



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA

2013

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ACTUALIZADO

CONEXIÓN VIAL ABURRÁ - ORIENTE



CONCESIÓN  
TUNEL ABURRÁ-ORIENTE S.A.

CAPÍTULO 8 – PLAN DE MONITOREO Y  
SEGUIMIENTO



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ACTUALIZADO



### CONSULTORES PARTICIPANTES:


## TABLA DE CONTENIDO

<b>8</b>	<b>PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>	<b>8-2</b>
8.1	COMPONENTE FÍSICO	8-4
8.1.1	<i>Monitoreo y seguimiento de caudales de las fuentes superficiales localizadas en el AID y AII del proyecto</i>	8-4
8.1.2	<i>Monitoreo y seguimiento de nivel y calidad básica de las fuentes subterráneas localizadas en el AID y AII del proyecto</i>	8-8
8.1.3	<i>Monitoreo y seguimiento de la calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua</i>	8-11
8.1.4	<i>Monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido (contaminación atmosférica)</i>	8-22
8.1.5	<i>Monitoreo y seguimiento de eficiencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales</i>	8-28
8.2	COMPONENTE BIÓTICO	8-35
8.2.1	<i>Monitoreo y seguimiento la fauna vertebrada presentes en el bosque natural fragmentado la aguada y la espadera</i>	8-35
8.2.2	<i>Monitoreo y seguimiento a las comunidades de fauna y flora en los techos de los Túneles Seminario y Santa Elena (AIDL)</i>	8-39
8.3	COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	8-46
8.3.1	<i>Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo Socioeconómico</i>	8-46
8.3.2	<i>Monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria</i>	8-51
8.4	COSTOS DEL PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO	8-58
8.5	RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO	8-58

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 8-1	Programas del Plan de Monitoreo y Seguimiento	8-3
Tabla 8-2	Costos Planes de Monitoreo y Seguimiento	8-58
Tabla 8-3	Planes de Monitoreo y Seguimiento	8-59

## 8 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

En este capítulo, se incluyen los programas de seguimiento y monitoreo orientados a evaluar la eficacia de las medidas de manejo ambiental actualizadas previstas para la atención de los impactos del proyecto y tener las herramientas básicas para determinar de manera oportuna los ajustes que requieran los manejos previstos, acordes con los resultados obtenidos.

El seguimiento entonces permite verificar que las acciones propuestas en el PMA actualizado se estén realizando, que se invierta el presupuesto previsto, que se utilicen adecuadamente los recursos asignados, se cumpla con los cronogramas y de este modo, determinar el avance y nivel de cumplimiento del PMA mediante la utilización de indicadores de gestión.

El monitoreo por su parte, facilita datos que permiten conocer y controlar las posibles afectaciones que el proyecto pueda estar causando en el medio ambiente, mediante mediciones periódicas sobre determinados atributos ambientales (variables, características) con los cuales se busca evaluar el estado futuro del ambiente con proyecto. Corresponde entonces a muestreos, inventarios, censos, que posibilitan la toma de datos sobre los indicadores ambientales y que determinan las condiciones ambientales representativas del entorno donde se circunscribe el proyecto.

Basados en la diferenciación en estos dos conceptos, dentro del Estudio de Impacto Ambiental se formulan realmente dos planes, uno para el monitoreo y otro para el seguimiento.

Los programas de seguimiento y monitoreo, se subdividen y se presentan para los medios abiótico, biótico y socioeconómico. En cada uno de éstos, se presenta un programa de monitoreo que responde a evaluar la eficacia del manejo de uno o más impactos, de acuerdo con los objetivos establecidos.

En los programas de seguimiento y monitoreo del medio abiótico, se incluyen los relacionados con la alteración de la calidad del aire por gases y partículas, niveles de ruido, manejo y disposición de residuos sólidos domésticos e industriales y a la disposición de excedentes de excavación, calidad fisicoquímica de las corrientes superficiales durante la preconstrucción y construcción; en los del medio biótico, se incluyen los monitoreos de los manejos relacionados con la cobertura vegetal y hábitat terrestre, fauna terrestre, monitoreo de la comunidad hidrobiológica, y del medio socioeconómico, los relacionados con los aspectos de la gestión social y cultural.

Cada programa incluye los objetivos que hacen relación concreta a la evaluación que se pretende; los impactos manejados de tal forma que se visualice con claridad el enfoque del seguimiento; los sistemas y componentes afectados que corresponden a la identificación del impacto; las medidas de manejo y los indicadores determinados, posteriormente se describen las medidas de monitoreo y seguimiento con sus actividades e indicadores, incluyendo la periodicidad y lapso de los muestreos, la duración del programa, los tipos de análisis a realizar, el tipo y período de reportes y los respectivos costos.

Los valores presupuestados para el cumplimiento del presente plan de monitoreo y seguimiento, son el resultado de la deducción de cuantías y actividades lo más representativas posibles, las cuales en la práctica pueden llegar a tener ajustes conforme el desarrollo de las obras, procesos, gestiones e intervenciones en general. Por tanto, los respectivos presupuestos son indicativos, permitiendo tener un marco de referencia en materia de inversión a nivel socio-ambiental. En

consecuencia, el cumplimiento de las obligaciones del Concesionario en materia socio-ambiental, será medido en función de la ejecución y cumplimiento de las actividades, obras, acciones y procesos previstos en el presente documento de estudio de impacto ambiental actualizado a 2013, y no del monto de las inversiones realmente ejecutadas.

En la siguiente tabla se relacionan los programas de monitoreo y seguimiento por componentes:

Tabla 8-1 - Programas del Plan de Monitoreo y Seguimiento

Programa	Código
<b>COMPONENTE FÍSICO</b>	
Monitoreo y seguimiento de caudales de las fuentes superficiales localizadas en el AID y All del proyecto	PMS-C-TO-FIS-01
Monitoreo y seguimiento de la calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua	PMS-C-TO-FIS-02
Monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido (contaminación atmosférica)	PMS-C-TO-FIS-03
Monitoreo y seguimiento de eficiencias de sistemas de tratamiento de aguas residuales	PMS-C-TO-FIS-04
<b>COMPONENTE BIÓTICO</b>	
Monitoreo y seguimiento a la fauna vertebrada presentes en el bosque natural fragmentado La Aguada y La Espadera	PMS-C-TO-BIO-01
Monitoreo y seguimiento a las comunidades de fauna y flora en los techos de los túneles Seminario y Santa Elena (AIDL)	PMS-C-TO-BIO-02
<b>COMPONENTE SOCIOECONÓMICO</b>	
Monitoreo y seguimiento al plan de manejo socioeconómico	PMS-C-TO-SOC-01
Monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria	PMS-C-TO-SOC-02

Fuente: Consorcio Siga – Plyma

## 8.1 Componente Físico

### 8.1.1 Monitoreo y seguimiento de caudales de las fuentes superficiales localizadas en el AID y AII del proyecto

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CAUDALES DE LAS FUENTES SUPERFICIALES LOCALIZADAS EN EL AID Y AII DEL PROYECTO	PMS-C-TO-FIS-01
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Monitorear el caudal de los cuerpos de agua natural superficial que se localizan en el AID y el AII del proyecto, con el fin de conocer su comportamiento y variabilidad durante el periodo constructivo del proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente.</p>	
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Monitorear el comportamiento respecto al volumen de caudal de 111 puntos de especial importancia, debido a que algunas de estas fuentes son de abastecimiento de sistemas de acueductos.</p> <p>Detectar a tiempo las posibles fallas que generan susceptibilidad de afectación de las fuentes.</p> <p>Brindar soporte ante requerimientos de propietarios y alternativas de abastecimiento para contingencia.</p> <p>Mantener un control estricto en cuanto a la medición de la oferta hídrica que registran los cuerpos de agua superficial.</p> <p>Medir la eficacia de las actividades técnicas de preinyección implementadas en el proceso constructivo.</p>	
<p><b>Impactos ambientales a manejar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico.</li> <li>• Afectación de la disponibilidad del recurso natural (servicios ecosistémicos)</li> <li>• Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.</li> <li>• Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos</li> <li>• Alteración de la calidad de vida de los pobladores.</li> <li>• Conflictos socioambientales</li> </ul>	
<p><b>Justificación:</b></p> <p>La construcción de túneles en otras zonas de la región y del país, ha causado disminución en los niveles de las aguas superficiales localizadas en el sector de la excavación, generado por efectos del abatimiento y la infiltración de las mismas.</p> <p>Es necesario conocer el efecto de la construcción del túnel y la efectividad del sistema constructivo en la posible disminución de caudales de aguas superficiales en la zona, con el fin de tomar medidas correctivas y evitar pérdidas mayores de caudal y todo lo relacionado con el recurso hídrico en superficie (fauna y flora).</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CAUDALES DE LAS FUENTES SUPERFICIALES LOCALIZADAS EN EL AID Y AII DEL PROYECTO</b>				<b>PMS-C-TO-FIS-01</b>			
<b>Metas:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aforar y monitorear el caudal efectivo de las corrientes de aguas superficiales identificadas y que son objeto de monitoreo actual por parte de la Conexión Vial Aburrá Oriente (106 puntos de aforo actuales).</li> <li>Aforar y monitorear el caudal efectivo de cinco corrientes de aguas superficiales que constituyen alternativas de abastecimiento en caso de contingencia (2 puntos en la cuenca Yarumal: quebrada La Floresta Sector La Cantera y quebrada Yarumal finca Samarcanda o en la cascada, 2 puntos en la cuenca Espíritu Santo: afluente en la vereda Pantanillo y afluente en la vereda Perico y 1 punto en la cuenca La Cascada: quebrada Honda vereda La Honda).</li> </ul>							
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	
<b>Etapas:</b>							
Durante toda la etapa de construcción y operación del proyecto.							
<b>Acciones a desarrollar:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar la frecuencia de monitoreo de caudales aproximadamente un (01) mes antes del inicio a las actividades propias de construcción de los túneles y hasta la finalización de las mismas (esto es en función del cronograma de ejecución previsto), quedando registros de caudal cada 15 días (dos monitoreos al mes). Es importante tener en cuenta que el aumento de medición de caudales en cada uno de los puntos determinados, debe darse a medida que avanza la obra y no medir desde el comienzo con la periodicidad determinada para cada uno de los 111 puntos que se pueden detallar en la ficha PMS-C-TO-FIS-03.</li> <li>Continuar el monitoreo de caudales en la etapa de operación para verificar el comportamiento del nivel freático, para lo cual se recomienda mediciones de caudal cada 30 días (Un monitoreo al mes) por un periodo de tiempo igual a dos años, sin embargo la periodicidad y el tiempo de monitoreo en operación están sujetos al comportamiento que evidencien las fuentes..</li> <li>Realizar los aforos tanto en época de verano como de invierno y respetar la periodicidad de cada 15 días (esto va en función de cómo se vaya dando el aumento de medición de caudales según lo determinado en el punto anterior y el avance de la obra).</li> <li>A partir de las mediciones, diseñar las medidas correctivas necesarias o que permita la aplicación del Plan de contingencia</li> <li>Partiendo de los resultados de aforos obtenidos desde la fecha de inicio de monitoreo de los 111 puntos objeto de medición, se debe realizar un análisis de tipo hidrológico que permita conocer comportamientos medios, mínimos y máximos, esto con el fin de determinar periodicidad y puntos de monitoreo en la etapa de operación.</li> </ul>							
<b>Población beneficiada:</b>							

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CAUDALES DE LAS FUENTES SUPERFICIALES LOCALIZADAS EN EL AID Y AII DEL PROYECTO		PMS-C-TO-FIS-01																																
Usuarios de los cuerpos de agua identificados en la zona de influencia del proyecto.																																		
<p><b>Mecanismos y estrategias participativas:</b></p> <p>Actividades de socialización y educación ambiental a nivel regional, asociado a los programas para el medio socioeconómico.</p>																																		
<p><b>Área o cobertura:</b></p> <p>Área de influencia directa e indirecta del proyecto.</p>																																		
<p><b>Responsables:</b></p> <p>El responsable del programa es el ejecutor del proyecto bajo el control de la Supervisión Externa y la Interventoría Ambiental del proyecto.</p>																																		
<p><b>Recursos (personal y costos):</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR UNITARIO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>VALOR TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aforo de caudales en construcción*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aforo de caudales por punto definido (incluye equipo electromagnético de medida, personal técnico y de campo y transporte)</td> <td>und</td> <td>50.000</td> <td>11.988</td> <td>599.400.000</td> </tr> <tr> <td>Aforo de caudales en operación*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aforo de caudales por punto definido (incluye equipo electromagnético de medida, personal técnico y de campo y transporte)</td> <td>und</td> <td>50.000</td> <td>2.664</td> <td>133.200.000</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>732.600.000</td> </tr> </tbody> </table>					DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL	Aforo de caudales en construcción*					Aforo de caudales por punto definido (incluye equipo electromagnético de medida, personal técnico y de campo y transporte)	und	50.000	11.988	599.400.000	Aforo de caudales en operación*					Aforo de caudales por punto definido (incluye equipo electromagnético de medida, personal técnico y de campo y transporte)	und	50.000	2.664	133.200.000	Total				732.600.000
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL																														
Aforo de caudales en construcción*																																		
Aforo de caudales por punto definido (incluye equipo electromagnético de medida, personal técnico y de campo y transporte)	und	50.000	11.988	599.400.000																														
Aforo de caudales en operación*																																		
Aforo de caudales por punto definido (incluye equipo electromagnético de medida, personal técnico y de campo y transporte)	und	50.000	2.664	133.200.000																														
Total				732.600.000																														
<p>* Serian 111 puntos para monitoreo con dos registros al mes, según la etapa de construcción se tiene un periodo igual a 4 años (48 meses). Se debe tener en cuenta que este valor puede disminuir y está sujeto a la forma en que se vaya dando el avance de obra y por ende la necesidad de control de las fuentes localizadas en cada zona.</p> <p>Es de anotar que las actividades de monitoreo para la etapa de operación y por ende el incremento o disminución en la frecuencia de los aforos de caudal, así como el número de puntos de medida está sujeto al comportamiento que registren cada una de las fuentes objeto de análisis, y este puede ser ajustado de común acuerdo con la interventoría.</p>																																		
<p><b>Cronograma de ejecución:</b></p> <p>Aproximadamente un mes antes del inicio del proceso constructivo de los túneles se deben programar dos aforos de caudal con espacios de 15 días y durante todo el periodo constructivo de cada uno de los puntos de control, esto se ira implementando en función de cómo este el cronograma de obra del contratista.</p>																																		

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CAUDALES DE LAS FUENTES SUPERFICIALES LOCALIZADAS EN EL AID Y AII DEL PROYECTO</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-01</b>
<p>Para la etapa de operación se recomienda continuar los aforos de caudal solo en los puntos que registren alguna variación por efectos de abatimiento y con un registro de medida con espacios de quince días (dos registros al mes). El número de puntos y periodicidad en la frecuencia de estos monitoreos, se puede definir a partir del comportamiento que registre cada una de las fuentes objeto de análisis durante la etapa constructiva; y su periodicidad puede ser determinada en función de la obtención del equilibrio del abatimiento del nivel freático (aproximadamente tres años).</p>	
<p><b>Indicadores de seguimiento y cumplimiento:</b> Efectividad de aforos: Número de puntos aforados/número puntos identificados para aforo</p>	

### 8.1.2 Monitoreo y seguimiento de nivel y calidad básica de las fuentes subterráneas localizadas en el AID y AII del proyecto

