.D. Estabilidad de Taludes en suelos tropicales. En: Cuarto Congreso Panamericano. San Juan de Puerto Rico. 1972.

DÍAZ-QUIRÓS C. y RIVERA-RONDÓN C.A. Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadoras de condiciones ambientales. Caldasia 26(2), (2004); 381-394 pp.

EPM, Normas de Diseño: Acueducto, Alcantarillado y Vertimientos Industriales. 1990.

EPM. Estudio de calidad de las corrientes mediante Bioindicación-BMWP y algunos parámetros de Calidad del agua. Universidad Católica de Oriente. Rionegro Antioquia (2004). EPM.

GARCÍA, N. (ed.). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 5: Las magnoliáceas, las miristicáceas y las podocarpáceas. Serie Libro Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexdander von Humboldt- CORANTIOQUIA-Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín- Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial (2007); 236 p.

GARCÍA, N. y GALEANO, G (eds). Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las Bromelias, Las Labiadas y Las Pasifloras. La serie Libro Rojos de Especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexdander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial (2006).

GEOSOFT, "STABL/G Slope Stability Analysis Simplified Janbu, Simplified Bishop or Spencer's Method of Slices". Orange, California, 1992.

GIRALDO L. F y otros. Proyecto Educación ambiental basada en inventarios florísticos y estudios etnobotánicos en los corregimientos de Santa Helena, San Cristóbal, Altavista y San Antonio de Prado (Contrato 234 de 1995). Instituto Mi Rio - Fundación Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe.(1997) Medellín.

GOBERNACION DE ANTIOQUIA, Encuesta de calidad de vida 2007, Medellín. 2007. 93 P.

GRUPO DE SISMOLOGÍA DE MEDELLÍN. Microzonificación Sísmica de Medellín. Informe Final preparado para el Municipio de Medellín y el Sistema Municipal para la Prevención de desastres. 1997.

HABIT, Evelyn y otros. Ecología trófica y aspectos reproductivos de Trichomycterus areolatus (Pisces,Trichomycteridae) en ambientes lóticos artificiales. *Rev. biol. trop*, jun vol.53, no.1-2, (2005); 195-210 pp. ISSN 0034-7744.

HANSSON, LA. Quantifying the impact of periphytic algae on nutrient avaibility for phytoplankton. *Freswat. Biol.* 24, (1990); 265-273 pp.

HERNÁNDEZ CAMACHO, J., HURTADO GUERRA, A., ORTIZ QUIJANO,R. & WALSCHBURGER, T. Unidades biogeográficas de Colombia. Páginas: 105–151, en: Halffter, G. (ed.), *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana, volumen especial. Instituto de Ecología de Xalapa. México D.F. 1992.

HERNÁNDEZ-ATILANO, E y otros. Variación espacio-temporal de la estructura de la comunidad de algas perifíticas en la microcuenca de la Quebrada La Vega, Municipio de San Roque (Antioquia), Colombia. Actualidades Biológicas 27(82), (2005.); 67-77p.

HILTY, S.L. & W.L. BROWN. Guía de aves de Colombia. American Bird Conservancy-ABC, Colombia. 2001.

HOEK, E., KAISER, P.K.; BAWDEN, W. F. Support of Underground excavations in Hard Rock. A.A. Bakema, Netherland, 1995.

HOEK, E.; BRAY, J. W. Rock Slope Engineering. Revised Second Edition, Inst. Min. and Metall. London, 1977.

HOEK, E.; BROWN, E. T. Excavaciones Subterráneas en Roca. MacGraw Hill. Londres, 1980.

HOEK, E.; CARVALHO, J. UNWEDGE. Program for analyzing the Geometry and Stability of Underground Wedges. Rock Engineering Group, University of Toronto, 1992.

HOEK, E.; DIEDERICHS M. DIPS. Program for plotting analyzing and presentation of structural geology data using spherical projection techniques. Rock Engineering Group, University of Toronto, 1989.

http://barbosaturistica.es.tl/Zonas-Francas-Barbosa.htm. Consultado 17 de Abril de 2009.

http://cocorna-antioquia.gov.co/apc-aa-files/30333734653539373537313062393838/Diagn_stico_Cocorn_.pdf. Consultado el 15 de mayo de 2009.

