



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA

2013

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ACTUALIZADO

CONEXIÓN VIAL ABURRÁ - ORIENTE



CONCESIÓN
TUNEL ABURRÁ-ORIENTE S.A.

CAPÍTULO 5 – EVALUACIÓN AMBIENTAL



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ACTUALIZADO



CONSULTORES PARTICIPANTES:

TABLA DE CONTENIDO

5	EVALUACION AMBIENTAL	5-5
5.1	ANTECEDENTES	5-5
5.2	MARCO ANALÍTICO	5-6
5.3	ALCANCE	5-6
5.4	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	5-7
5.4.1	<i>Calidad ambiental del medio</i>	5-7
5.4.2	<i>Identificación y Evaluación de Impactos “Sin Proyecto”</i>	5-12
5.4.2.1	Descripción de las actividades:	5-12
5.4.2.2	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “sin proyecto”:	5-13
5.4.2.3	Conclusiones de la evaluación de la tendencia de calidad ambiental “sin proyecto”	5-31
5.4.2.4	Importancia del impacto por componente:	33
5.4.2.5	Magnitud de los impactos por componentes:	35
5.4.3	<i>Identificación y evaluación de impactos “con proyecto”</i>	38
5.4.3.1	Descripción de las actividades:	38
5.4.3.2	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” fase de construcción: 44	
5.4.3.2.1	Conclusiones de la evaluación de la tendencia de calidad ambiental “con proyecto” en pre – construcción:	60
5.4.3.2.2	Magnitud de los Impactos:	64
5.4.3.3	Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto para Construcción”:	66
5.4.3.3.1	Conclusiones generales de la evaluación de la tendencia de calidad ambiental “con proyecto” en construcción:	89
5.4.3.3.2	Conclusiones Específicas de la Evaluación de Impactos	94
5.4.3.4	Evaluación de impactos en la Etapa de Operación:	113
5.4.4	<i>Jerarquización de impactos</i>	113
5.5	IMPACTOS Y MANEJO AMBIENTAL	118
5.6	CONCLUSIONES GENERALES	119
5.7	EVALUACIÓN ECONÓMICA	121
5.7.1	<i>Valoración cualitativa de los servicios ecosistémicos en el AID</i>	121
5.7.2	<i>Clasificación de los servicios ecosistémicos</i>	121
5.7.3	<i>Percepción de la comunidad sobre la provisión de servicios ecosistémicos en el AID</i>	123
5.7.3.1	Valoración cualitativa de los bienes y servicios ecosistémicos identificados por la comunidad	131
5.7.4	<i>Identificación de SE por el equipo técnico y valoración relativa de las SE a partir de la contribución de las coberturas vegetales</i>	136
5.7.4.1	Valoración relativa de la importancia de las coberturas vegetales en los SE	140
5.7.4.2	Identificación de los servicios ecosistémicos afectados con la construcción del proyecto	145
5.7.5	<i>Análisis costo beneficio de los impactos en el AID</i>	145
5.7.6	<i>Beneficios ambientales del proyecto Conexión vial Aburrá –Oriente</i>	159

LISTADO DE TABLAS

Tabla 5-1 - Calificación de la Calidad Ambiental del Medio “Sin Proyecto”	5-8
Tabla 5-2 - Resumen de las actividades ejecutadas actualmente (Sin proyecto) en el AID.....	5-13
Tabla 5-3 - Matriz de identificación de impactos “Sin Proyecto”	5-15
Tabla 5-4 - Matriz de identificación de impactos “Sin Proyecto” – Medio Abiótico.....	5-16
Tabla 5-5 - Matriz de identificación de impactos “Sin Proyecto” – Medio Biótico	5-21
Tabla 5-6 - Matriz de identificación de impactos “Sin Proyecto” – Medio Socioeconómico.....	5-24
Tabla 5-7 - Actividades desarrolladas en el área de influencia del Túnel de Aburrá - Oriente, en las Etapas de Pre - construcción y Construcción.....	38
Tabla 5-8 - Matriz de identificación de impactos “con proyecto” Pre construcción	45
Tabla 5-9 - Evaluación de impactos “con proyecto” Pre-construcción – Medio Abiótico	47
Tabla 5-10 - Evaluación de impactos “con proyecto” Pre construcción – Medio Biótico	53
Tabla 5-11 - Evaluación de impactos “con proyecto” Pre construcción – Medio Socioeconómico y Cultural	56
Tabla 5-12 - Matriz de identificación de impactos “con proyecto” Construcción	67
Tabla 5-13 - Evaluación de impactos “con proyecto” Construcción – Medio Abiótico.....	69
Tabla 5-14 - Evaluación de impactos “con proyecto” Construcción – Medio Biótico.....	83
Tabla 5-15 - Evaluación de impactos “con proyecto” Construcción – Medio Socioeconómico.....	86
Tabla 5-16 - Caudal afectado esperado en las fuentes de agua superficiales de la cuenca La Yarumal.....	94
Tabla 5-17 - Caudal afectado esperado en las fuentes de agua superficiales de la cuenca Santa Elena....	95
Tabla 5-18 - Puntos de agua subterránea identificados durante los inventarios realizados en la Reserva del Nare y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización.....	99
Tabla 5-19 - Puntos sobre cursos de agua superficial identificados en la Reserva del Nare y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización	100
Tabla 5-20 - Coberturas vegetales de la Reserva Montevivo (Corine Land Cover, 2007)	104
Tabla 5-21 - Puntos de agua subterránea identificados durante los inventarios realizados en la Reserva Civil Montevivo y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización	106
Tabla 5-22 - Puntos críticos sobre cursos de agua superficial identificados en la Reserva Civil Montevivo y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización	106
Tabla 5-23 - Localización Parcela de muestreo.....	109
Tabla 5-24 - Caudal medido durante los inventarios realizados en la Reserva Civil Montevivo considerando el escenario constructivo del túnel Santa Elena sin ningún tipo de tratamiento de impermeabilización de las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación	109
Tabla 5-25 - Punto crítico sobre curso de agua superficial localizado en la Reserva Civil Montevivo, con probabilidad de afectación baja, equivalente a un índice DHI igual a 2. El escenario de análisis con método DHI considera la construcción de dos tubos sin apl	110
Tabla 5-26 - Valoración del caudal que permanecería en el curso de agua superficial en el caso que ocurra el impacto evidenciado en la Tabla 5-23. El escenario de análisis con método DHI considera la construcción de dos tubos sin aplicación de pre-inyecciones	110
Tabla 5-27 - Valores de caudal mínimo, medio y máximo medido en los puntos de control ASP 036 y ASP 037 localizados sobre cursos de agua presentes en el extremo sur-occidental de la reserva.....	110
Tabla 5-28 - Calificación del Impacto Ambiental	114

Tabla 5-29 - Matriz consolidada de calificación de impactos ambientales.....	114
Tabla 5-30 - Jerarquización consolidada de impactos ambientales.....	116
Tabla 5-31 - Programas del Plan de Manejo Ambiental	118
Tabla 5-32 - Tipos de Servicios Ecosistémicos	122
Tabla 5-33 - Servicios de Regulación en la cuenca Santa Elena	124
Tabla 5-34. Servicios Culturales en la cuenca de Santa Elena.....	126
Tabla 5-35. Servicios de Aprovevisionamiento en la cuenca Santa Elena	127
Tabla 5-36. Servicios de Regulación en la cuenca Yarumal.....	128
Tabla 5-37. Servicios Culturales en la cuenca Yarumal	128
Tabla 5-38. Servicios de Aprovevisionamiento en la cuenca de Yarumal.....	129
Tabla 5-39. Servicios de Regulación en la cuenca La Cascada	130
Tabla 5-40. Servicios Culturales en la cuenca La Cascada.....	130
Tabla 5-41. Servicios de Aprovevisionamiento en la cuenca La Cascada	131
Tabla 5-42. Convenciones identificar los Servicios Ecosistémicos	132
Tabla 5-43 - Descripción de los SE identificados por el equipo técnico en el AID	136
Tabla 5-44 - Valoración relativa de los Servicios de Aprovevisionamiento	140
Tabla 5-45. Valoración relativa de los Servicios de Regulación	142
Tabla 5-46. Valoración relativa de los Servicios Culturales.....	143
Tabla 5-47 - Valoración relativa de los SE de soporte.....	144
Tabla 5-48. Servicios ecosistémicos con probabilidad de afectación	145
Tabla 5-49 - Impactos ambientales más significativos en la etapa de pre-construcción y construcción .	146
Tabla 5-50. Servicios Ambientales y Ecosistemicos afectados con la construcción del proyecto	147
Tabla 5-51. Requerimiento de insumos para restaurar la calidad ambiental del agua	150
Tabla 5-52. Costos de relocalización de bocatomas	152
Tabla 5-53 - Valoración económica de la afectación de la calidad del recurso hídrico	152
Tabla 5-54. Remoción de coberturas vegetales en el AID puntual del proyecto	153
Tabla 5-55 - Producción de madera actual	153
Tabla 5-56. Costos de la mano de obra	154
Tabla 5-57. Costos de oportunidad de la producción de madera.....	154
Tabla 5-58. Costo de oportunidad de la producción de madera durante la vida útil de la conexión vial Aburrá-Oriente.....	155
Tabla 5-59. Costos de oportunidad de la producción piscícola	155
Tabla 5-60. Costo de oportunidad de la producción de café.....	156
Tabla 5-61. Costo de oportunidad de la producción piscícola y de café durante la vida útil de la conexión vial Aburrá-Oriente	156
Tabla 5-62 - Secuestro de carbono para diferentes tipos de cobertura vegetal	157
Tabla 5-63 - Captura de CO ₂ por tipo de cobertura	157
Tabla 5-64. Proyección de los costos de oportunidad del secuestro de carbono	158
Tabla 5-65 - Proyección de los costos de la afectación a la biodiversidad y la belleza escénica	158
Tabla 5-66 - Valoración económica de los servicios ambientales afectados	159
Tabla 5-67 - Identificación de los beneficios del proyecto	159
Tabla 5-68 - . Flujo de caja del proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente	160

LISTADO DE FIGURAS

Figura 5-1 - Calidad Ambiental del Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto”	5-12
Figura 5-2 - Resumen de las variables de la evaluación de impactos de las tendencias para el escenario “sin proyecto”	5-32
Figura 5-3 - Calificación de la Importancia del Impacto por Componentes.....	34
Figura 5-4 - Calificación de la Magnitud del Impacto por componentes	35
Figura 5-5 - Calificación del Impacto Ambiental Final por componentes	37
Figura 5-6 - Resumen de las variables de la evaluación de impactos de las tendencias para el escenario “con proyecto para pre- construcción”.....	61
Figura 5-7 - Calificación de la Importancia del Impacto por componentes en el escenario “con proyecto para pre construcción”.....	63
Figura 5-8 - Calificación de la magnitud del Impacto por componentes “con proyecto pre construcción”	64
Figura 5-9 - Calificación del Impacto Ambiental Final por componentes “con proyecto etapa pre construcción”	65
Figura 5-10 - Resumen de las variables de la evaluación de impactos de las tendencias para el escenario “con proyecto para construcción”	91
Figura 5-11 - Calificación de la Importancia del Impacto por componentes en el escenario “con proyecto para construcción”	92
Figura 5-12 - Calificación de la magnitud del Impacto por componentes “con proyecto para construcción”	93
Figura 5-13 - Localización de Reservas Naturales del AID Local	97
Figura 5-14 - Escenarios de intervención de las reservas con el proyecto	98
Figura 5-15 - Probable afectación de puntos de agua en la reserva del Nare sin preinyecciones.....	102
Figura 5-16 - Probable afectación de puntos de agua en la reserva del Nare con preinyecciones	103
Figura 5-17 - Cobertura vegetal de la Reserva Monteviso	105
Figura 5-18 - Parte del mapa general de afectación que indica el probable impacto sobre puntos de agua en superficie debido a la construcción del túnel Santa Elena.....	107
Figura 5-19 - Parte del mapa general de afectación que indica el probable impacto sobre puntos de agua en superficie debido a la construcción del túnel Santa Elena.....	108
Figura 5-20 - Bosque natural Fragmentado. Reserva Monteviso	111
Figura 5-21 - Marco para vincular los ecosistemas y el bienestar humano	121
Figura 5-22 - Importancia de los servicios ecosistémicos para la comunidad de la cuenca de Santa Elena	133
Figura 5-23 - Importancia de los SE para los actores de la Cuenca de Yarumal	134
Figura 5-24 - Importancia de los SE para las Juntas de Acueducto de la Cuenca La Cascada	135
Figura 5-25 - Valoración de la importancia de los SE en las cuencas del AID	136

5 EVALUACION AMBIENTAL

5.1 Antecedentes

La evaluación de impactos ambientales del proyecto, es un componente del Estudio de Impacto Ambiental que se ha venido desarrollando desde hace años, comenzando por lo presentado en el Capítulo 5 (“Evaluación Ambiental”) del respectivo Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del año 2000, que respaldó el licenciamiento ambiental del proyecto mediante Resolución 1764 del año 2002 por parte de CORNARE. Luego, en el año 2009, se generó el documento Ajuste del EIA, el cual fue acogido por CORNARE mediante Resolución 112-0741 del año 2010, donde igualmente en el respectivo Capítulo 5 (“Evaluación Ambiental del Proyecto”), se hizo un pormenorizado análisis de identificación y calificación de impactos ambientales. A su vez, en el año 2012, se generó una versión del EIA de carácter complementario, en cuyo Capítulo 5 (“Evaluación Ambiental”) también se adentró en el tema de la valoración de impactos ambientales del proyecto, especialmente en aspectos de excavaciones subterráneas.

Los anteriores tres (3) momentos de trabajo consultivo, fueron referidos y analizados de forma detallada por la ANLA, a lo largo de once (11) folios de la Resolución 0456 de 2012 (páginas 84 a 94), especialmente en lo correspondiente al Ajuste del EIA del 2009, estableciéndose en el Artículo 2 de la Resolución 0456 la necesidad de adelantar a la fecha lo siguiente en materia de impactos:

“Identificación de impactos ambientales en la Reserva Forestal Protectora Nacional del Río Nare, teniendo en cuenta los relacionados con los servicios ecosistémicos que presta el área”

“Complementar y profundizar acerca de las implicaciones sobre las condiciones de los ecosistemas y coberturas vegetales existentes en la superficie de los túneles Santa Elena y Seminario, en especial la Reserva Forestal Protectora Nacional del Río Nare y Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo, en cuanto a su composición, estructura, diversidad y su relación con la dinámica de los procesos ecológicos”

“Identificación y valoración de los impactos sin proyecto, de acuerdo con la caracterización del AID redelimitada y teniendo en cuenta las proyecciones a 20 años de la demanda del recurso hídrico de los acueductos y concesiones menores de las corporaciones ambientales localizadas en el área y en los predios con actividades productivas”

“Valoración del impacto relacionado con el abatimiento del recurso hídrico superficial y subterráneo, teniendo en cuenta sus efectos sociales, económicos y culturales y las proyecciones a 20 años de demanda de uso y abastecimiento por parte de la comunidad, considerando la complejidad, diversidad y densidad poblacional”

“Reformular el Plan de Manejo Ambiental, definiendo acciones concretas, población específica y procedimientos lógicos y contundentes que indiquen explícitamente que con la aplicación de dichas acciones (medidas), se prevendrá, mitigará, corregirá y compensará todos los impactos que pudieran generarse”

5.2 Marco Analítico

Se dispone a la fecha de un importante precedente en materia de evaluación de impactos ambientales. En general, y por los resultados obtenidos en el presente estudio en materia de Línea Base Social, Física y Biótica, es factible asimilar lo siguiente:

METODOLOGIA: La metodología valorativa de impactos ha sido adecuada para los tres (3) momentos en que se ha acometido este ejercicio de evaluación

COMPONENTE FISICO: El resultado actual en materia hidrogeológica permite contar con la valiosa posibilidad de refinar y sectorizar la incidencia del potencial impacto hacia las aguas superficiales y subterráneas.

De antemano, y conforme los resultados consignados en el presente documento, es concluyente la buena similitud de lo identificado en su momento y ahora en cuanto a los macizos rocosos y su condición, y la mejor prospectiva en cuanto a la inferencia de la potencial alteración hídrica superficial y subterránea.

COMPONENTE BIOTICO: La concepción de su abordaje y desarrollo se mantiene en términos generales. La refinación técnica permite mejorar los criterios de asignación y calificación; no obstante el esquema valorativo adoptado para licenciamiento se conserva en términos generales.

COMPONENTE SOCIAL: La concepción de su abordaje y desarrollo se mantiene en términos generales, pero con el aporte valioso que representa a la fecha disponer de unos estudios hidrogeológicos que por sus términos de referencia particulares establecidos por la ANLA en el año 2012, permite refinar los criterios de asignación y calificación.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA): Conforme la revisión de lo formulado desde el año 2000 en los diversos documentos ambientales acometidos, es concluyente que en términos generales se aplican los mismos Programas y Proyectos avalados y licenciados en su momento por CORNARE, generándose actualizaciones y complementaciones en materia social y biótica esencialmente, con concreciones y particularidades a nivel del componente físico, pero conservando en esencia el trasfondo de las acciones y medidas de PMA.

No obstante y a efectos de la reformulación del PMA requerida por la ANLA, conviene adelantar para el presente documento, un ejercicio actualizado de identificación y calificación de impactos, acogiendo los resultados obtenidos en la Caracterización ambiental, en el entendido que tal y como se amplía más adelante, no hay como tal impactos que difieran a los ya identificados, sino una relativa variación en la intensidad o manifestación a partir del mejor estado del arte en materias hidrológica e hidrogeológica básicamente.

5.3 Alcance

En congruencia con lo anterior, el alcance del presente capítulo es complementar la evaluación ambiental del proyecto en consecuencia a la respuesta de los puntos de la Resolución 0456 transcritos en el numeral 5.1 del presente Capítulo, conjuntamente con un ejercicio de valoración ambiental como ya se indicó, en pos de la mejor conceptualización para la reformulación del PMA.

5.4 Identificación y evaluación de impactos ambientales

El presente capítulo tiene como objetivo realizar una reevaluación o actualización de la evaluación de los impactos del proyecto, la cual se fundamenta a partir del claro conocimiento del proyecto, y de la profundización realizada en la caracterización física - biótica - ecosistémica y socioeconómica en la que se implantará.

Así las cosas se realizará una nueva identificación y evaluación de los impactos, tanto negativos como positivos, que se pueden llegar a generar durante las etapas de preconstrucción, construcción y/o de operación del proyecto vial Conexión Vial Aburrá - Oriente. Este análisis es fundamental para el desarrollo del proyecto, pues de él se deriva la necesidad de realizar reformulaciones del Plan de Manejo Ambiental, garantizando así que el proyecto se inserte adecuadamente en el área con el fin de evitar, mitigar o compensar, el deterioro de sus condiciones iniciales respecto a las características físicas, bióticas, sociales, económicas y culturales.

Antes de iniciar la actualización y complementación de la evaluación se presenta la nueva metodología utilizada, indicando los criterios para la valoración de impactos y la identificación de las respectivas categorías para la ponderación cualitativa y cuantitativa de los mismos.

De acuerdo con lo solicitado en los términos de referencia VI-TER-1-02 expedidos por el Ministerio de Medio Ambiente en el 2.006 para la realización del Estudio de Impacto Ambiental para “Proyectos de construcción de túneles y sus accesos”, se determinó previamente el estado actual de los sistemas físico, biótico, socioeconómico y cultural en el área de influencia del proyecto, y partiendo de allí (como referencia del estado inicial) se reevaluó la tendencia ambiental, mediante la identificación y evaluación de impactos para un escenario **“sin proyecto”**.

Posteriormente, se realizó la reevaluación del escenario **“con proyecto”**, partiendo de las condiciones actuales encontradas de cada sistema en donde se consideraron las actividades que involucra la pre construcción, la construcción y operación del proyecto Conexión Vial Aburrá - Oriente y su potencial afectación sobre las dimensiones físicas, bióticas socioeconómicas y culturales presentes en el área de influencia del proyecto.

La metodología utilizada para la realización de este capítulo es posible observarla a detalle en el Anexo 4-1.

5.4.1 Calidad ambiental del medio

La Calidad Ambiental del Medio es el punto de partida de la evaluación física, biótica y socioeconómica. Esta se determina a partir de la actualización de la descripción y caracterización realizada en la línea base (capítulo 3). Es un valor en una escala de ponderación de 1 a 5, donde 1 corresponde a una muy buena calidad ambiental en el caso en que los componentes o elementos del medio no se encuentren deteriorados por actividades antrópicas y mantienen sus condiciones naturales; por el contrario el 5 corresponde a una muy mala calidad ambiental, o total deterioro de las condiciones naturales.

Partiendo de la calidad definida se evaluaron las actividades realizadas por los habitantes del área de influencia del proyecto, evaluando así el escenario “sin proyecto”; observando de esta manera la tendencia de las condiciones ambientales sin la inserción del proyecto.

Tabla 5-1 - Calificación de la Calidad Ambiental del Medio “Sin Proyecto”

Dimensión	Componente	Calidad Ambiental	Elemento	Descripción
ABIOTICA	AIRE	2	Calidad del aire	Definida en función de la existencia material particulado y gases como lo son CO _x , NO _x , SO _x y H ₂ S, de acuerdo a los niveles permisibles bajo la normatividad ambiental vigente en el país.
			Niveles de presión sonora	Sonidos que pueden causar molestias, reducción o pérdida total de la audición en personas y ahuyentar o causar estrés a la fauna.
	AGUA SUPERFICIAL	3	Calidad del agua superficial	Cantidad y estado de equilibrio de sustancias orgánicas, inertes, suspendidas, adheridas o transportadas que se encuentran en las corrientes superficiales.
			Disponibilidad de aguas superficiales	Es la relación de volumen de agua entre el número de personas en un tiempo determinado.
	AGUA SUBTERRANEA	1	Calidad del agua subterránea	Cantidad y estado de equilibrio de sustancias orgánicas, inertes, suspendidas, adheridas o transportadas que se encuentran en las corrientes subterráneas.
			Dinámica de las corrientes subterráneas	Estado de equilibrio de las corrientes subterráneas en función de la geomorfología, geología, hidrología, transporte de sedimentos.
	SUELO	3	Propiedades químicas y físicas	Descripción e interpretación de los parámetros en campo y laboratorio de las condiciones físico-químicas del recurso.
			Procesos erosivos	Degradación y pérdida del suelo.
			Usos del suelo	Diferentes usos que el hombre puede dar a la tierra, su estudio y los procesos que llevan a determinar el más conveniente en un espacio específico.
	GEOLOGÍA	3	Geomorfología	Descripción del relieve terrestre continental de las áreas contempladas en el proyecto.
			Geotecnia	Estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales de la corteza terrestre.
	PAISAJE	2	Calidad visual	Se evalúa la percepción visual por parte de la comunidad en general.

Dimensión	Componente	Calidad Ambiental	Elemento	Descripción
BIOTICA	FLORA	4	Cobertura vegetal	Caracterización de las unidades de cobertura vegetal, se identifican las zonas de vida y formaciones vegetales. Cuantificación de las diferentes unidades florísticas, se identifican especies endémicas amenazadas o en peligro crítico y de importancia, económica, ecológica y cultural.
	FAUNA TERRESTRE	2	Composición de las poblaciones de fauna (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos)	Caracterización de los principales grupos faunísticos asociados a las coberturas vegetales y usos del suelo en la zona de estudio, determinando su importancia en el contexto regional y a nivel ecológico y económico, se identifican especies endémicas amenazadas o en peligro crítico.
	FAUNA ACUÁTICA	4	Composición de las poblaciones de fauna acuática	Descripción de los diferentes cuerpos de agua lóticos en el área de influencia directa del proyecto. Descripción de las comunidades acuáticas asociadas a estos cuerpos de agua (fitoperifiton, macroinvertebrados acuáticos, peces, ictioplancton) diversidad y distribución.
SOCIOECONOMICA	CULTURAL	2	Manifestaciones culturales	Expresiones realizadas por el hombre en forma material o espiritual como la danza, el canto, inclinaciones religiosas.
			Patrimonio arqueológico	Potencial del sitio por sus características arqueológicas, históricas, culturales.
	ESPACIAL	3	Infraestructura de transporte y medios de comunicación	Descripción de las condiciones operativas de los medios de transporte y de los diferentes medios de participación comunicativas presentes en las localidades que interviene el proyecto.
			Servicios públicos y sociales	Equipamientos y recursos para la satisfacción de necesidades básicas colectivas (educación, salud, acueducto, alcantarillado, energía, teléfono) en una zona determinada.
	DEMOGRÁFICO	2	Dinámica poblacional	Perspectivas de cambio en las variables poblacionales que inciden en las políticas de desarrollo y en la prestación de servicios básicos a la población (Políticas regionales, públicas, etc)
	ECONÓMICO	2	Economía local	Demanda de bienes y servicios y creación de nuevos negocios
Actividades productivas			Acciones que realiza el hombre para obtener, transformar e intercambiar los recursos que ofrece la naturaleza, inscritos en los sectores primario, secundario y/o terciario de la economía.	

Dimensión	Componente	Calidad Ambiental	Elemento	Descripción
			Propiedad (tenencia de la tierra)	Relación definida jurídicamente entre un individuo o un grupo y la tierra.
	POLÍTICO ADMINISTRATIVO	1	Presencia institucional	Tipo y número de entidades del orden público presentes en el área de estudio.
			Organización comunitaria	Asociación entre actores sociales de la sociedad civil para fortalecer el ejercicio ciudadano y el desarrollo humano y para articular e implementar respuestas a sus necesidades colectivas.
			Conflicto de intereses	Conflicto en las relaciones entre diferentes actores presentes en la zona de influencia y el proyecto

Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2000, 2009, 2013.

En general se tiene en promedio, una calidad ambiental media en la zona de interés. El medio abiótico se ve claramente afectado el componente correspondiente aguas superficiales, ya que en la región existe una alta demanda del recurso en relación a la oferta actual del mismo, manifestándose en el aprovechamiento del recurso en fines domésticos, seguido del acuícola, agrícola y pecuario para finalmente, encontrarse el uso de recreación como el último en orden de importancia. Adicionalmente el uso y demanda de acueductos veredales; lo cual se traduce en una disminución en la disponibilidad del recurso, generando restricciones de uso en algunas épocas del año. Para la zona de interés, se encuentra que las cuencas Yerbabuena y Cascada presentan un índice de escases Bajo (menor del 10%) razón por la cual en estas actualmente no se experimentan presiones importantes sobre la disponibilidad en términos de cantidad del recurso hídrico. Por otra parte las cuencas Santa Elena y Yarumal presentan un índice de escases Moderado (entre el 10% y el 20%), de tal forma que en estas la disponibilidad de agua puede llegar a ser un factor limitador del desarrollo, así mismo en las cuencas abastecedoras de los acueductos Aguas del mirador, Asuasi (La Mina), Asuasi (La Negra 1), Asuasi (La Negra 2) y Las Flores debido a que presentan un índice de escases Alto (Mayor del 40%), es posible afirmar que en estas existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico, lo cual denota una marcada presión sobre la oferta y la demanda de este recurso, razón por la cual se presentan racionamientos en esta zona durante época de verano.

En este medio también se encuentra una afectación media de los componentes edáfico, geológico y geomorfológico, ya que es evidente la intervención antrópica presente en la región que ha conllevado a alteraciones de la cobertura vegetal propia de la zona, esto derivado de los procesos de parcelación y extracción artesanal de madera que generan deforestación y por ende fragmentación boscosa, que sumado a los procesos naturales de remociones en masa presentes en la zona de estudio, favorecen la presentación de procesos erosivos y de cambios en la morfología del terreno.

El mayor deterioro de la calidad ambiental se encuentra en el medio biótico, en los componentes de flora y fauna acuática. La pérdida de cobertura vegetal como consecuencia de las actividades extractivas de madera, principalmente de plantaciones forestales (eucaliptos,

pinos y ciprés), ejecutadas sin control y posiblemente desconociendo que esta actividad se encuentra restringida en la zona del Depósito Seminario, por encontrarse denominada como área de conservación no productiva. En el sector de la parte alta de la quebrada Santa Elena que hace parte de la Reserva Forestal Protectora del Río Nare, se presentan tres canteras, de las cuales se extraen materiales de construcción y en las que puede evidenciarse el suelo desprotegido susceptible a la erosión. En esta zona el uso recomendado es protector forestal, observándose una baja cobertura natural.

La presencia (abundancia) de organismos de la biota acuática está directamente relacionada con el estado, calidad y cantidad de agua superficial disponible en la zona. Debido a los continuos aprovechamientos del recurso hídrico, muchas veces de forma no controlada (desvío de corrientes naturales, para aprovechamientos piscícolas) ha generado pérdida de hábitats, que en el transcurso de los últimos 10 años, puntualmente se evaluaron estos sistemas que son objeto de actividades de explotación piscícola, observando la disminución en riqueza y diversidad de organismos acuáticos.

El medio socioeconómico, es el que mejor calidad ambiental presenta, afectado en su distribución espacial por el proceso de “nueva migración” presentado en los últimos años, con el crecimiento de la ciudad y la cercanía, la composición de la población ha cambiado producto de una dinámica de personas que se desplazan de la ciudad al campo, buscando lugares tranquilos y naturales donde vivir, al punto que muchos de ellos no son campesinos sino pobladores urbanos que tienen en Santa Elena su lugar dormitorio o de segunda residencia y muchos de los campesinos tradicionales ahora están ligados a labores urbanas¹.

Para el caso de Santa Elena, se puede definir como la constante ocupación del suelo con parcelaciones, en su mayoría, destinadas al uso recreativo, lo que ha generado, por consiguiente, el incremento invariable en el valor de la tierra que conllevan, a su vez, a la desaparición progresiva de la cultura campesina minifundista, al emplazamiento de la agricultura por actividades económicas y productivas asociadas con el sector urbano, dada la cercanía con el municipio de Medellín, el Aeropuerto Internacional de Rionegro y la Autopista Medellín–Bogotá, pero que también generan grandes demandas de servicios ambientales, de infraestructura vial y de equipamiento, demandas que en la mayoría de los casos poco se compensan ya que sus hábitos de consumo de bienes y servicios están ligados a las grandes superficies ubicadas en el centro de la ciudad.