<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE NIVEL Y CALIDAD BÁSICA DE LAS FUENTES SUBTERRANEAS LOCALIZADAS EN EL AID Y AII DEL PROYECTO</b>				<b>PMS-AP-TO-FIS-02</b>		
<b>Objetivo general:</b>						
Monitorear los niveles de las aguas subterráneas de 24 piezómetros y 2 aljibes, que se localizan en el AID del proyecto, con el fin de conocer su comportamiento y variabilidad durante el periodo constructivo de la Conexión Vial Aburrá Oriente y durante el primer año de operación.						
<b>Objetivos específicos:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear el nivel de agua en 24 piezómetros y 2 aljibes con el propósito de medir la eficacia de las actividades técnicas de preinyección y pos inyección implementadas en el proceso constructivo.</li> <li>• Realizar comparaciones estadísticas que permitan determinar, el cambio de los niveles de las aguas subterráneas a partir de la construcción y de la operación del proyecto.</li> <li>• Mejorar la eficacia de la implementación de las medidas ambientales definidas, para reducir o mitigar el impacto ocasionado sobre las aguas subterráneas con base en los análisis de resultados.</li> </ul>						
<b>Impactos ambientales a manejar:</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteraciones del nivel freático.</li> <li>• Alteración de la capacidad de los acuíferos</li> <li>• Alteración en la disponibilidad de aguas subterráneas.</li> <li>• Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas(recarga vertical de los acuíferos)</li> <li>• Alteración de la calidad de vida de los pobladores.</li> <li>• Conflictos sociambientales</li> <li>• Afectación de la disponibilidad del recurso natural(servicios ecosistémicos)</li> </ul>						
<b>Justificación:</b>						
A través del monitoreo periódico del nivel freático de las aguas subterráneas, los cuales podrían ser afectados por la construcción de los túneles, no solo se mide la eficacia del método constructivo, el efecto sobre las fuentes de agua subterráneas, el grado de intervención y ejecución que el proyecto ha causado en los cuerpos de agua, sino que se promueven acciones preventivas y/o correctivas en aras de mantener el equilibrio del ecosistema.						
<b>Metas</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear periódicamente los niveles piezométricos en puntos definidos y estratégicos para el proyecto.</li> </ul>						
<b>Tipo de medida:</b>						
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación

<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE NIVEL Y CALIDAD BÁSICA DE LAS FUENTES SUBTERRANEAS LOCALIZADAS EN EL AID Y AII DEL PROYECTO</b>	<b>PMS-AP-TO-FIS-02</b>																																								
<p><b>Etapa:</b></p> <p>Este monitoreo comenzará un año antes del inicio de las obras, continuará durante la etapa de construcción del proyecto según detalle de la tabla adjunta, y continuará por un año en etapa de operación.</p> <p>La frecuencia de los monitoreos es variable, según los parámetros a medir, tal y como se indica a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Con frecuencia mensual para los niveles y bimensual para la medición de los parámetros físico-químicos en piezómetros, incluyendo también la medición del nivel piezométrico y lámina de agua para los aljibes. Es de resaltar como dependiendo del avance de la excavación de los túneles se ha considerado una frecuencia de monitoreo desde mensual hasta bimensual.</li> </ul> <p>La frecuencia de las mediciones se basará en la distancia de los puntos de agua al trazado de la obra y del frente de excavación activo, que depende del programa general de construcción de la obra. En la Tabla adjunta se indica para cada punto su relativa frecuencia de medición antes, durante y después de la construcción de la obra.</p>																																									
<p><b>Población beneficiada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usuarios de los aljibes identificados en la zona de influencia del proyecto.</li> <li>• Comunidades del área de influencia del proyecto.</li> <li>• Ecosistemas asociados a la red hídrica.</li> </ul>																																									
<p><b>Mecanismos y estrategias participativas:</b></p> <p>Actividades de socialización y educación ambiental a nivel regional, asociado a los programas para el medio socioeconómico.</p>																																									
<p><b>Área o cobertura:</b></p> <p>Área de influencia directa del proyecto.</p>																																									
<p><b>Responsables:</b></p> <p>El responsable del programa es el ejecutor del proyecto, bajo el control de la Supervisión Externa y la interventoría ambiental del proyecto.</p>																																									
<p><b>Recursos (personal y costos):</b></p> <table border="1" data-bbox="237 1633 1417 1898"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Cantidad</th> <th>Valor unitario</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Instalación de piezómetros</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Instalación de piezómetros</td> <td>m</td> <td>1.083</td> <td>546.000</td> <td>591.318.000</td> </tr> <tr> <td>Preconstrucción (1 año)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nivel de agua</td> <td>Und</td> <td>312</td> <td>50.000</td> <td>15.600.000</td> </tr> <tr> <td>Parámetros físicoquímicos</td> <td>Und</td> <td>161</td> <td>40.000</td> <td>6.440.000</td> </tr> <tr> <td>Construcción</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nivel de agua</td> <td>Und</td> <td>1.560</td> <td>50.000</td> <td>78.000.000</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total	Instalación de piezómetros					Instalación de piezómetros	m	1.083	546.000	591.318.000	Preconstrucción (1 año)					Nivel de agua	Und	312	50.000	15.600.000	Parámetros físicoquímicos	Und	161	40.000	6.440.000	Construcción					Nivel de agua	Und	1.560	50.000	78.000.000
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total																																					
Instalación de piezómetros																																									
Instalación de piezómetros	m	1.083	546.000	591.318.000																																					
Preconstrucción (1 año)																																									
Nivel de agua	Und	312	50.000	15.600.000																																					
Parámetros físicoquímicos	Und	161	40.000	6.440.000																																					
Construcción																																									
Nivel de agua	Und	1.560	50.000	78.000.000																																					

<b>MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE NIVEL Y CALIDAD BÁSICA DE LAS FUENTES SUBTERRANEAS LOCALIZADAS EN EL AID Y AII DEL PROYECTO</b>				<b>PMS-AP-TO-FIS-02</b>	
Parámetros fisicoquímicos	Und	1.560	40.000	62.400.000	
Operación					
Nivel de agua	Und	312	50.000	15.600.000	
Parámetros fisicoquímicos	Und	161	40.000	6.440.000	
Total				775.798.000	
<b>Cronograma de ejecución:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de agua y parámetros físico - químicos:</li> </ul> <p>Un año antes del inicio de las actividades constructivas se realizarán monitoreos mensuales a los niveles y bimensuales a los parámetros físico-químicos de las fuentes de agua subterráneas.</p> <p>Durante la etapa de construcción, en general para cada punto seleccionado se tienen monitoreos; no obstante, la periodicidad varía de mensual a bimensual, según el avance de la obra.</p> <p>Durante el primer año de operación, se tienen monitoreos bimestral (cada dos meses).</p>					
<b>Indicadores de seguimiento y cumplimiento</b>					
<p>Efectividad de niveles de agua: Número de piezómetros y aljibes medidos /número puntos identificados para medir la lámina de agua.</p> <p>Efectividad de muestreo físico-químico: Número de piezómetros y aljibes de muestreo con resultados/ Número de piezómetros y aljibes de muestreo identificados para monitoreo.</p>					

### 8.1.3 Monitoreo y seguimiento de la calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA	PMS-C-TO-FIS-03
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Dar seguimiento a los parámetros de calidad del recurso hídrico para las fuentes de agua identificadas en el área de influencia directa del proyecto.</p>	
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear y evaluar la calidad fisicoquímicas de los cuerpos de agua (65 fuentes) que son considerados susceptibles de afectación por el desarrollo del proyecto, tanto superficial como subterránea (pozos y aljibes).</li> <li>• Establecer variaciones en la composición abundancia o biomasa de las especies que hacen parte de las comunidades hidrobiológicas en el área de estudio.</li> <li>• Determinar posibles variaciones en las áreas de desove de las especies de peces propias de las cuencas dentro del área de influencia del Proyecto.</li> <li>• Realizar comparaciones estadísticas que permitan determinar por medio de los parámetros evaluados, el cambio en las características de los cuerpos de agua a partir de la construcción y de la operación del proyecto.</li> <li>• Mejorar la eficiencia de la implementación de las medidas ambientales definidas, para reducir o mitigar el impacto ocasionado sobre los cuerpos de agua con base en los análisis de resultados.</li> </ul>	
<p><b>Impactos ambientales a manejar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de la calidad del agua superficial</li> <li>• Deterioro de la calidad del agua subterránea.</li> <li>• Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas.</li> <li>• Afectación de la calidad el hábitat dulceacuicola</li> <li>• Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores</li> <li>• Generación de problemas de salud pública</li> <li>• Conflicto sociambientales</li> </ul>	
<p><b>Justificación:</b></p> <p>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 e hidrobiológicas; mediante el programa de monitoreo de la calidad del agua propuesto, se podrá definir el grado de intervención y los cambios que el desarrollo y ejecución del proyecto han originado en los cuerpos de agua.</p> <p>Igualmente es de anotar que las comunidades hidrobiológicas presentes en los ecosistemas acuáticos del área de estudio, revierten gran importancia, pues constituyen un elemento fundamental en la conservación de la biodiversidad, por lo cual se hace necesario conocer su evolución luego de la construcción y puesta en operación del proyecto, lo cual permitirá tomar</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA</b>				<b>PMS-C-TO-FIS-03</b>			
medidas para la conservación de los recursos.							
<b>Metas:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear los parámetros necesarios para evaluar la calidad del recurso hídrico, y de esta manera determinar su afectación en la etapa de construcción y operación del proyecto.</li> <li>• Identificar posibles cambios en la composición, abundancia y biomasa de las especies que hacen parte de las comunidades hidrobiológicas.</li> <li>• Obtener datos de calidad del recurso hídrico identificados para el área de influencia del proyecto.</li> <li>• Realizar los análisis químicos del agua de los piezómetros.</li> </ul>							
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención		Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	
<b>Etapas:</b>							
Un año antes del inicio de construcción, durante toda la etapa de construcción y operación.							
<b>Acciones a desarrollar:</b>							
<p>Para la realización de los monitoreos de calidad de aguas fisicoquímicas e hidrobiológicos, se tendrá en cuenta la actividad constructiva (techo de túneles y vía a cielo abierto), la cual determina los parámetros a analizar y la frecuencia de muestreos anual tanto en construcción como en operación. Igualmente es de anotar que las fuentes a monitorear serán aquellas susceptibles de afectación por el desarrollo del proceso constructivo (por contaminación y/o disminución de caudal), y que a su vez cuentan con análisis de calidad y determinación de estado en el monitoreo realizado para la línea base.</p> <p><a href="#">Fuentes a monitorear en techo de túneles</a></p> <p>Las fuentes de agua superficial seleccionadas para monitoreo por su susceptibilidad de afectación en los techos de los túneles, pueden resultar alteradas en sus características fisicoquímicas e hidrobiológicas ya sea por incremento en la concentraciones de algunos iones o por disminución en la cantidad de caudal por abatimiento.</p> <p>Las fuentes de agua subterráneas seleccionadas para monitoreo por su susceptibilidad de afectación en los techos de los túneles, pueden resultar alteradas en sus características fisicoquímicas.</p> <p>Para las fuentes superficiales (49 puntos) se plantea dos muestreos al año que serán llevados a cabo en dos momentos hidrológicos (invierno y verano) durante todo el periodo de construcción. Para la etapa de operación se plantean actividades de monitoreo durante por lo menos 3 años con dos muestreos al año llevados a cabo en dos momentos hidrológicos (invierno y verano) para los 2 primeros años y un muestreo al año en la época hidrológica más desfavorable (estiaje) para el año restante.</p>							

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA	PMS-C-TO-FIS-03
<p>Para las fuentes subterráneas (8 piezómetros y 2 aljibes) se plantea dos muestreos al año que serán llevados a cabo en dos momentos hidrológicos (invierno y verano) durante todo el periodo de construcción. Para la etapa de operación se plantean actividades de monitoreo durante por lo menos 3 años con dos muestreos al año llevados a cabo en dos momentos hidrológicos (invierno y verano) para los 2 primeros años y un muestreo al año en la época hidrológica más desfavorable (estiaje) para el año restante.</p> <p>Para estos cuerpos de agua serán analizadas las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Físicoquímicas <i>in situ</i>: temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), % de saturación de oxígeno y pH</li> <li>• Físicoquímicas <i>ex situ</i>: alcalinidad total, acidez total, amonio, nitritos, nitratos, fosforo total, potasio, dureza cálcica y dureza magnésica</li> <li>• Análisis del hábitat disponible para cada una de las especies, análisis de comunidades hidrobiológicas (fitoperifiton, macroinvertebrados acuáticos, potamoplacton, peces y macrófitas acuáticas).</li> </ul> <p><b>Fuentes a monitorear vía a cielo abierto y portales de túneles</b></p> <p>Las fuentes de agua superficial seleccionadas para monitoreo por su susceptibilidad de afectación en la vía a cielo abierto y en los portales de los túneles, pueden resultar alteradas en sus características físicoquímicas e hidrobiológicas por vertimientos y descargas.</p> <p>Para estas fuentes se plantea cuatro muestreos al año que serán llevados a cabo en diferentes momentos hidrológicos (2 muestreos en invierno y 2 muestreos en verano) durante todo el periodo de construcción (5 años), se recomienda como épocas de muestreo los meses de enero, abril, julio y octubre. Para la etapa de operación se plantean actividades de monitoreo durante por lo menos 3 años con dos muestreos al año llevados a cabo en dos momentos hidrológicos (invierno y verano) para los 2 primeros años y un muestreo al año en la época hidrológica más desfavorable (estiaje) para año restante.</p> <p>Para estos cuerpos de agua serán analizadas las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Físicoquímicas <i>in situ</i>: temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), % de saturación de oxígeno y pH</li> <li>• Físicoquímicas <i>ex situ</i>: DBO<sub>5</sub>, DQO, turbiedad, alcalinidad total, acidez total, amonio, nitritos, nitratos, fosforo total, potasio, hierro total, sólidos totales, sólidos disueltos totales, sólidos sedimentables, sulfatos, cloruros, grasas y aceites, fenoles, detergentes, dureza cálcica, dureza magnésica, cobre, cadmio, plomo, zinc, cromo total, cromo hexavalente, coliformes totales y coliformes fecales.</li> <li>• Análisis del hábitat disponible para cada una de las especies, análisis de comunidades hidrobiológicas (fitoperifiton, macroinvertebrados acuáticos, potamoplacton, peces y macrófitas acuáticas).</li> </ul> <p>A continuación se referencian las fuentes a monitorear con su respectiva ubicación según actividad constructiva (techo de túneles o vía a cielo abierto) y codificación según línea base.</p>	

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA		PMS-C-TO-FIS-03
Etapa constructiva	Fuente con posible intervención (punto de monitoreo)	Codificación según línea base
Vía a cielo abierto	Quebrada La Espadera Aguas arriba del eje	CA1
	Quebrada La Espadera aguas abajo	CA2
	Quebrada El Chupadero aguas arriba	CA3
	Quebrada Cañada negra	CA4
	Quebrada La Pastora aguas abajo	CA5
	Quebrada Marquetalia	CA6
	Quebrada Caunces aguas arriba	CA7
	Quebrada Caunces aguas abajo	CA8
	Quebrada La India Aguas arriba	CA9
	Quebrada La India Aguas abajo	CA10
	Quebrada La Cangreja Aguas Abajo	CA12
	Quebrada La Aguadita (Portal Occidental)	SE23
	Quebrada La Bonanza (o Bocana)	SE24
	Quebrada Salazar o Sajonia (portal oriental)	S8
	Confluencia Yarumal- Salazar (vía doble calzada)	S10
Portal sur túnel seminario	Quebrada La Loma 2	Ye2
Techo túnel Santa Elena	Afloramiento Quebrada Santa Elena	SE2
	Quebrada El Cedro I	SE4
	Quebrada Santa Elena	SE5
	Quebrada La escorrentía.	SE6
	Quebrada La Avícola	SE8
	Quebrada Santa Teresa	SE9
	Quebrada Paysandú 1	SE10
	Quebrada Paysandú	SE11
	Quebrada La torre	SE12
	Quebrada Santa Lucia	SE13
	Quebrada Santa Elena 2	SE14
	Quebrada El Yarumo	SE15
	Quebrada el placer (aguas abajo)	SE18
	Quebrada Santa Elena 3	SE19
	Quebrada Santa Bárbara Parte Alta	SE20
	Quebrada La Espadera	SE21
	Quebrada La Bizarro	SE22
	Quebrada Chiqueros	SE25
	Quebrada La Cascada	SE26
	Confluencia Bocaná - Santa Elena	SE27
	Quebrada San Ignacio	SI1
	Quebrada La Matilda (afluente San Ignacio)	SI2
	Quebrada Los Chorlitos en la Batea	SI5
	Quebrada Amagamiento frio	SI6
Quebrada San Pedro Parte alta	SP1	
Quebrada San Pedro aguas abajo acueducto.	SP3	
Quebrada Doña Clara	C1	

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA		PMS-C-TO-FIS-03
	Quebrada Dos captaciones	C2
	Quebrada Adonay	C3
	Quebrada La Cascada	C4
	Quebrada Manguruma	Ho1
	Quebrada El Cerro	H1
	Quebrada Los Parra Aguas Abajo Acueducto.	H4
	Quebrada La Hondina 2	H5
	Quebrada La Hondina 1	H6
	Quebrada La Floresta Parte alta	F1
	Quebrada La Floresta.2	F3
	Quebrada Yarumal 1	Y1
	Afluente 3- Yarumal	Y4
	Quebrada Yarumal 2	Y5
	Afluente 5 Yarumal	Y7
	Quebrada Yarumal 3	Y8
	Confluencia Yarumal-Hondina	Y9
	Quebrada Yarumal 5	Y11
	Quebrada Betania 2	S2
	Afluente 1 Salazar	S3
	Afluente 2 a la Salazar	S4
	Quebrada La Salazar	S6
	Quebrada Las Faldas	S7

- **PARA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS**

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).