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corregimiento_de_Santa_Elena-Medellin.png. 2007. Consultado el 27 de mayo de 2009

http://inforiente.info/content/view/7631/95/. 2008. Consultado el 27 de mayo de 2009

http://lapalma-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/62306663313036396330663865343834/educacion_LA__PALMA.pdf. Consultado el día 15 de mayo de 2009

http://planeacion.gobant.gov.co/mapas_veredales. Consultado el 27 de mayo de 2009

http://prodepaz.org/apc-aa-files/ef44a8df5d74c5e7e790c65453e1a9f6/Informe_Regional_enero_marzo_07.pdf. Consultado 15 de mayo de 2009.

http://www.cornare.gov.co/web_2004/Archivos/PGAR.pdf. 13 de Mayo de 2009.

http://www.guarne-antioquia.gov.co 2008. Consultado el 27 de mayo de 2009

http://www.ideam.gov.co/indicadores/socio5.htm. Consultado 20 de mayo de 2009.

http://www.santaelena.ws. 2006. Consultado el 27 de mayo de 2009

HUFF F, A. Time Distribution of Rainfall in Heavy Storms. Water Resources Research. Vol. 3. No. 4. 1967.

INGEOMINAS. Mapa Geológico del departamento de Antioquia, escala 1:400.000, memoria explicativa. Ingeominas. 2001.

INGEOMINAS. Mapa Geológico Plancha 147 Medellín Oriental, escala 1:50.000, memoria explicativa. Ingeominas. 2005.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras : Departamento de Antioquia. Bogotá, 2007, 1071p.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. Levantamiento Semidetallado de las Coberturas Terrestres : Departamento de Antioquia. Bogotá, [Planchas en CD-ROM]. 2007

INTEGRAL S.A Informe sobre los Estudios Básicos. Proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente. 1997.

INTEGRAL S.A, ATGP, Análisis Tridimendional de un Grupo de Pilotes, Medellín, versión abril 1998.

INTEGRAL S.A. Conexión Vial Aburra-Oriente. Estudio de Impacto Ambiental. Medellín. 2000.

INTEGRAL S.A. Informa final Prospección Arqueológica, Proyecto Conexión Vial Aburra – Oriente. Medellín 2000

INTEGRAL S.A. Informe Conexión Túnel Aburrá Oriente S.A. 2000.

INTEGRAL. Conexión Túnel Aburrá Oriente, Informe Final: Informe para Conexión Túnel Aburrá Oriente S.A., sin paginación. 2000.

ISRM-COMMISSION ON TESTING METHODS. Working Group on revision of the point load test method.

JARAMILLO, D. Introducción a la Ciencia del Suelo. [Libro en CD-ROM]. 1ª Edición. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 2002.

JUÁREZ B. E.; RODRÍGUEZ E. A. Socavación. Apéndice III de Mecánica de Suelos. Tomo III. México. 1980.

LASSO, A y otros. Composición y variabilidad espacio-temporal de las comunidades de peces en ambientes inundables de los llanos venezolanos. Acta Biol. Venez. Vol. 19(2), (1999); 1-28 p.

Levantamiento semidetallado de las coberturas terrestres departamento de Antioquia (2007). Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

LOISELLE, B.A. & BLAKE, J.G. Population variation in a tropical bird community. Bioscience 11: 838-845. (1992).

MALDONADO, J y otros. Peces de los Andes de Colombia. Guía de Campo. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Ramos López editorial. Bogota, (2005); 346 pp.

MASSERET, E y otros. Changes in the structure and metabolic activities of periphyton communities in a stream receiving treated sewage from a waste (1998).

MCNEELY, J.A., K.R. MILLER, W.V. REID, R.A. MITTERMEIER Y T.B. WERNER. Conserving the World's Biological Diversity. IUCN. Gland, Suiza. WCI, CI, WWF-US, The World Bank. Washington D.C. 1990. 193 p.

MERONA, B y BITTECOURT, M. Les peuplementes de poisson di "Lago do Rei" un lac dinondation de Amazonie centrale: descripcion generale. Amazoniana, 12(3/4), (1993); 415-44 p.

MILES, C. Some newly recorded fishes from the Magdalena River System. Caldasia, 3 (15), (1945); 453 – 464p.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - CORANTIOQUIA. Plan de Manejo y Ordenamiento del Parque Regional Arví. (1999) Medellín.

MOREL SEYTOUX, H. Engineering Hydrology. Interim Report for FY 1987 - 1988, Colorado State University. Hydrowar Reports Division. Hydrology Days Publications. Forth Collins Co. 1987.