¹ PEOC, 2010, pág. 1037

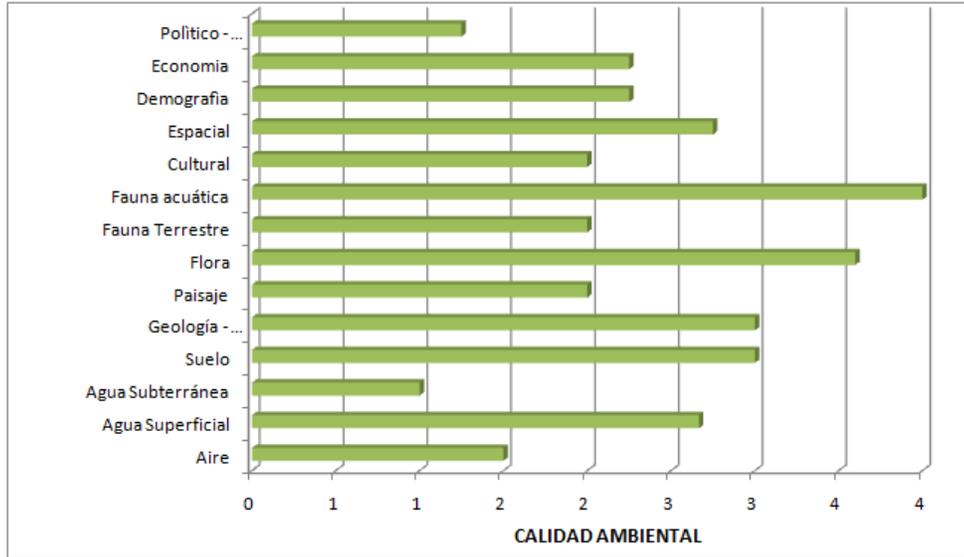


Figura 5-1 - Calidad Ambiental del Área de Influencia Directa e Indirecta del proyecto”
Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2013.

Nota:

1 = Calidad Ambiental Alta; 5 = Calidad Ambiental Muy Baja

Esta calidad ambiental resume el estado inicial (antes del proyecto) de los diferentes componentes que constituyen las características ambientales del AII y el AID. A partir de esta calidad inicial se analiza a continuación cuál sería la tendencia ambiental en el caso de que no se realizara el proyecto Túnel de Aburrá – Oriente es decir en un escenario “sin proyecto”.

La calidad ambiental descrita, será igualmente el punto de partida para el análisis del escenario “con proyecto” que evalúa la tendencia de la calidad ambiental que se espera con la construcción y puesta en marcha del proyecto.

5.4.2 Identificación y Evaluación de Impactos “Sin Proyecto”

Para identificar y valorar los impactos ambientales y por tanto su tendencia ambiental, en un escenario “sin proyecto” es preciso primero identificar y describir las actividades, tanto en el cómo y en dónde ocurren, en el área de influencia del proyecto, bien desarrolladas por las comunidades asentadas en ésta o bien por los proyectos que existen en el área, por lo tanto en el numeral siguiente se realiza una descripción de dichas actividades.

5.4.2.1 Descripción de las actividades:

A partir del conocimiento obtenido de las investigaciones desarrolladas para la caracterización del área de influencia del proyecto, se definieron las principales actividades que actualmente se vienen desarrollando en la zona, y que son relevantes para la definición del estado actual en cada una de las dimensiones abiótica, biótica, socioeconómica y cultural y de sus tendencias en el área de influencia del proyecto.

A continuación se presentan estas actividades:

Tabla 5-2 - Resumen de las actividades ejecutadas actualmente (Sin proyecto) en el AID

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	VEREDA	USO DEL AGUA
Plantaciones comerciales	Principalmente de ciprés y eucalipto	Las Palmas	
Piscicultura	Cultivo de truchas para la venta	Media luna	Quebrada Bocaná
Ganadería de leche	Genética animal, todo lo que se produce se vende	Santa Elena, La Quiebra	Quebradas de Paysandú, afluente a La Salazar
Porcicultura	Genética animal, venta de crías	La Quiebra	Afluentes a La Salazar
Agricultura	Principalmente mosaicos de cultivos papa, frijol, maíz, aguacate, tomate de árbol. El cultivo de café solo se da a pequeña escala en las veredas Media Luna y Las Palmas	Todas	Riegan cuando el tiempo está muy seco, diversas fuentes
Agroindustria	Flores y champiñones, para la venta.	Santa Elena, El Cerro, La Quiebra, Yarumal	Santa Elena, afluente a La Salazar
Comercio	Bienes y servicios	Todas	Acueductos y captaciones
Avicultura	Pollos y aves ponedoras	Media luna, La Quiebra	Fuentes alternas, Bocaná
Ecoturismo	Bienes y servicios	Santa Elena, El Cerro, La Quiebra	Captaciones y acueductos
Organizaciones sociales (Actividades artesanales, silletería, eventos religiosos, recorridos por caminos históricos y senderos ecológicos, organizaciones ambientales y Juntas administradoras de acueducto)	Bienes y servicios	Todas*	Acueductos
Movilidad	Bienes y servicios	Todas	Acueductos y captaciones

Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2009 y 2013.

* En las palmas se desarrollan actividades de senderismo y caminatas de tipo ecológico. Las actividades sociales mencionadas se desarrollan en todas las veredas, solo que algunas presentan más actividades que en otras y la intensidad de su desarrollo es variable.

5.4.2.2 Identificación y evaluación de impactos en el escenario “sin proyecto”:

Se identificaron los impactos que las actividades arriba descritas y otras de menor impacto, ocasionan sobre cada uno de los siguientes elementos medioambientales considerados, con el fin de definir la tendencia de la calidad ambiental del Área de Influencia del proyecto de continuar los procesos actuales, sin el proyecto vial:

En la Tabla 5-3, inicialmente se identificó el tipo de interacción existente entre las actividades y los componentes, según la naturaleza de los impactos que éstas generan (negativos o positivos) (ver **Anexo 4.2**).

Tabla 5-3 - Matriz de identificación de impactos "Sin Proyecto"

Matriz de identificación de impactos en el escenario "sin proyecto" Concesión Túnel de Aburrá - Oriente														
Medio	Componente	Proyección	Plantaciones comerciales	Piscicultura	Ganadería de leche	Porcicultura	Agricultura	Agroindustria	Comercio	Avicultura	Ecoturismo	Organizaciones sociales	Movilidad	
Abiótico	Aire	Incremento de la concentración de material particulado	(+)										(-)	
		Incremento en la concentración de gases contaminantes			(-)	(-)	(-)							(-)
		Incremento en los niveles normales de presión sonora										(-)		(-)
	Agua Superficial	Deterioro de la calidad del agua superficial	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
		Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
		Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales		(-)										
	Agua Subterránea	Deterioro en la calidad del agua subterránea	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)				(-)			
		Alteraciones del nivel freático												
		Alteraciones en la capacidad de los acuíferos												
		Alteración en la disponibilidad de aguas subterráneas												
	Suelo	Cambio en las propiedades físico químicas del suelo	(-)		(-)		(-)							
		Activación de procesos erosivos	(-)		(-)		(-)							
		Cambio en el uso del suelo	(-)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
	Geología - Geomorfología	Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local												
Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)		(-)		(-)		(-)								
Paisaje	Alteración de la calidad visual del paisaje	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
Biótico	Flora	Pérdida de la cobertura vegetal protectora	(-)				(-)	(-)						
		Afectación de la cobertura y usos del suelo	(-)		(-)		(-)	(-)						
		Alteraciones en la composición florística	(-)				(-)	(-)						
		Alteraciones en la dinámica sucesional	(-)		(-)		(-)	(-)						
		Afectación de la disponibilidad del recurso natural (servicios ecosistémicos)	(-)		(-)		(-)	(-)						
	Fauna Terrestre	Cambio en la riqueza y abundancia de especies faunísticas	(-)				(-)							
		Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística	(-)				(-)							
	Fauna acuática	Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	(-)											
		Cambio en la composición y estructura de las comunidades microbiológicas		(-)										
Socioeconómico	Cultural	Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales									(-)			
		Afectación al patrimonio cultural inmueble												
		Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos												
	Espacial	Afectación directa de redes de servicios públicos, accesos privados, servidumbres y veredas										(-)		
		Reducción en los tiempos de desplazamiento para carga y pasajeros												
		Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos								(-)		(-)		
	Demografía	Inducción de procesos migratorios										(-)		
		Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores								(-)		(-)		
		Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial								(-)		(-)		
		Generación de problemas de salud pública												
	Economía	Cambio en las actividades productivas tradicionales										(-)		
		Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía												
		Generación de empleo formal (cualificación laboral, inserción en el sistema de protección social)												
	Político Administrativo	Dinamización de la economía local (demanda de bienes y servicios y creación de nuevos negocios)								(+)		(+)		
Cambios en las relaciones entre organizaciones y comunidades														
Cambio en las formas de organización de las comunidades (surgimiento de nuevos líderes)											(+)			
Conflictos socio ambientales											(-)			
Perturbación de la seguridad pública											(-)			

Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2013.

*Se incluyen los mismos impactos en la matrices con y sin proyecto con el fin de realizar un ejercicio comparativo, sin embargo algunos de ellos no aplican en los dos escenarios y por ello no son valorados.

Con los impactos ambientales identificados se construyó una matriz para la evaluación mediante atributos, de acuerdo con la metodología referida al inicio de este componente. A continuación se presenta el análisis de esta información por componentes ambientales:

Tabla 5-4 - Matriz de identificación de impactos "Sin Proyecto" – Medio Abiótico

MEDIO ABIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
GEOLOGÍA	Geomorfología	El corredor del proyecto inicia en el Valle de Aburrá, sobre la ladera suroriental de la ciudad en vertientes suaves con algunos descansos por depósitos. Pasa a la ladera centro oriental de la ciudad a través de un pequeño túnel, sigue el flanco izquierdo de la quebrada Santa Elena con pendientes suaves que paulatinamente se empinan hasta llegar a ser escarpadas. A partir de allí y en medio del macizo rocoso oriental se llega hasta el sector de Sajonia, en medio de una superficie de erosión (colinas suaves y topografía ondulada)	El proceso de ocupación antrópica generará nuevos procesos erosivos y una variación de los caudales en las corrientes. Adicionalmente la explotación maderera se extenderá en la vertiente. El paisaje como sistema no cambiará en su conformación, solo se incrementará las tasas de erosión por intervención antrópica.
	Geotecnia	Actualmente en el corredor vial no existen obras de infraestructura de importancia, solo pequeños asentamientos y carretables que siguen la topografía.	La evolución geotécnica de las vertientes estará relacionada con eventuales fenómenos locales de remoción en masa, naturales para las pendientes de estas laderas. En el caso de ejecutarse desarrollos urbanísticos en los sectores de Quinta Linda Alta y Lotes de Bolivariana se generarán importantes taludes de corte, vías y alteraciones en el régimen de aguas.
AGUA	Calidad del agua superficial	La gran intervención antrópica genera gran presión sobre el recurso hídrico, sobre las fuentes de agua superficiales y subterráneas y así mismo sobre su calidad; sufriendo alteraciones a causa de la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias tóxicas que provienen de diversas fuentes.	Es posible que exista un aumento de la población, la cual genere aún más presión sobre los recursos naturales entre ellos el agua deteriorándose más su calidad.

MEDIO ABIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
	Calidad del agua subterránea	En la zona de influencia del proyecto no existen reportes de aprovechamientos de aguas subterráneas, en coincidencia con las condiciones geológicas adversas para el establecimiento de acuíferos explotables. En cuanto a las corrientes superficiales, estas son aprovechadas masivamente para acueductos particulares, veredales y el riego de cultivos	El crecimiento demográfico normal de las comunidades asentadas en el corredor obligará al aumento del caudal requerido de las corrientes superficiales, llegando incluso al límite disponible en el mediano plazo. Las aguas subterráneas no sufrirán alteración alguna, por lo ya descrito (condiciones geológicas inadecuadas)
	Disponibilidad de aguas superficiales	La gran intervención antrópica genera gran presión sobre el recurso hídrico, sobre las fuentes de agua superficial y así mismo sobre su calidad; sufriendo alteraciones a causa de la contaminación por materia orgánica, por nutrientes y por una gran variedad de sustancias tóxicas que provienen de diversas fuentes.	Es posible que exista un aumento de la población, la cual genere aún más presión sobre los recursos naturales entre ellos el agua deteriorándose más su calidad.
	Disponibilidad de aguas subterráneas	Actualmente las fuentes de agua subterránea no presentan un nivel considerable de intervención, esto se relaciona directamente con una buena calidad de agua de los acuíferos presentes en la zona.	Debido a la alta demanda que presenta el recurso es posible que exista la necesidad de suplir dicha necesidad con las fuentes de agua subterráneas disponibles en la zona lo cual se verá reflejado en la alteración de la disponibilidad y calidad de este recurso.
	Dinámica de las corrientes superficiales	Los cauces presentes en el área de estudio se caracterizan por presentar una baja intervención antrópica, unas escasas llanuras de inundación, unos valles encañonados y en ellos afloramientos de roca, que impiden erosiones fuertes.	La alta intervención antrópica, las construcciones y rectificación de los cauces, así como las alteraciones en los drenajes naturales y en los sistemas de escorrentía, o los transvases de cauces y alteraciones en las laderas producto del incremento en las construcciones, pueden potencializar los cambios en la dinámica de las corrientes superficiales.

MEDIO ABIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
	Dinámica de las corrientes subterráneas	Actualmente las alteraciones en la dinámica de aguas subterráneas en el área de estudio se presentan como un efecto secundario de los procesos de recarga hídrica que se vean desencadenados por alteraciones en las coberturas vegetales y las condiciones físico químicas del suelo, lo cual no presenta en este momento un marcado nivel de intervención.	La constante intervención antrópica de las coberturas vegetales, los cambios en las condiciones de filtración de los suelos y la creciente demanda del recurso hídrico, pueden llegar a desencadenar alteraciones en la dinámica natural de las corrientes subterráneas, por alteración de los patrones de recarga.
AIRE	Calidad del aire	Las altas concentraciones de material particulado en suspensión en el Valle de Aburrá son atribuibles a la combinación de factores climáticos, tráfico vehicular y ciclos productivos industriales. Adicionalmente se deben considerar las características de circulación de aire en el valle, las cuales no favorecen los procesos de dispersión de emisiones. El Valle de San Nicolás posee unas condiciones de calidad del aire buena, las cuales se ven favorecidas por la topografía de la región, las condiciones climáticas y los procesos de dispersión atmosféricos.	La tendencia para el valle de San Nicolás y el Valle de Aburrá es que los procesos industriales de gran escala crezcan y el flujo vehicular se incremente causando condiciones inadecuadas en los niveles de contaminación del aire, ruido y además de circulación y movilización.
	Niveles de presión sonora	Los niveles de presión sonora en el valle de Aburrá y San Nicolás se atribuyen al tráfico vehicular y a la operación de las grandes industrias principalmente, estando el Valle de San Nicolás en mejores condiciones que el Valle de Aburrá.	La tendencia para el Valle de San Nicolás y el Valle de Aburrá es que los procesos industriales de gran escala crezcan y el flujo vehicular se incremente causando condiciones inadecuadas en los niveles de contaminación del aire, ruido y además de circulación y movilización.
SUELO	Propiedades químicas y físicas	Por las Asociaciones existentes en la zona del proyecto, se puede indicar que en general los suelos presentan una fertilidad de baja a muy baja con algunas excepciones en el altiplano de Santa Elena	La dinámica de los nutrientes en el suelo (propiedades químicas) y la textura y estructura (propiedades físicas), se ve afectada en proporción directa a la actividad del suelo,

MEDIO ABIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>Asociación Rionegro (RN) efecto de la intervención del hombre (altas fertilizaciones orgánicas). Reacción ligera a muy fuertemente ácida, muy alta a muy baja la capacidad de intercambio catiónico; bases totales bajas a muy bajas, saturación de media a muy baja; bajos en fósforo; el carbón orgánico decrece regularmente de muy alto a muy bajo y tienen concentraciones de aluminio relativamente altas. Son moderadamente profundos a profundos, limitados por el nivel freático y ligera toxicidad de las plantas por aluminio. En cuanto a la textura, esta es muy diversa, se encuentran suelos con texturas pesadas (Acceso Occidental), hasta francos en sectores del altiplano de Santa Elena (con contenidos proporcionales de arena, limo y arcilla). Muy localizados y principalmente en el altiplano de Santa Elena, se dan suelos con capas profundas (1m) de cenizas volcánicas; esto da como resultado, suelos con una muy buena estructura.</p>	<p>actividad representada bajo diferentes acciones tales como: mecanización y/o laboreo agropecuario del suelo, pastoreo, riego, drenaje, conservación y en general el cambio en el uso del suelo. De las anteriores actividades, el sistema productivo de Bosque, ya sea plantado y/o natural es el predominante en las zonas de influencia del proyecto de Conexión Vial Aburrá - Oriente, seguido del pastoreo. El uso del suelo en Bosque, permite la conservación de éste y se podría llegar a alcanzar un reciclaje natural de los nutrientes permitiendo mínimamente la conservación de la fertilidad, llámese esta física, química u orgánica.</p>
	Procesos erosivos	<p>En la Asociación Guadua (GD) se presenta erosión por escurrimiento difuso, terracetos y patas de vaca, además de pequeños movimientos en masa localizados; en el área de influencia del proyecto la erosión varía entre ligera y moderada. En la Asociación Rionegro (RN) y específicamente en el área de influencia del proyecto no se evidencia erosión. En la Asociación Tequendamita (TE) el grado de erosión en el área de influencia del proyecto varía entre ligero y moderado.</p>	<p>La tendencia de los procesos erosivos del suelo en las zonas de influencia directa e indirecta del proyecto Conexión Vial Aburrá - Oriente, se proyecta hacia la estabilización, consecuencia directa de la zonificación dada por el municipio de Medellín, aunada a los proyectos pasados (Plan Laderas) y proyectos actuales y futuros (Parque Arvi), que promueven el establecimiento y conservación de las zonas de Bosque ya sea éste natural y/o plantado.</p>

MEDIO ABIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		Finalmente, en la Asociación Niquia (NQ) el grado de erosión en el área de influencia del proyecto es severo.	Sin embargo, los continuos procesos de parcelación en el área rural, alteran la cobertura natural presente en la zona y contribuyen en el proceso de erosión superficial.
	Uso del suelo	<p>La condición actual de uso del suelo y/o cobertura vegetal del área de influencia directa e indirecta del proyecto está principalmente bajo Bosque plantado (30%). Le siguen en orden descendente los siguientes usos: "Pastos limpios" y "Bosque natural Fragmentado", ocupando entre estos dos, otro 30%. Entre Mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales existe un área de 269.66 hectáreas (21% aproximadamente). Los territorios Artificializados ocupan un 12% aproximadamente dentro del área total, estos clasificados como: tejido urbano continuo, tejido urbano discontinuo, zonas industriales, zonas comerciales, redes de comunicación, instalaciones recreativas, fincas de recreo y parcelaciones.</p> <p>En pastos arbolados y pastos enmalezados hay un 6% aproximadamente dentro del total.</p> <p>En cultivos permanentes solo hay 12.3 hectáreas (0.8%) y finalmente como "tierras desnudas o degradadas" solo hay 6.32 hectáreas, que representa solo un 0.4% del total de usos del suelo en el territorio.</p>	<p>Al igual que con los anteriores elementos, la condición de uso del suelo en las zonas de influencia del proyecto, tienden hacia el establecimiento de Bosques, ya sea estos plantados, regeneraciones naturales (sucesión), y/o sistemas de producción-protección; y hacia la expansión urbana (tejido Urbano continuo) y/o suburbana (Tejido Urbano discontinuo).</p> <p>La expansión de las actividades económicas y el grado de conectividad, cada vez mayor entre el Valle de aburra y el Valle de San Nicolás, propiciará así mismo, la expansión de los territorios Artificializados (zonas urbanizadas, zonas industriales y/o comerciales, fincas de recreo, parcelaciones, etc) hacia el Oriente.</p>
PAISAJE	Calidad visual	El proyecto se localiza en la cordillera central entre el valle de Aburrá y el altiplano de San Nicolás, con alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre 1.760 (sector Baltimore) y 2.180 msnm. (Portal oriental Túnel Santa	El paisaje tiende a artificializarse incrementándose el tejido urbano que incluye: instalaciones recreativas, fincas de recreo, parcelaciones, conjuntos residenciales y zonas verdes.

MEDIO ABIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>Elena).</p> <p>Una visión local del territorio nos muestra un paisaje que inicia en la parte baja de la cuchilla del Seminario Conciliar de Medellín cuya matriz principal la domina un tejido urbano discontinuo, pastos y bosque plantado. Dando un giro hacia el oriente y parte media de la vertiente, el paisaje lo dominan laderas suaves a moderadas y lomos de tope redondeados, con una cobertura dominante de bosque plantado. Se transcurre luego hacia la vertiente de la quebrada Santa Elena, en un tramo caracterizado por varias corrientes de agua importantes, con lomos de topes estrechos y flancos irregulares de inclinación moderada a localmente empinada, con coberturas dominadas principalmente por bosque en la margen derecha y tejido urbano en la izquierda. Se termina el paisaje (Portal occidental Túnel Santa Elena) en un escarpe abrupto. Finalmente, después de internarse el proyecto en dicho túnel, reaparece el paisaje en el altiplano del oriente antioqueño, despejándose un panorama cuya matriz diversa nos da un ambiente húmedo en un territorio más artificializado y un mosaico de áreas agrícolas y semi naturales.</p>	

Tabla 5-5 - Matriz de identificación de impactos "Sin Proyecto" – Medio Biótico

MEDIO BIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
ECOSISTEMAS TERRESTRES	Cobertura vegetal (Flora)	De acuerdo con la composición y distribución de las coberturas en el área de estudio, la cobertura predominante es la plantación	El funcionamiento del Parque Regional Arví, continuará fomentando la conservación de zonas estratégicas de ésta

MEDIO BIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>forestal con un área de 31% aproximadamente, seguida por la cobertura de pastos con un 21% y luego por Bosques naturales fragmentados con un 14%. Sumado a esto las zonas artificializadas representadas por un 11% del área total demuestran las condiciones antrópicas tan marcadas que existen en la zona.</p> <p>Se propone entonces que existe una serie de factores antrópicos perturbadores de la vegetación, que determinan su desarrollo entre los cuales se pueden identificar:</p> <p>Pastoreo: actividad frecuente con ganado que por efecto del ramoneo reducen la regeneración natural.</p> <p>Tala y Leñateo: apertura de potreros y extracción selectiva de especies para uso doméstico como madera para construcciones domésticas, leña y para producción de carbón vegetal.</p> <p>Cultivos: es una de las actividades económicas más importantes de la zona.</p> <p>Crecimiento del tejido urbano: la zona de estudio se encuentra muy cercana a zonas urbanizadas por lo que este perímetro se extiende cada vez más.</p> <p>En relación con la extensión y continuidad de las coberturas se considera muy baja debido a la fragmentación tan marcada que existe en la zona, sin embargo existen pequeños corredores como la vegetación de la quebrada La Espadera que propician la conexión de las</p>	<p>área de la región, lo cual traerá consigo la continuidad de las coberturas vegetales que hacen parte del parque. El aumento de parcelaciones y zonas recreativas, como de la densidad poblacional fragmentarán aún más la vegetación natural que aún permanece en la zona.</p> <p>A causa de la tala selectiva de especies para madera de construcción, leña o carbón, se generarán fragmentos de vegetación muy aislados que deteriorarán la dinámica de las comunidades y las poblaciones vegetales.</p>

MEDIO BIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		manchas de Rastrojos y Bosques, como el de La Aguadita, lo cual permitiría teóricamente el flujo de organismos de flora y fauna, ofreciendo mayores posibilidades de dispersión y por tanto de sobrevivencia.	
	Composición de las poblaciones de fauna (Anfibios, reptiles, aves y mamíferos)	Debido a la fragmentación tan marcada en el área de estudio las poblaciones de fauna terrestre presente son principalmente especies generalistas que presentan amplia distribución, típicas de bosques secundarios y sitios más abiertos como rastrojos medios y bajos, capaces de tolerar la perturbación del hábitat. También se reportan algunas especies endémicas o poco frecuentes en el valle del Aburrá. La presencia de estas especies hace suponer la existencia de parches de bosque poco alterados en algunos sectores del área de estudio muy posiblemente los correspondientes a la Quebrada La Espadera y el bosque de La Aguadita.	El aumento de parcelaciones y zonas recreativas, fragmentarán aún más la vegetación natural que aún permanece en la zona. Por esta razón las poblaciones de fauna terrestre tienden a reducirse en cuanto a su diversidad y tamaño poblacional.
ECOSISTEMAS ACUATICOS	Composición de las poblaciones de fauna acuática	Las poblaciones de fitoperifiton, macroinvertebrados y peces, están compuestas por especies de amplia distribución en el Oriente de Antioquia, con tamaños poblacionales y diversidades medias. En el caso de los peces no hay presencia de especies migratorias. La mayoría de los ambientes acuáticos ocupados por las especies dentro del área de influencia del proyecto presentan una perturbación Media-Alta debido al alto grado de intervención de las zonas aledañas asociadas a áreas de potreros, plantaciones, fincas de	Las tendencias de las poblaciones de fitoperifiton, macroinvertebrados y peces, sería una disminución paulatina en el número de especies por tanto la diversidad y tamaño de las poblaciones, lo cual estaría asociado a la perturbación continua de los ecosistemas terrestres y acuáticos debido a las actividades antrópicas propias de la zona asociadas principalmente a agricultura, ganadería, zonas de recreo y floricultivos especialmente.