Los análisis deberán realizarse en un laboratorio debidamente acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, y según lo estipulado en el Decreto 1600 de 1994 y la Resolución No. 0176 del 31 de octubre de 2003 que derogó las Resoluciones No. 0059 de 2000 y 0079 de 2002.

- **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

En cada sitio de muestreo se seleccionará un transecto teniendo en cuenta el tipo de sustrato apto para el establecimiento de macroinvertebrados. El muestreo se realizará en 100 m lineales en cada uno de los sitios empleando una red triangular en las orillas, red surber en tres sitios de la corriente, red pantalla y muestreo manual por un lapso de 30 minutos. Cada sustrato colectado será revisado mediante la utilización de pinzas y una bandeja donde se separan los macroinvertebrados. El material colectado en campo será colocado en recipientes plásticos y preservado en alcohol al 70% para su posterior identificación en el laboratorio. Se establecerá la composición y estructura, la distribución de abundancia, riqueza, diversidad, equidad y

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-03</b>
<p>dominancia del ensamble de macroinvertebrados y se realizara el análisis de similaridad de Bray Curtis para determinar la semejanza entre los sitios de muestreo. Adicionalmente, para evaluar la calidad del agua se aplicara el método BMWP/Col (Roldán, 2003, ajustado por Álvarez, 2005).</p> <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="215 493 430 525">• <b>FICOPERIFITON</b></li></ul> <p>La toma de muestras fico-perifíticas, se realizará en las estaciones elegidas para el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos. Se realizará la remoción del perifiton, por medio de cepillos plásticos del material adherido a sustratos naturales (piedras, troncos, hojarasca) inmersos en el lecho de la corriente, como unidad de área se utilizará un cuadrante de 8 cm<sup>2</sup>, el cual será utilizado 30 veces al azar en cada punto de muestreo, obteniendo un área total de 240 cm<sup>2</sup> de raspado por estación. Posteriormente cada muestra colectada se depositará en un envase plástico opaco debidamente rotulado y será fijada con una solución de lugol al 10% (0.5 ml por cada 100 ml de muestra). El material colectado será guardado en neveras de icopor y se llevará al laboratorio para su posterior determinación y conteo. La estructura de la comunidad se establecerá con base en las medidas de densidad; también se utilizaran los números de Hill. La similitud entre estaciones se determinara con base en un análisis de agrupamiento de los puntos de muestreo, el cual se hará mediante la aplicación del índice de similaridad de Bray-Curtis, realizado con base en un ligamiento completo de los datos, se utilizara el programa Biodiversity-Professional (Versión 2).</p> <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="215 1039 462 1071">• <b>POTAMOPLACTON</b></li></ul> <p>Para la toma de muestras en cada estación cuando sea posible se dividirá la sección transversal del cuerpo de agua desde la orilla hasta el centro del cauce en tres partes (0 a 20 cm de la orilla o remanso, parte media de la sección o sitio de corriente moderada y centro del cauce o rápido, aproximadamente) y se tomará de cada una de ellas 20 litros de agua con un balde. El volumen total de las muestras se filtrará con un cernidor de hasta 23µm de poro y la muestra resultante se depositará en una botella de 300 a 500 ml, previamente rotulada y preparada con 1 ml de lugol al 10% por cada 100 ml de volumen. Las muestras colectadas se mantendrán en oscuridad hasta el análisis en el laboratorio. Para la agremiación de zooplancton: en cada estación de muestreo serán filtradas cuidadosamente en un cernidor de 55 µm el volumen derivado de tres secciones del cauce principal de cada uno de los sitios de muestreo (márgenes y centro). Las muestras filtradas serán almacenadas en envases plásticos de 150 ml y fijadas con 5 ml de formalina al 4 %.</p> <p>Previo la sedimentación cada muestra se homogenizara por agitación manual y de allí se depositarán 50 ml en una cámara de Utermöhl durante mínimo 12 horas. Transcurrido este tiempo se extraerán 10 ml del sedimento para realizar el conteo en una cámara de Kolwitz bajo microscopio invertido a una magnificación total de 400 X, en 30 campos, siguiendo la metodología de campos al azar mediante una tabla de números aleatorios previamente preparada. La densidad de zooplancton será estimada mediante el conteo de la muestra completa (en las muestras con baja abundancia) o contando los organismos presentes en cinco alícuotas de 1 ml cada una, siguiendo la metodología recomendada por Wetzel y Likens (2000) en las muestras con abundancia alta. Para ello se empleará una cámara de Kolwitz de 1 ml bajo un microscopio binocular convencional. Las densidades serán reportadas en ind/L. La determinación de zooplancton será realizada empleando las claves de Elmoor-Loureiro (1997), Ruttner-Kolisko</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA E HIDROBIOLOGICA DEL AGUA</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-03</b>
<p>(1974), Paggi (1975), Kosté (1978), Sendacz y Kubo (1982), De Roa et al. (1985), Reid (1985), Kosté y Shiel (1987), Korovchinsky (1992), Nogrady et al. (1993), De Paggi (1995), Segers (1995), Reddy (1994), Paggi (1995), Pennak (1953), Flößner (2000).</p> <p>Se determinarán los índices de diversidad específica (Shannon Weaver, 1948), uniformidad (Pielou, 1969), riqueza de especies (Margalef, 1974) y dominancia (Simpson, 1949) y se realizarán análisis exploratorios y descriptivos de los datos de los ensambles, mediante los valores de la media aritmética (m), la mediana (me), la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV). La estructura de los ensambles se establecerá con base en las medidas de densidad a través del análisis de la variación en la distribución y composición de taxones. La similitud entre estaciones de muestreo se determinará con base en un análisis de agrupamiento mediante la aplicación del índice de similaridad de Bray-Curtis, utilizando los datos de densidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>ICTIOFAUNA</b></li> </ul> <p>Para la captura de peces en cada uno de los sitios se utilizará pesca eléctrica en 100 m lineales de la corriente, los ejemplares capturados se les asignará un número de campo, y luego se le tomarán los datos de peso y longitud estándar. Para la determinación taxonómica se emplearon claves y descripciones Dahl (1971), Eigenmann (1912, 1913, 1922), Gery (1977), Maldonado-Ocampo et al. (2005), Miles (1947), Román-Valencia (2003) y Román-Valencia y Cala (1997). La validez de los géneros y especies, y la elaboración del listado se realizará siguiendo la clasificación taxonómica de Reis et al. (2003), donde las familias se encuentran en orden sistemático y los géneros y especies de cada familia y subfamilia están listados alfabéticamente.</p> <p>Se presentará el listado de especies halladas para los sitios de muestreo, la distribución de las abundancias y biomasa por especie entre estaciones; con base en esta información, se estimará la frecuencia de ocurrencia, la abundancia relativa por taxón en número de individuos y biomasa. Se realizarán cálculos del índice de riqueza (Margalef, 1974), índice de diversidad de Shannon-Wiener (1949), de equidad (Pielou, 1969) y dominancia de Simpson (1949).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MACRÓFITAS ACUÁTICAS</b></li> </ul> <p>Para el muestreo de plantas acuáticas y ribereñas se hará un recorrido de un trayecto aproximado de 100 m en cada estación y se identificará o colectarán las plantas enraizadas emergentes y sumergidas en el lecho de la corriente, así como las flotantes (en caso de encontrarse áreas de remanso) y las que se encuentren de 0 a 2 m aproximadamente de la ribera del cuerpo de agua. Se estableció el porcentaje de cobertura por macrófitas acuáticas y especies ribereñas utilizando un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> que será ubicado en mínimo tres puntos elegidos al azar para determinar su composición y estructura. Se realizará un registro fotográfico de las plantas y se incluirán las características ecológicas de las especies dominantes o con posible uso como indicadoras de la calidad del agua.</p> <p>Las plantas colectadas pasarán por el proceso de secado, cuarentena, determinación y montaje. La determinación taxonómica de la vegetación se realizará por observación directa en campo, comparación botánica en herbarios locales y mediante el uso de manuales y claves taxonómicas tales como Cook et al. (1974), Hoehne (1979), Gopal (1987), Velásquez (1994), Lot et al. (1999),</p>	

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA		PMS-C-TO-FIS-03																						
<p>Rodulio (1999) y Crow (2002).</p> <p>Se determinarán los índices de diversidad (Shannon Weaver, 1948), uniformidad (Pielou, 1969), riqueza de especies (Margalef, 1974) y dominancia (Simpson, 1949) y se realizarán análisis exploratorios y descriptivos de los datos de las poblaciones, mediante los valores de la media aritmética (m), la mediana (me), la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV). Adicionalmente, se determinarán los cambios espaciales de las estructuras poblacionales y del área de ocupación.</p>																								
<p><b>Población beneficiada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades del área de influencia del proyecto.</li> <li>• Personal vinculado con el proyecto.</li> <li>• Ecosistemas asociados a la red hídrica.</li> </ul>																								
<p><b>Mecanismos y estrategias participativas:</b></p> <p>A la población aledaña a la zona de estudio, se les darán a conocer todos los estudios a realizarse en la cuenca, lo cual debe ser desarrollado con asocio continuo con los programas de manejo y socialización de la información.</p>																								
<p><b>Área o cobertura:</b></p> <p>Esta actividad se realizará en el área de influencia directa del proyecto.</p>																								
<p><b>Responsables:</b></p> <p>La ejecución del programa de monitoreo y seguimiento estará a cargo del ejecutor del proyecto, bajo el control de la interventoría ambiental. Los análisis deberán realizarse en un laboratorio debidamente acreditado.</p>																								
<p><b>Recursos (personal y costos):</b></p> <p><b>Costos para etapa de construcción</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR UNITARIO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>VALOR TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toma y análisis de muestras fisicoquímicas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestreos para parámetros fisicoquímicos vía a cielo abierto (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de laboratorio)</td> <td>muestreo/fuente</td> <td>1.508.000</td> <td>300</td> <td>452.400.000</td> </tr> <tr> <td>Muestreos parámetros fisicoquímicos portal sur túnel seminario (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de</td> <td>muestreo/fuente</td> <td>1.508.000</td> <td>20</td> <td>30.160.000</td> </tr> </tbody> </table>					DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL	Toma y análisis de muestras fisicoquímicas					Muestreos para parámetros fisicoquímicos vía a cielo abierto (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de laboratorio)	muestreo/fuente	1.508.000	300	452.400.000	Muestreos parámetros fisicoquímicos portal sur túnel seminario (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de	muestreo/fuente	1.508.000	20	30.160.000
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL																				
Toma y análisis de muestras fisicoquímicas																								
Muestreos para parámetros fisicoquímicos vía a cielo abierto (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de laboratorio)	muestreo/fuente	1.508.000	300	452.400.000																				
Muestreos parámetros fisicoquímicos portal sur túnel seminario (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de	muestreo/fuente	1.508.000	20	30.160.000																				

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA				PMS-C-TO-FIS-03
laboratorio)				
Muestreos parámetros físicoquímicos techo túnel Santa Elena piezómetros y aljibes (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de laboratorio)	muestreo/fuente	1.508.000	200	301.600.000
Toma y análisis de muestras hidrobiológicas				
Muestreos para parámetros hidrobiológicos vía a cielo abierto (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas e identificación en laboratorio)	muestreo/fuente	2.550.000	300	765.000.000
Muestreos para parámetros hidrobiológicos portal sur túnel seminario (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas e identificación en laboratorio)	muestreo/fuente	2.550.000	20	51.000.000
Total				1.600.160.000

#### Costos para operación

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Toma y análisis de muestras físicoquímicos				
Muestreos para parámetros físicoquímicos vía a cielo abierto (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de laboratorio)	muestreo/fuente	1.508.000	60	90.480.000
Muestreos parámetros físicoquímicos portal sur túnel seminario (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de laboratorio)	muestreo/fuente	1.508.000	4	6.032.000
Muestreos parámetros físicoquímicos techo túnel Santa Elena piezométricos y aljibes (incluye toma de muestras para todas las estaciones referenciadas y ensayos de laboratorio)	muestreo/fuente	494.000	98	48.412.000
Total				144.924.000

\*15 estaciones en la vía a cielo abierto

\* 1 estación en el portal sur túnel seminario

<p><b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA</b></p>	<p><b>PMS-C-TO-FIS-03</b></p>
<p>* 8 piezómetros y 2 aljibes</p>	
<p><b>Cronograma de ejecución:</b></p> <p>Para techo de túneles (49 fuentes):</p> <p>Desde el momento que inicie el proceso constructivo y durante todo su desarrollo (5 años) se deben programar dos muestreos fisicoquímicos e hidrobiológicos anuales para cada uno de las fuentes identificadas y referenciadas, teniendo especial cuidado que cada uno de éstos se realice en diferente época hidrológicas del año (invierno y verano), igualmente se debe tener en cuenta que estos muestreos no tengan una separación espacial entre muestreo no mayor a 8 meses.</p> <p>Para la etapa de operación se deben continuar con iguales jornadas de muestreo y monitoreo (2 muestreos en un año) para los dos primeros años, mientras que para los tres años siguientes se debe llevar a cabo un solo muestreo al año en la época hidrológica más desfavorable (estiaje).</p> <p>Para vía cielo abierto y portales de túneles (16 fuentes):</p> <p>Desde el momento que inicie el proceso constructivo y durante todo su desarrollo (5 años) se deben programar cuatro muestreos fisicoquímicos e hidrobiológicos anuales para cada uno de las fuentes identificadas y referenciadas, teniendo especial cuidado que dos de estos se realicen en verano y los otros dos en invierno (dos épocas hidrológicas), igualmente se debe tener en cuenta que estos muestreos no tengan una separación espacial entre muestreos no mayor a 4 meses.</p> <p>Para la etapa de operación se deben continuar con jornadas monitoreo que impliquen dos muestreos al año efectuados en diferente época hidrológica (invierno y verano) para los dos primeros años, mientras que para los tres años siguientes se debe llevar a cabo un solo muestreo al año en la época hidrológica más desfavorable (estiaje).</p>	
<p><b>Indicadores de seguimiento y cumplimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectividad de muestreo: No estaciones de muestreo con resultados/ No de estaciones de muestreo identificadas para monitoreo.</li> <li>• Número de monitoreos realizados dentro de un ciclo hidrológico.</li> </ul> <p>Indicadores hidrobiológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de especies colectadas en las cuencas</li> <li>• Abundancia de las especies</li> <li>• Diversidad de especies</li> <li>• Número de individuos por especies/Número individuos totales.</li> <li>• Número de individuos de cada una de las especies/Número de especies totales</li> <li>• Biomasa para cada una de las especies/Biomasa total capturada</li> <li>• Diversidad de especies para cada una de las estaciones de muestreo.</li> <li>• Dominancia de especies</li> <li>• Equidad de especies</li> <li>• Curvas de acumulación de especies</li> </ul>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA E HIDROBIOLÓGICA DEL AGUA</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-03</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Comparación índice BMWP línea base con índice BMWP muestreo efectuado</li></ul> <p>Indicadores fisicoquímicos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Resultados ICAfa</li><li>• Comparación ICAfa línea base con ICAfa muestreo efectuado</li></ul>	