MUÑOZ, E. Evaluación rápida de la biodiversidad en cinco sistemas lénticos de Chile central: Macroinvertebrados bentónicos. Gayana(Concepción). V.65 n.2.Concepción-Chile. Versión on line. stabilization pond. *Wat. Res.* Vol. 32, N° 8, (2001); 2299-2314 pp.

NARANJO, L. G. Estructura de la avifauna en un área ganadera en el Valle del Cauca, Colombia. Caldasia 17(1):55-66. (1992).

PÁEZ, V.P., BOCK, B., ESTRADA, J., ORTEGA, A., DAZA J., & GUTIÉRREZ P. Guía de campo de algunas especies de anfibios y reptiles de Antioquia. Multimpresos. 2002. Pp. 136.

Paginahttp://guajiros.udea.edu.co/fnsp/Paginas/previva_portal/pdf/PIDM.doc. 13 de mayo de 2009.

PALACIO, J.A., MUÑOZ, E.M., GALLO, S.M., RIVERA-CORREA, M. Anfibios y Reptiles del Valle de Aburra. Área Metropolitana del Valle de Aburra. 2006. Pp 174

PASQUALINI E. Parametri di progetto da prove in situ. En: Memoria de la conferencia de geotecnia de Torino. Italia. 1983.

PETRY, P y otros. Relationships between fish assemblges, macrophytes and environmental gradients in the Amazon River Floodplain. Journal of Fish Biology. 63, (2003); 547-579 pp.

PINEDA, Saúl: los desafíos de la integración regional de Medellín, el valle de aburra y Antioquia Colombia. PONENCIA COHESIÓN SOCIAL Y TERRITORIAL. 2006 Bogotá. P. 16-17.

Plan de ordenación y manejo de la cuenca del Río Aburrá. Aspectos principales (MAVDT, Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Cornare, Corantioquia y Universidad Nacional de Colombia sede Medellín en el (2007).

Plan de ordenación y manejo de la microcuenca de la quebrada Santa Elena, Municipio de Medellín (área Metropolitana y consorcio epam-cpt (2007).

Plan Maestro para el distrito de manejo integrado Arví-Valle de San Nicolás, Oriente Antioqueño (Cornare-Universidad Católica de Oriente en el (2006).

Plan Maestro Parque Regional Arví (unión temporal Fundación Natura- Holos Ltda. En el (2001).

PLANEACIÓN DEPARTAMENTAL. Visión Antioquia siglo XXI. Medellín.1997

POLÍTICA PÚBLICA PARA LA PROMOCIÓN DE LA CONVIVENCIA Y LA PREVENCIÓN DE LA VIOLENCIA EN EL VALLE DEL ABURRÁ. Medellín 2002. P 55.

POUGH, F.H., ANDREWS, R.M., CANDLE, J.E., CRUMP, M.L., SAVITZKY, A.H., WELLS, K.D. Herpetology. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., USA. 1998.

PRIMACK, R., ROZZI, R., FEISINGER, P., DIRZO, R. Y MASSARDO, F. Eds. *Fundamentos de Conservación biológica: perspectivas latinoamericanas.* Fondo de Cultura Económica, D.F., México. 2001

PUCHE, I. C. Estudio sobre el volumen y conicidad para un bosque natural de Piedras Blancas. Medellín. Tecnólogo forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias (1991); . 53 p.

RAMÍREZ F.; GONZÁLEZ A. J. Evaluación de estabilidad para zonas homogéneas. En: I Simposio Suramericano de Deslizamientos. Paipa. 1989.

RAMIREZ, J.J. Fitoplancton de agua dulce: aspectos ecológicos, taxonómicos y sanitarios. Editorial Universidad de Antioquia (2000).

REIS, R y otros. Check list of the freshwater fishes of south and central America. Edipucrs, primera edición (2003).

RENDÓN, D. A. Tectonic and Sedimentary Evolution of the Upper Aburrá Valley, Northern Colombian Andes (Tesis Msc): Shimane University, Matsue, Japón. 2003. 201 p.

RENJIFO, L. M. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. Conservation Biology, 13, 1124- 1139. 1999.

RENJIFO, L. M., A. M. FRANCO-MAYA, J. D. AMAYA-ESPINEL, G. KATTAN & B. LÓPEZ-LANUS (Eds). Libro rojo de aves de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 2002.

RESTREPO, J.J.; TOUSSAINT, J.F. Unidades Litológicas de los alrededores de Medellín. Primera Conferencia sobre riesgos geológicos del valle de Aburrá. Medellín. Soc. Col. Geológico. Minera. 1984.