MEDIO BIÓTICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>recreo entre otras, dichos factores determinan una baja disponibilidad de recursos aloctonos para la especie, sumado a lo anterior el alto grado de intervención también puede estar asociado a la entrada de agroquímicos provenientes de áreas de cultivo especialmente de flores.</p> <p>Otro factor que afecta las poblaciones hidrobiológicas (especialmente la ictiofauna) es la falta de conectividad entre ecosistemas, por lo cual cuando son construidas obras civiles afectan en gran magnitud las poblaciones ya que se pueden presentar aislamientos o desaparición de las mismas, sin embargo debe tenerse en cuenta que actualmente las poblaciones están bastante deterioradas.</p>	

Tabla 5-6 - Matriz de identificación de impactos "Sin Proyecto" – Medio Socioeconómico

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
DEMOGRÁFICO	Dinámica poblacional	<p>El área de influencia directa local está conformada por 3.534 personas equitativamente distribuidas entre mujeres y hombres. De las veredas ubicadas en esta área de influencia, se encuentra que la vereda Yarumal es la que concentra mayor número de pobladores (762). La composición poblacional muestra que el 72% se encuentra en edad económicamente activa (15 a 65 años). El área de influencia directa puntual está conformada por 133 habitantes, presentando un incremento muy ligero de</p>	<p>En el corregimiento de Santa Elena se presentan un mayor número de parcelaciones, especialmente en la vereda Media Luna, lo cual incrementa los niveles de población nueva que llega a ocupar el lugar.</p> <p>Rionegro presenta un aumento constante de la población foránea debido al desarrollo de la región y su cercanía con el Valle de Aburrá, lo cual facilita las relaciones de intercambio con el Valle San Nicolás.</p> <p>La vereda San Ignacio: del municipio de Guarne, es la</p>

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>mujeres (50,3%) sobre los hombres (49,7%), con relación al área de influencia directa local. El porcentaje de población económicamente activa es cercano al del área local, con 67%.</p>	<p>que tiene menor número de pobladores respecto a los demás sectores del proyecto, los cuales están en permanente intercambio con el corregimiento de Santa Elena y el Municipio de Rionegro debido a su proximidad.</p>
ESPACIAL	Infraestructura de transporte y medios de comunicación	<p>Aunque existe amplio cubrimiento de transporte público interveredal (en especial en el corregimiento Santa Elena) y vías primarias de calidad, tales como las vías de Las Palmas y la antigua vía a Rionegro, éstas se ven afectadas eventualmente por amenazas geológicas (fallas, deslizamientos).</p> <p>Adicionalmente, la vereda San Ignacio (Guarne), con fácil acceso a veredas de Santa Elena y al área urbana de Medellín, tiene un acceso limitado a su cabecera municipal y hacia Rionegro por motivo de peajes cercanos al Aeropuerto.</p> <p>En cuanto a medios de comunicación, la cercanía a centros urbanos como Medellín y Rionegro, les permite acceder de forma constante y de buena calidad a cualquier forma de comunicación.</p>	<p>La consolidación comercial y empresarial del municipio de Rionegro en su proceso de expansión tiene incidencia en el mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura de transporte y los medios de comunicación. Así mismo la tendencia de incremento poblacional que busca habitar en zonas rurales cercanas a la ciudad atrae a personas que poseen medios de transporte particulares y requieren vías de tránsito aptas y un sistema de transporte que preste el servicio en una zona extendida de manera permanente.</p>
	Servicios públicos y sociales	<p>En el área de influencia directa local el servicio de energía eléctrica es el que presenta mayor cobertura en todas las veredas, con un cubrimiento para todas las veredas de un 98%, seguido por el de telefonía, entre un 65 y 79%.</p> <p>En cuanto al servicio de alcantarillado, se observa que la cobertura oscila entre 0% y</p>	<p>Se presenta aumento de la cobertura en energía y conexión al servicio telefónico, los temas de mayor urgencia con respecto a los servicios públicos son la disponibilidad de las viviendas para acceder al alcantarillado y al acueducto, ya que se</p>

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>25%. De otro lado el servicio de acueducto, en Santa Elena hay un cubrimiento del 89%, valor asociado a los acueductos veredales, mientras en la veredas del municipio de Rionegro es de 65% y en San Ignacio es de 51%. El servicio público de menor acceso es el gas domiciliario, con menos de 1% de cobertura.</p> <p>En relación con los servicios sociales, se puede observar una amplia cobertura en educación, especialmente en las veredas de Yarumal y el sector central de Santa Elena. El servicio de salud se convierte en una de las ventajas competitivas de la zona de influencia del proyecto, teniendo en cuenta la cercanía a centros urbanos como Medellín y Rionegro, este último con la construcción actual de uno de los mejores hospitales del país, con servicios de cuarto nivel de complejidad.</p> <p>En torno a la vivienda se puede observar que las condiciones generales son adecuadas. No se presentan índices de hacinamiento crítico, debido a que existe una cantidad importante de predios de uso recreativo y las áreas de las viviendas son amplias, lo que disminuye este fenómeno.</p>	<p>presentan como los servicios a los que menos accede la población de las veredas de la zona de influencia directa local.</p> <p>El Municipio de Rionegro se consolida como un polo de desarrollo en la prestación y dotación de bienes y servicios entre ellos la salud, con el fortalecimiento de las redes de atención en infraestructura y oferta de servicios en atención especializada.</p> <p>En los últimos años, con el crecimiento de la ciudad y la cercanía, la composición de la población ha cambiado producto de una dinámica de “nueva migración” de personas que se desplazan de la ciudad al campo, pero que también generan grandes demandas de servicios ambientales, de infraestructura vial y de equipamiento, demandas que en la mayoría de los casos poco se compensan ya que sus hábitos de consumo de bienes y servicios están ligados a las grandes superficies ubicadas en el centro de la ciudad</p>
ECONÓMICO	Dinamización de la economía local	<p>La actividad agrícola está cediendo a la alta presión de la construcción de parcelaciones y viviendas campestres, de tal manera que las áreas dedicadas a la producción agropecuaria son cada vez menores y pierden importancia frente a</p>	<p>Desaparición progresiva de la cultura campesina minifundista, al emplazamiento de la agricultura por actividades económicas y productivas asociadas con el sector urbano, dada la cercanía</p>

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>otros usos del suelo.</p> <p>La actividad económica de Montevivo se relaciona con el ecoturismo, turismo de aventura, alojamiento y programas ecoculturales.</p> <p>Otro sector representativo en la economía del Valle de San Nicolás, es la agroindustria, materializada en dos plantas de producción avícola y los floricultivos altamente tecnificados en modalidad de invernadero, característicos de la zona y una fuente de empleo. La agricultura es un renglón importante para la economía de la región, varios municipios del altiplano mediante la producción minifundista, son despensas agrícolas del país, desde acá sale gran cantidad de alimentos con destino especialmente hacia la Costa Atlántica.</p> <p>El “ecoturismo” y el “agroturismo” son dos de las más importantes variantes del turismo que se vienen promoviendo en la actualidad, por lo cual las comunidades de este sector reconocen ampliamente las condiciones que presenta esta área rural que comprende el Corregimiento de Santa Elena y las veredas del sector Sajonia pertenecientes a los municipios de Guarne y Rionegro.</p>	<p>con el municipio de Medellín, el Aeropuerto Internacional de Rionegro y la Autopista Medellín-Bogotá.</p>
	Actividades productivas	Las actividades económicas desarrolladas en la zona de influencia del proyecto pertenecen en un gran	En la región se percibe un aumento en el sector de la agroindustria conformado por dos plantas, la avícola y

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>porcentaje al sector agropecuario, seguido del sector de comercio y servicios y la industria, tanto en el Valle de San Nicolás como en el Valle de Aburrá. La mayordomía tiene participación dentro de las actividades productivas que generan ingresos a familias ubicadas en la zona de influencia y que a su vez ejercen actividades agropecuarias.</p>	<p>los floricultivos que son fuente generadora de empleo para la población económicamente activa. La agricultura es generadora de ingresos, toda vez que en el área local como regional son comercializados gran cantidad de alimentos.</p>
	Propiedad (tenencia de la tierra)	<p>La tenencia de la tierra en la zona de influencia del proyecto se caracteriza por ser propia jurídicamente, pero no habitada por su propietario en todos los casos, toda vez que el mayordomo es quien habita y ejerce labores de agricultura y de cuidado del predio.</p> <p>En el valle de Aburrá, zona rural, existen poblaciones que viven en calidad de poseedores dadas las situaciones sociales de pobreza y desplazamiento. Muchos predios pagan impuestos pero no están actualizados en catastro municipal, y que también se presenta el fenómeno de un predio con varias unidades residenciales que no han hecho el proceso de desenglobe</p>	<p>Como tendencia de la tenencia de la tierra en el área local, se encuentra el poseer título del predio y no habitar el propietario sino que es arrendado o prestado según sea el caso, en el cual el mayordomo habita y cuida el espacio con fines agrícolas y recreativos.</p>
CULTURAL	Manifestaciones culturales	<p>El sentido de lo local se ve fuertemente confrontado con los procesos de modernización impulsados por las grandes obras de infraestructura y la consecuente afluencia de personas con nuevos referentes culturales a los espacios sociales anteriormente solo frecuentados por los habitantes</p>	<p>Las condiciones observadas actualmente en cuanto a los cambios en los patrones culturales y arraigo en las áreas de influencia local del proyecto, tienden a mantenerse o incrementarse; producto de un proceso acumulativo de factores externos mencionados en la</p>

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		locales. La continua y acelerada integración de la zona al área metropolitana implica un mayor número de personas con mayor necesidad de información e integración a espacios que superan la frontera local y la adopción de nuevos patrones de consumo.	caracterización cultural de las distintas zonas.
	Patrimonio arqueológico	Los sitios considerados con alguna medida de manejo presentan actualmente una gran alteración por diversos eventos, que han afectado de manera diferencial la distribución y conformación de las formas y contenidos, destacándose la alteración por efecto de procesos erosivos asociados a actividades antrópicas o causas naturales.	Igualmente la ubicación y características de los sitios identificados con potencial arqueológico favorece la continua amenaza de alteración o desaparición de los contextos y materiales culturales identificados en la zona de influencia del proyecto.
POLÍTICO ADMINISTRATIVO	Presencia institucional	En las veredas del corregimiento de Santa Elena, se identifica presencia de programas y proyectos de la Alcaldía de Medellín en temáticas deportivas y de educación. En el municipio de Rionegro se ha prestado atención particular en las veredas de la zona de influencia local por su vulnerabilidad en épocas de invierno ya que se han presentado deslizamientos y ha sido necesaria la reubicación de viviendas. Dichas situaciones han centrado el interés tanto del municipio de Rionegro como de entidades departamentales.	Las particularidades del territorio natural y de las prácticas humanas que los alteran son de gran interés para afrontar los posibles fenómenos naturales que puedan ocasionar desastres, afectación de viviendas, de la infraestructura vial y de la salubridad en la zona, en este sentido, la educación ambiental y la intervención municipal y departamental son un foco de atención importante.
	Organización comunitaria	Todas las veredas se encuentran participando en las Juntas de Acción Comunal correspondientes a su jurisdicción, se han conformado asociaciones diversas para	La organización comunitaria que sigue teniendo mayor expresión y permanencia en el tiempo son las Juntas de Acción Comunal. En las veredas del

MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Componente	Elemento	Condiciones del territorio	Tendencias sin proyecto
		<p>fomentar la participación y facilitar el despliegue de intereses, habilidades y responsabilidades comunitarias, entre ellas se encuentran grupos de mujeres, de la tercera edad, de padres de familia, entre otras organizaciones de tipo cultural. La participación Juvenil se caracteriza por su debilidad, en el sentido de la permanencia y sostenibilidad de los procesos emprendidos.</p> <p>En el área de influencia puntual se observa poca participación comunitaria debido a la condición laboral de gran número de pobladores, quienes se desempeñan como administradores o mayordomos de fincas, convirtiéndolos en población flotante o desarticulada a procesos comunitarios.</p>	<p>corregimiento de Santa Elena se presenta una tendencia al aumento en la conformación de grupos ambientales y culturales que se vinculan con la tradición floricultora de la zona en la cual se mezcla el proceso de siembra y cultivo local con la participación en eventos de ciudad (como la Feria de las Flores) ofertando además (y en ocasiones como complemento) variedad de grupos musicales del género popular.</p>
	Conflicto de intereses (Socioambientales)	<p>El acceso a recursos como el agua ha presentado conflictos de intereses entre los pobladores de la vereda de la zona de influencia particularmente en el municipio de Guarne.</p> <p>Del mismo modo se presenta una interacción permanente y en aumento entre los pobladores de antaño y los nuevos habitantes ciudadanos que llegan a la zona a instalar sus viviendas lo que presenta incremento en la demanda de bienes, servicios y dotaciones de infraestructura comunitaria y social, y a la par se encuentran de frente en la cotidianidad vecinal estilos de vida y de relación con el territorio.</p>	<p>La urbanización acelerada y el incremento de industria en la zona deben ser analizadas rigurosamente e incluidas en los procesos de planificación urbana, ya que la cotidianidad y los estilos de vida rural y urbano se van fusionando aceleradamente, lo que afecta directamente prácticas y costumbres, relaciones con el medio ambiente natural y al interior de la vida comunitaria.</p>

5.4.2.3 Conclusiones de la evaluación de la tendencia de calidad ambiental “*sin proyecto*”

En la Figura 5-20 se presenta el resumen de cada una de las variables de la evaluación de impactos de las tendencias para el escenario “*sin proyecto*”. A manera de conclusiones generales de la tendencia de calidad ambiental en el escenario “*sin proyecto*” cabe destacar:

Se parte del estado inicial de referencia de una calidad ambiental cuyo valor es en conjunto medio, para la mayoría de los componentes en análisis. Se observa que el mayor deterioro de la calidad se encuentra en el medio biótico, en sus componentes de flora y fauna acuática, debido a la alta intervención antrópica tanto de las áreas boscosas que se encuentran dispersos en la zona de estudio y están asociados a las márgenes de las quebradas, así como de los cuerpos de agua superficial, que en la actualidad tienen una alta explotación antrópica.

El impacto sobre el medio biótico, asociado a las unidades fisiográficas naturales y ecosistémicos, tiene una incidencia directa sobre el elemento fauna terrestre, por las alteraciones en los patrones de distribución y dominancia faunística. Encontrando especies generalistas, adaptadas a los cambios antrópicos. Problemas como la alta deforestación en la zona, implantación de plantaciones forestales con especies exóticas que disminuyen la diversidad de los ecosistemas, han generado un cambio drástico en la estructura de los bosques y la composición florística. Con la consecuente pérdida de biodiversidad y alteración de hábitats terrestres y acuáticos. Las principales actividades desarrolladas en el área de influencia del proyecto incluyen la parcelación en zona rural con fines de construcción ya sea para viviendas campestres, segundas residencias y/o fincas de recreo. Esta última actividad genera cambios en las coberturas vegetales, modificación en los usos del suelo, alteraciones de los patrones sociales y contaminación sobre los diferentes medios.

A nivel abiótico se debe tener en cuenta una marcada afectación del recurso hídrico, que se hace evidente en corrientes de mayor grado como la quebrada La Espadera, la cual presenta un déficit en la disponibilidad del recurso como consecuencia de la marcada demanda en relación a la oferta del recurso actual que se evidencia en los acueductos veredales y municipales, esto conlleva no solo a la alteración de la dinámica y la calidad del recurso hídrico por la sobreexplotación de este, sino también a una pérdida de la conectividad de las zonas de nacederos con las partes bajas de las quebradas, presentes en el área de influencia del proyecto. En la zona de estudio se presentan actualmente amenazas derivadas de la geomorfología propia del área en interacción con los procesos de generación antrópica locales, tales como infiltraciones de agua en el subsuelo, avenidas torrenciales y deslizamientos por procesos morfodinámicos activos; siendo evidente la presentación de estos fenómenos actualmente en las zonas que circundan a los carretables existentes.

El componente socio cultural en contraste con lo anterior presenta una dinámica positiva por la dinamización y diversificación de las actividades económicas tradicionales, se ha generado un cambio de actividades agrícolas y pecuarias, hacia actividades más amigables con el ambiente como el turismo sostenible, generando un cambio en las costumbres tradicionales y en la demanda de servicios.

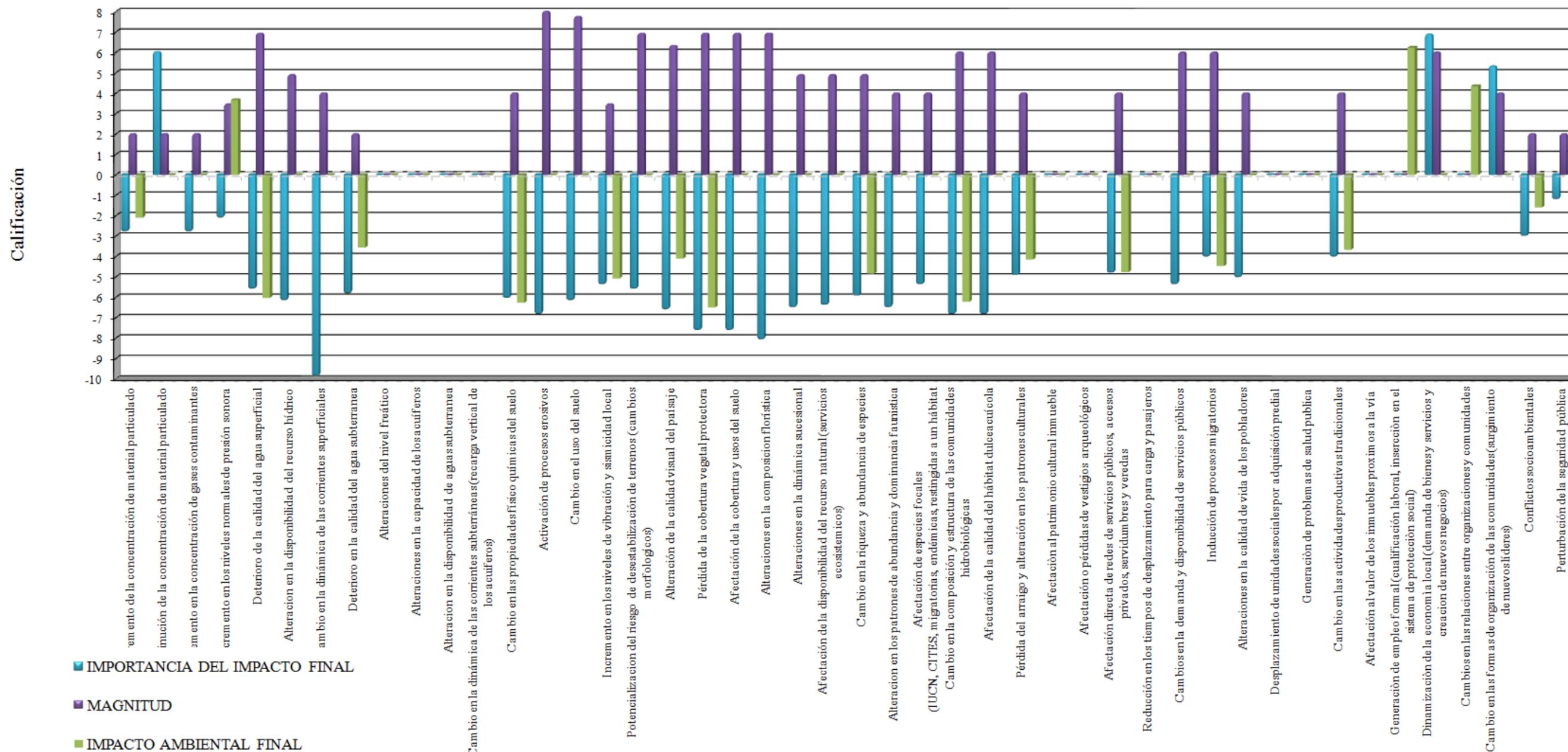


Figura 5-2 - Resumen de las variables de la evaluación de impactos de las tendencias para el escenario "sin proyecto"
Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2013.

La población tiene sentido de pertenencia hacia sus bienes de interés cultural y patrimonial tangibles e intangibles, tales como Seminario Conciliar de Medellín, el camino antiguo Bocaná y el camino de Caunces, establecidos como bienes municipales de interés cultural y patrimonial según el POT de Medellín. Así como la actividad de los silletteros de Santa Elena, declarados como patrimonio cultural de la Nación.

Las diversas manifestaciones culturales, sociales y ambientales en la zona de estudio han generado la conformación de organizaciones sociales y ambientales, interesados en la preservación de los valles de Aburrá y San Nicolás, así como en las zonas naturales protegidas (RF Río Nare y la RSC Montevivo). Actualmente en la Reserva Forestal Protectora del Río Nare, existen tres canteras, de las cuales se extraen materiales de construcción y en las que puede evidenciarse el suelo desprotegido susceptible a la erosión. En esta zona el uso recomendado es protector forestal.

5.4.2.4 Importancia del impacto por componente:

El medio abiótico dentro de sus componentes resalta la importancia del impacto generado en el agua superficial, lo cual obedece a las restricciones actuales de disponibilidad de este recurso en la zona, lo cual de manera indirecta deteriora la calidad del agua y la dinámica natural de las corrientes hídricas, así mismo dentro de este medio la importancia de los impactos generados sobre los componentes edafológicos, geológicos y geomorfológicos se da, debido a la presencia de procesos erosivos principalmente como alteración del medio natural que conllevan a cambios en la estructura geomorfológica del suelo.

El medio biótico presenta una alta importancia en los impactos causados sobre la flora y fauna de la región ya que los procesos de producción agropecuaria y todos aquellos que impliquen acciones antrópicas que requieran de procesos de deforestación, alteran los ecosistemas y degradan la biodiversidad, aumentando los fenómenos de fragmentación de estos hábitats. Sumado a esto las faltas de cobertura vegetal son las principales causas de otros procesos ya mencionados con anterioridad como lo es la erosión del suelo.

La importancia de los impactos sobre el medio socioeconómico es menor que los del medio biótico y social, producto de los procesos de adaptación de la población a los cambios y al desarrollo de nuevas actividades productivas que desencadenan impactos en cada uno de los medios evaluados. En la región es posible enfocar la tendencia de los impactos presentados a este tipo de eventos pues se desencadenan a partir de la fragmentación de bosques y el cambio en los usos del suelo por el establecimiento de parcelaciones para la instauración de fincas con fin recreativo, impactos como el desplazamiento de pobladores, la dinamización de la economía, entre otros.

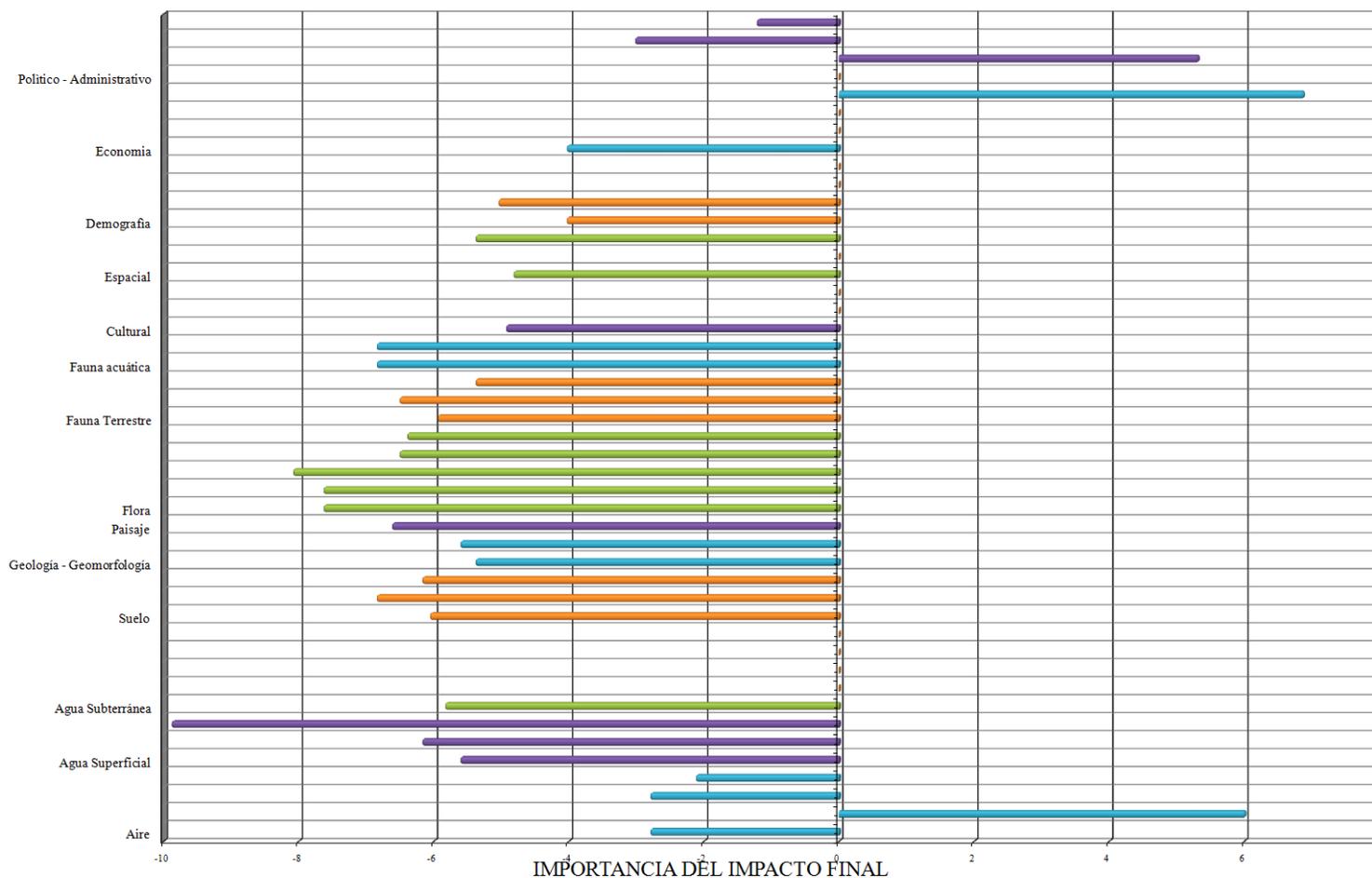


Figura 5-3 - Calificación de la Importancia del Impacto por Componentes
 Fuente: Concesión Túnel de Aburrá - Oriente, 2013.

5.4.2.5 Magnitud de los impactos por componentes:

La magnitud de los impactos, es entendida como la extensión cuantitativa y el valor cualitativo del medio, en donde se evalúa de manera sintética la cantidad (extensión) y calidad (calidad ambiental) del efecto modificado.

En el medio abiótico la magnitud de los impactos presentados es mayor para los componentes de evaluación del agua superficial, el suelo y el paisaje, siendo estos aquellos que se ven comprometidos por la acción de las comunidades aledañas a la zona, las cuales haciendo uso de los recursos naturales (agua y suelo), modifican su disponibilidad y calidad actual, lo cual a su vez se ve reflejado en el paisaje presente en la región. Así mismo, es alta en los componentes geológico y geomorfológico como consecuencia de la dinámica natural del ambiente en el área de estudio.

La magnitud en el medio biótico alcanza su mayor valor para la flora, la fauna acuática, siendo consistente con la mayor importancia negativa de impacto por componente.

En cuanto al medio socioeconómico, el componente espacial, la demografía y la economía, en correlación con lo ya mencionado anteriormente reflejan el alto grado de intervención antrópica en la zona del proyecto y su nivel de intervención sobre el ambiente evaluado.

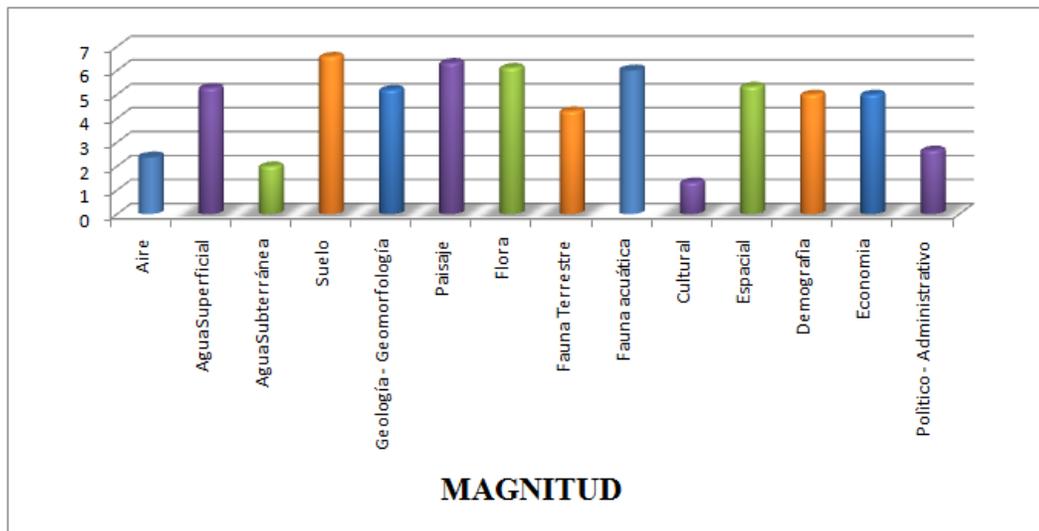


Figura 5-4 - Calificación de la Magnitud del Impacto por componentes
Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2013.

Los resultados permiten identificar por su extensión y calidad ambiental a los componentes suelo, paisaje, flora, fauna acuática, espacial, económica y demográficamente, como los elementos que presentan una mayor magnitud en sus impactos, con lo cual es evidente reconocer la importancia de los impactos presentados sobre los medios abiótico y biótico.

La tendencia de calidad ambiental, de seguirse dando las actividades actualmente en desarrollo, en un escenario donde no se construya el proyecto vial, permite señalar que se

tendrían **condiciones severas** en los componentes agua superficial, suelo, flora y fauna acuática, mientras que las **condiciones moderadas** se presentarían para la geología y geomorfología, paisaje, fauna terrestre, componentes espacial y componente demográfico.

Asimismo, como **condiciones compatibles** se presentarán los impactos generados sobre los componentes atmosférico, económico y político administrativo.

En cuanto al elemento aire el medio no presenta en la actualidad problemas de contaminación atmosférica, emisiones de materiales contaminantes como NOx, SOx o material particulado que genere problemas de salud pública en los pobladores residentes y/o visitantes.

Al conservarse las condiciones actuales en el área del proyecto es posible inferir que el desarrollo normal de la economía en la región trae consigo beneficios a la comunidad pero afecta el ambiente en el cual se desarrolla, como ya se ha evidenciado en los componentes suelo, agua superficial y flora e indirectamente en la fauna terrestre y acuática de la zona de estudio.

Se encuentra que la disponibilidad y calidad del recurso hídrico superficial es el impacto que tiende a ser de menor recuperabilidad si no hay acciones claras y a corto plazo que permitan dar un mejor uso a este recurso, siendo la regulación ambiental una estrategia de manejo de los usuarios y de la inversión en programas de conservación en la zona, especialmente las cuencas La Cascada, La Yarumal, La Yerbabuena y Santa Elena, las cuales a través de sus afluentes permiten suplir la demanda del recurso agua a tres (3) grupos de usuarios que se clasifican en aquellos que su abastecimiento es a partir de sistemas de acueducto; aquellos que su abastecimiento es a partir de cuerpos de agua natural, que a su vez, disponen de concesión de agua, y aquellos que su abastecimiento se hace sin permiso ambiental.

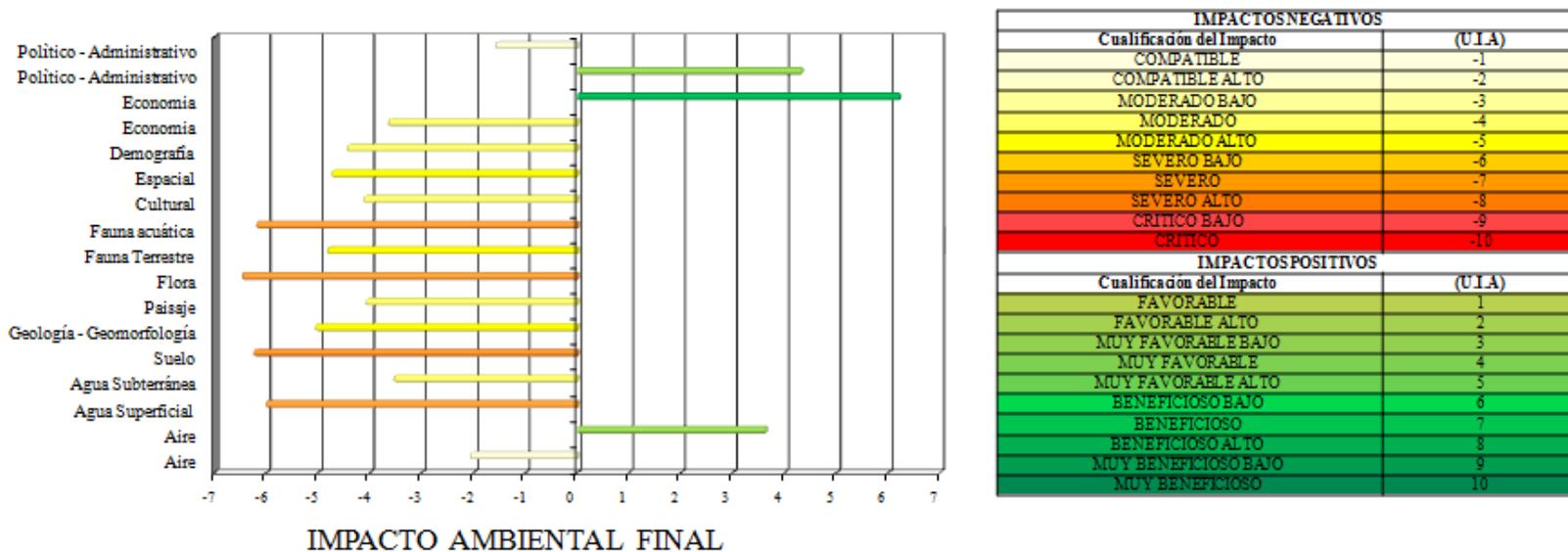


Figura 5-5 - Calificación del Impacto Ambiental Final por componentes
 Fuente: Concesión Túnel de Aburrá - Oriente, 2013.

5.4.3 Identificación y evaluación de impactos “con proyecto”

5.4.3.1 Descripción de las actividades:

A partir de las características propias del proyecto, se definieron las actividades a desarrollar para la Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, que son relevantes para la identificación y calificación de impactos generados por el proyecto sobre el entorno abiótico, biótico y socioeconómico del área de influencia, como resultado de la interrelación de las diferentes actividades con el medio. A continuación se presentan las actividades propias de construcción del proyecto vial que corresponden también a las descritas en el capítulo 2.