#### 8.1.4 Monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido (contaminación atmosférica)

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO (CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA)	PMS-C-TO-FIS-04
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Llevar a cabo un plan de monitoreo y seguimiento que permita controlar las emisiones de material particulado, gases y ruido derivados por la construcción y operación del proyecto, hasta alcanzar niveles de inmisión que cumplan con lo establecido en las siguientes disposiciones: Decreto 948 de 1995 (Reglamento de protección y control de calidad del aire), Resolución 601 de 2006 en su artículo 9 (Programas de reducción de la contaminación), Resolución 610 de 2010 (Normas de calidad del aire o nivel de inmisión), Resolución 650 de 2010 (Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire), Resolución 2154 de 2010 (Ajustes al protocolo para el monitoreo y seguimiento de calidad del aire); Resolución 651 de 2010 (Se crea el subsistema de información sobre calidad del aire SISAIRE), Resolución 6982 de 2011 (Normas sobre prevención y control de la contaminación por fuentes fijas y protección de la calidad del aire) y Resolución 627 de 2006 (Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental).</p>	
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la calidad del aire en la zona de influencia del proyecto verificando el cumplimiento de la normativa vigente.</li> <li>• Realizar comparaciones estadísticas que permitan determinar por medio de las mediciones realizadas de material particulado, gases y ruido en el desarrollo del proyecto, el cambio en las características del aire, así como la toma de acciones en caso de ser necesario.</li> </ul>	
<p><b>Impactos ambientales a manejar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la concentración de material particulado</li> <li>• Incremento en la concentración de gases contaminantes</li> <li>• Incremento de los niveles normales de presión sonora</li> <li>• Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística</li> <li>• Afectación de especies focales(IUCN, cites, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)</li> <li>• Alteración de la calidad de vida de los pobladores</li> <li>• Generación de problemas de salud pública</li> <li>• Conflictos socioambientales</li> </ul>	
<p><b>Justificación:</b></p> <p>Con el desarrollo de actividades inherentes al proyecto tanto en la etapa constructiva como en la operativa, se hace necesario evaluar la eficiencia de los sistemas de control establecidos para definir el nivel de afectación del proyecto sobre el recurso aire.</p>	
<p><b>Metas:</b></p> <p>Revisar la eficiencia y cumplimiento de las actividades planteadas en el PMA para minimizar los impactos sobre calidad del aire y ruido.</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO (CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA)</b>						<b>PMS-C-TO-FIS-04</b>	
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención	X	Mitigación		Corrección	X	Compensación	
<b>Etapa:</b> Construcción y operación del proyecto.							
<b>Acciones a desarrollar:</b> De acuerdo con lo relacionado a las emisiones atmosféricas se tienen las siguientes disposiciones: Decreto 948 de 1995 (Reglamento de protección y control de calidad del aire), Resolución 601 de 2006 en su artículo 9 (Programas de reducción de la contaminación), Resolución 610 de 2010 (Normas de calidad del aire o nivel de inmisión), Resolución 650 de 2010 (Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire), Resolución 2154 de 2010 (Ajustes al protocolo para el monitoreo y seguimiento de calidad del aire); Resolución 651 de 2010 (Se crea el subsistema de información sobre calidad del aire SISAIRE) y Resolución 6982 de 2011 (Normas sobre prevención y control de la contaminación por fuentes fijas y protección de la calidad del aire)  Con respecto a ruido se tiene como punto de referencia la Resolución 627 de 2006 (Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental).  Se recomienda desarrollar en la etapa de construcción (5 años) tres muestreos anuales para el monitoreo de la calidad atmosférica (cuatro meses entre muestreo y muestreo). Para la ubicación de los puntos de monitoreo por cada muestreo, se establecen la siguientes consideraciones:  I. Tres puntos de muestreo para medición de material particulado y gases (PST, PM10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> y CO), los cuales deberán ser ubicados en función de los frentes de obra que se tengan en ejecución y en conceso con la interventoría ambiental.  II. Tres puntos de muestreo en fuentes fijas (si la interventoría ambiental considera más puntos se debe tener en cuenta para aplicación de muestreos) para medición de material particulado y gases (PST, PM10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> y CO), los cuales se deben ubicar en plantas trituradoras, plantas de concreto y/o asfaltos y zonas de depósito.  III. Diez puntos para medición de ruido, los cuales deberán ser ubicados en función de los frentes de obra que se tengan en ejecución y en conceso con la interventoría ambiental  Se recomienda desarrollar en la etapa de operación (2 años) dos muestreos anuales para el monitoreo de la calidad atmosférica (seis meses entre muestreo y muestreo). Para la ubicación de los puntos de monitoreo por cada muestreo, se establecen la siguientes consideraciones:  i. Cinco puntos de muestreo para medición de material particulado y gases (PST, PM10, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> y CO), los cuales deberán ser ubicados en portales y vía a cielo abierto siguiendo las indicaciones de la interventoría ambiental y/o autoridad ambiental.  ii. Dos puntos de muestreo (si la autoridad ambiental considera más puntos se debe tener en cuenta para aplicación de muestreos) para medición de material particulado y gases (PST,							

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO (CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA)</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-04</b>
<p>PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO), los cuales se deben ubicar en las fuentes fijas de emisión de gases.</p> <p>iii. Cinco puntos para medición de ruido, los cuales deberán ser ubicados en portales y vía a cielo abierto siguiendo las indicaciones de la interventoría ambiental y/o autoridad ambiental.</p> <p><b>METODOLOGÍA PARA MONITOREO DE MATERIAL PARTICULADO Y GASES</b></p> <p>Durante la construcción y operación del proyecto se monitorearán los parámetros de PST, PM10, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y CO de acuerdo con lo establecido en la resolución 601 de 2006, o cualquiera que la modifique o derogue, estos muestreos se realizarán cada cuatro meses en la etapa de construcción. Se evaluarán los resultados de la norma diaria y se comprobará que los resultados no sobrepasen los niveles permitidos de prevención, alerta o emergencia. La duración del monitoreo de material particulado y de gases debe ser mínimo 18 días continuos durante 24 horas para cada punto. Para las fuentes fijas de emisiones de gases instaladas en el proyecto se deberán efectuar cada cuatro meses los monitoreos isocinéticos con base en lo establecido en la resolución 909 de 2008 (Resolución 155 de 2009 Art 9 numeral 1.4.17).</p> <p>Los resultados obtenidos se compararán con la normativa vigente.</p> <p><b>METODOLOGÍA PARA MONITOREO DE RUIDO</b></p> <p>En los diferentes frentes de obra durante la construcción y adecuación de las vías del proyecto, en las zonas de disposición de materiales de excavación, en las áreas de trituración de material pétreo, en las zonas de producción del concreto, en zonas de construcción y adecuación de instalaciones provisionales, en zonas de obras principales y secundarias, en patios de almacenamiento y de maniobras, en zonas cercanas a los talleres, carpinterías, plantas eléctricas, en zonas donde habiten los trabajadores o la comunidad, entre otras; y en la etapa de operación principalmente al interior de los túneles y en la vía a cielo abierto. Estos monitoreos se desarrollarán básicamente en las diferentes áreas ruidosas y las principales fuentes de emisión de ruido del proyecto, con el fin de proteger las condiciones laborales de los trabajadores de los diferentes frentes de obra y la calidad de vida de las personas que habitan las zonas aledañas. Si llega a ser necesario, se evaluarán los sitios de especial interés, atendiendo posibles quejas que presente la comunidad, para darle trámite y solución oportuna a cada petición.</p> <p>Los resultados obtenidos se compararán con la normativa vigente, a la fecha de elaboración de este programa.</p> <p><b>ENTREGA DE RESULTADOS</b></p> <p>Los resultados obtenidos de las mediciones de material particulado, de gases y de ruido deberán ser presentados a CORNARE en los informes de cumplimiento ambiental, incluyendo la siguiente información: (Resolución 155 de 2009 Art 9 numeral 1.4.17)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Metodología de Muestreo</li><li>• Especificaciones de los equipos de medición utilizados</li><li>• Esquema con la ubicación de los sitios de muestreo</li><li>• Resultados de Laboratorio</li></ul>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO (CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA)</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-04</b>																																											
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hojas de Campo</li> <li>• Fechas de medición</li> <li>• Resultados de monitoreo y su respectivo análisis y comparación con la normatividad vigente</li> <li>• Conclusiones y recomendaciones</li> </ul>																																												
<p><b>Población beneficiada:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecosistemas localizados en las áreas intervenidas.</li> <li>• Personal de construcción y operación del proyecto.</li> <li>• Habitantes de veredas y barrios aledaños al proyecto.</li> </ul>																																												
<p><b>Mecanismos y estrategias participativas:</b></p> <p>Las medidas de manejo a implementar deben socializarse a las comunidades aledañas y a las autoridades ambientales locales.</p>																																												
<p><b>Área o cobertura:</b></p> <p>El programa se aplica a toda el área de influencia directa del proyecto.</p>																																												
<p><b>Responsables:</b></p> <p>La responsabilidad de la ejecución del programa de monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido es del ejecutor del proyecto bajo el control de la Supervisión Externa y la Interventoría Ambiental.</p>																																												
<p><b>Recursos (personal y costos directos):</b></p> <p><b>Costos línea base</b></p> <table border="1" data-bbox="224 1318 1393 1738"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Puntos de toma de muestra por monitoreo</th> <th>Valor unitario</th> <th>Valor total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calidad de aire</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Determinación calidad de aire*</td> <td>Muestra</td> <td>6</td> <td>13.134.680</td> <td>78.808.080</td> </tr> <tr> <td>Fuentes puntuales de emisión**</td> <td>Muestra</td> <td>4</td> <td>14.703.000</td> <td>58.812.000</td> </tr> <tr> <td>Ruido</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Estudio emisión de ruido***</td> <td>Muestra</td> <td>10</td> <td>1.372.280</td> <td>13.722.800</td> </tr> <tr> <td>Estudio de ruido ambiental***</td> <td>Muestra</td> <td>10</td> <td>1.862.380</td> <td>18.623.800</td> </tr> <tr> <td><b>Total</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><b>169.966.680</b></td> </tr> </tbody> </table>					Descripción	Unidad	Puntos de toma de muestra por monitoreo	Valor unitario	Valor total	Calidad de aire					Determinación calidad de aire*	Muestra	6	13.134.680	78.808.080	Fuentes puntuales de emisión**	Muestra	4	14.703.000	58.812.000	Ruido					Estudio emisión de ruido***	Muestra	10	1.372.280	13.722.800	Estudio de ruido ambiental***	Muestra	10	1.862.380	18.623.800	<b>Total</b>				<b>169.966.680</b>
Descripción	Unidad	Puntos de toma de muestra por monitoreo	Valor unitario	Valor total																																								
Calidad de aire																																												
Determinación calidad de aire*	Muestra	6	13.134.680	78.808.080																																								
Fuentes puntuales de emisión**	Muestra	4	14.703.000	58.812.000																																								
Ruido																																												
Estudio emisión de ruido***	Muestra	10	1.372.280	13.722.800																																								
Estudio de ruido ambiental***	Muestra	10	1.862.380	18.623.800																																								
<b>Total</b>				<b>169.966.680</b>																																								
<p>*Se recomiendan siete (07) puntos de muestreo: portal norte túnel seminario, portal sur túnel seminario, portal occidental túnel Santa Elena, portal oriental túnel Santa Elena y dos puntos sobre la vía a cielo abierto.</p>																																												

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO (CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA)</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-04</b>
---	------------------------

\*\*Se recomienda cuatro (04) puntos de muestreo: depósito seminario, depósito vereda Ranchería, zona de ubicación de planta de triturado y zona de ubicación de planta de concreto y/o asfalto.

\*\*\*Se recomienda diez (10) puntos de muestreo: portal norte túnel seminario, portal sur túnel seminario, portal occidental túnel Santa Elena, portal oriental túnel Santa Elena, tres puntos sobre la vía a cielo abierto, depósito seminario y planta triturado, depósito vereda Ranchería, zona de ubicación de planta de concreto y/o asfalto.

#### Costos en construcción

Descripción	Unidad	Puntos de toma de muestra por monitoreo	Valor unitario	Valor total
<b>Calidad de aire</b>				
Determinación calidad de aire	Muestra	3	13.134.680	39.404.040
Fuentes puntuales de emisión	Muestra	3	14.703.000	44.109.000
Mediciones biocinéticas	Muestra	2	13.134.680	26.269.360
<b>Ruido</b>				
Estudio emisión de ruido	Muestra	10	1.372.280	13.722.800
Estudio de ruido ambiental	Muestra	10	1.862.380	18.623.800
Subtotal por muestreo				142.129.000
Número de muestreos al año		3		
Total años de control en construcción		4		
<b>Total</b>				<b>1.705.548.000</b>

#### Costos en operación

Descripción	Unidad	Puntos de toma de muestra por monitoreo	Valor unitario	Valor total
<b>Calidad de aire</b>				
Determinación calidad de aire	Muestra	5	13.134.680	65.673.400
Fuentes puntuales de emisión	Muestra	2	14.703.000	29.406.000
Mediciones biocinéticas	Muestra	1	13.134.680	13.134.680
<b>Ruido</b>				
Estudio emisión de ruido	Muestra	5	1.372.280	6.861.400
Estudio de ruido ambiental	Muestra	5	1.862.380	9.311.900
Subtotal por muestreo				124.387.380
Número de muestreos al año		2		

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE CALIDAD DE AIRE Y RUIDO (CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA)			PMS-C-TO-FIS-04
Total años de control en operación	2		
Total			497.549.520
<p><b>Cronograma de ejecución:</b></p> <p>Se recomienda la realización de un muestreo que demarque la línea base en cuanto a calidad de aire y ruido se refiere, teniendo especial cuidado de incluir como puntos de toma de datos los cuatro portales y la vía a cielo abierto. Este muestreo se debe realizar aproximadamente dos a tres meses antes de iniciar obras físicas.</p> <p>i. En construcción</p> <p>Se deben realizar muestreos cada cuatro meses (tres muestreos en un año) por un periodo igual a cuatro años.</p> <p>ii. En operación</p> <p>Se deben realizar muestreos cada seis meses (dos muestreos en un año) por un periodo igual a dos años.</p>			
<p><b>Indicadores de seguimiento y cumplimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de muestreos ejecutados / Cantidad de muestreos programados.</li> <li>• Comparación de parámetros en términos de calidad de aire y ruido con línea base y con normatividad vigente.</li> </ul>			

### 8.1.5 Monitoreo y seguimiento de eficiencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>				<b>PMS-C-TO-FIS-05</b>			
<b>Objetivo general:</b>							
Garantizar que las descargas del efluente tratado cumplan con los lineamientos descritos, en cuanto a los porcentajes de remoción y calidad del agua para los vertimientos a fuentes superficiales, en cumplimiento a lo establecido para ello en la normativa ambiental vigente (Decreto 1594 de 1984), para lo cual se deben evaluar los parámetros de los afluentes y efluentes de los sistemas de tratamiento de agua residual.							
<b>Objetivos específicos:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la eficiencia de remoción de la carga contaminante de los sistemas de tratamiento de agua residual doméstica y/o industrial del proyecto mediante comparaciones estadísticas y realizar el respectivo análisis de tendencias que permita monitorear el comportamiento del sistema de tratamiento y tomar medidas correctivas en caso de ser necesario.</li> <li>• Evaluar los parámetros de los afluentes y efluentes y la eficiencia de remoción de las diferentes estructuras instaladas para el tratamiento de las aguas residuales industriales y establecer e implementar medidas para la mitigación de los impactos en caso que no se cumpla lo requerido en la normativa ambiental.</li> </ul>							
<b>Impactos ambientales a manejar:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de la calidad del agua superficial</li> <li>• Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas</li> <li>• Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola</li> <li>• Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores</li> <li>• Generación de problemas de salud pública</li> <li>• Conflictos socioambientales</li> </ul>							
<b>Justificación:</b>							
El desarrollo de las actividades propias de construcción implica el uso y posterior derrame de aguas, las cuales deben ser controladas y verificadas las concentraciones de cargas contaminantes y otros parámetros que pueden alterar las condiciones propias de la fuente receptora.							
<b>Metas:</b>							
Revisar la eficiencia y cumplimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas y/o Industriales.							
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	

<p><b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b></p>	<p><b>PMS-C-TO-FIS-05</b></p>
<p><b>Etapa:</b> Construcción y operación del proyecto.</p>	
<p><b>Acciones a desarrollar:</b></p> <p>El monitoreo y seguimiento de las características de los vertimientos se realizará de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1594 de 1984 o aquel que lo modifique o sustituya, que establece que todo cuerpo de agua deberá cumplir las normas que se presentan a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH: 5 a 9 unidades de pH.</li> <li>• Temperatura: 40 °C.</li> <li>• Material flotante: Ausente.</li> <li>• Grasas y aceites: Remoción 80% en carga.</li> <li>• Sólidos suspendidos, domésticos o industriales: Remoción 80% en carga.</li> <li>• Demanda bioquímica de oxígeno:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para desechos domésticos Remoción 80% en carga.</li> <li>- Para desechos industriales Remoción 80% en carga.</li> </ul> </li> </ul> <p>Los muestreos a realizar deben ser llevados a cabo aplicando lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo de los Vertimientos definido en el artículo 34 del Decreto 3930 de 2010, modificado con el artículo 2 del Decreto 4728 de 2010.</p> <p>En caso que la eficiencia de remoción alcance el 80% pero que las cargas en el efluente sigan siendo altamente contaminantes, el contratista deberá garantizar la mitigación del impacto mediante la construcción de obras de tratamiento adicionales, o construyendo tratamientos secundarios o terciarios, si es del caso.</p> <p>Los puntos para los análisis y tomas de muestras serán en el afluente y efluente de las plantas y sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales del proyecto.</p> <p>Los parámetros a evaluar y la frecuencia de la toma de muestras se presentan a continuación, lo cual está fundamentado en el artículo 9 numeral 1.4.1 literal a) de la resolución 155 de 2009 del MADVT:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH: Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> <li>• Temperatura: Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> <li>• Grasas y aceites: Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> <li>• Sólidos suspendidos totales (SST): Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> <li>• Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>): Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> <li>• Demanda química de oxígeno (DQO): Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> <li>• Coliformes fecales: Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> <li>• Coliformes totales: Etapa de construcción trimestral y en etapa de operación semestral</li> </ul>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-05</b>
---	------------------------

*“Para DBO<sub>5</sub> y sólidos suspendidos se deberá realizar un monitoreo compuesto de ocho horas, con muestreos cada hora. Los resultados y los análisis deberán ser presentados en los informes de interventoría” (Resolución 155 de 2009 Art 9 numeral 1.4.1 literal a).*

i. Monitoreo en construcción

Se llevarán a cabo cuatro muestreos al año de los parámetros enunciados anteriormente (trimestralmente) durante todo el periodo de construcción, para cada uno de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales que se establezcan aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento y así verificar el cumplimiento de la normativa existente. A continuación se relacionan los vertimientos autorizados para la etapa de construcción.