Revista de Obras Públicas, (abril - mayo 1982), España.

RICKLEFS, R. E. Ecology. The University of Chicago Press. 1993.

RICO, DEL CASTILLO. La ingeniería de suelos en las vías terrestres. Volumen II. México. 1978.

Riqueza faunística en la cuenca de la quebrada Piedras Blancas. Revista Empresas Públicas de Medellín. Vol. 16 No. 1. (2007).

ROCSCIENCE INC. "ROCSUPPORT V-3.007". 31 Balsam Ave. Toronto, Otario.

RODRÍGUEZ-M JV, ALBERICO M, TRUJILLO F, JORGENSON J. (Eds). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 2006. 433 pp.

ROLDÁN, G. y RAMIREZ, J.J. Fundamentos de Limnología neotropical. 2da Edición. Editorial Universidad (2008).

ROLDAN, Gabriel y GUTIERREZ, Juan Carlos. Estudio Limnologico de los recursos Hídricos del Parque Piedras Blancas. Academia Colombiana de Ciencias exactas, física y Naturales (2001) Editora Guadalupe Ltda.
ROMÁN-VALENCIA, C. Ecología Trófica y reproductiva de Trichomycterus caliense y Astroblepus cyclopus (Pises: Siluriformes) en el Río Quindío, Alto Cauca, Colombia. Rev. Biol... Trop. 49(29), (2001); 657-666 pp.

RUEDA-ALMONACID, J.V., LYNCH J.D., AMÉZQUITA, A. (Eds.). Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 2004. 384 pp

RUIZ–C., R. I. y ROMÁN-VALENCIA, C. Aspectos taxonómicos de *Cetopsorhamdia boquillae* y *C. nasus* (Pisces, Heptapteridae), con anotaciones sobre su ecología en la cuenca alta de los ríos Magdalena y Cauca, Colombia. Animal Biodiversity and Conservation, 29(2), (2006); 123–131pp.

S.C.S. National Engineering Handbook. Section 4, Hydrology. Water Resources Publications. 1985.

SANS, C. DANILUK, G. ESCUDERO, R. IRISITY, F. SORIA, L. PRIORE, E. PELUFO, M. ARNABOLDI & G. GIOSA, R. Determinación de parámetros y ecuaciones para estimar biomasa en plantaciones forestales. Departamento de producción forestal y tecnología de la madera. MGAP, INIA España, INIA Uruguay. 2007. 30 p.

SLIDE. 2D limit equilibrium slope stability analysis. Rocscience.Inc, Toronto, 2006.

SMITH, R. L. y SMITH, T. M. Elements of Ecology. 4th edition update. Adison Wesley Longman, Inc. (2000).

STILES, F. G. & L. ROSSELLI. Inventario de las aves del bosque alto andino: comparación de dos métodos. Caldasia 20: 29-43.1998.

SUÁREZ DIAZ, Jaime. Manual de ingeniería para el control de la erosión. Universidad de Santander. Bucaramanga. 1992.

TERBORGH, J. Diversity and the tropical rainforest. New York: Scientific American Library. 1992.

VELEZ, J.G. Ecuaciones y tablas de volumen para *Eucalyptus saligna* en Antioquia. *Crónica Forestal y del Medio Ambiente*. Facultad de Agronomía Universidad Nacional 3 (1-2), (1987); 1-22 p.

VEN T. C., DAVID R, Maidment. Hidrología Aplicada. Ed. Mc Graw Hill. 1995

WARREN, Viessma; et al. Introduction to Hydrology. Third Edition, Harper and Row. New York. 1989.

WICKHAM, E.; TIEDEMANN, H. "Ground Support Prediction Model (RSR concept). US. Bureau of Mines Contract No. H0220075. Final Report, January 1974.

WILLIS, E.O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brasil. Pap. Avul. Zool. 33: 1-25. (1979).

ZAPATA-ANZOLA, A. M. y DONATO, J.C. Cambios diarios de las algas perifíticas y su relación con la velocidad de corriente en un río tropical de montaña (Río Tota – Colombia). Limnética 24(3-4), (2005); 327-338 pp

ZULUAGA S, Gloria. Dinámicas territoriales en frontera rural – urbana en corregimiento de Santa Elena. Medellín. 2005.

ZULUAGA, Gloria Patricia. Dinámicas Territoriales en Frontera Rural-Urbana en Corregimiento de Santa Elena, Medellín. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Escuela Del Hábitat, Facultad de Arquitectura, Agosto de 2005.