Tabla 5-7 - Actividades desarrolladas en el área de influencia del Túnel de Aburrá - Oriente, en las Etapas de Pre - construcción y Construcción

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Pre - construcción	
Adquisición predial:	Identificación de los predios ubicados dentro del corredor del proyecto. Comprende la realización de Estudios de Títulos, avalúos, realización de ofertas, trámites legales (Adquisición, expropiación, escrituración, registro y entrega del predio). Esta actividad se realiza en la vía a cielo abierto, zonas de portales, vías industriales y zonas de depósito, áreas de instalaciones temporales.
Cercado y alinderamiento predial:	Consiste en la implementación de cercas y señalización de protección de las zonas de los predios adquiridos para el proyecto.
Adecuación de servidumbres locales:	Corresponde a la restitución o acondicionamiento temporal de accesos a predios e instalaciones que queden aisladas por la construcción del proyecto.
Montaje e instalación de dispositivos y estaciones de monitoreo ambiental	Es el montaje de unidades de monitoreo y seguimiento ambiental del proyecto. Contempla estaciones pluviométrica, estaciones de monitoreo de caudales, red de monitoreo de piezómetros, estaciones de monitoreo de ruido y aire.
Montaje de la red de monitoreo e instrumentación	Instalación de piezómetros, inclinómetros, puntos de asentamientos, puntos topográficos de control, instrumentación geotécnica, red piezométrica, red geodésica de control.
Demolición y desmantelamiento de inmuebles	Retiro de instalaciones y/o construcciones ubicadas dentro de los predios adquiridos para la obra y dentro del corredor de construcción de la misma.
Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales	Suministro, transporte y acopio de todos los insumos requeridos para la construcción de las obras, tales como combustibles para las máquinas, cemento, acero, agregados pétreos, afirmado, asfaltos y concretos.
Cargue, transporte y disposición final de material sobrante	Incluye la actividad de recolección, cargue y transporte de materiales sobrantes de excavación, demolición, derrumbes, y todo material sobrante, que debe ser depositado y conformado adecuadamente en los sitios seleccionados y con permiso ambiental para tal fin.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Restitución y/o reubicación de redes y servicios	Traslado, restitución y adecuación de redes de acueducto, alcantarillado, telecomunicaciones, redes eléctricas en aquellas áreas de servidumbre que cruzan las fajas adquiridas para el proyecto (Incluye excavaciones, instalación, transporte, montaje de tuberías, cables y demás accesorios requeridos para el desarrollo de la actividad).
Rescate y traslado de vedas florísticas epífitas	Para ejecutar algunas de las obras civiles, como son los portales de los túneles y las vías a cielo abierto, es necesario intervenir la vegetación mediante aprovechamientos forestales, por tal motivo, es necesario la realización del levantamiento de veda nacional de las especies de epífitas vasculares y no vasculares. La actividad contempla el rescate de las especies ubicadas en los árboles hospederos, traslado y trasplante de los individuos a las zonas previamente escogidas de acuerdo a los procedimientos establecidos.
Ahuyentamiento de fauna	Consiste con la inducción al desplazamiento de los animales por sus propios medios y así evitar su captura, procedimiento que por lo general ocasiona lesiones a los animales y puede poner en peligro a las personas que realizan el salvamento. Sin embargo, algunos animales permanecerán en el sitio y será necesario capturarlos y liberarlos en sitios con cercanos con hábitats semejantes.
Aprovechamiento forestal	Comprende toda la actividad de corte, repique, troza de madera, acopio y retiro y disposición de material sobrante en zonas alejadas al proyecto que no causen interferencia con las obras, ni con cuerpos de agua.
Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas	Consiste en la actividad de rescate y reubicación de las epífitas identificadas en el área en la que se realizará el proyecto, dicha actividad seguirá el siguiente proceso: Al mismo tiempo que se realice la erradicación de la vegetación presente en el área de las obras y una vez realizado el apeo a cada árbol, se inspeccionan las ramas y follaje presentes en el mismo. Las epífitas que se encuentren adheridas a cada árbol serán sujetadas a su base, para mantener la integridad de la planta al momento de su separación, luego se realiza el corte circundante sobre la corteza en su parte superficial, y con esto, se desprenden completamente del árbol. Las epífitas rescatadas se reubican en nuevos árboles fuera del área de influencia directa de las obras, después de colocarles enraizador hormonal y sujetándolas a sus nuevos hospederos mediante cuerdas.
Rescate arqueológico	Se hace referencia a la labor de salvamento a los vestigios culturales que aparezcan durante las distintas actividades del proyecto que implique la remoción de capas superficiales de suelo. Cumplir con los lineamientos del Instituto Colombiano de Antropología e Historia -ICANH, institución encargada de la protección y conservación del patrimonio histórico en el país, sin interferir con las acciones del proyecto en las áreas de interés arqueológico.
Montaje de locaciones temporales portales (plataforma de operaciones y locaciones)	Incluye actividades como construcción de talleres provisionales, instalación de oficinas provisionales, instalación de plantas eléctricas y zonas de transformadores, zonas de polvorines, área de aguas servidas, tanques de aguas industriales, instalaciones de ventilaciones de construcción, subestación eléctrica y red eléctrica provisional, instalaciones de sanidad y salud, construcción de comedores, baterías sanitarias y sistemas de tratamiento, áreas de capacitaciones, almacenes, casetas de vigilancia.
Construcción y adecuación de instalaciones	Adecuación, construcción de instalaciones para oficinas administrativas, parqueaderos, talleres, zonas de laboratorio, comedor, incluye baterías sanitarias y sistemas de tratamiento.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
provisionales administrativas	
Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros)	Corresponde a la instalación y/o adecuación de oficinas, vestieres, baños portátiles, comedores, zonas provisionales de acopio, plataformas o pistas para prefabricados.
Trámite y compra de material explosivos	Corresponde a la gestión, solicitud de cupo y compra de material explosivo ante la entidad nacional competente, sea directamente a ella o a un tercero nacional o extranjero. Incluye el traslado a los batallones de almacenamiento autorizado.
Materialización de vías industriales	Replanteo, descapote, excavación, obras de drenaje y protección de taludes, obras de contención, construcción de pasos provisionales sobre cuerpos de agua, obras de arte, llenos, pavimento y señalización. Se ubican en el sector del portal oriental y occidental del Túnel de Santa Elena.
Materialización de senderos industriales	Comprende la construcción de caminos peatonales con su correspondiente señalización y demarcación, dentro y en cercanías del corredor del proyecto.
Señalización y demarcación de vías, locaciones y zonas de depósito	Corresponde la instalación de toda la señalización informativa, preventiva, reglamentaria y ambiental requerida para la construcción del proyecto.
Adecuación de zonas de depósito	Para la ejecución de las obras es necesario contar con sitios técnicamente y ambientalmente adecuados para la disposición de los materiales sobrantes de las excavaciones. La adecuación comprende actividades como Desmontes, Descapote, Excavación y Adecuación de obras de drenaje, contención, confinamiento y señalización de zonas de depósitos. Incluye adecuación de zonas de accesos e instalaciones de red de monitoreo geotécnico.
Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos	Corresponde a la instalación de plantas para trituración de materiales pétreos, plantas para producción de concretos, incluyendo la adecuación de zonas de acopio de materiales, zonas de maniobras de maquinaria y vehículos y demás infraestructura requerida para el control ambiental de la actividad.
Construcción	
Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto	Se define como el retiro de la capa vegetal de las zonas de las vías a cielo abierto. Incluye traslado, acopio y protección del material para su posterior reutilización en la revegetalización de la obra.
Adquisición, almacenamiento y transporte de explosivos	Comprende la actividad de transporte del material explosivo desde los batallones de almacenamiento hasta los polvorines adecuados en obra acondicionados para su almacenamiento. Incluye la actividad de adecuación de polvorines y la implementación de medidas de seguridad para su almacenamiento y transporte.
Excavaciones (cortes) para explanaciones	Corresponde a la excavación mecánica o con la utilización de explosivos para la conformación de la banca de las vías definitivas a cielo abierto y accesos a puentes y viaductos.
Excavaciones para estructuras y obras	Corresponde a la excavación mecánica, manual con utilización o no de explosivos para la construcción de fundaciones de estructuras, protección de cauces y obras

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
de arte	de arte.
Construcción obras de drenaje y sub-drenaje	Considera la ejecución de alcantarillas, cunetas, filtros, rondas de coronación, drenajes horizontales y verticales, canales y descoles, y toda aquella estructura referente al control y manejo de aguas de escorrentía y freáticas.
Construcción obras de contención y confinamiento	Corresponde a todas las estructuras que buscan estabilizar y confinar laderas, taludes, llenos y terraplenes de acuerdo a los diseños previstos.
Estabilización y manejo de taludes de corte	Corresponde a la actividad de adecuación de laderas y la construcción de las obras para estabilizarla tales como pernos, mallas, rondas de coronación y de terraza, drenaje, micropilotes, anclajes, concreto lanzado, grama, cunetas de berma, engramado, revegetalización, geo sintéticos y agromantos, etc.
Conformación de rellenos y terraplenes	Corresponde a las estructuras que contrarias a los cortes en los taludes, conforman los rellenos del terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer las vías. Estas estructuras se forman con la compactación y conformación de llenos con materiales seleccionados de las excavaciones.
Protección y manejo de taludes de terraplenes	Implementación de sistemas de protección, los cuales se harán con el material vegetal proveniente de los descapotes, previa a la implementación de filtros o cubrimientos protectores con agromantos y mallas biodegradables. Llevará cunetas de drenaje en su corona y remates en cunetas y muros de protección.
Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos	Comprende la construcción de pilas, pilotes, zapatas y/o dados y columnas que sirven para soportar la superestructura de estas obras.
Construcción de infraestructura en puentes y viaductos	Comprende la construcción de columnas, vigas cabezales, muros, aletas y todas las estructuras de concreto y/o metálicas necesarias para poder apoyar la superestructura.
Construcción de superestructura en puentes y viaductos	Comprende la construcción de las obras, en concreto o metálicas, necesarias para apoyar la superficie para la banca y rodadura de la vía.
Adecuación de obras de accesibilidad local	Construcción de todas las obras necesarias para la restitución de todas las circulaciones peatonales o vehiculares restringidas por la construcción de las obras.
Emportalamiento de túneles	Comprende las excavaciones sean mecánicas o con uso de explosivos, necesarias para conformar y proteger el acceso a los túneles, incluye la utilización de concreto lanzado, pernos de anclaje, perforación y voladura de protección, arcos y cerchas metálicas, sistemas de enfilajes o sombrilla, inyecciones y preinyecciones, sistemas de drenajes, pilas y pantallas, manejo y control de aguas externas e internas.
Confirmación geotécnicas	Ejecución de sondeos con extracción de núcleos o destructivas, pruebas de geo sísmica que permitirán evaluar el tipo y calidad de los macizos a excavar con el fin de anticipar las medidas de protección necesarias para garantizar su estabilización.
Sistemas de presoporte	Corresponde a los sistemas de sostenimiento previos a la excavación de la sección de túnel con el fin de darle mayor calidad de autosoporte y prevenir las infiltraciones de agua. Se utilizarán sistemas como son Preinyecciones, enfilajes, pernos de fibra, inyecciones de consolidación, drenajes, pernos de soporte.
Excavaciones	Ejecución de las excavaciones controladas mecánicas o por PyV (Perforación y

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
subterráneas	voladura) con un patrón preciso para un adecuado control de la roca y dar seguridad al túnel para la extracción del material y conformar la sección del tubo, galería o conexión.
Bombos y tratamientos de aguas industriales	Implementación de sistemas de evacuación de las aguas encontradas o utilizadas en el proceso de excavación y tratamiento de las mismas antes del punto de vertimiento a las fuentes de agua naturales. Comprende la composición de sistemas como estaciones de bombeo, tubería, sistemas desarenadores, sedimentadores y retención de grasas.
Sostenimiento de excavaciones subterráneas	Consiste en la instalación de la ayuda necesaria por el terreno para llegar a su autoaporte. Ayuda que puede consistir en la utilización de concreto lanzado, que puede ser simple o reforzados con fibras metálicas o sintéticas, pernos, cerchas y marcos metálicos, drenes y refuerzos acrílicos e inyectables.
Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas	Esta labor se iniciará en momentos previos a la excavación de la sección con perforaciones de drenaje, inyecciones, preinyecciones y continuará posterior a la excavación con la colocación de más drenajes y más inyecciones de ser necesario. Antes del revestimiento, pero después del sostenimiento si fuese necesario se colocarán estructuras de captación de las aguas de infiltración restantes después del proceso, las cuales serán encausadas por medio de ductos y membranas impermeables hacia los niveles inferiores del túnel donde se encuentran ubicados los colectores o tubería de drenaje.
Revestimiento de la excavación	Es la colocación de una estructura que reviste la cavidad y que está en contacto con el terreno o con el sostenimiento previamente colocado, para la puesta en servicio. Este vestido puede consistir en concreto lanzado con fibra, concreto lanzado con fibra allanado, capas de concreto hidráulico tipo estructural con y sin refuerzo, concreto reforzado con mallas metálicas o sintéticas o la utilización de placas prefabricadas de concreto (dovelas)
Trituración de materiales pétreos, incluye rezaga	Actividad que consiste en el machaqueo o procesamiento del material pétreo apto, proveniente de las excavaciones subterráneas del túnel de tal forma que se obtenga material clasificado para las diferentes actividades de la obra.
Fabricación de concretos hidráulicos	Consiste en la elaboración por medio de mezclado de agregados pétreos con arenas y cementantes para producir una pasta homogénea que finalmente fragua denominada concreto hidráulico. Esta fabricación se dará tanto en plantas estacionarias y en plantas móviles.
Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales	Se hace referencia a todas las actividades de cargue de materiales a través de medios manuales o mecánicos, dependiendo del material y transporte de dichos elementos en los medios adecuados hasta los diferentes sitios pertinentes en la obra para su utilización.
Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos	Corresponde a las actividades necesarias para una disposición, conformación técnica y ambientalmente adecuada de materiales provenientes de las excavaciones de las obras, como son control de calidad y selección de materiales a disponer, control de aguas, correcta extendida del material y compactación, control de la geometría de diseño de acuerdo a los procedimientos establecidos.
Construcción de estructuras de pavimento rígido	Se hace referencia a la conformación de una superficie de circulación vehicular o peatonal en material granular (subbase y base) y concreto hidráulico con sus correspondientes componentes de acuerdo a los diseños como son acero de refuerzo, pasadores de acero, juntas, sellado de juntas y provisiones para sistemas de drenaje (cajas de inspección, cunetas y sumideros).

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Construcción de estructuras de pavimento flexible	Se hace referencia a la conformación de una superficie de circulación vehicular o peatonal en material granular (subbase y afirmado) y concreto asfáltico (base y rodadura) y previsiones necesarias para sistemas de drenaje (cajas de inspección, cunetas y sumideros).
Señalización y demarcación vial definitiva	Comprende todos los dispositivos para la regulación del tránsito del Proyecto teniendo en cuenta lo establecido en el Manual Colombiano sobre Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles y Carreteras. Componen este sistemas la colocación de señalización vertical, dispositivos instalados sobre el contorno de la vía con información preventiva, reglamentario e informativa; señalización horizontal (líneas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, sardineles y estructuras de las vías como líneas de demarcación, tachas reflectivas, delineadores de curvas, captafaros).
Construcción e Instalación de dispositivos de seguridad y control operativo	Se compone de los requerimientos técnicos, las características y las capacidades de estructuras y equipos para proveer a los túneles de sistemas de ventilación, iluminación, contra incendio, respaldo de energía, sistema de supervisión, control y comunicaciones que provean condiciones adecuadas de visibilidad y del nivel de contaminantes al interior de los túneles, sistemas de señalización, control y vigilancia en las vías a cielo abierto para garantizar la seguridad y el confort de los usuarios.
Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio	Corresponde a toda la infraestructura necesaria (tanques desarenadores, separadores de aceites) para el tratamiento de las aguas industriales provenientes de las excavaciones de los túneles y su disposición a los puntos de vertimiento ambientalmente aprobados. Estas estructuras servirán también de tratamiento de aguas una vez los túneles estén en operación y en determinados casos como respaldo de almacenamiento al sistema contraincendio.
Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística	Como parte del mejoramiento visual de la zona donde se construyen las obras se plantea una adecuación e integración de las obras con el paisaje de las diferentes áreas con la ejecución de embellecimiento del paisaje y un adecuado diseño arquitectónico de las construcciones para ser compatibles con el ambiente. La integración paisajística puede ser de interés para la creación de paisajes, la recuperación de paisajes degradados, regulando el frágil equilibrio existente entre el protagonismo formal de la intervención y su adecuación al paisaje, con el fin de mantener intactos unos determinados paisajes e incluso recuperarlos o recrearlos si han sido modificados.
Construcción de edificio de control	En cada uno de los portales del túnel se dispuso la construcción de un edificio en el cual se concentran las funciones propias de administración y control y las obras complementarias correspondientes a su atención y vigilancia. El diseño y la solución formal de los edificios se definieron a partir de los condicionantes físicos establecidos tales como las vías de acceso, los determinantes geográficos como topografía, orientación, paisaje, etc., del terreno y los requerimientos de espacio para ubicación de los equipos. Los edificios se dividen en tres módulos independientes, comunicados interiormente e integrados formalmente, con un área total construida de 1.792 m ² .
Actividades de adecuación y provisión de espacio público	Esta actividad hacer referencia a la provisión, mantenimiento y adecuación una vez finalizadas las obras, del espacio público como lo es la iluminación y la adecuación de las barreras arquitectónicas, entre otros.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Actividades de desmantelamiento y retiro	Se define como el conjunto de procedimientos y acciones que se deberá llevar a cabo en la etapa final o abandono de la actividad para en lo posible devolver a su estado inicial las zonas intervenidas por una instalación. El plan incorpora las medidas orientadas a prevenir impactos ambientales y riesgos durante el cierre de la fase constructiva, considera acciones como restablecer en lo posible las condiciones descritas en la línea base del EIA, puntualizar las acciones de descontaminación, restauración, retiro de instalaciones temporales como: almacenes, oficinas provisorias para uso del contratista, patios de maquinarias, etc. utilizadas en el proyecto, así como los residuos generados (plásticos, madera, baterías, filtros, entre otros) y otras necesarias para abandonar el área, asegurando que el lugar recuperado no represente riesgos a la salud y seguridad humana, ni que signifique impactos al ambiente ni pasivos ambientales, conseguir que la zona cumpla con todas las leyes y reglamentos aplicables, es decir, que sea consistente con todos los códigos, guías y prácticas recomendadas, así como con los requerimientos de uso del terreno de las autoridades municipales y/o gubernamentales, asegurar que la zona de abandono no represente una responsabilidad inaceptable para presentes o futuros propietarios del terreno, sea estéticamente aceptable y no signifique deterioros al paisaje.
Cercado y demarcación definitiva del corredor	Esta actividad corresponde al cerramiento con postes de madera o concreto y malla eslabonada o alambre de púas los linderos de los predios adquiridos para el proyecto una vez terminadas la obras, con el fin de resguardar, vigilar, evitar invasiones y dar seguridad a los usuarios en todo el tramo de circulación a cielo abierto y zonas de instalaciones de operación y control.
Siembras arbóreas compensatorias	Tiene como fin resarcir los impactos o efectos negativos que no pueden ser evitados o sustituidos y que serán directamente ocasionados por la disminución de la especie al ser talados y que se encuentran en condiciones aptas para la reproducción (que garantizan la permanencia de la especie en la cobertura vegetal) y a su vez, el repoblamiento de otras zonas aledañas. Al ser talados estos individuos ya no se tendrá la disponibilidad de frutos y semillas que estos solían proporcionar y que permitan su reproducción. Se hará una siembra compensatoria de árboles amenazados o en veda en las proporciones indicadas en los planes de manejo ambiental y en las zonas debidamente seleccionadas.

5.4.3.2 Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto” fase de construcción:

Previamente a la evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, se definieron claramente las actividades del proyecto en sus fases de pre construcción y construcción, y se identificaron los impactos que cada una de estas actividades ocasionará sobre los componentes ambientales. En la Figura 5-19 y **Anexo 5.3**, se presenta esta identificación para la etapa pre - constructiva.

Tabla 5-8 - Matriz de identificación de impactos "con proyecto" Pre construcción

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL ESCENARIO "CON PROYECTO" PRECONSTRUCCIÓN																										
Medio	Componente	Impacto	Adquisición predial	Cercado y alineamiento predial	Adecuación de servidumbres locales	Montaje e instalación de dispositivos y estaciones	Montaje de la red de monitoreo	Demolición y desmantelamiento de	Cargue, acarreo y disposición de insumos y	Cargue, transporte y disposición final de	Restitución y/o reubicación de redes y vedas florísticas enifitas	Ahuyentamiento de fauna	Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas	Aprovechamiento forestal	Rescate arqueológico	Montaje de locaciones temporales en portales	Construcción y adecuación de	Montaje de locaciones temporales (Puentes, Trámite y compra de material explosivos)	Materialización de vías industriales	Materialización de senderos industriales	Señalización y demarcación de vías	Adecuación de zonas de depósito	Adecuación e instalación de plantas de trituración			
COMPONENTES AMBIENTALES	Abiótico	Aire	Incremento de la concentración de material particulado																							
			Incremento en la concentración de gases contaminantes																							
			Incremento en los niveles normales de presión sonora																							
		Agua Superficial	Deterioro de la calidad del agua superficial																							
			Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico																							
			Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales																							
		Agua Subterránea	Deterioro en la calidad del agua subterráneas																							
			Alteraciones del nivel freático																							
			Alteraciones en la capacidad de los acuíferos																							
	Alteración en la disponibilidad de aguas subterránea																									
	Suelo	Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas (recarga vertical de los acuíferos)																								
		Cambio en las propiedades físico químicas del suelo																								
		Activación de procesos erosivos																								
	Geología - Geomorfología	Cambio en el uso del suelo																								
		Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local																								
	Paisaje	Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)																								
		Alteración de la calidad visual del paisaje																								
	Biótico	Flora	Pérdida de la cobertura vegetal protectora																							
Afectación de la cobertura y usos del suelo																										
Alteraciones en la composición florística																										
Alteraciones en la dinámica sucesional																										
Afectación de la disponibilidad del recurso natural (servicios ecosistémicos)																										
Fauna Terrestre		Cambio en la riqueza y abundancia de especies																								
		Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística																								
		Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)																								
Fauna acuática		Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas																								
		Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola																								
Socioeconómico	Cultural	Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales																								
		Afectación al patrimonio cultural inmueble																								
		Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos																								
	Espacial	Afectación directa de redes de servicios públicos, accesos privados, servidumbres y veredas																								
		Reducción en los tiempos de desplazamiento para carga y pasajeros																								
	Demografía	Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos																								
		Inducción de procesos migratorios																								

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL ESCENARIO "CON PROYECTO" PRECONSTRUCCIÓN																									
Medio	Componente	Impacto	Adquisición predial	Cercado y alineamiento predial	Adecuación de servidumbres locales	Montaje e instalación de dispositivos y estaciones	Montaje de la red de monitoreo	Demolición y desmantelamiento de	Cargue, acarreo y disposición de insumos y	Cargue, transporte y disposición final de	Restitución y/o reubicación de redes y	Rescate y traslado de vedas florísticas enfitas	Ahuyentamiento de fauna	Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas	Aprovechamiento forestal	Rescate arqueológico	Montaje de locaciones temporales en portales	Construcción y adecuación de	Montaje de locaciones temporales (Puentes, Trámite y compra de material explosivos)	Materialización de vías industriales	Materialización de senderos industriales	Señalización y demarcación de vías	Adecuación de zonas de depósito	Adecuación e instalación de plantas de trituración	
			Economía	Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial		(-)																			
Generación de problemas de salud pública									(-)									(-)		(-)			(-)	(-)	
Cambio en las actividades productivas tradicionales		(-)																							
Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía		(-)																							
Generación de empleo formal (cualificación laboral, inserción en el sistema de protección social)						(+)		(+)	(+)	(+)	(+)			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Político Administrativo	Dinamización de la economía local (demanda de bienes y servicios y creación de nuevos negocios)																								
	Cambios en las relaciones entre organizaciones y comunidades																								
	Cambio en las formas de organización de las comunidades (surgimiento de nuevos líderes)																								
	Conflictos socio ambientales								(-)		(-)			(-)			(-)	(-)						(-)	
	Perturbación de la seguridad pública																								

Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2013.

Tabla 5-9 - Evaluación de impactos “con proyecto” Pre-construcción – Medio Abiótico

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Incremento de la concentración de material particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante • Restitución y/o reubicación de redes y servicios • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones). • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Actividades que involucran la proliferación de partículas de polvo provenientes ya sea de las obras pre constructivas o directamente de la vía y del tráfico en que generan estas obras, refiriéndose principalmente al movimiento de maquinaria, causa un aumento del material particulado existente en el aire, correspondiente a partículas sólidas y líquidas en suspensión presentes en la atmósfera. Dependiendo del tamaño de dichas partículas, estas pueden mantenerse suspendidas por largos periodos de tiempo, debido a su baja velocidad de sedimentación. Situación en la cual se presentan efectos adversos sobre la salud de las personas presentes en el sector y sobre la vegetación ya que pueden llegar a bloquear los poros de las hojas y disminuir el proceso fotosintético de ésta.</p> <p>Dichas alteraciones causadas durante la etapa pre constructiva del proyecto generan una calificación de - correspondiente a un impacto MODERADO BAJO.</p>
Incremento en la concentración de gases contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>De igual manera la adecuación de la fase pre constructiva (Servidumbres y locaciones temporales), así como también aquellas actividades que involucren el manejo de maquinaria, generan emisiones de gases tales como (primarios: óxidos de Nitrógeno y de Carbono, e hidrocarburos y secundarios: oxidantes fotoquímicos), los cuales son nocivos para personas, animales y plantas en forma primaria potencializando su acción al reaccionar y convertirse en oxidantes fotoquímicos.</p> <p>La calificación dada a este impacto fue de -3 correspondiente a un impacto MODERADO BAJO.</p>
Incremento en	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales 	En un ambiente natural actividades que

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
los niveles normales de presión sonora	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante • Restitución y/o reubicación de redes y servicios • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros) • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>involucren un aumento en la movilización de personas, vehículos y materiales, así como obras puntuales de construcción o demolición como la adecuación de vías y la localización de campamentos, causan aumentos de la presión sonora en el área, lo cual representa alteraciones en intensidad, frecuencia y duración de los sonidos.</p> <p>Dicha situación puede llegar a afectar directamente la salud de personas y animales así como en estos últimos puede alterar patrones comportamentales y cambios en su hábitat natural.</p> <p>Este impacto fue calificado con -4 lo cual le da una característica de MODERADO.</p>
Deterioro de la calidad del agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros) • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Las actividades propias de la pre construcción (incluyendo las zonas de campamento como las de intervención directa), generan residuos ya sea de tipo industrial o doméstico que contaminan directamente los cuerpos de agua aún cuando se maneje la disposición de estos residuos de manera idónea, de igual forma indirectamente el arrastre de sedimentos producto de las alteraciones vegetales y edáficas también contribuyen a dicho impacto.</p> <p>Una vez evaluado el grado de intervención de estas actividades en la zona se da a los cambios en la calidad del agua una calificación de -6 lo que corresponde a un nivel de importancia SEVERO BAJO.</p>
Alteración en la disponibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas 	<p>La disponibilidad el recurso hídrico puede verse afectado de manera directa</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) • Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros) 	<p>por un aumento en la captación del recurso lo cual se presenta principalmente en locaciones de tipo temporal para esta fase inicial.</p> <p>Sin embargo también dicho impacto suele presentarse de manera indirecta por alteraciones del ciclo hidrológico que impliquen una disminución de la regulación hídrica generada por la vegetación, razón por lo cual los procesos de tala pueden influir en la presentación de este impacto. Todo este proceso unido a la ya baja disponibilidad del recurso hídrico en la región, potencializan la deficiencia del recurso en la zona de interés del proyecto.</p> <p>La calificación dada este impacto es de -5 MODERADO ALTO, teniendo en cuenta las dos fuentes de generación del impacto ambiental.</p>
Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros) 	<p>El cambio en la dinámica de las corrientes superficiales tiene un origen directo cuando el efecto se presenta puntualmente sobre la corriente, esto generalmente ocurre durante la etapa pre constructiva debido al montaje y funcionamiento de locaciones temporales que alteran los niveles del agua ya sea por captación o vertimiento teniendo un efecto colateral sobre la dinámica en si del cuerpo de agua.</p> <p>Sin embargo las alteraciones en dicha dinámica suele presentarse a su vez como un impacto indirecto causado por alteración del medio circundante, lo cual implica las talas forestales en sitios de intervención o en zonas de depósito de material sobrante que alteren los servicios eco sistémicos de regulación del recurso hídrico.</p> <p>Este impacto fue calificado como -5 MODERADO ALTO para la fase pre constructiva del proyecto.</p>
Deterioro en la calidad del agua subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) 	<p>Los procesos de adecuación de zonas especiales de obra, tales como son las locaciones temporales, las plantas de</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de zonas de depósito Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>trituration y concreto y las zonas de depósito de materiales, implican dentro de sí el riesgo de generar sustancias con una alta solubilidad que sean capaces de ser infiltradas alterando así las condiciones físico químicas de las aguas subterráneas dentro de los procesos de recarga de los acuíferos. Teniendo en cuenta el grado de posibilidad de ocurrencia de estos eventos la calificación dada a este impacto durante la etapa pre constructiva es de -3 MODERADO BAJO.</p>
<p>Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas (recarga vertical de los acuíferos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) Adecuación de zonas de depósito Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>La recarga vertical de los acuíferos depende de la capacidad de agua que es infiltrada a través del suelo para alcanzar la zona saturable del acuífero, por esta razón las actividades de obra que modifiquen el suelo por el cual se infiltra dicha agua, altera la dinámica normal de recarga de este. Teniendo en cuenta la distribución de las obras en relación con los acuíferos presentes en la región este impacto es calificado como -4 MODERADO para esta fase del proyecto.</p>
<p>Cambio en las propiedades físico químicas del suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de servidumbres locales Demolición y desmantelamiento de inmuebles Cargue, transporte y disposición final de material sobrante Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas Materialización de vías industriales Materialización de senderos industriales Adecuación de zonas de depósito Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Cualquier tipo de actividad durante la fase pre constructiva que implique dentro de su realización intervenciones del suelo, genera alteraciones de las condiciones físicas y/o químicas del mismo, puesto que cada una de las capas que contiene posee diferentes características y hace parte del desarrollo natural del mismo. Por lo tanto se considera este como un impacto de calificación -3 MODERADO BAJO para esta etapa del proyecto.</p>
<p>Activación de</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tala o traslado de vedas florísticas 	<p>Los procesos que generen pérdidas en la</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
procesos erosivos	arbóreas	cobertura vegetal, generan erosión del suelo ya que al perder esta barrera natural, las capas superficiales de este son removidas ya sea por acción del viento, el agua y otros agentes meteóricos, que tienden a modificar el relieve estructural. La erosión del suelo a su vez genera una reducción de su capacidad productiva potencial, ya que se elimina el soporte que permite la supervivencia de las comunidades bióticas terrestres. Es así entonces que a este impacto se le da una calificación de -5 MODERADO ALTO para la etapa pre constructiva del proyecto.
Cambio en el uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) 	Todo el proceso constructivo de la vía, genera alteraciones en el uso actual del suelo, pues su vocación será transformada para la prestación de un servicio público de interés nacional y la extensión de terreno disponible para esto perdiendo así su vocación de protección boscosa, ganadera, agrícola y /o residencial. Así mismo, el desarrollo del proyecto en sí genera cambios socioeconómicos y culturales que contribuyen a la generación de nuevos espacios productivos que potencializan el impacto. Por lo tanto se considera un impacto de calificación SEVERO BAJO con un valor de -6 para la etapa pre constructiva.
Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante 	Actividades tales como la demolición de los inmuebles y el cargue transporte y en especial la disposición de materiales, suelen representar un aumento en la carga y esfuerzo específicos que se ejercen sobre un terreno, alterando la vibración y sismicidad propia de la región. Este impacto fue calificado con un valor de -4 lo cual corresponde a un impacto de importancia MODERADA.
Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos	<ul style="list-style-type: none"> • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas 	La estabilidad del terreno en el cual se desarrolla el proyecto se ve afectada por dos factores, el primero de ellos referente a la capacidad de protección