Tipo Vertimiento	Elemento	Fuente De Vertimiento	Caudal estimado (L/s)	Coordenadas de localización de vertimiento		Cuerpo Receptor	Permiso Vigente
				Norte (m)	Este (m)		
Industrial	Planta de concreto Portal Oriental	Lavado de equipos, vehículos, patios.	0,06	1175113.7	848036.4	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
	Planta de Triturado, concreto y depósito Occidental	Lavado de equipos, vehículos	2	1180314.2	836918.8	Escorrentía a la Quebrada La Cangreja	Por tramite
	Lavallantas vía industrial oriental	Lavado de equipos, vehículos	0.03	1175128.9	847898.4	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
	Lavallantas vía acceso al portal occidental	Lavado de equipos, vehículos	0.03	1180470.4	840749.9	Descarga en obra – Quebrada Santa Elena	Por tramite
	Taller principal	Servicios sanitarios, aseo, Lavado de equipos, vehículos	0.14	1175265.9	847822	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
Doméstico	Instalaciones provisionales Portal Oriental	Servicios sanitarios, aseo y lavandería	0.03	1175433.3	847654.3	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
	Instalaciones provisionales Portal Occidental	Servicios sanitarios, aseo y lavandería	0.04	1180405.8	840907.9	Quebrada La Aguadita	Resol. 1764 de 2002
	Oficinas administrativas	Servicios sanitarios, aseo y lavandería	0.07	1175155.3	847995.3	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
Industrial	Excavación Túnel Santa Elena Portal Oriental	Perforación y lavado de túneles	80	1175433.3	847654.3	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
	Excavación Túnel Santa Elena Portal Occidental	Perforación y lavado de túneles	80	1180405.8	840907.9	Quebrada La Aguadita	Resol. 1764 de 2002
	Excavación Túnel Seminario Portal Marianito (Norte)	Perforación y lavado de túneles	10	1180473.4	836832.8	Quebrada La Cangreja	Por tramite

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES						PMS-C-TO-FIS-05	
	Excavación Túnel Seminario Portal Palmas (sur)	Perforación y lavado de túneles	10	1179786.9	836164.3	Quebrada La Loma	Por tramite
	Excavación vías a cielo abierto	Lavado de equipos, humectación de materiales, bombeo aguas de cimentaciones	2	1180255.6	839908	Quebrada La Espadera	Por tramite
	Excavación vías a cielo abierto	Lavado de equipos, humectación de materiales	2	1180456.9	840719.4	Quebrada Bocana	Por tramite
	Excavación vías a cielo abierto	Lavado de equipos, humectación de materiales	2	1180210.7	839160.0	Quebrada Mediagua	Por tramite
	Excavación vías a cielo abierto	Lavado de equipos, humectación de materiales	2	1180133.0	838380.9	Quebrada La Pastora	Por tramite

ii. Monitoreo en operación

Se llevarán a cabo dos muestreos al año (semestralmente) durante un periodo de operación igual 5 años, para cada uno de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales que se dejen en funcionamiento y así verificar el cumplimiento de la normativa existente. A continuación se relacionan los vertimientos autorizados para la etapa de operación.

Tipo Vertimiento	Elemento	Fuente De Vertimiento	Caudal estimado (L/s)	Coordenadas de localización de vertimiento		Cuerpo Receptor	Permiso Vigente
				Norte (m)	Este (m)		
Doméstico	Edificios de Control Portal Oriental T. Santa Elena	Servicios sanitarios, aseo y lavandería	0.07	1180405.8	840907.9	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
	Edificios de Control Portal Occidental T. Santa Elena	Servicios sanitarios, aseo	0.07	1180405.8	840907.9	Quebrada La Aguadita	Resol. 1764 de 2002
	Peaje oriental	Servicios sanitarios, aseo	0.03	1175286.1	847827.0	Quebrada Sajonia	Resol. 1764 de 2002
	Peaje occidental	Servicios sanitarios, aseo	0.03	1180181.1	838955.3	Quebrada Chupadero	Por tramite
Industrial	Operación Túnel Santa Elena	Infiltraciones Túnel Santa Elena	150	1180389.9	840915.0	Q. La Aguadita	Resol. 1764 de 2002

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES						PMS-C-TO-FIS-05	
	Operación Túnel Seminario	Infiltraciones Túnel Seminario	9	1179786.9	836164.3	Q La Loma	Por tramite
<b>Población beneficiada:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal vinculado al proyecto</li> <li>Comunidades del área de influencia directa del proyecto</li> <li>Ecosistemas asociados a la red hídrica</li> </ul>							
<b>Mecanismos y estrategias participativas:</b>							
Las medidas de manejo a implementar deben socializarse a las comunidades aledañas y a las autoridades ambientales locales.							
<b>Área o cobertura:</b>							
El programa se aplica a toda el área de influencia directa del proyecto.							
<b>Responsables:</b>							
La responsabilidad de la ejecución de estos monitoreos es de ejecutor del proyecto bajo la vigilancia de la Supervisión Externa y de la Interventoría Ambiental.							
Los análisis deberán realizarse en un laboratorio debidamente acreditado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, y según lo estipulado en el Decreto 1600 de 1994 y la Resolución No. 0176 del 31 de octubre de 2003 que derogó las Resoluciones No. 0059 de 2000 y 0079 de 2002.							
<b>Recursos (personal y costos directos):</b>							
Costos en construcción							
Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total			
Toma y análisis de muestras							
Planta de concreto Portal Oriental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000			
Planta de Triturado, concreto y depósito Occidental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000			
Lavallantas vía industrial oriental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000			
Lavallantas vía acceso al portal occidental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000			
Taller principal	muestreo	32	1.183.000	37.856.000			
Instalaciones provisionales Portal Oriental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000			
Instalaciones provisionales Portal Occidental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000			

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				PMS-C-TO-FIS-05	
Oficinas administrativas	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación Túnel Santa Elena Portal Oriental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación Túnel Santa Elena Portal Occidental	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación Túnel Seminario Portal Marianito (Norte)	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación Túnel Seminario Portal Palmas (sur)	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación vías a cielo abierto	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación vías a cielo abierto	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación vías a cielo abierto	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Excavación vías a cielo abierto	muestreo	32	1.183.000	37.856.000	
Total				605.696.000	

Valores calculados para los parámetros considerados en el artículo 72 del decreto 1594 de 1984.

#### Costos en operación

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Toma y análisis de muestras				
Edificios de Control Portal Oriental T. Santa Elena	muestreo	20	1.183.000	23.660.000
Edificios de Control Portal Occidental T. Santa Elena	muestreo	20	1.183.000	23.660.000
Peaje oriental	muestreo	20	1.183.000	23.660.000
Peaje occidental	muestreo	20	1.183.000	23.660.000
Operación Túnel Santa Elena	muestreo	20	1.183.000	23.660.000
Operación Túnel Seminario	muestreo	20	1.183.000	23.660.000
Total				141.960.000

Valores calculados para los parámetros considerados en el artículo 72 del decreto 1594 de 1984.

#### Cronograma de ejecución:

El seguimiento y monitoreo de la eficiencia de lo sistema de tratamiento de aguas residuales va en función de la puesta en marcha y operación de los mismos, teniendo en cuenta la periodicidad de los muestreos a realizar ya sea en la etapa de construcción o en la etapa de operación.

#### Indicadores de seguimiento y cumplimiento:

- (%) Muestreos realizados:  $\text{Muestreos realizados} \times 100 / \text{Total de muestreos programados}$
- (%) Cobertura de muestreos:  $\text{Número de sistemas de tratamiento muestreados} \times 100 / \text{Número de sistemas de tratamiento existentes}$
- (%) Parámetros que cumplen con la normatividad:  $\text{Parámetros medidos que cumplen con la normatividad vigente} \times 100 / \text{Sumatoria del total de parámetros definidos en el decreto 1594 de}$

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFICIENCIA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	<b>PMS-C-TO-FIS-05</b>
<p>1984 de todos los puntos monitoreados o normatividad vigente</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• (%) Cumplimiento del parámetro monitoreado para cada muestreo efectuado: <math>\text{Número de puntos que cumplen con la norma de remoción para el parámetro monitoreado} \times 100 / \text{Número de puntos del parámetro monitoreado}</math></li><li>• (%) Cumplimiento por sistema de tratamiento monitoreado: <math>\text{Número de parámetros que cumplen con la norma de remoción para el sistema de tratamiento monitoreado} \times 100 / \text{Total de parámetros analizados para el sistema de tratamiento monitoreado}</math></li><li>• Gráfica de análisis de tendencias del parámetro monitoreado para el sistema de tratamiento: % de remoción del parámetro monitoreado para cada sistema de tratamiento en el monitoreo <math>x, x-1, x-2, \dots, x-n</math>, graficado vs monitoreo <math>x, x-1, x-2, \dots, x-n</math>. Esta gráfica permitirá determinar cómo es la tendencia en la remoción de la carga contaminante, si va aumentando su remoción o viceversa y permitirá en caso de ser necesario tomar medidas correctivas para evitar que se incumpla la norma de manera continua y se mejoren los % de remoción.</li></ul>	

## 8.2 Componente Biótico

### 8.1.1 Monitoreo y seguimiento la fauna vertebrada presentes en el bosque natural fragmentado la aguada y la espadera

<p><b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA FAUNA VERTEBRADA PRESENTES EN EL BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO LA AGUADA Y LA ESPADERA</b></p>	<p><b>PMS-C-TO-BIO-01</b></p>
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar las poblaciones de vertebrados terrestres presentes en el bosque natural fragmentado La Aguada y la Espadera.</p>	
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer la composición de las comunidades de herpetofauna, avifauna y mastofauna así como sus abundancias relativas, riqueza y diversidad alfa en el bosque natural fragmentado La Aguada y la Espadera.</li> <li>• Identificar las especies que requieren de la adopción de medidas de manejo y conservación prioritarias y definir las estrategias para su conservación.</li> </ul>	
<p><b>Impactos ambientales a manejar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio en la riqueza y abundancia de especies</li> <li>• Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística</li> <li>• Afectación de las especies focales</li> </ul>	
<p><b>Justificación:</b></p> <p>Para la evaluación de la calidad del hábitat se han empleado vertebrados (Landres et al. 1988), como anfibios (Lips et al. 2001), mamíferos (ej. murciélagos; Gorresen y Willing 2004), aves (Bierregaard et al. 1992) y recientemente, los reptiles (Smith y Royce, 2001, Urbina-Cardona et al. 2003). Debido a que cumplen funciones muy importantes en los ecosistemas como dispersores de semillas, depredadores y presas, y por su biología, pueden ser considerados como indicadores de la integridad ambiental (Tuberville et al. 2005).</p> <p>En el ensamblaje de las comunidades faunísticas una alta proporción de especies son raras, usan microhábitats puntuales, tienen requerimientos fisiológicos y comportamentales específicos y presentan baja capacidad de dispersión y de adaptación al disturbio (Kjoss y Litvaitis 2001, Urbina-Cardona y Reynoso 2005). Parent y Weatherhead (2000) reportan que en ambientes con presencia humana los animales tienden a moverse grandes distancias mientras, otros como las serpientes tienden a moverse distancias más cortas y con menor frecuencia.</p> <p>En este sentido, el seguimiento ambiental sobre la fauna silvestre, se basa en la medición de cambios en abundancia antes y después de la acción de una variable de impacto en áreas influidas por la variable y en áreas lejanas a ésta a largo plazo; de los cambios poblacionales de la fauna a su alrededor, con la finalidad de obtener datos precisos sobre los niveles del impacto humano; así como los cambios en la micro-estructura del hábitat que mejora o disminuye las posibilidades de sobrevivencia, particularmente en el caso de anfibios (Nicholson y Phillips, no publ.).</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA FAUNA VERTEBRADA PRESENTES EN EL BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO LA AGUADA Y LA ESPADERA</b>					<b>PMS-C-TO-BIO-01</b>		
<b>Metas:</b>							
Incremento de especies de fauna vertebrada silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) a través del tiempo por la conservación de la cobertura vegetal de la Aguada y la Espadera.							
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	
<b>Etapas:</b>							
Durante la etapa de construcción y operación.							
<b>Acciones a desarrollar:</b>							
<p>Para la obtención de información primaria se realizarán tres monitoreos durante 9 años, los cuales deben realizarse cada tres años. Cada monitoreo constará de dos salidas de campo (12 días cada una) una en periodo seco y otra en periodo de lluvias (aproximadamente 5 meses de separación entre los periodos, por ejemplo una en enero y la otra en mayo). En total se tendrán 24 días efectivos de muestreo por cada uno de los monitoreos realizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfibios: recorridos de observación (sitios de apareamiento y posturas) y búsqueda de ejemplares en transectos (VES).</li> <li>• Reptiles: recorridos de observación (cuevas, troncos, piedras) y búsqueda de ejemplares en transectos (VES).</li> <li>• Aves: recorridos de observación (sitios de alimentación) y colocación de redes de niebla.</li> <li>• Mamíferos: recorridos de observación (huellas, rastros de alimentación, restos de esqueletos, pieles, heces, cuevas); colocación de trampas Sherman y Tomahawk en transectos y redes de niebla para el estudio de murciélagos.</li> </ul> <p>El esfuerzo de muestreo estaría dado por: tiempo acumulado de recorridos y acumulación de especies durante dicho tiempo, área de muestreo (hectáreas o metros cuadrados), área del transecto (longitud y ancho).</p> <p>Adicionalmente, se realizarán muestreos nocturnos para hallar aquellas especies que solo se registran a estas horas como murciélagos, búhos, gallinaciegas reptiles y anfibios.</p>							
<b>Análisis de información</b>							
Se propondrán indicadores que establezcan las abundancias relativas por grupo faunístico y sitio de muestreo. Cálculo de índices de riqueza y diversidad.							
Caracterización de los hábitats asociados a las especies registradas y definición de un estado general.							
Discusión de resultados a la luz de referencias y estudios en ecosistemas similares, incluyendo el inventario realizado.							