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
(cambios morfológicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros) • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>del suelo el cual se ve afectado por los procesos de tala que alteran la estructura e hidrología del mismo , disminuyendo a si su capacidad de resistencia ante la carga que debe sustentar; y el otro directamente relacionado con dicha carga que es ejercida sobre el suelo dentro de los procesos propios de la fase pre constructiva (transporte y disposición de material, construcción de locaciones y materialización de vías y zonas de depósito).</p> <p>Estos dos factores aumentan los riesgos de desestabilización ya presentes en el área de estudio razón por la cual para la etapa pre constructiva se le dio una calificación de -5 MODERADO ALTO.</p>
Alteración de la calidad visual del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Cercado y alindamiento predial • Adecuación de servidumbres locales • Montaje e instalación de dispositivos y estaciones de monitoreo ambiental • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue, transporte y disposición final de material sobrante • Restitución y/o reubicación de redes y servicios • Rescate y traslado de vedas florísticas epífitas • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Aprovechamiento forestal • Rescate arqueológico • Montaje de locaciones temporales en portales (plataforma de operaciones y locaciones) • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (Puentes, viaductos y otros) 	<p>Cada una de las actividades desarrolladas durante los procesos de obra en la etapa pre constructiva, causan alteraciones en la calidad visual del paisaje en la zona, ya que al modificar las condiciones actuales altera el entorno natural de este en gran medida, por esta razón la modificación del paisaje, fue calificado con -6 siendo esta una calificación de SEVERO BAJO sobre este impacto.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	

Tabla 5-10 - Evaluación de impactos “con proyecto” Pre construcción – Medio Biótico

Componente Biótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Pérdida de la cobertura vegetal protectora	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Carga, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue y transporte y disposición de material sobrante • Rescate y traslado de vedas florísticas, epífitas • Ahuyentamiento de fauna • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Aprovechamiento forestal • Montaje de locaciones temporales en portales • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (puentes, viaductos y otros) • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>En la etapa de pre construcción todas las actividades previas de adecuación de las obras, correspondientes a vías industriales, accesos, montajes de campamentos, plantas son las que generan un mayor impacto sobre la cobertura vegetal existente. Se proyecta la pérdida de 37159 individuos arbóreos lo que representa un impacto MODERADO ALTO, siendo atenuado por la importancia de las especies que son en un 80% plantación forestal. La construcción de la vía a cielo abierto es la genera en mayor escala este impacto.</p> <p>Como impacto positivo en una escala de BENEFICIOSO BAJO, se encuentran las actividades de rescate de especies vedadas de tipo epífito y arbóreo tanto de orden regional como nacional, que contribuyen a la disminución de la pérdida de la biodiversidad en la zona y al mantenimiento de los hábitats de la fauna silvestre.</p>
Afectación de la cobertura y usos del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Carga, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue y transporte y disposición de material sobrante • Rescate y traslado de vedas florísticas, epífitas • Ahuyentamiento de fauna • Tala o traslado de vedas florísticas 	<p>Los cambios que se generan en la cobertura vegetal por las actividades de la pre-construcción generan un impacto directo sobre la distribución espacial de la cobertura vegetal y el uso actual del suelo que ya presenta una incompatibilidad pre existente especialmente en las zonas de riego geológico que deben ser dedicadas a</p>

Componente Biótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> arbóreas • Aprovechamiento forestal • Montaje de locaciones temporales en portales • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (puentes, viaductos y otros) • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>cobertura forestal protectora. El impacto se considera SEVERO BAJO.</p> <p>Las actividades de rescate de especies en veda se consideran MUY FAVORABLE, por la mitigación en el impacto de la afectación directa de la cobertura vegetal y la recuperación del suelo en zonas dedicadas a la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.</p>
Alteraciones de la composición florística	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Cargue y transporte y disposición de material sobrante • Aprovechamiento forestal • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Al haber afectación directa sobre la cobertura vegetal hay una consecuente alteración y pérdida de la composición florística con un impacto de SEVERO BAJO. Relacionado con la pérdida de material de plantación forestal que disminuye el efecto de este impacto.</p>
Alteraciones de la dinámica sucesional	<ul style="list-style-type: none"> • Cargue y transporte y disposición de material sobrante • Aprovechamiento forestal • Montaje de locaciones temporales en portales • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>En todo ecosistema natural en áreas donde la presión antrópica es menor, se generan procesos de sucesión natural que se ven afectados por tensores externos, como es el caso de actividades como el aprovechamiento forestal que incluye una tala y rocería de los estratos más bajos de la cobertura vegetal. Así mismo los sitios donde serán instaladas locaciones temporales y permanentes, así como la adecuación de nuevas zonas se presentará una alteración de cualquier estado sucesional existente, relacionado con el cambio en el uso del suelo. El impacto se considera MODERADO.</p>
Afectación de la	<ul style="list-style-type: none"> • Cargue y transporte y disposición de material sobrante 	<p>Los impactos generados sobre la cobertura vegetal, tienen una incidencia</p>

Componente Biótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
disponibilidad del recurso natural (Servicios ecosistémicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Rescate y traslado de vedas florísticas, epífitas • Ahuyentamiento de fauna • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Aprovechamiento forestal 	<p>directa sobre la fauna y sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos, afectando de forma directa la prestación de sus servicios ecosistémicos. Sin embargo como se ha citado anteriormente la cobertura mayormente sujeta a intervención es la correspondiente a plantación forestal, cuyos servicios son bajos por la baja sucesión forestal y presencia de diversidad florística. El impacto se considera MODERADO BAJO.</p> <p>Las actividades de traslado de especies en veda epífitas y arbóreas, favorecen la generación de nuevos hábitats para especies menores de fauna, generando nuevos servicios en el ecosistema y permitiendo la recuperación de zonas con alta intervención. El impacto se considera MUY FAVORABLE.</p>
Cambio en la riqueza y abundancia de especies faunísticas	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Carga, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue y transporte y disposición de material sobrante • Ahuyentamiento de fauna • Aprovechamiento forestal • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Los cambios en la fauna silvestre están directamente relacionados con los cambios en la cobertura vegetal y el uso actual del suelo. Los tensores que generen la pérdida de hábitats, el ruido y las actividades de movimientos de tierras generan un impacto MODERADO en la fauna.</p> <p>El Ahuyentamiento de la fauna previo a las actividades como aprovechamiento forestal y adecuación de zonas de depósito y plantas mitigan el impacto sobre este elemento. MUY FAVORABLE</p>
Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística	<ul style="list-style-type: none"> • Rescate y traslado de vedas florísticas, epífitas • Ahuyentamiento de fauna • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas 	<p>Este impacto se analiza desde el punto de las actividades preconstructivas que pueden favorecer la fauna silvestre. Acciones de rescate de fauna y salvamento de especies en veda inciden directamente en la conservación de la fauna. Evaluándose como COMPATIBLE ALTO.</p>
Alteración de especies	<ul style="list-style-type: none"> • Ahuyentamiento de fauna • Aprovechamiento forestal 	<p>La actividad de aprovechamiento forestal, es la de mayor incidencia en el</p>

Componente Biótico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
focales		elemento fauna, por la generación de disturbio inmediato se realice la acción de intervención, en la zona la mayoría de las especies reportadas son generalistas, adaptadas a las actividades antrópicas, sin embargo se encuentran unas especies de anfibios que se consideran de importancia para la conservación. El impacto se considera COMPATIBLE ALTO. La actividad de Ahuyentamiento, rescate y traslado de fauna mitiga este impacto considerándose como MUY FAVORABLE.
Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	<ul style="list-style-type: none"> Montaje de locaciones temporales (puentes, viaductos y otros) 	Como se señaló en la evaluación sin proyecto los ecosistemas acuáticos se han visto alterados por los diferentes usos de los cuerpos superficiales con la consecuente alteración de los hábitats y las comunidades acuáticas asociadas a estos cuerpos de agua. Por lo anterior un tensor adicional al ecosistema genera un efecto directo en el impacto citado, evaluado como COMPATIBLE.
Alteración de la calidad del hábitat dulceacuícola	<ul style="list-style-type: none"> Montaje de locaciones temporales (puentes, viaductos y otros) 	Directamente relacionado con el impacto anterior el hábitat acuático se ve alterado por los cambios físico, y /o químicos que se puedan presentar en él, evaluado como COMPATIBLE.

Tabla 5-11 - Evaluación de impactos “con proyecto” Pre construcción – Medio Socioeconómico y Cultural

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Pérdida de arraigo y patrones culturales	<ul style="list-style-type: none"> Adquisición Predial Demolición y desmantelamiento de inmuebles 	Toda intervención en el medio social ajena a las actividades cotidianas que durante años ha realizado la población en la zona del proyecto, genera un impacto directo sobre la misma, por ello las actividades de adquisición de predios se considera un impacto MODERADO , por la necesidad de compra y desmantelamiento de 104 predios en la zona de influencia directa.
Afectación al patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> Materialización de vías industriales 	Dentro del proceso de actividades previas a la construcción se espera la menor intervención a la comunidad, sus

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
(inmueble)		inmuebles y a sus bienes patrimoniales, por lo cual se considera que el posible impacto se podría presentar por los accesos industriales necesarios para el desarrollo de las obras, evaluado como COMPATIBLE ALTO .
Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Restitución y/o reubicación de redes y servicios • Rescate arqueológico • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Durante las actividades que incluyen excavaciones es factible la afectación de vestigios arqueológicos, por lo que este impacto debe considerarse en el manejo ambiental de desarrollo de la obra. Debido a la importancia en la zona se considera de una afectación MODERADO ALTO.</p> <p>Como actividad preventiva se considera de impacto positivo MUY FAVORABLE ALTO la actividad propuesta de rescate arqueológico.</p>
Alteración directa de redes de servicios públicos, accesos privados, servidumbres y veredas	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de servidumbres locales • Carga, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue y transporte y disposición de material sobrante • Restitución y/o reubicación de redes y servicios 	<p>Como parte de los impactos a generarse sobre la comunidad, es la intervención y posible alteración de los servicios públicos de los pobladores del área de influencia directa como un impacto MODERADO.</p> <p>Este impacto se mitiga mediante la restitución de las redes o servicios, con la debida socialización de la actividad y previo acuerdo con los directamente afectados, siendo un impacto positivo como MUY FAVORABLE.</p>
Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de locaciones temporales en portales • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas 	La instalación de locaciones temporales, para obras y actividades administrativas requerirá una demanda de servicios públicos adicionales por el personal a permanecer en ellos, considerándose el impacto como MODERADO .
Inducción de procesos migratorios	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición predial 	Por los requerimientos de las obras es necesario generar un desplazamiento de unidades familiares o comerciales, con la consecuente migración de personas, evaluado como un impacto MODERADO .
Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores	<ul style="list-style-type: none"> • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Montaje de locaciones temporales en portales 	Las actividades exógenas a las actividades cotidianas de la población genera impactos directos, tan pronto se den inicio a las actividades previas a las actividades propias de construcción por

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (puentes, viaductos y otros) • Materialización de vías industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>lo que el impacto se considera como MODERADO ALTO.</p> <p>El principal efecto que considera la población es la posible afectación al recurso hídrico superficial y subterráneo. La presencia de personal foráneo genera problemas de inseguridad y alta demanda de servicios.</p>
Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición predial 	<p>Por esta actividad inicial que es necesaria para el desarrollo de las obras, se considera por el desplazamiento de unidades sociales como un impacto MODERADO ALTO.</p>
Generación de problemas de salud pública	<ul style="list-style-type: none"> • Carga, acarreo y disposición de insumos y materiales • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Materialización de vías industriales • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Como se señaló en la evaluación sin proyecto, en la zona de influencia directa local y puntual se presenta una buena calidad del aire, que puede verse afectada por las actividades pre constructivas evaluadas, por lo que el impacto a generarse se considera como MODERADO. Debido a la densidad poblacional del área de influencia directa se considera necesario la implementación de medidas de manejo ambiental del componente abiótico que minimicen los efectos en la contaminación del elemento aire.</p>
Cambio en las actividades productivas tradicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición predial 	<p>La zona en estudio ha sido tradicionalmente agropecuaria, con tendencia al desarrollo de actividades ecoturísticas y cambio en el uso de la tierra. Por lo que el cambio en la tenencia de la tierra donde se desarrollan algunas de estas actividades tradicionales se considera como un impacto MODERADO</p>
Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición predial 	<p>El cambio en el uso de la tierra genera nuevas expectativas por las obras a desarrollarse, dentro de la comunidad que considera la posible pérdida de valor de sus predios como un impacto MODERADO ALTO.</p>

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Pre construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Generación de empleo formal	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje e instalación de dispositivos y estaciones de monitoreo ambiental • Demolición y desmantelamiento de inmuebles • Carga, acarreo y disposición de insumos y materiales • Cargue y transporte y disposición de material sobrante • Restitución y/o reubicación de redes y servicios • Tala o traslado de vedas florísticas arbóreas • Aprovechamiento forestal • Rescate arqueológico • Montaje de locaciones temporales en portales • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Montaje de locaciones temporales (puentes, viaductos, otros) • Materialización de vías industriales • Materialización de senderos industriales • Señalización y demarcación de vías • Adecuación de zonas de depósito • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>Las diferentes actividades del proyecto en su etapa pre constructiva, así como constructiva genera una demanda alta de personal no calificado y calificado en cada una de sus obras.</p> <p>La cercanía a la ciudad de Medellín permite tener una alta oferta laboral que pudiese vincularse al proyecto, debiéndose priorizar las comunidades del área de influencia directa a través de sus JAC. Se considera como un impacto positivo MUY FAVORABLE</p>
Conflictos socio ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Carga, acarreo y disposición de insumos y materiales • Restitución y/o reubicación de redes y servicios • Aprovechamiento forestal • Montaje de locaciones temporales en portales • Construcción y adecuación de instalaciones provisionales administrativas • Adecuación e instalación de plantas de trituración y concretos 	<p>La importancia del valle de Aburrá, así como el valle de San Nicolás, la presencia de zonas protegidas (RF Río Nare y la RSC Montevivo), los patrimonios tangibles e intangibles en la zona. Así como los posibles conflictos por uso del agua puede generar dentro de la zona de influencia de la obra diferencias con las organizaciones sociales y ambientales instaladas en la zona por lo que el impacto se considera COMPATIBLE ALTO.</p>

5.4.3.2.1 Conclusiones de la evaluación de la tendencia de calidad ambiental “con proyecto” en pre – construcción:

Durante la etapa pre constructiva del proyecto se agrupan actividades de adecuación del terreno para la etapa constructiva en sí de las vías industriales, estas actividades de manera generalizada incluyen la adecuación y construcción de locaciones temporales, vías de servicio y zonas de depósito, lo cual a su vez involucra procesos generadores de impactos ambientales como la demolición y desmantelamiento de inmuebles y el aprovechamiento forestal.

En el medio abiótico estas actividades de la etapa pre constructiva generan impactos sobre los diferentes componentes; siendo el recurso hídrico el que presenta una mayor representatividad, esto debido a su estado inicial altamente intervenido y a la magnificación de este por las diferentes actividades del proyecto, ya que pueden verse afectada la calidad y disponibilidad del recurso por acción de captación y vertimientos en los diferentes frentes de obra.

De igual forma el componente geológico y geomorfológico se ve afectado ya que las condiciones actuales de la región aunadas a las acciones del proyecto sobre el terreno pueden llegar a aumentar los niveles de vibración y sismicidad local, no solo por acción de la maquinaria sino por desestabilización de los terrenos desprovistos de cobertura vegetal, lo cual a su vez reactiva y genera procesos erosivos en la zona de intervención.

Un componente que en comparación con la etapa sin proyecto puede verse altamente perturbado es el atmosférico ya que la acción de la maquinaria, el funcionamiento de plantas de trituración y de concreto, así como los demás procesos de obra, no solo generan un aumento en la emisión de gases y material particulado y en la generación de ruido, sino también trae consigo un aumento en el flujo de habitantes tanto temporales como permanentes, que por su acción antrópica en si en alguna medida potencializa estas emisiones y los niveles de presión sonora alterando las condiciones iniciales del área de intervención del proyecto.

Otro componente que se ve alterado durante la etapa pre constructiva es el edáfico ya que los cambios en el uso del suelo así como sus condiciones físico químicas, se alteran no solo por la implantación de la vía sino por los cambios económico culturales que se desencadenan a partir de ésta.

La mayor afectación del medio biótico se presenta en esta etapa pre constructiva, por las actividades de aprovechamiento forestal que se suceden al inicio de las obras, posterior a la materialización topográfica. Como se indicó anteriormente en la evaluación por actividades el impacto se presenta específicamente sobre vegetación exótica, sobre plantaciones forestales en un 80% lo que reduce el gran impacto que se pudiera generar al hablar de remoción de 31.928 individuos. Las actividades de rescate y traslado de especies en veda epifita y arbóreas genera un impacto muy positivo por la generación de nuevos hábitats, recuperación de bienes y servicios ambientales, protección de la diversidad florística y faunística.

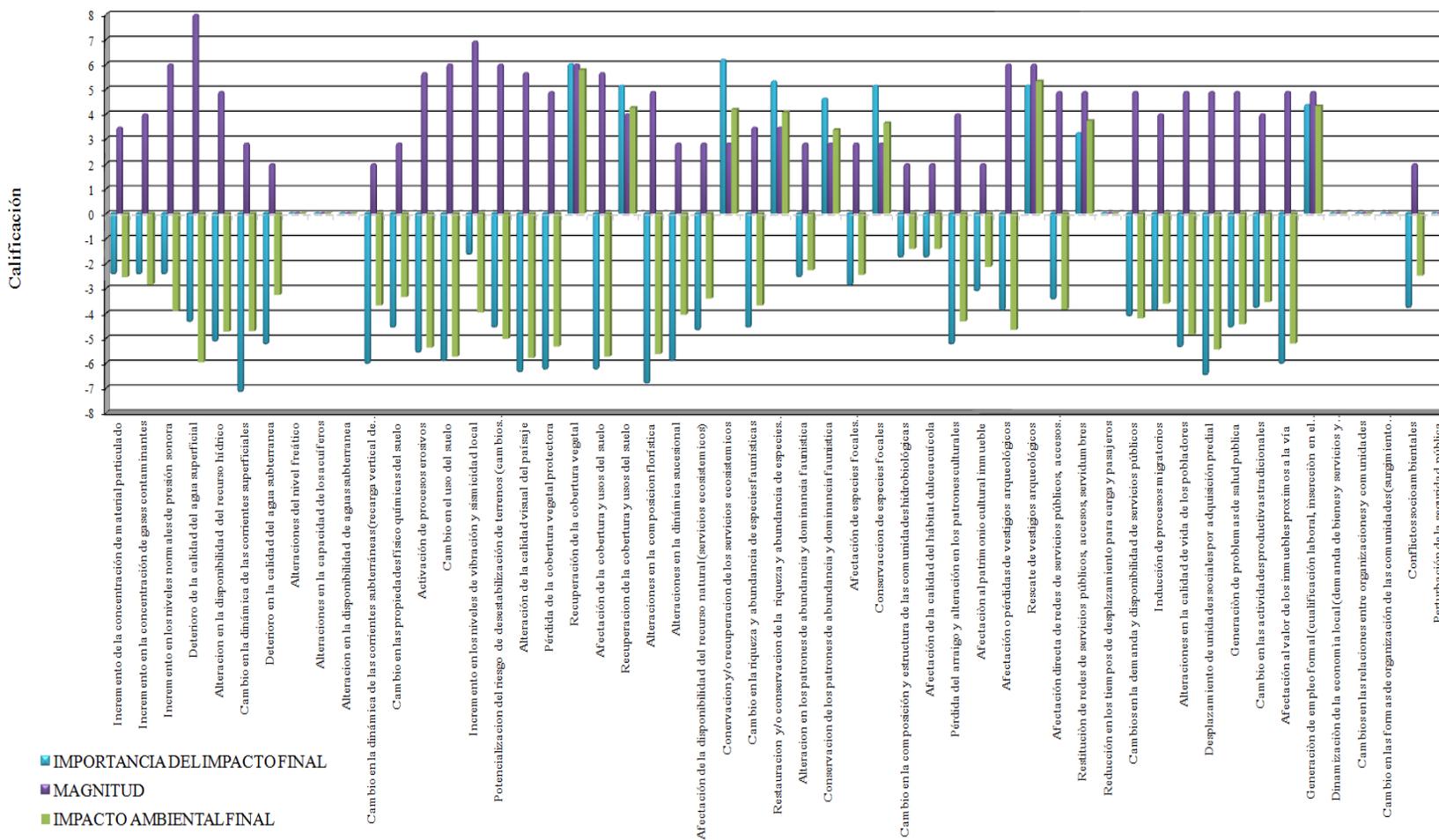


Figura 5-6 - Resumen de las variables de la evaluación de impactos de las tendencias para el escenario "con proyecto para pre-construcción"

Fuente: Concesión Túnel de Aburrá - Oriente, 2013.

La adecuación de zonas de depósito y de plantas de trituración y concretos, genera un impacto permanente sobre la alteración de la cobertura vegetal existente y el uso del suelo, alterando los procesos de sucesión natural, hasta que se haga el debido proceso de cierre y restauración de estas zonas.

En cuanto al medio socioeconómico y cultural, el mayor impacto se asocia a la adquisición predial por el desplazamiento de las unidades sociales, procesos migratorios que se originan por las obras. Con la consecuente alteración de los patrones culturales por el cambio de uso del suelo y correspondiente cambio de actividades económicas.

Las actividades de rescate arqueológico, la restitución de redes de servicios públicos, accesos privados y servidumbres son acciones positivas que dinamizan los impactos mediante medidas preventivas que eviten la generación de conflictos con la comunidad. Por el desarrollo de las obras que genera un alta demanda de mano de obra no calificada y calificada lo que permite aportar generación de empleo en la zona de forma estable durante el desarrollo de las obras.

Las expectativas de la población representadas, en los posibles procesos migratorios, alteraciones de la calidad de vida de los pobladores y problemas de generación en la salud pública, se consideran como de importancia media, los cuales deben ser mitigados mediante un adecuado plan de gestión social, con un estrategia de divulgación y sensibilización de las comunidades, a través de sus asociaciones y presidentes de JAC.

El tema de salud pública, está asociado a las emisiones atmosféricas. Teniendo en cuenta que en la actualidad el componente aire presenta una buena calidad, es deber del proyecto garantizar la implementación de medidas ambientales en obra que garanticen la minimización de impactos sobre este componente, realizando adecuadas estrategias de control y monitoreo permanente.

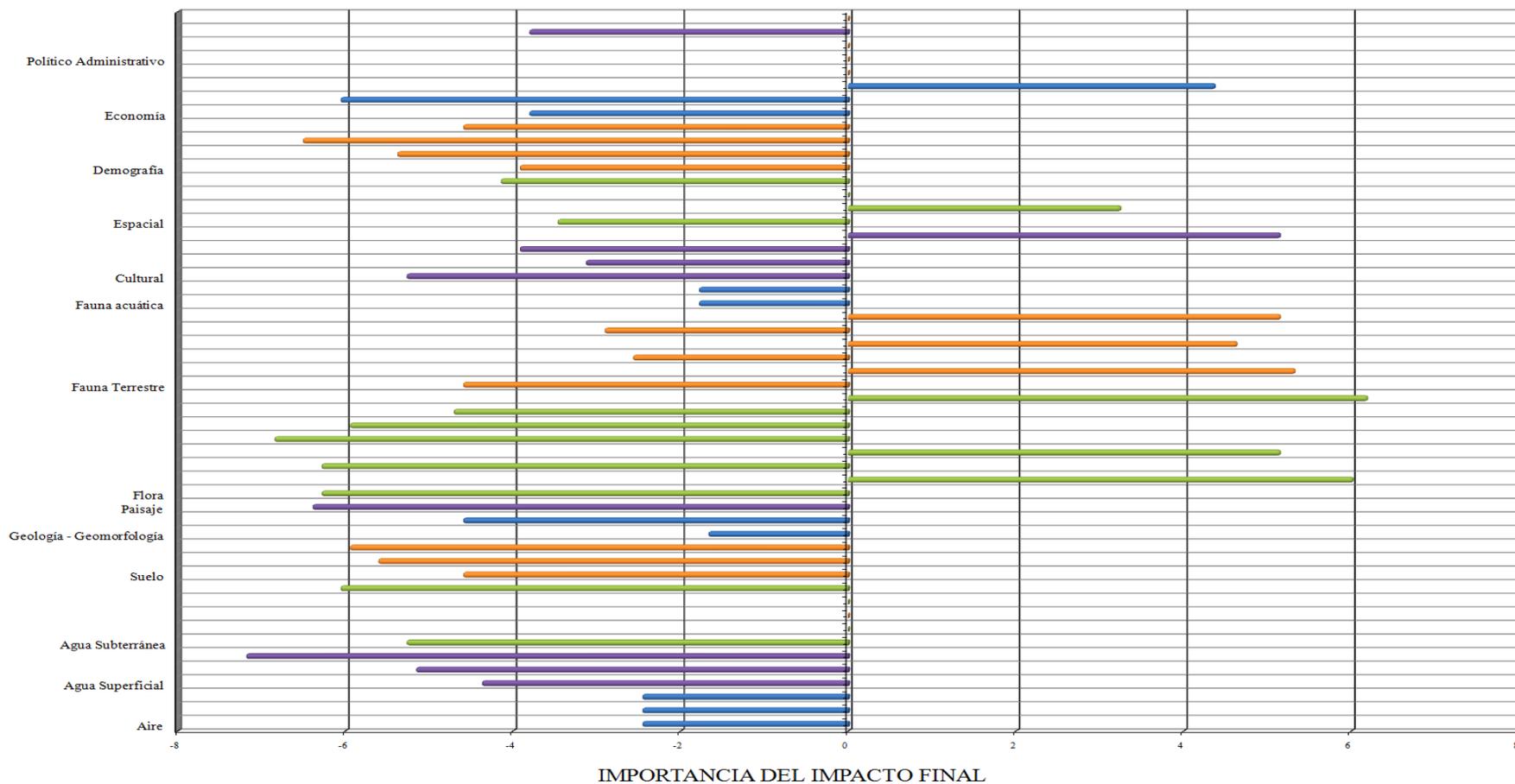


Figura 5-7 - Calificación de la Importancia del Impacto por componentes en el escenario "con proyecto para pre construcción"
Fuente: Concesión Túnel de Aburrá - Oriente, 2013.

5.4.3.2.2 Magnitud de los Impactos:

En el medio abiótico la magnitud de los impactos presentados es mayor para los componentes de calidad del aire, el agua superficial, el suelo, la geología y la geomorfología y el paisaje, siendo estos aquellos que se ven comprometidos por la acción de la adecuación y construcción de locaciones temporales, vías de acceso y zonas de depósito, así como por la acción de la maquinaria necesaria para éstas y de procesos desarrollados en medio de las mismas como la tala forestal.

La magnitud en el medio biótico alcanza su mayor valor sobre el componente flora ya que durante esta etapa se lleva a cabo el proceso de tala forestal con el fin de adecuar las zonas de locaciones temporales, vías de acceso y zonas de depósito, a su vez la fauna terrestre se ve impactada tanto por este proceso como por la acción de los habitantes de la zona y la maquinaria involucrada durante esta etapa.

La magnitud en el medio socioeconómico alcanza su mayor valor para el componente cultural, espacial, demográfico y económico, en correlación con los procesos ya señalados anteriormente, los cuales involucran cambios en los patrones culturales, económicos y sociales de la comunidad aledaña al proyecto y de los pobladores que migran por acción del mismo.