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA FAUNA VERTEBRADA PRESENTES EN EL BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO LA AGUADA Y LA ESPADERA</b>	<b>PMS-C-TO-BIO-01</b>
---	------------------------

Para los indicadores “Endemismo” y “Grado de Amenaza” se deberá tener en cuenta tanto las clasificaciones de la UICN y del CITES como los libros rojos a nivel nacional y los listados generados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2012) así como las clasificaciones de Autoridades Ambientales a nivel regional.

**Población beneficiada:**

Los ecosistemas de la zona. La población de la zona se verá beneficiada por la conservación del recurso de fauna de la zona de estudio y a su vez la población se beneficiará por la demanda de mano de obra no calificada requerida para el desarrollo de la actividad.

**Mecanismos y estrategias participativas:**

No aplica.

**Área o cobertura:**

Bosque La Aguada y La Espadera.

**Responsables:**

La ejecución del programa de monitoreo y seguimiento estará a cargo del ejecutor del proyecto bajo el control de la interventoría ambiental y la Supervisión Externa.

**Recursos (personal y costos directos):**

Descripción	Unidad	Dedicación	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Personal					
Biólogo coordinador* (responsable de algún componente)	Mes	0,5	4	8.151.000	16.302.000
Ornitólogo	Mes	0,35	4	6.006.000	8.408.400
Masto zoológico	Mes	0,35	4	6.006.000	8.408.400
Auxiliares de campo (3)	Mes	1	1	7.722.000	7.722.000
Alquiler de trampas y redes	Gl		1	481.000	481.000
Materiales	Gl		1	2.730.000	2.730.000
Transporte terrestre	Mes		1	4.940.000	4.940.000
Total por monitoreo					48.991.800
# monitoreo totales			3		
Total					146.975.400

**Cronograma de ejecución:**

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA FAUNA VERTEBRADA PRESENTES EN EL BOSQUE NATURAL FRAGMENTADO LA AGUADA Y LA ESPADERA</b>	<b>PMS-C-TO-BIO-01</b>
<p>i. Etapa de construcción</p> <p>Se realizará un monitoreo en la etapa de construcción, aproximadamente al tercer año de haber iniciado obra física.</p> <p>ii. Etapa de operación</p> <p>Se realizaran dos muestreos en la etapa de operación, con una separación entre uno y otro de tres años.</p> <p>Estos muestreos se plantean con el fin de detectar la presencia de nuevas especies de fauna con ciertos requerimientos de hábitat, teniendo como punto de referencia los listados de fauna del Estudio de Impacto Ambiental (Línea base).</p>	
<p><b>Indicadores de seguimiento y cumplimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en el muestreo (T= 1)/ Número de especies en el T=0</li> <li>• Si el cociente es menor de 1, quiere decir que la cantidad de especies está disminuyendo, si es mayor que 1 quiere decir que la cantidad de especies está aumentando y si es igual a 1, se reportan las mismas especies en T=0 y T=1.</li> <li>• Diversidad de Shannon en T=0 vs. Diversidad de Shannon en T=1.</li> <li>• Registro de nuevas especies encontradas= número de especies nuevas reportadas en cada monitoreo.</li> <li>• Comparación de la abundancia de las especies en cada monitoreo. Abundancia T=1/ Abundancia T=0.</li> </ul>	

### 8.1.2 Monitoreo y seguimiento a las comunidades de fauna y flora en los techos de los Túneles Seminario y Santa Elena (AIDL)

<p><b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS COMUNIDADES DE FAUNA Y FLORA EN LOS TECHOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA (AIDL)</b></p>	<p><b>PMS-C-TO-BIO-02</b></p>
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Estimar cambios en las comunidades de fauna y flora en el techo del túnel de Santa Elena durante la construcción y operación del proyecto.</p>	
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p><b>Proyecto 1:</b></p> <p>Actualizar las actas de cobertura vegetal en cada uno de los predios ubicados en el techo del Túnel de Santa Elena y seminario, para la identificación del estado de las coberturas y su estado agrológico sin proyecto y una vez iniciada la construcción del proyecto, con un monitoreo periódico.</p> <p><b>Proyecto 2:</b></p> <p>Monitorear las comunidades de fauna y flora ubicadas en el techo del túnel de Santa Elena durante las fases de operación y construcción del proyecto conexión vial Aburrá-oriente y sus vías complementarias.</p>	
<p><b>Impactos ambientales a manejar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de la cobertura vegetal protectora</li> <li>• Afectación de la cobertura y usos del suelo</li> <li>• Alteraciones en la composición florística</li> <li>• Alteraciones en la dinámica sucesional</li> <li>• Afectación de la disponibilidad del recurso natural</li> <li>• Cambio en la riqueza y abundancia de especies</li> <li>• Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística</li> <li>• Afectación de especies focales</li> </ul>	
<p><b>Justificación:</b></p> <p>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 fractura de la roca entre la superficie freática y el nivel del túnel.</p> <p>El abatimiento del nivel freático y la potencial alteración de los ciclos hidrológico e hidrogeológico, tienen efectos directos sobre el flujo de las corrientes de agua superficiales. En el caso del Proyecto Túnel Aburrá–Oriente y sus vías complementarias, el abatimiento del nivel freático se considera de probabilidad baja y sólo en caso de presentarse fallas en los sistemas de pre-inyección, lo cual en caso remoto podría alterar las coberturas existentes en el techo del túnel de Santa Elena, dada la cobertura del techo del túnel de 500m.</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS COMUNIDADES DE FAUNA Y FLORA EN LOS TECHOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA (AIDL)</b>		<b>PMS-C-TO-BIO-02</b>					
<p>Los explosivos usados en la construcción del túnel generan ondas que se transmiten en todas las direcciones desde la fuente. Estas vibraciones superficiales causadas por el paso de las ondas de Rayleigh (principalmente) pueden ser registradas en dos componentes horizontales y una vertical en forma de registros contra el tiempo de aceleración, velocidad o desplazamiento. Estas vibraciones pueden afectar las coberturas vegetales y de este modo las comunidades de fauna y flora presentes en el techo del túnel (línea vertical del paso de las ondas).</p> <p>Teniendo en cuenta que las coberturas vegetales y por ende las comunidades de fauna y flora cambian dependiendo del uso del suelo y de la presión sobre los recursos naturales, este programa de monitoreo, permitirá identificar cambios que se presenten durante la construcción y operación del proyecto. Este programa posibilitaría tener este registro para la evaluación de los cambios presentados en el tiempo, es decir, antes de la construcción del proyecto, durante y después en la etapa de operación.</p>							
<b>Metas:</b>							
<b>Proyecto 1 y 2:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar de manera comparativa los estados de las coberturas vegetales, las comunidades de fauna y de flora con respecto a las diferentes etapas de la construcción del proyecto Conexión Vial Aburrá-Oriente y sus vías complementarias.</li> <li>• Analizar los cambios en caso de que se presenten.</li> <li>• Implementar acciones preventivas y de mitigación durante la construcción y operación del proyecto.</li> </ul>							
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención	X	Mitigación	X	Corrección		Compensación	
<b>Etapas:</b>							
Este programa deberá hacerse durante las etapas de construcción y operación del proyecto.							
<b>Acciones a desarrollar:</b>							
<b>Proyecto 1</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de las coberturas vegetales, mediante la utilización de imágenes multiespectrales, (o satelitales) 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.</li> <li>• Visita a los predios que se encuentran en el área de influencia directa local del proyecto. Esto se realizará cada 2 años a partir de la fecha de inicio de la construcción del proyecto y hasta que hayan transcurrido 4 años en operación (Por ejemplo, como se tienen estimados 4 años de construcción el monitoreo se realizará durante 8 años, así se obtendrán 4 monitoreos en</li> </ul>							

<p><b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS COMUNIDADES DE FAUNA Y FLORA EN LOS TECHOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA (AIDL)</b></p>	<p><b>PMS-C-TO-BIO-02</b></p>
<p>total). Esto con el fin de tener información primaria sobre la dinámica de las coberturas y las presiones que se ejercen sobre los recursos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis, diagnóstico y recomendaciones con base en los resultados obtenidos durante el monitoreo de las coberturas terrestres, mediante la utilización de imágenes multiespectrales (o satelitales), en el corredor del techo del túnel de Santa Elena.</li> </ul> <p><b>Proyecto 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberán monitorear las parcelas de caracterización ambiental a lo largo del eje del proyecto en el sector del techo del túnel. Es decir, se monitorearán 4 parcelas (2 en vegetación secundaria y 2 en bosque natural fragmentado Ver Anexo 16. Mapas temáticos, ver parcelas (1-7) presentes en el techo del túnel Santa Elena). En esos puntos se deben realizar también los monitoreos de fauna vertebrada terrestre con las metodologías de redes de niebla, transectos auditivos, transectos visuales e instalación de trampas Sherman y pitfall.</li> <li>• Para la caracterización de flora deberán realizarse parcelas en las cuales se evalúe el crecimiento diamétrico de las especies de fustales, latizales y brinzales. Estas parcelas deben tener 0,04 ha. Para la fauna deberán realizarse conteos de individuos e identificación de especies presentes en el área de estudio.</li> <li>• El monitoreo de fauna y de flora deberá realizarse cada dos años durante la fase de construcción del proyecto y 2 monitoreos durante los primeros 5 años de operación de la conexión vial.</li> </ul>	
<p><b>Población beneficiada:</b></p> <p><b>Proyecto 1:</b> Comunidad del área de influencia directa e indirecta del proyecto debido a que así se podrá tener un registro constante de las coberturas vegetales presentes en los predios de las personas que habitan dicha área.</p> <p><b>Proyecto 2:</b> Comunidad local debido a que se contratará mano de obra local para apoyar la logística de los biólogos que realicen el trabajo en campo.</p>	
<p><b>Mecanismos y estrategias participativas:</b></p> <p>Actividades de socialización y educación ambiental asociado al programa de información y participación comunitaria y visitas prediales.</p>	
<p><b>Área o cobertura:</b></p> <p>Techo del Túnel de Santa Elena.</p>	
<p><b>Responsables:</b></p> <p>El responsable del programa es el ejecutor del proyecto, bajo el control de la supervisión ambiental y la interventoría ambiental del proyecto.</p>	
<p><b>Recursos (personal y costos directos):</b></p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS COMUNIDADES DE FAUNA Y FLORA EN LOS TECHOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA (AIDL)</b>	<b>PMS-C-TO-BIO-02</b>
---	------------------------

### Proyecto 1

Costos en construcción:

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Personal				
Ingeniero agrónomo o forestal	Mes	6	5.362.500	32.175.000
Técnico en ciencias agrónomas o forestales (3)	Mes	6	7.722.000	46.332.000
Equipos y materiales				
GPS	Und	4	455.000	1.820.000
Papelería y varios	Gl	1	2.730.000	2.730.000
Total por monitoreo				83.057.000
# monitoreo totales para construcción		2		
				166.114.000

Costos en operación:

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Personal				
Ingeniero agrónomo o forestal	Mes	6	5.362.500	32.175.000
Técnico en ciencias agrónomas o forestales (3)	Mes	6	7.722.000	46.332.000
Equipos y materiales				
GPS	Und	4	455.000	1.820.000
Papelería y varios	Gl	1	2.730.000	2.730.000
Total por monitoreo				83.057.000
# monitoreo totales para operación		2		
				166.114.000

### Proyecto 2

Costos en construcción

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Personal para flora				
Ingeniero forestal de campo (3)	Mes	1,5	12.870.000	19.305.000
Tecnólogo forestal (3)	Mes	1,5	10.296.000	15.444.000
Técnico forestales (3)	Mes	1,5	7.722.000	11.583.000
Guía de la zona (3)	Mes	1,5	3.861.000	5.791.500
Equipos y materiales para flora				
GPS	Und/mes	3	76.000	228.000
Equipos, insumos y materiales forestales	Gl	1	1.105.000	1.105.000
Servicio de Herbario	Gl	1	7.020.000	7.020.000
Papelería y varios	Gl	1	650.000	650.000

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS COMUNIDADES DE FAUNA Y FLORA EN LOS TECHOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA (AIDL)			PMS-C-TO-BIO-02	
Transporte	Mes	1,5	4.940.000	7.410.000
Personal para fauna				
Biólogo coordinador	Mes	2,5	5.362.500	13.406.250
Biólogo herpetólogo	Mes	1	4.290.000	4.290.000
Biólogo ornitólogo	Mes	1	4.290.000	4.290.000
Biólogo mastozoólogo	Mes	1	4.290.000	4.290.000
Guía de la zona (3)	Mes	1	3.861.000	3.861.000
Equipos y materiales para fauna				
GPS	Und/mes	3	76.000	228.000
Equipos, insumos y trampas	Gl	1	884.000	884.000
Papelería y varios	Gl	1	650.000	650.000
Transporte	Mes	1	4.940.000	4.940.000
Total por monitoreo				105.375.750
Total (# monitoreo totales para construcción)		2		210.751.500

Costos en operación

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Personal para flora				
Ingeniero forestal de campo (3)	Mes	1,5	12.870.000	19.305.000
Tecnólogo forestal (3)	Mes	1,5	10.296.000	15.444.000
Técnico forestales (3)	Mes	1,5	7.722.000	11.583.000
Guía de la zona (3)	Mes	1,5	3.861.000	5.791.500
Equipos y materiales para flora				
GPS	Und/mes	3	76.000	228.000
Equipos, insumos y materiales forestales	Gl	1	1.105.000	1.105.000
Servicio de Herbario	Gl	1	7.020.000	7.020.000
Papelería y varios	Gl	1	650.000	650.000
Transporte	Mes	1,5	4.940.000	7.410.000
Personal para fauna				
Biólogo coordinador	Mes	2,5	5.362.500	13.406.250
Biólogo herpetólogo	Mes	1	4.290.000	4.290.000
Biólogo ornitólogo	Mes	1	4.290.000	4.290.000
Biólogo mastozoólogo	Mes	1	4.290.000	4.290.000
Guía de la zona (3)	Mes	1	3.861.000	3.861.000
Equipos y materiales para fauna				
GPS	Und/mes	3	76.000	228.000
Equipos, insumos y trampas	Gl	1	884.000	884.000
Papelería y varios	Gl	1	650.000	650.000
Transporte	Mes	1	4.940.000	4.940.000
Total por monitoreo				105.375.750
Total (# monitoreo totales para operación)		2		210.751.500