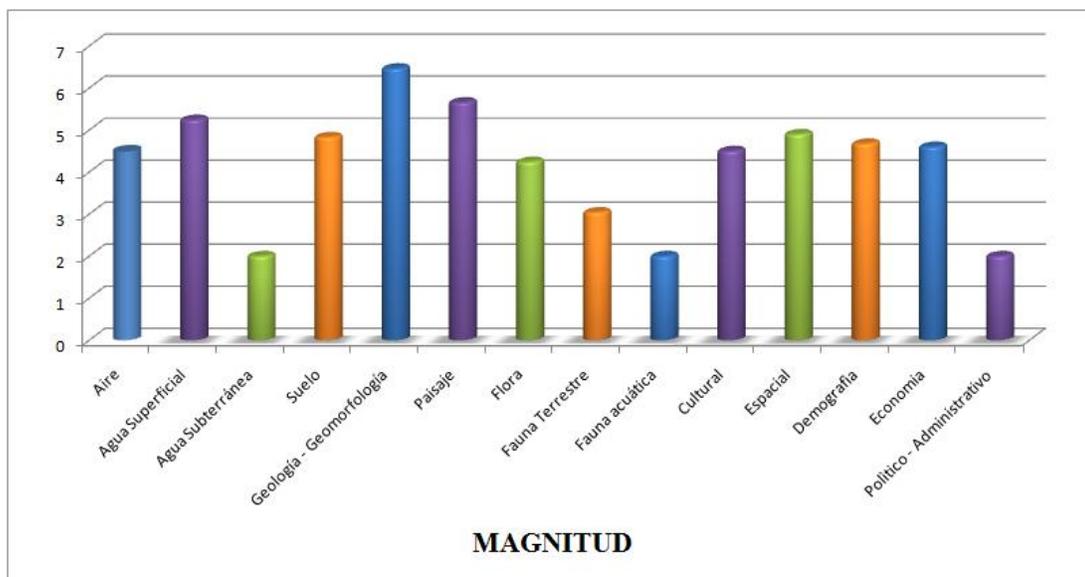


Figura 5-8 - Calificación de la magnitud del Impacto por componentes “con proyecto pre construcción”
 Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2013.

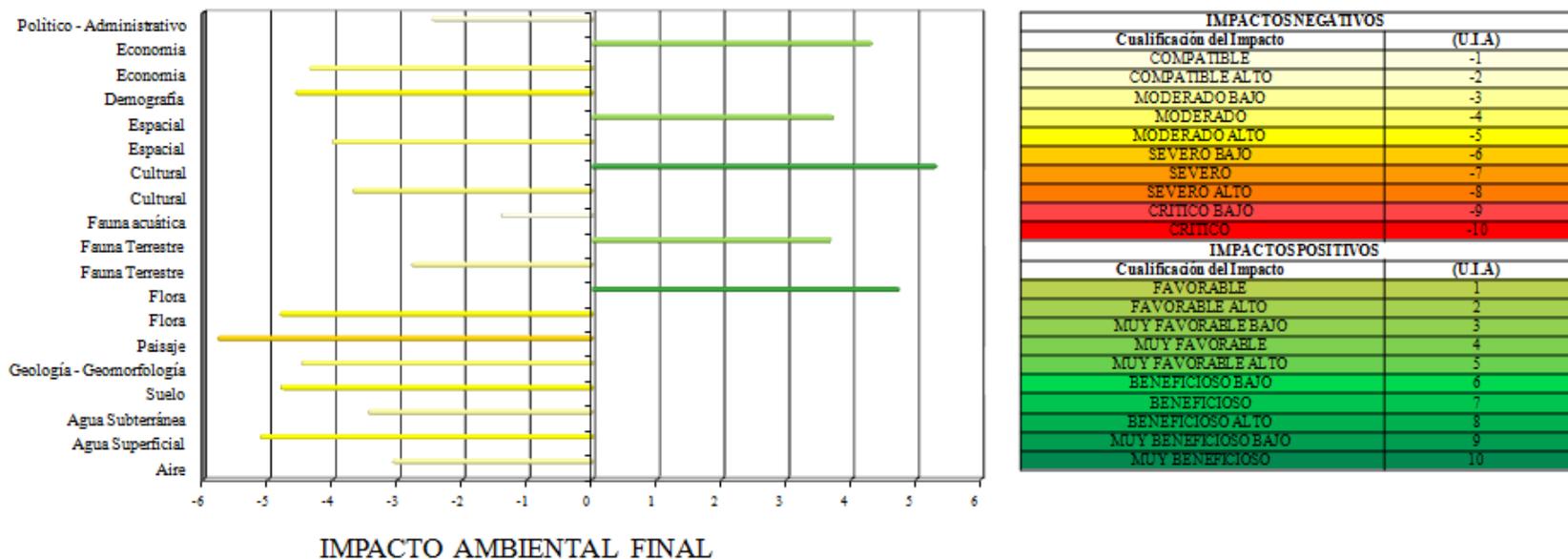


Figura 5-9 - Calificación del Impacto Ambiental Final por componentes "con proyecto etapa pre construcción"

Fuente: Concesión Túnel de Aburrá - Oriente, 2013.

Por la tendencia de los impactos para la etapa pre constructiva del proyecto y teniendo en cuenta las condiciones iniciales presentes en la zona de intervención, es posible inferir que se presentara una condición severa baja a partir de la ejecución de las obras, en el componente paisajístico, ya que cada una de las obras a ejecutarse alteran en diferente medida la condición actual del paisaje, mientras que los componentes de aire, agua superficial y subterránea, suelo, geología y geomorfología, flora y fauna terrestre, así como los componentes cultural, espacial, demográfico y económico presentaran condiciones moderadas durante la ejecución de las actividades propias de la etapa pre constructiva; mientras que el componente de fauna acuática y el componente político administrativo presenta una tendencia de presentación de impactos compatibles durante esta etapa del proyecto.

Contrario a estos, las actividades pre constructivas del proyecto también tienen una incidencia positiva sobre el medio lo cual incluye tendencias **favorables** sobre los componentes de flora y fauna terrestre para el medio biótico y sobre los componentes cultural, espacial y económico en el medio socioeconómico.

De acuerdo al análisis realizado, es posible afirmar así que los componentes con un impacto más representativo son el agua superficial, suelo, geomorfología, flora, fauna y el desarrollo económico cultural de los pobladores.

5.4.3.3 Identificación y evaluación de impactos en el escenario “con proyecto para Construcción”:

Previamente a la evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, se definieron claramente las actividades del proyecto en sus fases de pre construcción y construcción, y se identificaron los impactos que cada una de estas actividades ocasionará sobre los componentes ambientales. En la Tabla 5-12 y en el **Anexo 5.4**, se presenta esta identificación para la etapa constructiva.

Tabla 5-12 - Matriz de identificación de impactos "con proyecto" Construcción

		MATRIZ IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES PARA EL ESCENARIO "CON PROYECTO" CONCESIÓN TÚNEL DE ABURRÁ - ORIENTE CONSTRUCCIÓN																																												
Medio	Componente	Impacto	Desmontes y descapote en bancas en	Adquisición, almacenamiento y	Excavaciones (cortes) para	Excavaciones para estructuras y obras	Construcción obras de drenaje y sub-	Construcción obras de contención y	Estabilización y manejo de taludes de	Conformación de rellenos y	Protección y manejo de taludes de	Construcción de cimentaciones en	Construcción de infraestructura en	Construcción de superestructura en	Adecuación de obras de accesibilidad	Emportalamiento de túneles	Confirmación geotécnicas	Sistemas de pre soporte	Excavaciones subterráneas	Bombeos y tratamientos de aguas	Sostenimiento de excavaciones	Actividades de drenaje e	Revestimiento de la excavación	Trituración de materiales pétreos,	Fabricación de concretos hidráulicos	Cargue, acarreo y disposición de	Adecuación y conformación de	Construcción estructuras de	Construcción estructuras de	Señalización y demarcación vial	Construcción e instalación de	Sistema de tratamiento de aguas de	Actividades de adecuación	Construcción de edificio de control	Actividades de adecuación y provisión	Actividades de desmantelamiento y	Cercado y demarcación definitiva del	Siembras arbóreas compensatorias								
			visita a cielo abierto.	excavaciones	de arte	drenaje	confinamiento	corte	terrazalenes	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	terrazalenes	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos	puentes y viaductos						
Abiótico	Aire	Incremento de la concentración de material particulado	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)					
		Incremento en la concentración de gases contaminantes	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)			
		Incremento en los niveles normales de presión sonora	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)			
	Agua Superficial	Deterioro de la calidad del agua superficial	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)			
		Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)			
		Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)			
	Agua Subterránea	Deterioro en la calidad del agua subterránea	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
		Alteraciones del nivel freático	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
		Alteraciones en la capacidad de los acuíferos	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
		Alteración en la disponibilidad de aguas subterránea	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
	Suelo	Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas (recarga vertical de los acuíferos)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
		Cambio en las propiedades físico químicas del suelo	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	
		Activación de procesos erosivos	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	
	Geología - Geomorfología	Cambio en el uso del suelo	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
		Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	
	Paisaje	Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)		
		Alteración de la calidad visual del paisaje	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	
	Biótico	Flora	Pérdida de la cobertura vegetal protectora	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	
			Afectación de la cobertura y usos del suelo	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	
			Alteraciones en la composición florística	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
			Alteraciones en la dinámica sucesional	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
Afectación de la disponibilidad del recurso natural (servicios ecosistémicos)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)		
Fauna Terrestre		Cambio en la riqueza y abundancia de especies	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	
		Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	
Fauna acuática	Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)		
	Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
Cultural	Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	Alteración de la calidad del hábitat dulceacuícola	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		
		Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	

Tabla 5-13 - Evaluación de impactos “con proyecto” Construcción – Medio Abiótico

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Incremento de la concentración de material particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Estabilización y manejo de taludes de corte • Conformación de rellenos y terraplenes • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Confirmación geotécnica • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Revestimiento de la excavación • Trituración de materiales pétreos, incluye rezaga • Fabricación de concretos hidráulicos • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio 	<p>Durante la etapa constructiva también se presentan actividades que involucran la proliferación de partículas de polvo tanto sólidas como líquidas, que finalmente quedan suspendidas en la atmósfera, dichas partículas provienen no solo de obras realizadas a cielo abierto, del tránsito de maquinaria o de la vía, sino también de los procesos de excavación para la construcción de los túneles.</p> <p>Dependiendo del tamaño de dichas partículas, estas pueden mantenerse suspendidas por largos periodos de tiempo, debido a su baja velocidad de sedimentación. Situación en la cual se presentan efectos adversos sobre la salud de las personas presentes en el sector y sobre la vegetación ya que pueden llegar a bloquear los poros de las hojas y disminuir el proceso fotosintético de esta.</p> <p>Dichas alteraciones causadas durante la etapa constructiva del proyecto generan impacto COMPATIBLE ALTO.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Control de la emisión de material particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Dentro de los procesos de revegetalización, la siembra de árboles sirve como una barrera y controlador natural de las partículas de polvo emitidos por las acciones propias del proyecto, dicho efecto positivo será más eficaz durante la etapa operativa del proyecto no sólo por el control de partículas sino por el proceso de captura de carbono de los mismos.</p> <p>Por estas razones el impacto en su naturaleza positiva fue calificado como MUY FAVORABLE.</p>
Incremento en la concentración de gases contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Estabilización y manejo de taludes de corte • Conformación de rellenos y terraplenes • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Confirmación geotécnicas • Excavaciones subterráneas 	<p>Cada una de las actividades de la etapa constructiva involucra dentro de su proceso el uso de maquinaria especializada en los procesos y de vehículos de obra, los cuales generan emisiones de gases tanto primarios como los óxidos de Nitrógeno y de Carbono, e hidrocarburos y secundarios como los oxidantes fotoquímicos, siendo todos estos nocivos para personas, animales y plantas en forma directa y potencializando al reaccionar y convertirse en oxidantes fotoquímicos.</p> <p>La calificación dada a este impacto para la etapa constructiva corresponde a un impacto COMPATIBLE.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Revestimiento de la excavación • Trituración de materiales pétreos, incluye rezaga • Fabricación de concretos hidráulicos • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Incremento en los niveles normales de presión sonora	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Estabilización y manejo de taludes de corte • Conformación de rellenos y terraplenes • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en 	<p>Cada una de las actividades que se realizan durante la construcción involucran un aumento en la movilización de personas, vehículos y materiales, así como el uso de maquinaria especializada para la construcción de puentes y túneles, causando todas estas aumentos en intensidad, frecuencia y duración de los sonidos en el área de intervención, lo cual representa alteraciones de la presión sonora.</p> <p>Dicha situación puede llegar a afectar directamente la salud de personas y animales así como en estos últimos puede alterar patrones comportamentales y cambios en su hábitat natural.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<p>puentes y viaductos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Confirmación geotécnicas • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Revestimiento de la excavación • Trituración de materiales pétreos, incluye rezaga • Fabricación de concretos hidráulicos • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro 	<p>Este impacto es de MODERADO.</p>
Control en los niveles de presión sonora	<ul style="list-style-type: none"> • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Las plantaciones forestales utilizadas dentro de los programas de siembras arbóreas compensatorias funcionan como barreras naturales para el aislamiento de las emisiones sonoras generadas por la vía, este impacto positivo se presentará especialmente durante la fase operativa del proyecto, momento en el cual las emisiones sonoras serán constantes.</p> <p>Para este impacto tiene la categoría de MUY FAVORABLE.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Deterioro de la calidad del agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Estabilización y manejo de taludes de corte • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Confirmación geotécnica • Excavaciones subterráneas • Bombeos y tratamientos de aguas industriales • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Fabricación de concretos hidráulicos • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y 	<p>La alteración en la calidad del agua superficial durante la etapa constructiva del proyecto se debe principalmente a los vertimientos industriales y/o domésticos, productos de campamentos y obras.</p> <p>Así mismo deben tenerse en cuenta los sedimentos presentes en el agua producto del aumento en el arrastre de estos por acción de la escorrentía y el viento sobre los terrenos que han sido despojados de la cubierta vegetal.</p> <p>Una vez evaluado el grado de intervención de estas actividades en la zona de intervención del proyecto se da a los cambios en la calidad del agua un nivel de importancia SEVERO BAJO.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	provisión de espacio público <ul style="list-style-type: none"> • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas 	<p>Todos los procesos constructivos involucran para su desarrollo el uso de agua, razón por la cual cada una de las actividades en la etapa constructiva en especial las que refieren obras especiales como puentes y túneles, requerirán de diferentes volúmenes de esta y contribuirán a las alteraciones en la disponibilidad de este recurso presente actualmente en el escenario sin proyecto.</p> <p>A su vez, los cambios en el ambiente producto de las obras que se ejecutan durante esta fase, alteran los ciclos hidrológicos del área y contribuyen en dichas alteraciones, al detener el servicio ecosistémico de regulación hídrica prestado por las coberturas boscosas y el suelo bajos estas.</p> <p>La calificación dada este impacto es de MODERADO ALTO.</p>
Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos 	<p>El cambio directo efectuado en la dinámica de las corrientes superficiales se atribuye a ocupaciones temporales de los cauces para la ejecución de obras constructivas en puentes.</p> <p>Sin embargo es posible que a largo plazo los cambios en la cobertura boscosa, en las condiciones físico químicas del suelo y en las características geológicas del terreno durante la construcción de los túneles, genere una alteración indirecta de la dinámica hídrica de la zona por alteración de los procesos de recarga de estas.</p> <p>Este impacto fue evaluado de MODERADO ALTO para la fase constructiva del proyecto.</p>
Conservación de la dinámica de las corrientes	<ul style="list-style-type: none"> • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Los proyectos de siembras arbóreas suelen ayudar en la conservación de las dinámicas de recarga de las corrientes</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
		<p>superficiales de la zona, debido al servicio ecosistémico prestado por los árboles en la regulación hídrica y retención de sedimentos, lo cual de manera indirecta se traduce en mayor disponibilidad del agua para la recarga y menor concentración de sedimentos en las corrientes.</p> <p>Este impacto se considera como MUY FAVORABLE.</p>
Deterioro en la calidad del agua subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Estabilización y manejo de taludes de corte • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Confirmación geotécnicas • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística 	<p>Durante la etapa constructiva de las obras en especial las referentes a las excavaciones de túneles y aquellas que generen algún tipo de intervención sobre el suelo, alteran la calidad de la agua subterránea por arrastre de sólidos en suspensión y de minerales, ya que se modifican los patrones de filtración principal fuente abastecedora de agua a los acuíferos y por desprotección de los mismos y exposición a dichos contaminantes.</p> <p>Sin embargo existe otra fuente de alteración de la calidad de las aguas subterráneas y hace referencia a derrames accidentales de grasas e hidrocarburos que por las mismas fuentes lleguen a estos depósitos hídricos.</p> <p>Teniendo en cuenta el grado de posibilidad de ocurrencia de estos eventos la calificación dada a este impacto es de MODERADO BAJO.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Alteraciones del nivel freático	<ul style="list-style-type: none"> • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas 	<p>Las actividades realizadas durante la construcción de los túneles suelen implicar alteraciones en el movimiento del agua subterránea, ya que modifican la dirección, velocidad y flujo de estas dentro de las formaciones geológicas, lo cual genera posibles abatimientos del nivel freático.</p> <p>Por estas razones el impacto es calificado de MODERADO dentro de la evaluación.</p>
Alteraciones en la capacidad de los acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> • Emportalamiento de túneles • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas 	<p>La capacidad de los acuíferos presentes en la zona de intervención del proyecto puede verse alterada por cambios en la conformación de las rocas que a su vez involucren alteraciones de la porosidad, filtración y/o distribución de las fisuras de almacenamiento, esto principalmente ocurre por acción de actividades de excavación subterránea en la construcción de los túneles.</p> <p>La evaluación de este impacto se considera como MODERADO.</p>
Alteración en la disponibilidad de aguas subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Emportalamiento de túneles • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones 	<p>Todas las actividades de obra durante la etapa constructiva que modifican los procesos de recarga, almacenamiento y calidad de las aguas subterráneas, modifican indirectamente la disponibilidad de dichas aguas, disminuyendo no solo en cantidad sino en calidad este recurso.</p> <p>La calificación dada a este componente es un impacto MODERADO.</p>
Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas (recarga vertical)	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones 	<p>La recarga vertical de los acuíferos depende de la capacidad de agua que es infiltrada a través del suelo para alcanzar la zona saturable del acuífero, por esta razón las actividades de obra que</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
de los acuíferos)	<ul style="list-style-type: none"> Excavaciones para estructuras y obras de arte Emportalamiento de túneles Excavaciones subterráneas Sostenimiento de excavaciones subterráneas Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos 	<p>modifiquen el suelo por el cual se infiltra dicha agua, anudadas a la pérdida de dicha agua a través de filtraciones en las obras subterráneas, altera la dinámica normal de recarga del acuífero.</p> <p>Teniendo en cuenta la distribución de las obras subterráneas y las modificaciones que puedan realizarse sobre el terreno de filtración, en relación con los acuíferos presentes en la región este impacto es calificado como MODERADO ALTO para esta fase del proyecto.</p>
Cambio en las propiedades físico químicas del suelo	<ul style="list-style-type: none"> Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto Excavaciones (cortes) para explanaciones Excavaciones para estructuras y obras de arte Construcción obras de drenaje y sub-drenaje Construcción obras de contención y confinamiento Estabilización y manejo de taludes de corte Conformación de rellenos y terraplenes Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos Construcción de infraestructura en puentes y viaductos Construcción de superestructura en puentes y viaductos Adecuación de obras de accesibilidad local Emportalamiento de túneles Confirmación geotécnicas Excavaciones subterráneas Sostenimiento de excavaciones subterráneas Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales 	<p>Todas las actividades de la etapa constructiva del proyecto, que tienen contacto directo con la superficie del terreno, implican dentro de sí alteraciones de las condiciones físicas, químicas y /o biológicas del mismo, ya sea de forma directa o por transporte de partículas ya sea por escorrentía o por el viento.</p> <p>Por lo tanto se considera este como un impacto MODERADO para esta etapa del proyecto.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Recuperación propiedades físico químicas del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Los programas de reforestación proveen al suelo una barrera natural ante contaminantes y procesos erosivos, así mismo participan dentro de los procesos de reciclaje de nutrientes y retención de sedimentos, razón por la cual es posible afirmar que la cobertura vegetal permite al suelo recuperar sus características físico químicas originales.</p> <p>La calificación dada a este impacto es de MUY FAVORABLE dentro de la evaluación.</p>
Activación de procesos erosivos	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones para estructuras y obras de arte 	<p>Actividades como el desmonte y el descapote y las excavaciones realizadas dentro de los procesos de construcción de obras de arte, permiten que las capas superficiales del suelo queden expuestas a fenómenos de escorrentía y viento que remueven dichas capas, modificando el relieve estructural del área intervenida. La erosión del suelo a su vez genera una reducción de su capacidad productiva potencial, ya que se elimina el soporte que permite la supervivencia de las comunidades bióticas terrestres.</p> <p>Para este impacto durante la etapa constructiva del proyecto se le da una calificación de MODERADO.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Control de los procesos erosivos	<ul style="list-style-type: none"> • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Los procesos de siembras arbóreas compensatorias proveen al suelo una barrera natural contra el viento, la escorrentía y demás procesos meteóricos, lo cual provee al terreno un control ante los procesos erosivos.</p> <p>La calificación dada a este impacto es de MUY FAVORABLE ALTO para la etapa constructiva del proyecto.</p>
Cambio en el uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Estabilización y manejo de taludes de corte • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Confirmación geotécnica • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control 	<p>Todo el proceso constructivo de la vía, genera alteraciones en el uso actual del suelo, pues su vocación será transformada para la prestación de un servicio público de interés nacional lo cual conlleva a la pérdida de protección boscosa, ganadera, agrícola y /o residencial en dicho terreno. Este impacto se ve potencializado durante la etapa operativa, ya que el desarrollo del proyecto genera cambios socioeconómicos y culturales en el área circundante a la vía, que contribuyen a la generación de nuevos espacios productivos. Por lo tanto se considera un impacto de calificación MODERADO BAJO con un valor de -3 para la etapa pre constructiva.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Conformación de rellenos y terraplenes • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y 	<p>Las actividades de obra tanto en vía en superficie como subterráneas que requieren grandes movimientos de tierra, fracturamiento de rocas y en si el uso de maquinaria especializada para la construcción de la vía, los puentes y los túneles, implican alteraciones en la carga y esfuerzo específicos ejercidos sobre el terreno, alterando la vibración y sismicidad propia de la región, lo cual puede potencializar fenómenos como avenidas torrenciales y deslizamientos presentes actualmente en la zona de intervención del proyecto. Este impacto fue calificado con un valor de -3 lo cual corresponde a un impacto de importancia MODERADO BAJO.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Conformación de rellenos y terraplenes • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de pavimento rígido • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Construcción de edificio de control • Actividades de adecuación y provisión de espacio público 	<p>Obras como el desmonte y el descapote, las excavaciones y demás actividades que impliquen alteraciones de la geometría original del suelo, modifican la estabilidad del terreno en el cual se desarrolla el proyecto, lo cual ligado a una pérdida de la capacidad de protección del suelo que ha sido afectada con anterioridad potencializa el riesgo de desestabilización y los cambios geomorfológicos en el área de intervención del proyecto.</p> <p>Para la etapa constructiva la calificación otorgada es de MODERADO.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de desmantelamiento y retiro 	
Control del riesgo de desestabilización de terrenos	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización y manejo de taludes de corte • Conformación geotécnica • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Dentro de los procesos constructivos de las carreteras la estabilización de los taludes de corte, las conformaciones geotécnicas y de manera indirecta las siembras compensatorias, conceden al terreno mayor estabilidad.</p> <p>Este impacto fue calificado como MUY FAVORABLE ALTO.</p>
Alteración de la calidad visual del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Desmontes y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones (cortes) para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción obras de drenaje y sub-drenaje • Construcción obras de contención y confinamiento • Conformación de rellenos y terraplenes • Protección y manejo de taludes de terraplenes • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura en puentes y viaductos • Construcción de superestructura en puentes y viaductos • Adecuación de obras de accesibilidad local • Emportalamiento de túneles • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Actividades de drenaje e impermeabilización de excavaciones subterráneas • Cargue, acarreo y disposición de insumos y materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósitos • Construcción estructuras de 	<p>Todo proceso que implique modificaciones del entorno inicial, genera de manera colateral alteraciones en la calidad visual del paisaje.</p> <p>La modificación del paisaje durante la etapa constructiva del proyecto, fue calificada de MODERADO ALTO sobre este impacto.</p>

Componente Abiótico Escenario Con Proyecto - Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<p>pavimento rígido</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción estructuras de pavimento flexible • Sistema de tratamiento de aguas de infiltración y sistema contra incendio • Construcción de edificio de control 	
Control de la calidad visual del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilización y manejo de taludes de corte • Confirmación geotécnicas • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Actividades de desmantelamiento y retiro • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Una vez concluidas las actividades constructivas, los procesos de estabilización, adecuación, desmantelamiento y recuperación, contribuyen a mejorar la calidad del paisaje en el área de intervención del proyecto.</p> <p>Este impacto fue calificado como BENEFICIOSO BAJO para la etapa constructiva del proyecto.</p>

Tabla 5-14 - Evaluación de impactos “con proyecto” Construcción – Medio Biótico

Componente Biótico Escenario Con Proyecto Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Pérdida de la cobertura vegetal protectora	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de obras de accesibilidad local • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Como se indicó en la evaluación de pre construcción el mayor impacto se presenta en esta etapa por las actividades de aprovechamiento forestal y adecuación de accesos y caminos industriales. Actividades como accesos locales inciden en la pérdida de cobertura por las actividades de rocería, despeje y tala que sean necesarias para la obra, el impacto se considera MODERADO ALTO.</p> <p>En compensación se presentan las siembras arbóreas por compensación de aprovechamiento forestal, donde la proporción de siembra se presenta 1:3 de especies nativas en zonas previamente definidas con la autoridad ambiental y donde realmente genere los beneficios ecológicos esperados, el impacto se valora positivo BENEFICIOSO BAJO.</p>
Afectación de la	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación de obras de 	Este impacto está directamente

Componente Biótico Escenario Con Proyecto Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
cobertura y usos del suelo	<ul style="list-style-type: none"> accesibilidad local Actividades de adecuaciones arquitectónicas y paisajísticas Siembras arbóreas compensatorias 	<p>relacionado con la pérdida de la cobertura vegetal. Para esta etapa del proyecto se considera MODERADO.</p> <p>Las actividades de recuperación morfológica y paisajística, así como las siembras planteadas por compensación de talas, mitigan este impacto, generando un efecto positivo valorado como BENEFICIOSO BAJO.</p>
Alteraciones de la composición florística	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de obras de accesibilidad local Actividades de adecuaciones arquitectónicas y paisajísticas Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Al presentarse efectos positivos sobre el impacto generado sobre la cobertura vegetal y afectación de la composición florística actual, las acciones de recuperación y adecuación morfológica, así como las siembras de especies nativas favorecen la recuperabilidad del impacto valorándose como BENEFICIOSO BAJO.</p>
Alteraciones de la dinámica sucesional	<ul style="list-style-type: none"> Adecuación de obras de accesibilidad local Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Unido a los impactos descritos anteriormente se presenta la alteración de la sucesión natural que se da en zonas de intervención antrópica que están sometidas a constantes recibir tensionantes externos. En esta etapa el impacto se considera menor que en la etapa pre constructiva y se valora como MODERADO BAJO.</p> <p>Las acciones de compensación por tala, inversión del 1% mediante los programas de restauración ecológica que se implementen, así como por vedas son acciones altamente benéficas a este elemento evaluado como BENEFICIOSO BAJO.</p>
Afectación de la disponibilidad del recurso natural (Servicios ecosistémicos)	<ul style="list-style-type: none"> Actividades de adecuaciones arquitectónicas y paisajísticas Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Como se ha expresado anteriormente, la intervención a la cobertura vegetal tiene una incidencia directa en todo el ecosistema que se está interviniendo, con la consecuente pérdida de los servicios ecosistémicos que presta. Valorado como COMPATIBLE BAJO.</p> <p>Las acciones de compensación por tala, inversión del 1% mediante los</p>

Componente Biótico Escenario Con Proyecto Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
		programas de restauración ecológica que se implementen, así como por vedas son acciones altamente benéficas a este elemento evaluado como MUY FAVORABLE ALTO .
Cambio en la riqueza y abundancia de especies faunísticas	<ul style="list-style-type: none"> Desmante y descapote en bancas en vías a cielo abierto Adecuación de obras de accesibilidad local Actividades de adecuaciones arquitectónicas y paisajísticas Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Anteriormente se ha expresado que los ecosistemas terrestres están íntimamente ligados en todos sus elementos, la fauna silvestre es un elemento intrínsecamente relacionado con la cobertura vegetal, su estado, dinámica y disponibilidad del hábitat, debido a las alteraciones actuales y proyectadas por el proyecto se valora como COMPATIBLE ALTO.</p> <p>Las acciones que revierten el impacto negativo en positivo, permiten una recuperación de las condiciones actuales, al generar mejores y nuevos hábitat con el consecuente cambio en la riqueza y abundancia de especies. Impacto MUY FAVORABLE ALTO.</p>
Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística	<ul style="list-style-type: none"> Siembras arbóreas compensatorias 	Para estos impactos se presenta la relación con la actividad constructiva que genera un efecto positivo de recuperabilidad de los efectos negativos sobre las especies faunísticas. Se valora como MUY FAVORABLE .
Alteración de especies focales	<ul style="list-style-type: none"> Siembras arbóreas compensatorias 	
Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	<ul style="list-style-type: none"> Excavaciones para estructuras y obras de arte Construcción de obras de drenaje y sub- drenaje Excavaciones subterráneas 	Estos impactos están directamente relacionados, si hay una alteración de los hábitas naturales (Sustratos) hay una directa incidencia en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas. Este elemento ha sido afectado en la zona por las diferentes actividades antrópicas por lo cual debe tener especial atención las obras que pueden incidir en el aumento de esta afectación por las posibles descargas en las corrientes superficiales y las de origen subterráneo. Por lo que se considera un impacto COMPATIBLE ALTO .
Alteración de la calidad del hábitat dulceacuícola	<ul style="list-style-type: none"> Excavaciones para estructuras y obras de arte Construcción de obras de drenaje y sub- drenaje Excavaciones subterráneas 	

Tabla 5-15 - Evaluación de impactos “con proyecto” Construcción – Medio Socioeconómico

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	<ul style="list-style-type: none"> Desmante y descapote en bancas en vías a cielo abierto Excavaciones para explanaciones 	Como se indicó en las actividades de la etapa pre constructiva las actividades relacionadas con talas, descapotes y excavaciones al inicio de la construcción pueden afectar los vestigios arqueológicos que existen en la zona directa del proyecto. Se define este impacto como MODERADO ALTO.
Alteración directa de redes de servicios públicos, accesos privados, servidumbres	<ul style="list-style-type: none"> Desmante y descapote en bancas en vías a cielo abierto Excavaciones para estructuras y obras de arte Construcción de obras de drenaje y subdrenaje 	Debido a la alta densidad de minifundios a lo largo del proyecto es factible la alteración y/o intervención de las redes de servicios públicos de forma temporal, así como los accesos privados y servidumbres que el proyecto tiene definido restaurar. El impacto se considera MODERADO.
Reducción en los tiempos de desplazamiento para carga y pasajeros	<ul style="list-style-type: none"> Estabilización y manejo de taludes de corte Conformación de rellenos y terraplenes Protección y manejo de taludes de terraplenes Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos Adecuación de obras de accesibilidad local 	Este impacto se analiza a la luz de la mitigación que las obras de construcción pueden generar por los problemas de estabilización y sismicidad que se presenta en la zona. El impacto se valora de forma positiva como MUY FAVORABLE.
Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos	<ul style="list-style-type: none"> Excavaciones subterráneas 	Debido a la actual problemática de la disponibilidad del recurso hídrico en la zona evaluada, se considera que las excavaciones para el desarrollo de la obra subterránea pueden llegar a afectar los caudales superficiales y el suministro del servicio de acueducto por ello se determina como MODERADO.
Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores	<ul style="list-style-type: none"> Adquisición, almacenamiento y transporte de explosivos Excavaciones para estructuras y obras de arte Adecuación de obras de accesibilidad local 	Como se ha citado en otros ítems, la comunidad ha venido llevando un proceso migratorio hacia las fincas de descanso y recreo en la zona del proyecto, por lo cual las actividades constructivas generan unas alteraciones en las actividades normales de sus pobladores. El impacto se considera MODERADO ALTO.

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
Generación de problemas de salud pública	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición, almacenamiento y transporte de explosivos • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Estabilización Y manejo de taludes de corte • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Adecuación de obras de accesibilidad local • Cargue, acarreo y disposición de materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósito. 	<p>La calidad del aire en la zona de estudio, así como el ruido se consideran como buenos, sobre niveles normales de emisión. Por lo que las actividades a desarrollarse en la etapa constructiva generaran alteraciones temporales que de no contralarse pueden desencadenar en problemas de salud a sus pobladores. El impacto se define como MODERADO ALTO.</p>
Cambio en las actividades productivas tradicionales	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de infraestructura de puentes y viaductos • Construcción de superestructura de puentes y viaductos • Emportalamiento de túneles 	<p>Las actividades del proyecto en sus etapa pre y constructiva, genera un cambio en el uso y propiedad de la tierra especialmente en el AID puntual, por lo que se presentarán unos cambios permanentes en estas zonas de las actividades productivas tradicionales. El impacto se considera MODERADO.</p>
Generación de empleo formal	<ul style="list-style-type: none"> • Desmante y descapote en bancas en vías a cielo abierto • Excavaciones para explanaciones • Excavaciones para estructuras y obras de arte • Construcción de obras de drenaje y subdrenaje • Construcción de obras de contención y confinamiento • Estabilización y manejo de taludes de corte • Conformación de rellenos y terraplenes • Protección y manejo de taludes de terraplenes • Construcción de cimentaciones en puentes y viaductos • Construcción de infraestructura de puentes y viaductos • Construcción de superestructura de puentes y viaductos • Adecuación de obras accesibilidad 	<p>Las diferentes actividades del proyecto en su etapa Pre constructiva, así como constructiva genera una demanda alta de personal no calificado y calificado en cada una de sus obras.</p> <p>La cercanía a la ciudad de Medellín permite tener una alta oferta laboral que pudiese vincularse al proyecto, debiéndose priorizar las comunidades del área de influencia directa a través de sus JAC. Se considera como un impacto positivo MUY FAVORABLE</p>

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	<p>local</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emportalamiento de túneles • Confirmación geotécnica • Adquisición, almacenamiento y transporte de explosivos • Sistemas de soporte • Excavaciones subterráneas • Sostenimiento de excavaciones subterráneas • Revestimiento de la excavación • Cargue, acarreo y disposición de materiales • Adecuación y conformación de materiales en zonas de depósito • Cercado y demarcación definitiva del corredor 	
Dinamización de la economía local	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Uno de los recursos que mayor demanda tendrá el proyecto es el material vegetal para las actividades de conformación morfológica y paisajística, espacio público y las siembras compensatorias.</p> <p>Por lo cual se considera como un impacto positivo por ser generador de elementos naturales necesarios para el proyecto, apoyando de esta forma algunas de las organizaciones ambientales y/o sociales del AID o AII. El impacto se considera como positivo MUY FAVORABLE BAJO.</p>
Cambio en las formas de organización de las comunidades	<ul style="list-style-type: none"> • Emportalamiento de túneles • Excavaciones subterráneas • Bombeo y tratamiento de aguas industriales • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística • Actividades de adecuación y provisión de espacio público • Siembras arbóreas compensatorias 	<p>Se considera como un impacto positivo por ser un generador de nuevas formas de organización comunitaria, no solo para el tema de demanda de mano de obra, sino aspectos de veeduría ambiental, surgimiento de nuevos líderes dentro del AID o AII. El impacto se considera como positivo MUY FAVORABLE BAJO.</p>
Conflictos socio ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de obras de drenaje y subdrenaje • Emportalamiento de túneles • Excavaciones subterráneas • Bombeo y tratamiento de aguas 	<p>Debido al arraigo de los pobladores en la zona, protección de sus bienes tangibles e intangibles patrimoniales, la conservación de sus actividades tradicionales y áreas de reserva natural,</p>

Componente Socioeconómico Escenario Con Proyecto Construcción		
Impacto	Actividades	Evaluación
	industriales <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de edificio de control 	ven en las actividades de obras nuevas como puentes, viaducto, portales de túneles elementos de generación de conflictos con la comunidad. Se considera un impacto MODERADO BAJO.
Perturbación de la seguridad pública	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición, almacenamiento y transporte de explosivos • Emportalamiento de túneles • Actividades de adecuación arquitectónica y paisajística 	La llegada de personal foráneo, así como el desarrollo de actividades nuevas en las zonas del Valle de Aburrá y Valle de San Nicolás, genera dentro de los pobladores y empresarios expectativas de perturbación de la seguridad pública. El impacto se considera COMPATIBLE BAJO.

5.4.3.3.1 Conclusiones generales de la evaluación de la tendencia de calidad ambiental “con proyecto” en construcción:

A manera de conclusiones generales de la tendencia de calidad ambiental en el escenario “con proyecto en la fase constructiva”, cabe destacar los siguientes aspectos:

Durante la etapa constructiva del proyecto se agrupan actividades tales como el desmonte y descapote, las excavaciones subterráneas para los túneles, la construcción de obras de arte, la conformación de la vía, la disposición de material sobrante, así como el desmantelamiento de las instalaciones provisionales y la restauración de las mismas, lo cual a su vez involucra otros procesos generadores de impactos ambientales.

A nivel abiótico el componente que presenta un mayor grado de impacto es el hídrico, en el cual se manifiestan efectos sobre la calidad, disponibilidad y dinámica de corrientes superficiales y subterráneas, así como un marcado efecto sobre la capacidad de recarga de los acuíferos. Para el caso de corrientes hídricas superficiales los efectos pueden ser atribuidos a las actividades que involucren procesos de captación y vertimientos, mientras que los impactos generados sobre las aguas subterráneas se deben principalmente a contaminación secundaria y a procesos de filtración de agua en los túneles.

El componente paisajístico se ve afectado como consecuencia de alteraciones en las condiciones naturales de la zona de intervención del proyecto, ya que cualquier variación en la calidad visual del paisaje de los pobladores de la zona, así como un cambio en la unidad del paisaje existente independiente de su grado de intervención debe considerarse de importancia. Esto en relación con cada una de las actividades desarrolladas en la fase constructiva del proyecto, marca claramente las alteraciones sobre este componente.

De igual forma el componente atmosférico se ve afectado por el aumento en la emisión de partículas y de gases, así como por el incremento en los niveles de presión sonora, atribuidos a los diferentes procesos que se desarrollan en el área de intervención del proyecto. En cuanto al

componente edáfico el mayor impacto se presenta por la activación de procesos erosivos en las zonas de construcción de vías a cielo abierto, los cuales potencializan las condiciones actuales, asimismo en el componente geológico y geomorfológico se presentan impactos sobre la desestabilización de los terrenos desprovistos de cobertura vegetal, por acción de actividades de construcción y excavación principalmente.

La tendencia en los impactos bióticos como se ha expresado anteriormente en los ecosistemas terrestres están íntimamente ligados todos sus elementos, la fauna silvestre es un elemento intrínsecamente relacionado con la cobertura vegetal, su estado, dinámica y disponibilidad del hábitat, debido a las alteraciones actuales y proyectadas por el proyecto inciden directamente en los elementos cobertura vegetal, uso del suelo y fauna terrestre.

En los ecosistemas acuáticos, si hay una alteración de los hábitas naturales (Sustratos) hay una directa incidencia en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas. Este elemento ha sido afectado en la zona por las diferentes actividades antrópicas por lo cual debe tener especial atención las obras que pueden incidir en el aumento de esta afectación por las posibles descargas en las corrientes superficiales y las de origen subterráneo

En cuanto al medio socioeconómico y cultural, el mayor impacto se asocia a la afectación a las redes de servicio público, debido a la alta densidad de minifundios a lo largo del proyecto es factible la alteración y/o intervención de las redes de servicios públicos de forma temporal, así como los accesos privados y servidumbres que el proyecto tiene definido restaurar.

Las actividades de rescate arqueológico, la restitución de redes de servicios públicos, accesos privados y servidumbres son acciones positivas que dinamizan los impactos mediante medidas preventivas que eviten la generación de conflictos con la comunidad.

Un impacto altamente favorable y positivo, por el desarrollo de las obras de construcción es la alta demanda de mano de obra no calificada y calificada lo que permite aportar generación de empleo en la zona de forma estable durante el desarrollo de las obras.

Las expectativas de la población representadas en las posibles alteraciones de la calidad de vida de los pobladores y problemas de generación en la salud pública, se consideran como de importancia media, los cuales deben ser mitigados mediante un adecuado plan de gestión social, con una estrategia de divulgación y sensibilización de las comunidades, a través de sus asociaciones y presidentes de JAC.

El tema de salud pública, está asociado a las emisiones atmosféricas, las cuales en el momento actual presentan niveles adecuados conforme a la norma, razón por la cual el proyecto debe implementar medidas de manejo en construcción que controlen la generación de nuevas emisiones usando adecuadas estrategias de control y monitoreo permanente.

Uno de los recursos que mayor demanda tendrá el proyecto es el material vegetal para las actividades de conformación morfológica y paisajística, espacio público y las siembras compensatorias.

Por lo cual se considera como un impacto positivo por generador de elementos naturales necesarios para el proyecto, apoyando de esta forma algunas de las organizaciones ambientales y /o sociales del AID y de la AII.

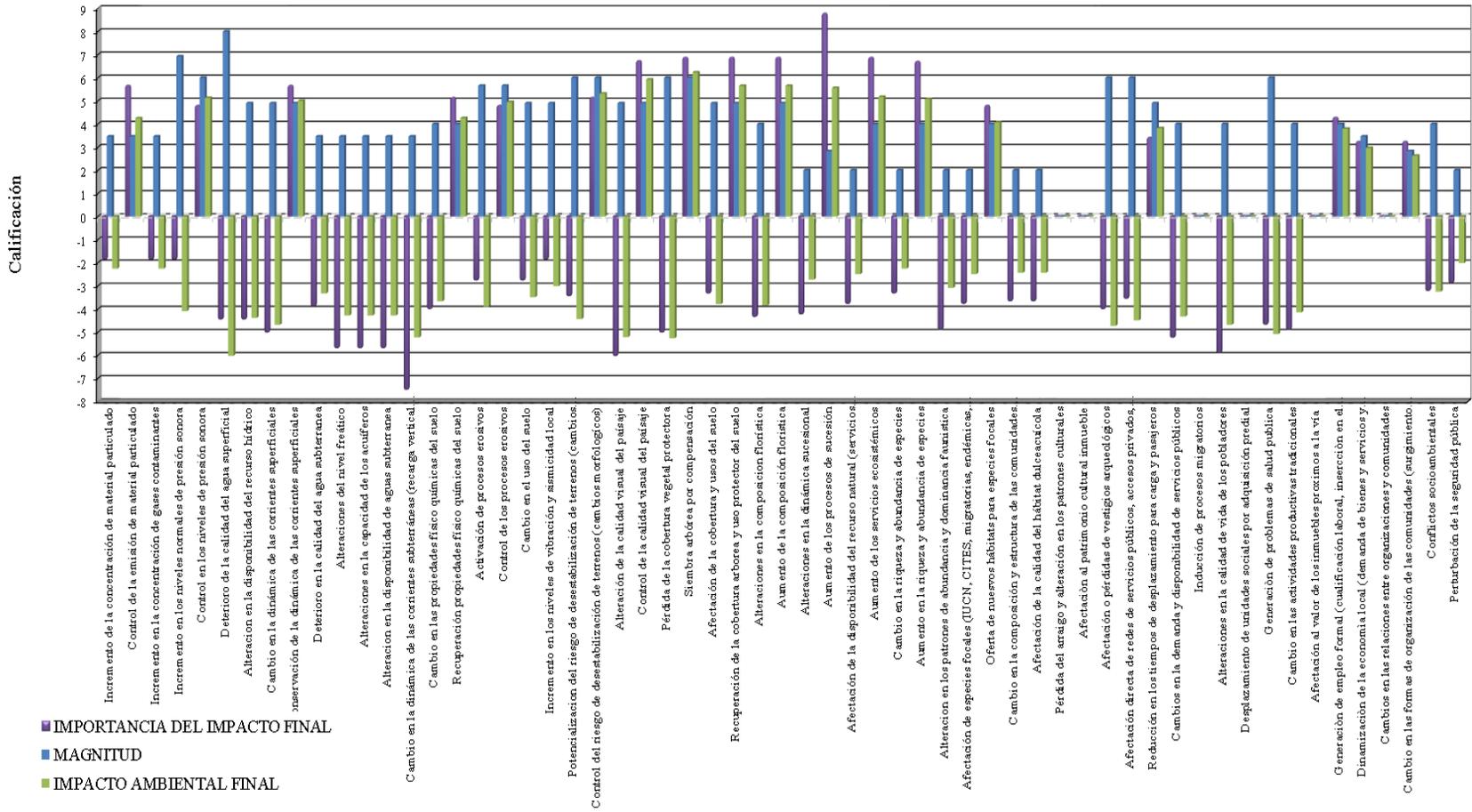


Figura 5-10 - Resumen de las variables de la evaluación de impactos de las tendencias para el escenario "con proyecto para construcción"

Fuente: Concesión Túnel de Aburrá - Oriente, 2013.

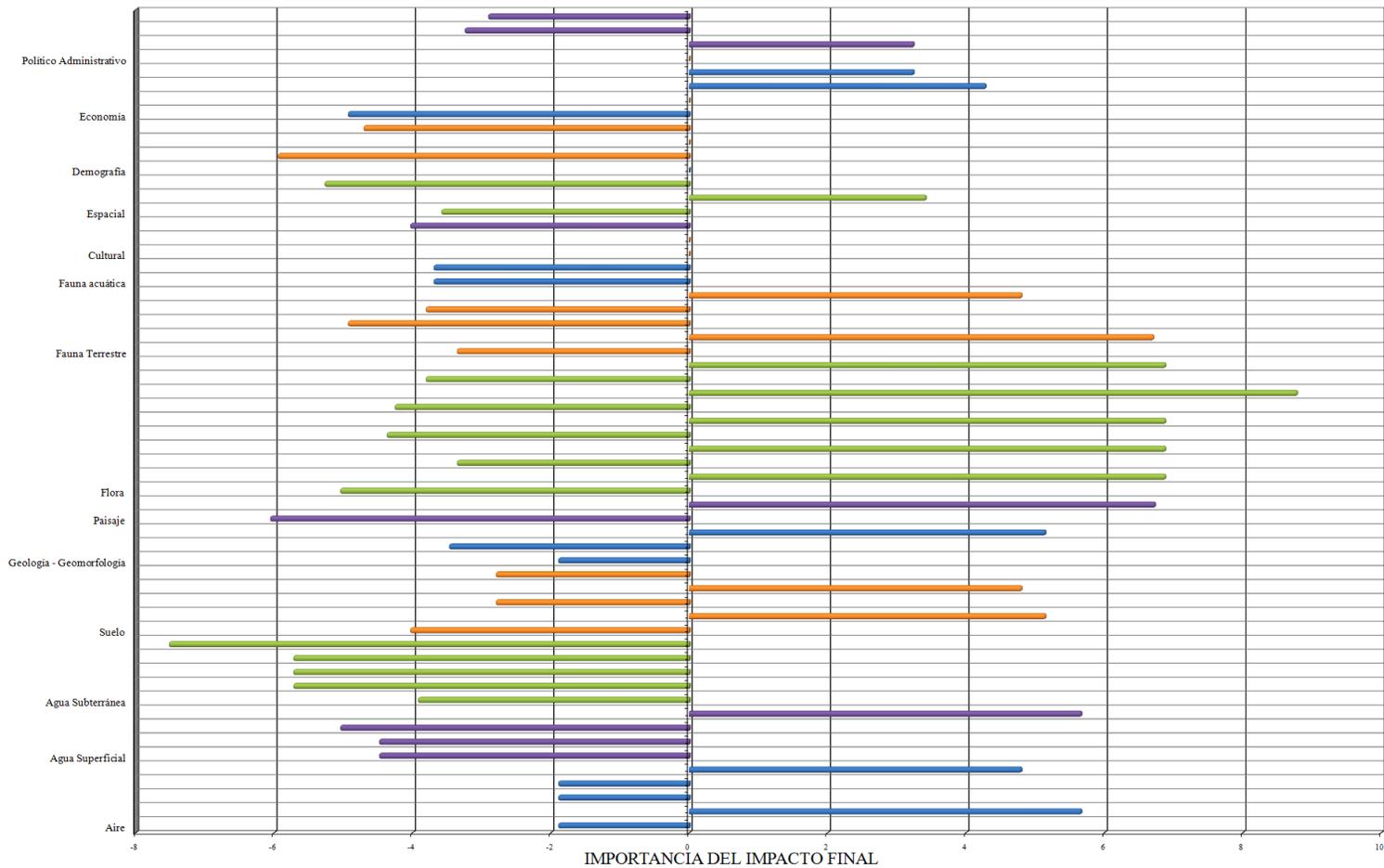


Figura 5-11 - Calificación de la Importancia del Impacto por componentes en el escenario "con proyecto para construcción"
Fuente: Concesión Túnel de Aburrá - Oriente, 2013.

La importancia final del impacto de naturaleza con tendencia negativa tiene un mayor valor para los componentes de agua superficial, agua subterránea y paisaje en el medio abiótico; flora y fauna terrestre en el medio biótico y el componente espacial, demográfico y económico en el medio socioeconómico.

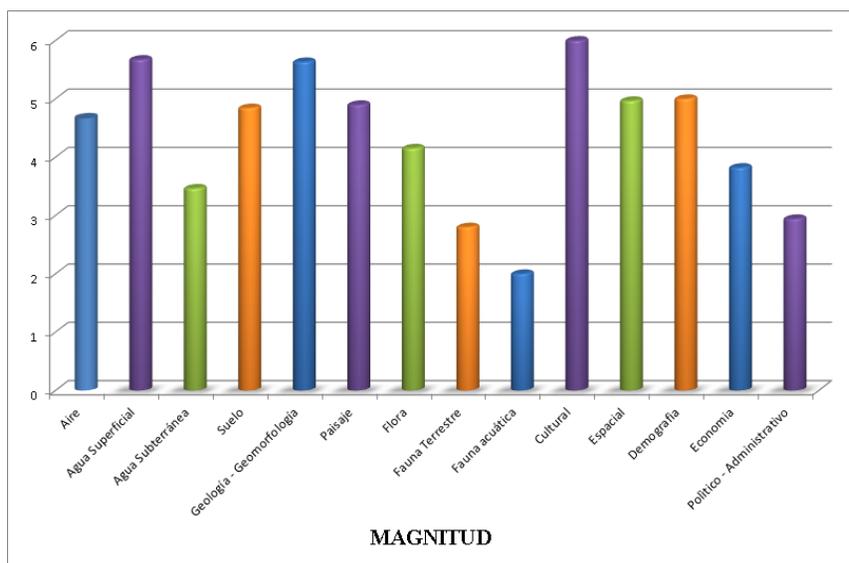


Figura 5-12 - Calificación de la magnitud del Impacto por componentes “con proyecto para construcción”
 Fuente: Concesión Túnel de Aburrá – Oriente, 2013.

Los resultados obtenidos en la evaluación demuestran que los componentes de agua superficial, geología y geomorfología y el componente cultural presentan una mayor magnitud en cuanto a la presentación de impactos, en un segundo nivel de magnitud de presentación encontramos los componentes aire, agua subterránea, suelos, paisaje, flora, así como los componentes espacial, demográfico y económico en el medio social .

La tendencia de la calidad ambiental para la etapa constructiva del proyecto, se prevé no presentará **condiciones severas**, pero podrá presentar **condiciones moderadas** altas a partir de la ejecución de las obras de excavación y construcción, en los componentes de agua superficial, paisajístico, cultural y demográfico, mientras que los componentes de agua subterránea, espacial y económico, presentarán **condiciones moderadas** durante la ejecución de las actividades propias de la etapa constructiva; los componentes suelos, geología y geomorfología y flora presentan una tendencia de presentación de impactos con condiciones **moderadas bajas** durante esta etapa del proyecto.

Contrario a estos, las actividades realizadas durante la etapa constructiva del proyecto también tienen una incidencia positiva sobre el medio lo cual incluye tendencias **beneficiosas** sobre los componentes de flora y paisaje y **muy favorable** para los componentes aire, agua superficial, suelo, geología y geomorfología, y fauna terrestre.

5.4.3.3.2 Conclusiones Específicas de la Evaluación de Impactos

5.4.3.3.2.1 Abatimiento del recurso hídrico superficial y subterráneo

Dentro de los posibles impactos que pueden llegar a afectar el AID se tiene contemplado el abatimiento de agua. De acuerdo con los informes hidrogeológicos suministrados por GEODATA (2013), los puntos críticos están localizados en la cuenca Yarumal y en la falla del stock de la Samarcanda.

Las fuentes superficiales con mayor probabilidad de afectación son: La quebrada La Catalana, El Yarumo, con el 48% de afectación y La Hondina con el 13% de afectación y en la cuenca de Santa Elena en la falla de Santa Elena con la afectación principalmente de la quebrada Santa Elena con el 14% y Santa Lucia también con el 14%. El sector de influencia de estas quebradas forma parte de las veredas La Quebra y Yarumal del municipio de Rionegro. En este sector habitan aproximadamente, 38 familias con un promedio de 163 personas distribuidas en 32 predios, de los cuales, diez (10) se abastecen de acueducto y agua de nacimiento, siete (7) tienen acueducto, ocho (8) de agua de nacimiento y uno (1) se abastece directamente de la quebrada. A estos predios les presta el servicio de acueducto Yarumaguas y Aguas del Mirador localizados por fuera de la zona de afectación.

También se sitúan en este sector los puntos de captación de los acueductos ARSA y CONHIDRA que tienen concesionada 25 y 30 litros por segundo, respectivamente.

Actualmente, la demanda de agua para el uso doméstico es 0,08 litros por segundo y para el uso agrícola es 0,12 litros por segundo.

Los predios con mayor extensión y actividad productiva son la finca Los Aguacates y La Samarcanda, ambas son productoras de aguacate. En los demás predios, se observa una alta fragmentación que ha incidido en la extensión cultivada y, por lo tanto, en la disminución de la producción agrícola. Dadas las condiciones de precipitación y de distribución de la zona no se requiere el riego de los cultivos, éste solo es necesario en épocas de extremo verano.

Con la construcción de la obra se disminuirán los caudales principalmente de las quebradas La Catalana, El Yarumo y La Hondina, en 2,3, 11,6 y 14,79 litros/segundo, respectivamente.

Tabla 5-16 - Caudal afectado esperado en las fuentes de agua superficiales de la cuenca La Yarumal

Fuente/Quebrada	Punto crítico	Caudal medio antes operación del túnel (l/s)	Caudal medio con operación del túnel (l/s)	Caudal afectado (l/s)
Quebrada La Catalana	SE30	2,3	0	2,3
Quebrada El Yarumo	SE26	24	12,4	11,6
Quebrada La Hondina	SE20	105,6	90,81	14,79
Caudal total		131,9	103,21	28,69

Fuente: SIGA- PLYMA S.A, 2013 con información de GEODATA, 2013.

Para las quebradas El Yarumo y La Hondina el caudal medio pasa de 24 a 12,4 y de 105,6 a 90,1 litros por segundo, respectivamente y la quebrada La Catalana se secaría.

Así, el impacto por una posible afectación de los caudales sobre los acueductos ARSA y CONHIDRA sería mínimo considerando que actualmente, lo concesionado para ambos

acueductos, 56 litros por segundo, no supera el caudal medio que permanecería en la fuente, 103 litros por segundo y por lo tanto, el servicio de suministro de agua no se vería afectado.

De igual manera, proyectando la demanda de agua de estos acueductos hasta el año 2033, se necesitaría para ARSA un caudal de 27,43 litros por segundo y para CONHIDRA de 28,06² litros por segundo. Si se suman las proyecciones de la demanda de ambos acueductos se necesitarían 55,49 litros por segundo de agua los cuales estarían garantizados siempre y cuando se conserve la oferta hídrica actual de 103 litros por segundo.

Para los predios ubicados en la zona de afectación cuyas fuentes de abastecimiento son los nacimientos de agua el impacto puede generarse, debido a que estos se surten de la quebrada La Catalana, la cual en el peor de los escenarios disminuiría considerablemente su caudal. Los predios afectados serían ocho (8). Ante el riesgo de abatimiento del agua de nacimiento, una solución que se les presentaría a las familias es la conexión a los acueductos toda vez que las fuentes de abastecimiento de estos no se verán afectadas, situación que mejorará la calidad de vida de las personas ya que consumirían agua potable y llevará al fortalecimiento de los acueductos porque al recibir más socios la organización se consolida. Sin embargo, esta solución tendría un impacto económico sobre las familias afectadas, toda vez, que sus consumos se verán reflejados en la cuenta de los servicios públicos que se incrementarán donde ya tienen acueducto y será un gasto adicional para quienes solo consumen agua de nacimiento.

Otro impacto se daría por la modificación de los hábitos en el consumo de agua, en especial en las viviendas donde se abastecen de agua de nacimiento para la limpieza del hogar, el cuidado de los animales domésticos, el riego del jardín y de la huerta y del acueducto solo para la preparación de los alimentos.

Sobre la producción agrícola la afectación sería mínima toda vez que para el riego de los cultivos se aprovecha la distribución y la precipitación del agua lluvia utilizando solo el agua de los nacimientos en épocas de veranos extremos.

En la cuenca de Santa Elena las afectaciones se reflejarían solo en la disminución del caudal, y no en los usos actuales del recurso hídrico. Es decir, no habría afectación sobre ningún acueducto ni tampoco sobre otros usos (agropecuario, doméstico y piscícola) porque el caudal que permanece en superficie estaría en capacidad de sostener la demanda actual y la demanda proyectada a 20 años.

Tabla 5-17 - Caudal afectado esperado en las fuentes de agua superficiales de la cuenca Santa Elena

Fuente/Quebrada	Punto crítico	Caudal medio antes operación del túnel (l/s)	Caudal medio con operación del túnel (l/s)	Caudal afectado (l/s)
Quebrada Santa Elena	SE39	345	296	48,3
Quebrada Santa Lucia	SE2	11,4	9,8	1,5
Caudal total		356,4	305,	49,8

Fuente: SIGA- PLYMA S.A, 2013 con información de GEODATA, 2013

² La proyección de la demanda para este acueducto se calculó con el consumo real que es de 9 litros por segundo y no de 35 litros por segundo que es lo concesionado.

5.4.3.3.2 *Reserva Forestal del Río Nare*

En respuesta al requerimiento establecido por la ANLA en la Resolución 456 de 2.012, que establece que se debe hacer una “Identificación de impactos ambientales en la Reserva Forestal Protectora Nacional del Río Nare, teniendo en cuenta los relacionados con los servicios ecosistémicos que presta el área”; se tiene que originalmente se contaba con los depósitos de materiales sobrantes denominados Ventana 1 y Ventana 2, ubicados en el área de Reserva, sin embargo tal como fue analizado en el capítulo 4 de este EIA, a la fecha han sido descartados del proyecto. Por ende, y por la disposición e incidencia espacial del alineamiento del proyecto con relación a la Reserva, no se identifican impactos ambientales que pudiesen afectar dicho territorio.

5.4.3.3.3 *Ecosistemas Reservas Río Nare y Montevivo*

En respuesta al requerimiento establecido por la ANLA en la Resolución 456 de 2.012, que establece que se debe “*Complementar y profundizar acerca de las implicaciones sobre las condiciones de los ecosistemas y coberturas vegetales existentes en la superficie de los túneles Santa Elena y Seminario, en especial la Reserva Forestal Protectora Nacional del Río Nare y Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo, en cuanto a su composición, estructura, diversidad y su relación con la dinámica de los procesos ecológicos*”, se desarrollaron los siguientes análisis:

Reserva del Río Nare y Reserva de la Sociedad Civil Mano de Oso

El presente item contiene un análisis particularizado de la incidencia que pudiese derivarse hacia la Reserva Forestal de Nare y la Reserva de la Sociedad Civil Mano de oso, como resultado de la implementación del proyecto. Esto de conformidad con lo señalado en el numeral 21 y en el Parágrafo Primero del Artículo 2 de la Resolución 0456 del 12 de junio de 2012 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

Tal como fue descrito en el Capítulo 3 y en el Anexo 3.35, dentro del área de influencia directa local, está ubicada la Reserva Forestal Protectora Río Nare, cuya área total es estimada en 2.224.28 hectáreas y tan sólo 300 hectáreas hacen parte del área de influencia directa local del proyecto. Inmersa en esta se encuentra la nueva Reserva de la Sociedad Civil Mano de Oso con una extensión de 1.0509 ha.