<p><b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS COMUNIDADES DE FAUNA Y FLORA EN LOS TECHOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA (AIDL)</b></p>	<p><b>PMS-C-TO-BIO-02</b></p>
<p><b>Cronograma de ejecución:</b></p> <p>i. Etapa de construcción</p> <p><b>Proyecto 1</b></p> <p>Se consideran dos monitoreos de coberturas vegetales, el primero de estos debe efectuarse un año después de iniciadas las obras físicas y el segundo al tercer año de construcción. La visita a los predios y monitoreo de coberturas vegetales tiene una durabilidad aproximada de 6 meses.</p> <p><b>Proyecto 2</b></p> <p>Se consideran dos monitoreos de flora y fauna, el primero de estos debe efectuarse un año después de iniciadas las obras físicas y el segundo al tercer año de construcción. El trabajo de campo del componente flora tiene una duración aproximada de mes y medio y el trabajo de campo del componente fauna tiene una duración aproximada de un mes.</p> <p>ii. Etapa de operación</p> <p><b>Proyecto 1</b></p> <p>Se consideran dos monitoreos de coberturas vegetales, el primero de estos debe efectuarse una vez entre en operación el proyecto y el segundo dos años después de efectuado el primero de los monitoreos. La visita a los predios y monitoreo de coberturas vegetales tiene una durabilidad aproximada de 6 meses.</p> <p><b>Proyecto 2</b></p> <p>Se consideran dos monitoreos de flora y fauna, el primero de estos debe efectuarse una vez entre en operación el proyecto y el segundo dos años después de efectuado el primero de los monitoreos. El trabajo de campo del componente flora tiene una duración aproximada de mes y medio y el trabajo de campo del componente fauna tiene una duración aproximada de un mes.</p>	
<p><b>Indicadores de seguimiento y cumplimiento:</b></p> <p><b>Proyecto 1</b></p> <p>Porcentaje de cambio de las coberturas, es decir porcentaje de transformación de las coberturas y áreas totales calculadas por cobertura.</p> <p><b>Proyecto 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de crecimiento diamétrico</li> </ul> <p>El crecimiento de los árboles en los bosques es importante tanto económica como ecológicamente, por su utilidad para estimar y predecir el rendimiento forestal (Vanclay 1994), así como por su papel en el entendimiento de la demografía poblacional y la dinámica del bosque (e.g. Swaine y Lieberman 1987). Las tasas de crecimiento de los árboles en los bosques tropicales reflejan la variación en las estrategias de la historia de vida, definen límites a la cosecha de madera</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LAS COMUNIDADES DE FAUNA Y FLORA EN LOS TECHOS DE LOS TÚNELES SEMINARIO Y SANTA ELENA (AIDL)</b>	<b>PMS-C-TO-BIO-02</b>
<p>y controlan el balance de carbono de los rodales (Baker et al. 2003a).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalidad y Reclutamiento de árboles</li> </ul> <p>La tasa de Mortalidad está dada por la siguiente ecuación:</p> $Rm = [1 - (Ns/NO)1/t] x 100$ <p>Dónde: Rm =Tasa anual de mortalidad expresada en porcentaje.        NO=Número de Individuos inicialmente inventariados.        Ns=Número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo t de tiempo, Ns= NO – Mu        Mu=Número de individuos muertos durante el intervalo t de tiempo.        t=Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidad de especies</li> </ul> <p>Se refiere a los índices de diversidad biológica que están dados por el número de especies que se encuentran en un área determinada y su distribución en el espacio dependiendo de la abundancia de las mismas. Los índices de diversidad que sirven como indicadores son los índices de Shannon-Weaver, dominancia de Simpson, Margalef, índice de valor de importancia (IVI).</p> <p>Estos índices deberán ser calculados para las comunidades de fauna y de flora y al final de los monitoreos debe realizarse una comparación de los mismos a través del tiempo con el fin de evaluar el cambio en los mismos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura del dosel</li> </ul> <p>La cobertura del dosel desempeña un papel importante en la cantidad de luz solar que penetra el suelo del bosque. Cuando la cantidad de luz que penetra el suelo del bosque es alta, se puede desarrollar un sotobosque denso. Como resultado de un dosel pesado o denso, muy poca cantidad de luz solar llegará hasta el suelo del bosque, y, por consiguiente, el sotobosque será escaso. Cuando se cierra el dosel, también se elevan los índices de mortalidad de ramas, de árboles individuales o de especies. El dosel se mide en las siguientes categorías: abiertos (del 10-39% del cielo está obstruido por los doseles de los árboles); moderadamente cerrados (del 40-69% del cielo está obstruido por los doseles de los árboles) o cerrados (del 70-100% del cielo está obstruido por los doseles de los árboles).</p> <p>Este índice deberá evaluarse con las categorías establecidas (abiertos, moderadamente cerrados y cerrados y se deberá comparar monitoreo tras monitoreo con el fin de evaluar si están cambiando.</p>	

## 8.3 Componente Socioeconómico

### 8.3.1 Monitoreo y seguimiento al Plan de Manejo Socioeconómico

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL PLAN DE MANEJO SOCIOECONÓMICO</b>	<b>PMS-C-TO-SOC-01</b>
<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Establecer mecanismos para evaluar la eficacia de las medidas planteadas para el manejo de los impactos ocasionados por las distintas actividades del proyecto</p>	
<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p><b>Proyecto 1:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar seguimiento y monitoreo de las actividades adelantadas en el Plan de Manejo Socioeconómico para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos en cada plan.</li> </ul> <p><b>Proyecto 2:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar de manera periódica los resultados obtenidos en la implementación de las medidas de manejo sociales, a la luz de los impactos generados.</li> <li>• Realizar los ajustes necesarios en la implementación del Plan de Manejo Socioeconómico, de tal forma que atienda tanto los impactos identificados en el EIA como los nuevos que puedan aparecer en la construcción del proyecto.</li> </ul>	
<p><b>Impactos ambientales a manejar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida del arraigo y alteración de los patrones culturales</li> <li>• Afectación al patrimonio cultural inmueble</li> <li>• Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos</li> <li>• Afectación directa de redes de servicios públicos, accesos a predios privados y veredas</li> <li>• Reducción en tiempos de desplazamiento para carga y pasajeros</li> <li>• Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos</li> <li>• Inducción de procesos migratorios</li> <li>• Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores</li> <li>• Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial</li> <li>• Generación de problemas de salud pública</li> <li>• Cambio en las actividades productivas tradicionales</li> <li>• Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía</li> <li>• Generación de empleo formal</li> <li>• Dinamización de la economía local</li> <li>• Cambios en las relaciones entre organizaciones y comunidades.</li> <li>• Cambio en la forma de organización de las comunidades</li> <li>• Conflicto sociambientales</li> <li>• Perturbación de la seguridad pública</li> </ul>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL PLAN DE MANEJO SOCIOECONÓMICO</b>						<b>PMS-C-TO-SOC-01</b>	
<b>Justificación:</b>							
<p>El programa de monitoreo y seguimiento permite medir la dimensión de la medida implementada para la atención de los impactos causados por 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.</p>							
<b>Metas:</b>							
<b>Proyecto 1:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear mensualmente las actividades realizadas en el marco del Plan de Manejo Socioeconómico.</li> </ul>							
Proyecto 2:							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar cada seis meses el impacto de las acciones desarrolladas en el Plan de Manejo Socioeconómico con los actores involucrados, de acuerdo a las metas trazadas y los indicadores definidos para cada programa, para tomar las medidas correctivas necesarias.</li> </ul>							
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención		Mitigación	X	Corrección	X	Compensación	
<b>Etapas:</b>							
El monitoreo y la evaluación se llevara a cabo durante la etapa de construcción del proyecto.							
<b>Acciones a desarrollar:</b>							
<b>Proyecto 1:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará la recolección de información para registrar los distintos indicadores que darán cuenta de los resultados en los procesos propuestos.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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 seguimiento de actividad mensual o trimestral.</li> <li>• De acuerdo al programa se realizara cada tres meses y un informe consolidado que contenga el resultado de los informes mensuales, el análisis de los indicadores y las medidas aplicadas si las hubieron, esto con el propósito de implementar los correctivos necesarios para el logro de los objetivos propuestos por este.</li> </ul>							

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL PLAN DE MANEJO SOCIOECONÓMICO						PMS-C-TO-SOC-01
Formato de seguimiento de las actividades mensual por proyecto						
NOMBRE DEL PROGRAMA						
NOMBRE DEL PROYECTO						
FECHA						
Estrategias a implementar	Proyecto	Población beneficiada	Porcentaje de Ejecución	Metas alcanzadas por el proyecto	Impacto a la fecha	Observación
Participación y educación		Número de asistentes a los eventos y/o población beneficiada con el proyecto	Cuanto se lleva de avance o retraso en relación al proyecto monitoreado		Se evalúa la situación inicial que se busca corregir sobre las metas propuestas	Otras anotaciones con respecto al tema no incluidas en las anteriores y/o aclaraciones
Desarrollo y Productividad						
Patrimonio y Cultura						
Responsables: El contratista de obra, bajo el control de la Supervisión Ambiental.						
<b>Proyecto 2:</b>						
<p>Teniendo como referente la línea base y los estudios que se adelanten para el diseño e implementación del Plan de Manejo Socioeconómico, lo cual será considerado la evaluación Ex – ante del proyecto, se implementarán las siguientes medidas para monitorear los impactos previstos en el medio social.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Hacer una evaluación ex post a los dos años 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 Manejo Socioeconómico ejecutado dentro de ese periodo y en los periodos anteriores, realizando paralelos comparativos entre la actual y anterior evaluación.</li> <li>• 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.</li> <li>• Para medir los alcances logrados en la ejecución del Plan de Manejo Socioeconómico 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.</li> </ul>						
Formato de seguimiento al plan de manejo socioeconómico						

PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL PLAN DE MANEJO SOCIOECONÓMICO		PMS-C-TO-SOC-01			
Grado de satisfacción	1	2	3	4	
Actividades					
Solución y trámite 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 Manejo Socioeconómico					
Pertinencia de los programas y proyectos en ejecución					
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:**  
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 Manejo Socioeconómico y durante las evaluaciones que se realicen a éste.

**Área o cobertura:**  
Área de influencia local y puntual del proyecto.

**Responsables:**  
Concesión Túnel Aburrá – Oriente.

**Recursos (personal y costos directos):**  
Los costos de este proyecto están asociados al valor que se tiene designado para el residente social del proyecto, puesto que las actividades planteadas en este programa hacen parte de las funciones establecidas para este profesional.

**Cronograma de ejecución:**

- Para programas como el de socialización del proyecto a las comunidades y el centro integral de atención a las comunidades, el monitoreo y el seguimiento se hará cada mes, a los demás proyectos esta revisión se efectuará cada tres meses.

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AL PLAN DE MANEJO SOCIOECONÓMICO</b>	<b>PMS-C-TO-SOC-01</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• En relación a los programas se realizara semestralmente un informe consolidado que contenga el resultado de los informes mensuales, el análisis de los indicadores y las medidas aplicadas en caso de haberlas, esto con el propósito de implementar los correctivos necesarios para el logro de los objetivos propuestos.</li><li>• La evaluación del Plan de Manejo socioeconómico se realizara cada dos años.</li></ul>	
<p><b>Indicadores de seguimiento y cumplimiento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Balance de la gestión social con un análisis comparativo entre los impactos previstos y los que se presentan durante la ejecución del proyecto.</li><li>• 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.</li><li>• Evidencias de los resultados de los programas y proyectos planteados en el plan de manejo</li></ul>	

### 8.3.2 Monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA</b>				<b>PMS-C-TO-SOC-02</b>			
<b>Objetivo general:</b>							
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.							
<b>Objetivos específicos:</b>							
Levantar un inventario detallado de las condiciones previas de los inmuebles de particulares y de la infraestructura comunitaria, antes del reinicio de las obras, en las zonas influencia directa de las actividades de construcción.							
<b>Impactos ambientales a manejar:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local</li> <li>• Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos</li> <li>• Afectación directa de redes de servicios públicos, acceso privados, servidumbres y veredas</li> <li>• Conflictos sociambientales</li> </ul>							
<b>Justificación:</b>							
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 reinicio 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.							
<b>Metas:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantar el 100% de las actas de vecindad a los predios e infraestructura social ubicada en el área de influencia definida.</li> <li>• Atender el 100% de las reclamaciones presentadas por la comunidad o a nivel institucional.</li> </ul>							
<b>Tipo de medida:</b>							
Prevención	X	Mitigación		Corrección		Compensación	
<b>Etapas:</b>							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diligenciamiento de las actas de vecindad antes del reinicio de todo tipo de actividad.</li> <li>• Atención de las inquietudes de la comunidad durante toda la etapa de construcción del proyecto</li> </ul>							

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA</b>	<b>PMS-C-TO-SOC-02</b>
<p><b>Acciones a desarrollar:</b></p> <p>Se deben incorporar las 1.375 actas de vecindad de construcción realizadas al momento de reiniciar la construcción del proyecto.</p> <p><i>Actas de vecindad de los inmuebles residenciales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Concertar con los propietarios, residentes o responsables de la infraestructura las fechas y horarios para la realización de las Actas de Vecindad.</li> <li>• El equipo conformado por un representante de las áreas ambiental y social realizará visita a la infraestructura o predio para diligenciar acta de vecindad y registro visual, fotográfico y filmico.</li> <li>• El acta de vecindad será firmada 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Previa comprobación de los daños ocurridos, el propietario del proyecto, procederá a reparar los daños causados. El tiempo máximo para las reparaciones será de ocho días hábiles 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	
<p><b>Población beneficiada:</b></p> <p>Población asentada en el área de influencia directa del proyecto</p>	
<p><b>Mecanismos y estrategias participativas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volantes informativos entregados a la comunidad, informando el inicio del diligenciamiento de las actas de vecindad y los objetivos de dicha actividad.</li> <li>• Actividades relacionadas con el programa de información y participación comunitaria</li> </ul>	
<p><b>Área o cobertura:</b></p> <p>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 (vía a Santa Elena).</p>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA</b>	<b>PMS-C-TO-SOC-02</b>
--	------------------------

**Responsables:**

Ejecutor del proyecto

**Recursos (personal y costos directos):**

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Ingeniero civil y/o Arquitecto y Profesional social	Acta	1.500	130.000	195.000.000
Total				195.000.000

**Cronograma de ejecución:**

Actividades	Etapa		
	Pre-construcción	Construcción	Operación
Diligenciamiento de las actas de vecindad antes del reinicio de todo tipo de actividad.	X		
Atención de las inquietudes de la comunidad durante toda la etapa de construcción del proyecto		X	

**Indicadores de seguimiento y cumplimiento:**

- 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

Formato de Acta de Vecindad propuesto para el levantamiento de la información

**ACTA DE VECINDAD**

Hoja 1 de 3

Nombre del propietario	
Nombre del residente	
Dirección	
Teléfono	
Número de pisos	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA</b>				<b>PMS-C-TO-SOC-02</b>			
		<b>SI</b>	<b>NO</b>				
<b>Tenencia</b>	Propio			<b>Tipo</b>	Casa o apartamento		
	Arriendo				Rancho		
	Préstamo				Local		
	Posesión				Otro		
	Comunal				Cuál		
<b>Servicios públicos</b>	Acueducto			<b>Uso</b>	Vivienda		
	Alcantarillado				Comercio		
	Energía				Educativo		
	Teléfono				Comunitario		
	Recolección de basuras				Otro		
	Gas				Cuál		
<b>Materiales / Estado</b>	Piso						
	Cubierta						
	Paredes exteriores						
	Otros espacios						
<b>Descripción y estado general del predio antes de ser intervenido</b>							
<b>FIRMAS</b>							
_____			_____				
Propietario o responsable			Empresa constructora				
_____							
Fecha							

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA</b>	<b>PMS-C-TO-SOC-02</b>		
<b>SEGUIMIENTO O ATENCIÓN A AFECTACIÓN</b>			
Hoja 2 de 3			
Fecha _____			
Estado actual del predio			
<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="height: 20px;"></td></tr><tr><td style="height: 20px;"></td></tr></table>			
Acciones realizadas			
<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="height: 20px;"></td></tr><tr><td style="height: 20px;"></td></tr></table>			
FIRMAS			
_____ Propietario o responsable	_____ Empresa Constructora		
Fecha _____			
Estado actual del predio			
<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="height: 20px;"></td></tr><tr><td style="height: 20px;"></td></tr></table>			
Acciones realizadas			
<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td style="height: 20px;"></td></tr><tr><td style="height: 20px;"></td></tr></table>			
FIRMAS			
_____ Propietario o responsable	_____ Empresa Constructora		
Fecha _____			
Estado actual del predio			

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA</b>	<b>PMS-C-TO-SOC-02</b>
<hr/> <hr/>	
Acciones realizadas	
<hr/> <hr/>	
FIRMAS	
<hr/> Propietario o responsable	<hr/> Empresa Constructora
<b>REGISTRO VISUAL</b>	
Fecha	Hoja 3 de 3
<hr/>	

<b>PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO A LA PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y COMUNITARIA</b>	<b>PMS-C-TO-SOC-02</b>
<p><b>REGISTRO FOTOGRÁFICO</b></p> <p>El registro fotográfico se levantará en la visita inicial, tomado registro de cada una de las áreas y estructuras del sitio visitado, con énfasis especial en los lugares que presenten algún tipo de deterioro o afectación.</p> <p>Cada que se realice seguimiento o atención a la afectación también se levantará registro fotográfico antes y después de la atención de los casos</p> <p>Los registros fotográficos se levantarán detallando la fecha de la visita</p>	

## 8.4 Costos del Plan de Monitoreo y seguimiento

A continuación se relaciona el costo total de cada uno de los programas de monitoreo y seguimiento y el costo total del mismo.

Tabla 8-2 - Costos Planes de Monitoreo y Seguimiento

Programa	Código	Costos
<b>COMPONENTE FÍSICO</b>		
Monitoreo y seguimiento de caudales de las fuentes superficiales localizadas en el AID y All del proyecto	PMS-C-TO-FIS-01	732.600.000
Monitoreo y seguimiento de nivel y calidad básica de las fuentes subterráneas localizadas en el AID y All del proyecto	PMS-C-TO-FIS-02	775.798.000
Monitoreo y seguimiento de la calidad fisicoquímica e hidrobiológica del agua	PMS-C-TO-FIS-03	1.745.084.000
Monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido (contaminación atmosférica)	PMS-C-TO-FIS-04	2.373.064.200
Monitoreo y seguimiento de eficiencias de sistemas de tratamiento de aguas residuales	PMS-C-TO-FIS-05	747.656.000
<b>TOTAL COMPONENTE FÍSICO</b>		6.374.202.200
<b>COMPONENTE BIÓTICO</b>		
Monitoreo y seguimiento a la fauna vertebrada presentes en el bosque natural fragmentado La Aguada y La Espadera	PMS-C-TO-BIO-01	146.975.400
Monitoreo y seguimiento a las comunidades de fauna y flora en los techos de los túneles Seminario y Santa Elena (AIDL)	PMS-C-TO-BIO-02	753.731.000
<b>TOTAL COMPONENTE BIÓTICO</b>		900.706.400
<b>COMPONENTE SOCIOECONÓMICO</b>		
Monitoreo y seguimiento al plan de manejo socioeconómico	PMS-C-TO-SOC-01	Los costos de este proyecto están asociados al valor que se tiene designado para el residente social del proyecto, puesto que las actividades planteadas en este programa hacen parte de las funciones establecidas para este profesional.
Monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria	PMS-C-TO-SOC-02	195.000.000
<b>TOTAL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO</b>		195.000.000
<b>TOTAL</b>		7.469.908.600

## 8.5 Resumen para ejecución de Planes de Monitoreo y Seguimiento

En la siguiente tabla resumen que se muestra a continuación se relaciona frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos, sitios de muestreo, parámetros de análisis y costos, en las etapas de preconstrucción, construcción y operación para cada uno de los planes de monitoreo y seguimiento propuestos.

Tabla 8-3 - Planes de Monitoreo y Seguimiento

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
<p>Monitoreo y seguimiento de caudales de las fuentes superficiales localizadas en el AID y AII del proyecto (PMS-C-TO-FIS-01)</p>	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	La Concesión cuenta con registros de caudal en 96 puntos mensualmente desde hace aproximadamente tres años atrás	Aumentar la frecuencia de monitoreo de caudales aproximadamente un (01) mes antes del inicio a las actividades propias de construcción de los túneles y hasta la finalización de las mismas (esto es en función del cronograma de ejecución previsto), quedando registros de caudal cada 10 días (dos monitoreos al mes). Es importante tener en cuenta que el aumento de medición de caudales en cada uno de los puntos determinados, debe darse a medida que avanza la obra y no medir desde el comienzo con la periodicidad determinada para cada uno de los 111 puntos	Registro de medida con espacios de quince días (dos registros al mes). El número de puntos y periodicidad en la frecuencia de estos monitoreos, se puede definir a partir del comportamiento que registre cada una de las fuentes objeto de análisis durante la etapa constructiva; y su periodicidad puede ser determinada en función de la obtención del equilibrio del abatimiento del nivel freático (aproximadamente tres años)
	Sitios de muestreo		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	96 puntos seleccionados por la Concesión	106 puntos localizados en corrientes de aguas superficiales objeto de monitoreo actual por parte de la Conexión Vial Aburrá Oriente y 5 puntos más que constituyen alternativas de abastecimiento en caso de contingencia (2 puntos en la cuenca Yarumal: quebrada La Floresta Sector La Cantera y quebrada Yarumal finca Samarcanda o en la cascada, 2 puntos en la cuenca Espíritu Santo: afluente en la vereda Pantanillo y afluente en la vereda Perico y 1 punto en la cuenca La Cascada: quebrada Honda vereda La Honda).	Aforos de caudal solo en los puntos que registren alguna variación por efectos de abatimiento
	Parámetros de análisis		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Medición de caudal	Medición de caudal	Medición de caudal
	Costos		
Preconstrucción	Construcción	Operación	

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
		599.400.000	133.200.000
	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
Monitoreo y seguimiento de nivel y calidad básica de las fuentes subterráneas localizadas en el AID y All del proyecto (PMS-C-TO-FIS-02)	Inicia un año antes	Mensual para los niveles y bimensual para la medición de los parámetros físico-químicos en piezómetros (pH, temperatura y conductividad eléctrica), incluyendo también la medición del nivel piezométrico y lámina de agua para los aljibes	Hasta un año después
	Sitios de muestreo		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	24 piezómetros y 2 aljibes, que se localizan en el AID del proyecto	24 piezómetros y 2 aljibes, que se localizan en el AID del proyecto	24 piezómetros y 2 aljibes, que se localizan en el AID del proyecto
	Parámetros de análisis		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Medición de caudal y parámetros físicoquímicos in situ (pH, temperatura y conductividad eléctrica)	Medición de caudal y parámetros físicoquímicos in situ (pH, temperatura y conductividad eléctrica)	Medición de caudal y parámetros físicoquímicos in situ (pH, temperatura y conductividad eléctrica)
	Costos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	613.358.000	140.400.000	22.040.000
	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
Monitoreo y seguimiento de la calidad físicoquímica e hidrobiológica del agua (PMS-C-TO-FIS-03)	Muestreo en línea base (EIA)	Para fuentes de techo de túnel piezómetros y aljibes: dos muestreos al año que serán llevados a cabo en dos momentos hidrológicos (invierno y verano) durante todo el periodo de construcción (4 años). Para fuentes de vía cielo abierto y portales de túneles: dos muestreos al año que serán llevados a cabo en diferentes momentos hidrológicos (1 muestreo en invierno y 1 muestreo en verano) durante todo el periodo de construcción (4 años).	Para fuentes de techo de túnel piezómetros y aljibes: actividades de monitoreo durante un años más, que permitan obtener datos en dos momentos hidrológicos (invierno y verano). Para fuentes de vía cielo abierto y portales de túneles: actividades de monitoreo durante un año más que permita obtener datos en dos momentos hidrológicos (invierno y verano).

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
	Sitios de muestreo		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Muestreo de línea base (EIA)	Fuentes para vía a cielo abierto: La Espadera Aguas arriba del eje, Espadera aguas abajo, El Chupadero aguas arriba, Cañada negra, La Pastora aguas abajo, Marquetalia, Caunces aguas arriba, Caunces aguas abajo, La India Aguas arriba, La India Aguas abajo, La Cangreja Aguas Abajo, La Aguadita (Portal Occidental), La Bonanza (o Bocana), Salazar o Sajonia (portal oriental) y Confluencia Yarumal- Salazar (vía doble calzada). Fuentes para portal sur túnel seminario: La Loma 2. Para fuentes techo de túnel Santa Elena piezómetros y aljibes: 8 piezómetros y 2 aljibes	Fuentes para vía a cielo abierto: La Espadera Aguas arriba del eje, Espadera aguas abajo, El Chupadero aguas arriba, Cañada negra, La Pastora aguas abajo, Marquetalia, Caunces aguas arriba, Caunces aguas abajo, La India Aguas arriba, La India Aguas abajo, La Cangreja Aguas Abajo, La Aguadita (Portal Occidental), La Bonanza (o Bocana), Salazar o Sajonia (portal oriental) y Confluencia Yarumal- Salazar (vía doble calzada). Fuentes para portal sur túnel seminario: La Loma 2. Para fuentes techo de túnel Santa Elena piezómetros y aljibes: 8 piezómetros y 2 aljibes
	Parámetros de análisis		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Muestreo en línea base (EIA)	Para fuentes de techo de túnel piezómetros y aljibes, así como para vía a cielo abierto y portal sur túnel seminario: temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), % de saturación de oxígeno, pH, alcalinidad total, acidez total, amonio, nitritos, nitratos, fosforo total, potasio, dureza cálcica y dureza magnésica. Y para vía a cielo abierto y portal sur túnel seminario análisis del hábitat disponible para cada una de las especies, análisis de comunidades hidrobiológicas (fitoperifiton, macroinvertebrados acuáticos, potamoplacton, peces y macrófitas acuáticas).	Para fuentes de techo de túnel piezómetros y aljibes, así como para vía a cielo abierto y portal sur túnel seminario: temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), % de saturación de oxígeno, pH, alcalinidad total, acidez total, amonio, nitritos, nitratos, fosforo total, potasio, dureza cálcica y dureza magnésica. Y para vía a cielo abierto y portal sur túnel seminario análisis del hábitat disponible para cada una de las especies, análisis de comunidades hidrobiológicas (fitoperifiton, macroinvertebrados acuáticos, potamoplacton, peces y macrófitas acuáticas).
Costos			

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
	Preconstrucción	Construcción	Operación
		1.600.160.000	144.924.000
	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
		Tres muestreos anuales para el monitoreo de la calidad atmosférica (cuatro meses entre muestreo y muestreo)	Dos muestreos anuales para el monitoreo de la calidad atmosférica (seis meses entre muestreo y muestreo), por un periodo de tiempo igual a 2 años
	Sitios de muestreo		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
Monitoreo y seguimiento de calidad de aire y ruido (contaminación atmosférica) (PMS-C-TO-FIS-04)	Línea base (Se recomiendan para material particulado y gases 7 puntos de muestreo: portal norte túnel seminario, portal sur túnel seminario, portal occidental túnel Santa Elena, portal oriental túnel Santa Elena y tres puntos sobre la vía a cielo abierto. Para fuentes fijas 4 puntos de muestreo: depósito seminario, depósito vereda Ranchería, zona de ubicación de planta de triturado y zona de ubicación de planta de concreto y/o asfalto. Para ruido 11 puntos de muestreo: portal norte túnel seminario, portal sur túnel seminario, portal occidental túnel Santa Elena, portal oriental túnel Santa Elena, tres puntos sobre la vía a cielo abierto, depósito seminario, depósito vereda Ranchería, zona de ubicación de planta triturado y zona de ubicación de planta de concreto y/o asfalto)	Tres puntos de muestreo para medición de material particulado y gases (PST, PM10, SO2, NO2, CO2 y CO), deberán ser ubicados en función de los frentes de obra que se tengan en ejecución y en conceso con la interventoría ambiental. Tres puntos de muestreo en fuentes fijas para medición de material particulado y gases (PST, PM10, SO2, NO2, CO2 y CO), se deben ubicar en plantas trituradoras, plantas de concreto y zonas de depósito. Diez puntos para medición de ruido, deberán ser ubicados en función de los frentes de obra que se tengan en ejecución y en conceso con la interventoría ambiental	Cinco puntos de muestreo para medición de material particulado y gases (PST, PM10, SO2, NO2, CO2 y CO), deberán ser ubicados en portales y vía a cielo abierto siguiendo las indicaciones de autoridad ambiental. Dos puntos de muestreo para medición de material particulado y gases (PST, PM10, SO2, NO2, CO2 y CO), se deben ubicar en las fuentes fijas de emisión de gases. Cinco puntos para medición de ruido, deberán ser ubicados en portales y vía a cielo abierto siguiendo las indicaciones de la autoridad ambiental.
	Parámetros de análisis		

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Material particulado y gases (PST, PM10, SO2, NO2, CO2 y CO), fuentes fijas, ruido y ruido ambiental	Material particulado y gases (PST, PM10, SO2, NO2, CO2 y CO), fuentes fijas, ruido y ruido ambiental	Material particulado y gases (PST, PM10, SO2, NO2, CO2 y CO), fuentes fijas, ruido y ruido ambiental
	Costos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	169.966.680	1.705.548.000	497.549.520
Monitoreo y seguimiento de eficiencias de sistemas de tratamiento de aguas residuales (PMS-C-TO-FIS-05)	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
		Cuatro muestreos al año (trimestralmente)	Dos muestreos al año (semestralmente)
	Sitios de muestreo		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
		Afluente y efluente de sistemas de tratamiento con descarga autorizada para construcción (Ver tabla de vertimientos autorizados para construcción PMS-C-TO-FIS-05)	Afluente y efluente de sistemas de tratamiento con descarga autorizada para operación (Ver tabla de vertimientos autorizados para operación PMS-C-TO-FIS-05)
	Parámetros de análisis		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
		pH, temperatura, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes fecales y coliformes totales	pH, temperatura, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes fecales y coliformes totales
	Costos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	605.696.000	141.960.000	
Monitoreo y seguimiento a la fauna vertebrada presentes en el bosque natural fragmentado La Aguada y La Espadera (PMS-C-TO-BIO-01)	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Muestreo en línea base (EIA)	Se realizará un monitoreo en la etapa de construcción, aproximadamente al tercer año de haber iniciado obra física	Se realizará un monitoreo en la etapa de construcción, aproximadamente al tercer año de haber iniciado obra física
	Sitios de muestreo		
	Preconstrucción	Construcción	Operación

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
	Muestreo en línea base (EIA)	Sitios demarcados por la línea base (EIA)	Sitios demarcados por la línea base (EIA)
	Parámetros de análisis		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Muestreo de flora y fauna vertebrada terrestre	Muestreo de flora y fauna vertebrada terrestre	Muestreo de flora y fauna vertebrada terrestre
	Costos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
		48.991.800	97.983.600
Monitoreo y seguimiento a las comunidades de fauna y flora en los techos de los túneles Seminario y Santa Elena (AIDL) (PMS-C-TO-BIO-02)	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Línea base para ambos proyectos	Proyecto 1: dos monitoreos de coberturas vegetales, el primero de estos debe efectuarse un año después de iniciadas las obras físicas y el segundo al tercer año de construcción. Proyecto 2: dos monitoreos de flora y fauna, el primero de estos debe efectuarse un año después de iniciadas las obras físicas y el segundo al tercer año de construcción.	Proyecto 1: dos monitoreos de coberturas vegetales, el primero de estos debe efectuarse una vez entre en operación el proyecto y el segundo dos años después de efectuado el primero de los monitoreos. Proyecto 2: dos monitoreos de flora y fauna, el primero de estos debe efectuarse una vez entre en operación el proyecto y el segundo dos años después de efectuado el primero de los monitoreos.
	Sitios de muestreo		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Línea base para ambos proyectos	Según lo demarcado por línea base	Según lo demarcado por línea base
	Parámetros de análisis		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Línea base para ambos: Proyecto 1: actas de coberturas vegetales. Proyecto 2: muestreos de flota y fauna	Proyecto 1: actas de coberturas vegetales. Proyecto 2: muestreos de flota y fauna	Proyecto 1: actas de coberturas vegetales. Proyecto 2: muestreos de flota y fauna
	Costos		
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Proyecto 1: 166.114.000 Proyecto 2: 210.751.500	Proyecto 1: 166.114.000 Proyecto 2: 210.751.500	
Monitoreo y seguimiento al	Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos		

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO			
plan de manejo socioeconómico (PMS-C-TO-SOC-01)	Preconstrucción	Construcción	Operación
NA		Para programas como el de socialización del proyecto a las comunidades y el centro integral de atención a las comunidades, el monitoreo y el seguimiento de hará cada mes, a los demás proyectos esta revisión se efectuará cada tres meses. Para el plan de manejo socioeconómico se realizara monitoreo y seguimiento cada dos años.	NA
Sitios de muestreo			
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	NA	NA	NA
Parámetros de análisis			
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	NA	NA	NA
Costos			
	Preconstrucción	Construcción	Operación
NA		Los costos de este proyecto están asociados al valor que se tiene designado para el residente social del proyecto, puesto que las actividades planteadas en este programa hacen parte de las funciones establecidas para este profesional	NA
Frecuencia de monitoreo y aplicación de muestreos			
	Preconstrucción	Construcción	Operación
Monitoreo y seguimiento a la protección de infraestructura social y comunitaria (PMS-C-TO-SOC-02)	1.375 actas de vecindad	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.	NA
Sitios de muestreo			
	Preconstrucción	Construcción	Operación
	Predios ubicados en los techos de los túneles y en las zonas de obra a una distancia de 30 metros a ambos	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	NA

RESUMEN PARA EJECUCIÓN DE PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO		
	lados a partir de la línea del proyecto o en sitios vulnerables que se ubiquen en cercanías a los sitios de obra (vía a Santa Elena).	sitios vulnerables que se ubiquen en cercanías a los sitios de obra (vía a Santa Elena).
Parámetros de análisis		
	Preconstrucción	Operación
	Ver modelo acta de vecindad (PMS-C-TO-SOC-02)	Ver modelo acta de vecindad (PMS-C-TO-SOC-02)
Costos		
	Preconstrucción	Operación
		195.000.000
		NA