Figura 5-13 - Localización de Reservas Naturales del AID Local

Zonas de Reserva	Extensión (ha)
Reserva Nare	300,5
Reserva Mano de Oso	1,0509

- Escenarios en Las Reservas

De acuerdo a lo establecido en los diseños descritos en el Capítulo 2, **la RFPN del Río Nare no es interceptada en forma directa por el proyecto**, pues la condición de paso de este en la zona, es mediante la tipología de obra subterránea (túnel Santa Elena), en su extremo suroccidental, entre las progresivas PK15+340 y PK16+740 aproximadamente (1400 m). Para el caso de la RSC Mano de oso esta no se ve interceptada por ningún tipo de obra del proyecto Conexión vial Aburrá – Oriente.



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	EXTENSIÓN (ha)
11	Zonas urbanizadas	0,12
23	Pastos	0,31
31	Bosques	5,3
32	Areas con Vegetación Herbacea o Arbustiva	0,05

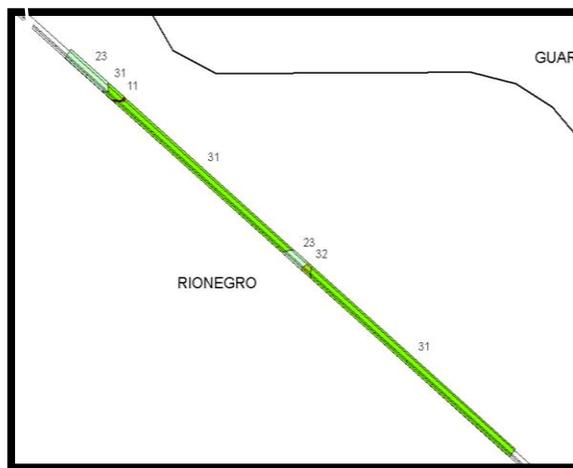


Figura 5-14 - Escenarios de intervención de las reservas con el proyecto

Ante la potencial probabilidad de afectación de los puntos de agua identificados en las reservas descritas, se realizó el siguiente análisis en función de las condiciones constructivas del túnel Santa Elena:

El área de la Reserva del Nare localizada dentro de la zona de influencia del Túnel Santa Elena es de aproximadamente 300,5 hectáreas y es interceptada subterráneamente por el trazado del túnel entre las progresivas aproximadas PK15+340 y PK16+740. La valoración de la

probabilidad de afectación de los puntos de agua identificados en la reserva, se realizó bajo las siguientes condiciones constructivas del túnel Santa Elena:

- ❖ **Primer escenario:** análisis tomando en cuenta la excavación de dos tubos, **sin considerar** la aplicación de revestimientos y tratamientos con **pre-inyecciones** de consolidación e impermeabilización de las zonas de falla y/o zonas intensamente fracturadas presentes en el macizo rocoso interceptado por el túnel.
- ❖ **Segundo escenario:** análisis tomando en cuenta la excavación de dos tubos, **considerando** la presencia de revestimientos y tratamientos con aplicación de **pre-inyecciones** de consolidación e impermeabilización de las zonas de falla y/o zonas intensamente fracturadas presentes en el macizo rocoso interceptado por el túnel. En este escenario se asume que el caudal específico estabilizado al interior de la excavación en los tramos tratados con pre-inyección será equivalente al previsto por el Concesionario, es decir, igual o inferior a 0,5l/s/100m de túnel. Valor que resulta coherente con las especificaciones técnicas noruegas para túneles tratados con pre-inyecciones donde es necesario contener los flujos de agua al interior de las excavaciones subterráneas³.

La probabilidad de afectación de cada punto de agua se obtuvo de acuerdo con la metodología de evaluación DHI⁴, para los dos escenarios analizados (ver Figuras siguientes).

Para mayor información respecto del método de análisis de afectación de puntos de agua DHI, ver el anexo 3.3 – Estudio Hidrogeológico.

El primer escenario analizado, que toma en consideración la construcción del túnel sin tratamiento de impermeabilización, ha evidenciado que existen **11 puntos de agua subterránea** y 2 puntos situados en **curso de agua superficial** con probabilidad de afectación de baja hasta media - alta, con categoría de riesgo clase 2 y 3 (Ver tablas y figuras a continuación)

Cuando los mismos puntos de agua identificados en la reserva son analizados bajo **el segundo escenario constructivo** que contempla la aplicación de tratamientos de impermeabilización a través de pre-inyecciones, **no se prevé afectación en ninguno de ellos**, lo que según el método aplicado corresponde a una clase DHI igual a 1 (Ver tablas y figuras a continuación)

Tabla 5-18 - Puntos de agua subterránea identificados durante los inventarios realizados en la Reserva del Nare y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización

Código	Tipo	Probabilidad de afectación (método DHI)		Localización
		Sin pre-inyecciones	Con Pre-inyecciones	
AST-167	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-168	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-169	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-171	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-253	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-260	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-261	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva

³ Norwegian Tunnelling Society, 2011

⁴ Drowdown Hazard Index

Código	Tipo	Probabilidad de afectación (método DHI)		Localización
		Sin pre-inyecciones	Con Pre-inyecciones	
AST-262	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-188	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-187	Manantial	Baja	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-177	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Límite "W" de la reserva
AST-273	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-271	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-272	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-269	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-270	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-274	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-268	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-267	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-165	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-164	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-218	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-219	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-141	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-138	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-140	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-139	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-157	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-162	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-163	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-190	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-231	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-230	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-222	Manantial	Baja	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-221	Manantial	Baja	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-220	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-223	Manantial	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-137	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-225	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-224	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-160	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-159	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-158	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-134	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-135	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
AST-136	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva

Fuente: Consorcio Geodata,2013

Tabla 5-19 - Puntos sobre cursos de agua superficial identificados en la Reserva del Nare y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización

Código	Tipo	Probabilidad de afectación (método DHI)	Localización
--------	------	---	--------------

		Sin pre-inyecciones	Con Pre-inyecciones	
SE13	Pto curso agua	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
SE28	Pto curso agua	Media a Alta	Despreciable	Dentro de la reserva
SE27	Pto curso agua	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
SE29	Pto curso agua	Media a Alta	Despreciable	Límite "E" de la reserva
SE16	Pto curso agua	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
SE17	Pto curso agua	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
SE18	Pto curso agua	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva
SE19	Pto curso agua	Despreciable	Despreciable	Dentro de la reserva

Fuente: Consorcio Geodata, 2013

En la siguiente figura se encuentra parte del mapa general de afectación que indica el probable impacto sobre puntos de agua en superficie debido a la construcción del túnel Santa Elena. En este caso específico se muestran los puntos de agua localizados en la Reserva del Nare que han sido identificados durante los inventarios realizados en época de verano e invierno respectivamente (círculos y estrellas). La probabilidad de afectación se ha calculado con el método DHI (Drowdown Hazard Index), considerando el escenario más desfavorable, es decir, en ausencia de pre-inyecciones de las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación del macizo rocoso interceptado por el túnel. El polígono de color verde olivino y con achurado del mismo color, representa el área de la Reserva. Los círculos de color verde claro indican una probabilidad de afectación clase 2, es decir, baja, los círculos de color verde oscuro indican una probabilidad de afectación clase 3, es decir, media a alta, mientras que los círculo y estrellas sin ningún tipo de relleno indican que no se prevé afectación sobre los puntos de agua identificados o ésta se considera despreciable desde el punto de vista probabilístico (clase DHI igual a 1).



Figura 5-15 - Probable afectación de puntos de agua en la reserva del Nare sin preinyecciones

En la siguiente grafica se muestra parte del mapa general de afectación que indica el probable impacto sobre puntos de agua en superficie debido a la construcción del túnel Santa Elena. En este caso específico se muestran los puntos de agua localizados en la Reserva del Nare que han sido identificados durante los inventarios realizados en época de verano e invierno respectivamente (círculos y triángulos). La probabilidad de afectación se ha calculado con el método DHI (Drowdown Hazard Index), considerando el escenario que contempla la ejecución de pre-inyecciones en las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación del macizo rocoso interceptado por el túnel. El polígono de verde olivino y achurado del mismo color, representa el área de la Reserva. Bajo este escenario, no se prevé afectación sobre los puntos de agua identificados o ésta se considera despreciable desde el punto de vista probabilístico (clase DHI igual a 1).

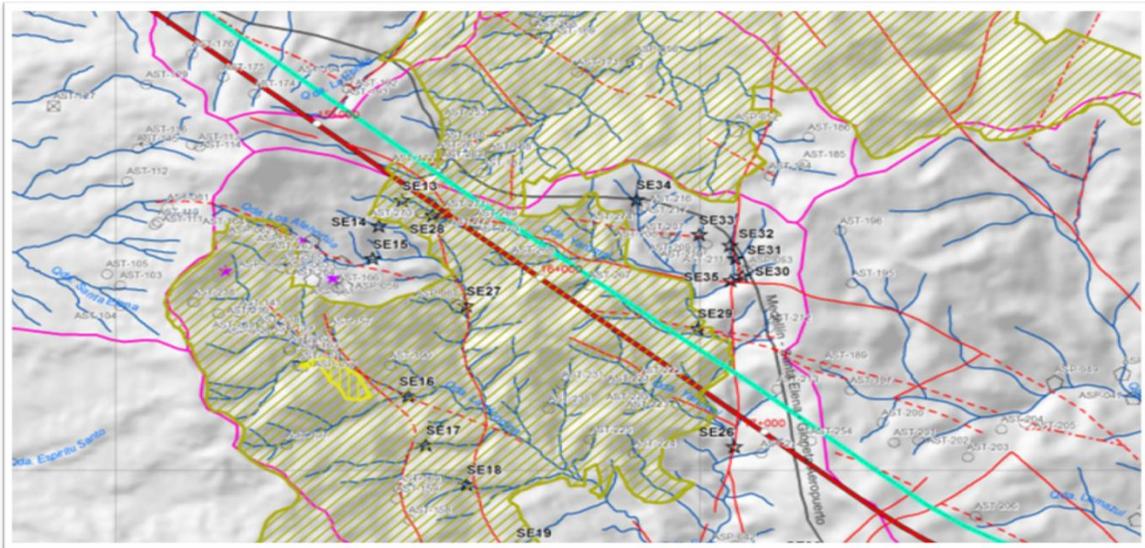


Figura 5-16 - Probable afectación de puntos de agua en la reserva del Nare con preinyecciones

- Probabilidad De Afectación Punto De Agua Localizado En La Reserva Mano de Oso.

El área de la Reserva Mano de Oso está contenida en el área de la reserva del Nare y a su vez se encuentra localizada en la zona de influencia del Túnel Santa Elena. Corresponde a una pequeña reserva de aproximadamente 1,0509 hectáreas y no es interceptada por el trazado del túnel.

Durante los inventarios realizados por el Consorcio Geodata, en la Reserva Mano de Oso sólo se encontró un punto de agua, correspondiente a un manantial localizado en su límite oriental (AST-161). La valoración de la probabilidad de afectación de éste punto de agua subterráneo aplicando el método DHI, resulta ser de clase 1, es decir, no se prevé afectación o ésta se considera despreciable desde el puntos de vista probabilístico. En la figura anterior se representa la reserva mano de oso con el polígono de color amarillo ocre y el punto de agua asociado.

En el anexo 3.3 – Estudio Hidrogeológico se resume y explica de forma más detallada el análisis DHI mencionado anteriormente.

Reserva Montevivo

Características Ambientales de la Reserva:

La Reserva Natural de la Sociedad Civil Montevivo, está localizada en el corregimiento de Santa Elena, en jurisdicción del Municipio de Medellín sobre el kilómetro 16 de la vía Medellín– Santa Elena – Rionegro; se extiende por aproximadamente 433.000 m². Fue declarada como tal por la Resolución 0181 del 28 de junio de 2005 del antiguo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Actualmente se practican actividades turísticas y de recreación.

La Reserva se encuentra dentro de la subcuenca de San Ignacio, cuenta con 9 nacimientos. Ubicada sobre la zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano, con precipitaciones anuales entre 2000- 4000mm y biotemperatura entre 12 - 18°C. Diversidad media de especies florísticas y faunísticas especialmente de aves.

De acuerdo a lo establecido en la zonificación del Área de Reserva Forestal Protectora, según el decreto 2372 de 2010, para la jurisdicción de CORNARE se incluye las zonas de uso sostenible como espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles con el objeto de conservación de la Zona Forestal protectora, como es el caso de Montevivo.

El 60% de la cobertura corresponde a bosque natural fragmentado, con predominancia de la familia Lauraceae con la especie *Nectandra sp.* Además de poblaciones de *Hieronyma antioquiensis* (Cándelo). Esta cobertura se encuentra actualmente en un rango medio a alto de intervención. La dominancia del yarumo, *Cecropia sp.*, requiere altos regímenes de luz, lo que puede indicar un alto grado de intervención y un estado sucesional medio.

Tabla 5-20 - Coberturas vegetales de la Reserva Montevivo (Corine Land Cover, 2007)

Símbolo	Cobertura	Extensión (Ha)	%
231	Pastos limpios	1,02	0,85
232	Pastos arbolados	1,69	1,41
313	Bosque natural fragmentado	72,19	60,16
315	Plantación forestal	14,87	12,39
323	Vegetación secundaria baja	29,13	24,28

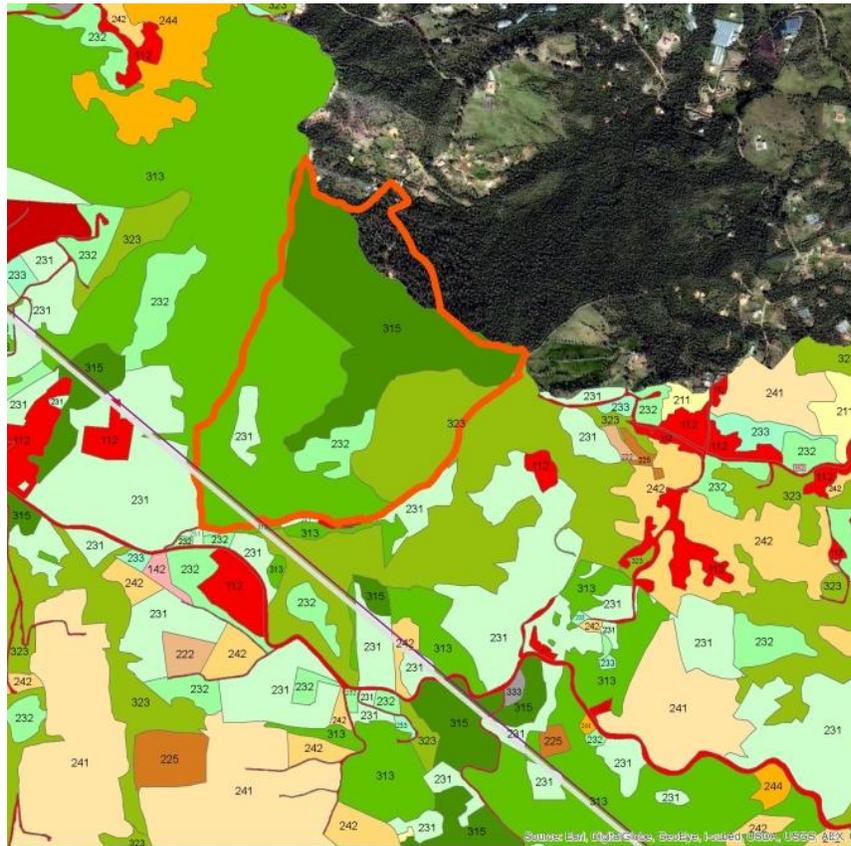


Figura 5-17 - Cobertura vegetal de la Reserva Monteviso

Análisis hidrogeológico para varios escenarios en la Reserva Monteviso:

De acuerdo a lo establecido en los diseños técnicos, la Reserva Monteviso no es interceptada por el proyecto, pues la condición de paso de este en la zona es en obra subterránea (túnel Santa Elena), en su extremo suroccidental, entre las progresivas 13+160 y 13+370 aproximadamente (200m), que corresponde a una zona de 0,5 Ha. de Bosque natural fragmentado en superficie.

Frente a la solicitud de evaluar la probabilidad de afectación de los puntos de agua identificados en la reserva, se realizó el siguiente análisis bajo las siguientes condiciones constructivas del túnel Santa Elena:

Primer escenario: Análisis tomando en cuenta la excavación de dos tubos, **sin considerar** la aplicación de revestimientos y tratamientos con **pre-inyecciones** de consolidación e impermeabilización de las zonas de falla y/o zonas intensamente fracturadas presentes en el macizo rocoso interceptado por el túnel.

Segundo escenario: Análisis tomando en cuenta la excavación de dos tubos, **considerando** la presencia de revestimientos y tratamientos con aplicación de **pre-inyecciones** de consolidación e impermeabilización de las zonas de falla y/o zonas intensamente fracturadas presentes en el

macizo rocoso interceptado por el túnel. En este escenario se asume que el caudal específico estabilizado al interior de la excavación en los tramos tratados con pre-inyección será equivalente al previsto para la obra, es decir, igual o inferior a 0,5l/s/100m de túnel. Valor que resulta coherente con las especificaciones técnicas noruegas para túneles tratados con pre-inyecciones donde es necesario contener los flujos de agua al interior de las excavaciones subterráneas⁵.

La probabilidad de afectación de cada punto de agua se obtuvo de acuerdo con la metodología de evaluación DHI⁶, para los dos escenarios analizados (ver Figuras No. 2 y 3).

El primer escenario analizado, que toma en consideración la construcción del túnel sin tratamiento de impermeabilización, ha evidenciado que en la mayoría de los puntos de agua identificados no se prevé afectación (clase de DHI de 1). Del análisis también resulta que existen dos **puntos de agua subterránea** y un **curso de agua superficial** con probabilidad de afectación baja, con categoría de riesgo clase 2 (Ver siguientes tablas).

Cuando los mismos puntos de agua identificados en la Reserva son analizados bajo **el segundo escenario constructivo** que contempla la aplicación de tratamientos de impermeabilización a través de pre-inyecciones, no se prevé afectación en ninguno de ellos, lo que según el método aplicado corresponde a una clase DHI igual a 1 (Ver tablas a continuación relacionadas).

Tabla 5-21 - Puntos de agua subterránea identificados durante los inventarios realizados en la Reserva Civil Monteviso y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización

Código	Tipo	Probabilidad de afectación (método DHI)		Localización
		Sin pre-inyecciones	Con Pre-inyecciones	
AST 84	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 85	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 86	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 87	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 88	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 89	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 90	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 91	Manantial	Despreciable	Despreciable	Dentro de la Reserva
AST 92	Manantial	Bajo	Despreciable	Límite occidental de la Reserva
AST 123	Manantial	Bajo	Despreciable	Dentro de la reserva

Fuente: Consorcio Geodata, 2013

Tal como se explicará más adelante, el método prevé un riesgo máximo de afectación clase 3, que implica una probabilidad de media a alta de ocurrencia del fenómeno. Esta clase de probabilidad no se evidenció en los puntos de agua identificados en la Reserva Civil Monteviso bajo ninguno de los dos escenarios constructivos antes descritos.

Tabla 5-22 - Puntos críticos sobre cursos de agua superficial identificados en la Reserva Civil Monteviso y su probabilidad de afectación bajo dos escenarios constructivos del túnel Santa Elena, sin y con pre-inyecciones de impermeabilización

Código	Tipo	Probabilidad de afectación (método DHI)	Localización
--------	------	---	--------------

⁵ Norwegian Tunnelling Society, 2011

⁶ Drowdown Hazard Index

		Sin pre-inyecciones	Con Pre-inyecciones	
SE 11	Punto crítico	Bajo	Despreciable	Dentro de la Reserva

Fuente: Consorcio Geodata, 2013

En el denominado Anexo 3.3 – Estudio de Hidrogeología del presente documento, se incluye la tabla de cálculo del DHI sobre los puntos de agua identificados en la Reserva Civil Montevivo para los dos escenarios considerados.

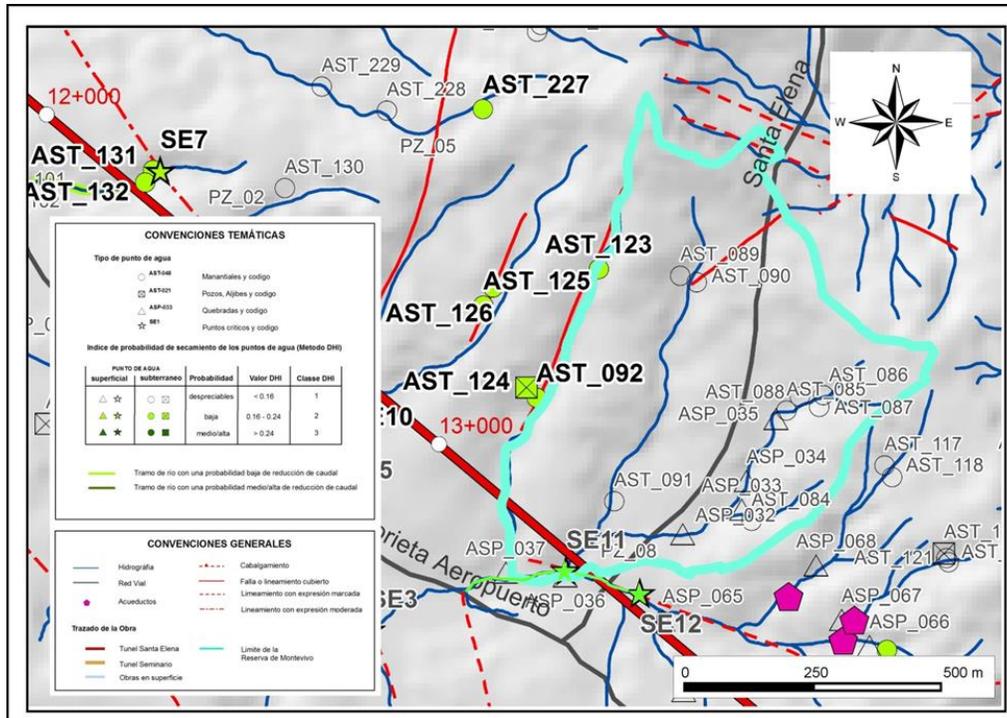


Figura 5-18 - Parte del mapa general de afectación que indica el probable impacto sobre puntos de agua en superficie debido a la construcción del túnel Santa Elena

En este caso específico se muestran los puntos de agua localizados en la Reserva Civil Montevivo que han sido identificados durante los inventarios realizados en época de verano e invierno respectivamente (círculos y triángulos). La probabilidad de afectación se ha calculado con el método DHI, considerando el escenario más desfavorable, es decir, en ausencia de pre-inyecciones de las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación del macizo rocoso interceptado por el túnel. El polígono de color cian representa los límites del predio correspondiente a la Reserva Civil Montevivo, los círculos de color verde localizados en el límite occidental de la reserva indican una probabilidad de afectación clase 2, es decir, baja, mientras que los círculos y triángulos grises sin ningún tipo de relleno indican que no se prevé afectación sobre los puntos de agua identificados o ésta se considera despreciable desde el punto de vista probabilístico (clase DHI igual a 2). No se evidencian puntos de agua con clase de afectación 3, es decir, media a alta.

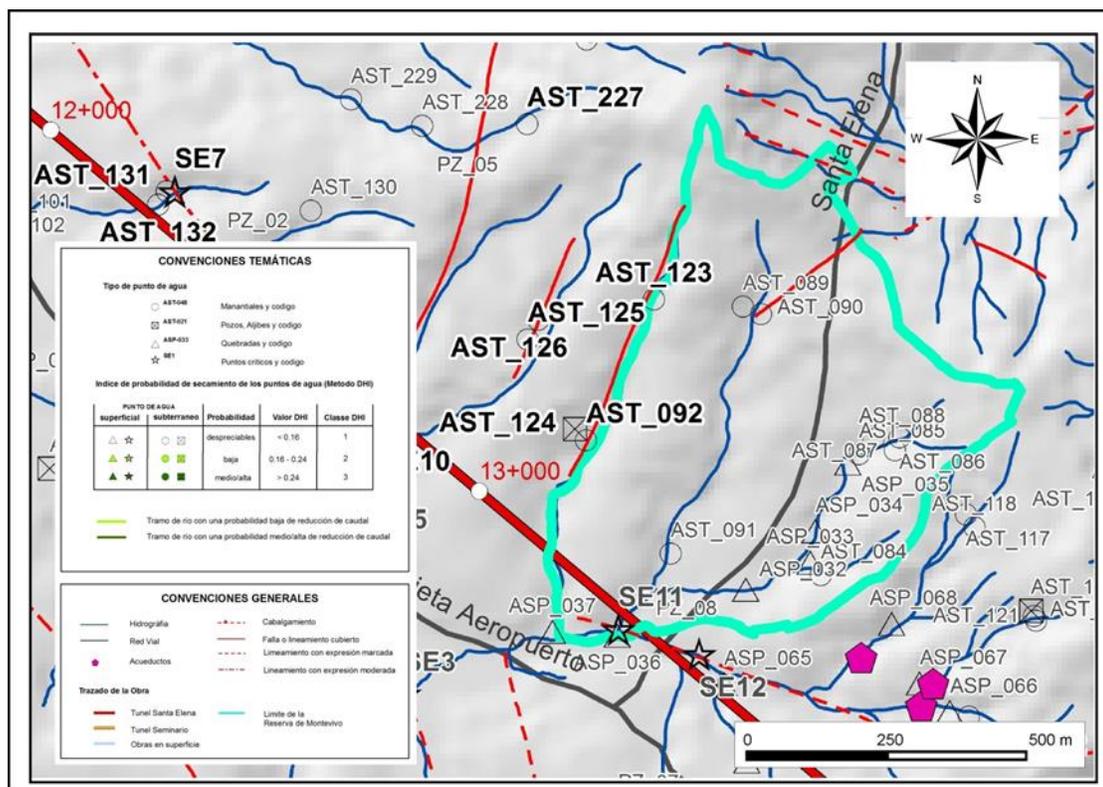


Figura 5-19 - Parte del mapa general de afectación que indica el probable impacto sobre puntos de agua en superficie debido a la construcción del túnel Santa Elena

En este caso específico se muestran los puntos de agua localizados en la Reserva Civil Monteviso que han sido identificados durante los inventarios realizados en época de verano e invierno respectivamente (círculos y triángulos). La probabilidad de afectación se ha calculado con el método DHI⁷, considerando el escenario que contempla la ejecución de pre-inyecciones en las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación del macizo rocoso interceptado por el túnel. El polígono de color cian representa los límites del predio correspondiente a la Reserva Civil Monteviso. Bajo este escenario, no se prevé afectación sobre los puntos de agua identificados o ésta se considera despreciable desde el punto de vista probabilístico (clase DHI igual a 1).

Para mayor información respecto del método de análisis de afectación de puntos de agua DHI, ver el anexo 3.3 – Estudio Hidrogeológico.

Muestras de composición florística:

Para la caracterización florística, del área de interceptación del túnel con la reserva (0.5 Ha), se realizó una parcela con un área de 1000 m² (50 m x 20 m), localizada en la cobertura de Bosque Natural Fragmentado. En total se encontraron 430 individuos entre fustales, latizales y

⁷ Drowdown Hazard Index

brinzales, incluidas epífitas. La siguiente tabla presenta las coordenadas de ubicación de la parcela.

Tabla 5-23 - Localización Parcela de muestreo

N. Parcela	Sitio	Cobertura	Coordenada X	Coordenada Y
3	Montevivo (Vereda Santa Elena)	Bosque Natural Fragmentado	843769	1178813

Consorcio SIGA - PLYMA

La composición florística corresponde a los resultados de la parcela con relación al número de Familias y especies. Dentro de esta unidad de muestreo se censó un total de 430 individuos agrupados en 27 familias representadas en 48 especies. La densidad arbórea promedio en la cobertura es de 4.300 árboles por hectárea. Las familias Rubiaceae (69), Chlorantaceae (63), Melastomataceae (32) y Caprifoliaceae (32), fueron las más abundantes, mientras que las especies más abundantes fueron *Hedyosmun goudotianum* (60), *Palicourea garciae* (41) y *Viburnum undulatum* (31).

Valoración del fenómeno de afectación sobre los puntos de agua localizados en la Reserva:

En la siguiente tabla se reportan los caudales relacionados con los **puntos de agua subterránea** identificados en la Reserva. De los datos allí indicados, se deduce que el caudal con probabilidad de afectación oscila entre 1,00 l/s y 2,67 l/s, caudal medido en época de verano e invierno en los puntos AST-092 y AST-123 respectivamente.

Tabla 5-24 - Caudal medido durante los inventarios realizados en la Reserva Civil Montevivo considerando el escenario constructivo del túnel Santa Elena sin ningún tipo de tratamiento de impermeabilización de las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación

Código	DHI	tipo	Caudal (l/s)	
			verano	invierno
AST 084	1	manantial	0,12	0,08
AST 085	1	manantial	0,48	0,57
AST 086	1	manantial	0,38	1,03
AST 087	1	manantial	0,11	0,89
AST 088	1	manantial	0,11	0,13
AST 089	1	manantial	0,15	1,47
AST 090	1	manantial	0,10	2,08
AST 091	1	manantial	0,01	0,54
AST-092	2	manantial	0,79	2,49
AST-123	2	manantial	0,21	0,18
Total			2,46	9,46

Fuente: Consorcio Geodata, 2013

En la siguiente tabla se reportan los caudales del punto crítico localizado sobre el **curso de agua superficial** que ha resultado con riesgo de afectación baja. El caudal fue medido en una

estación de monitoreo cercana al punto SE-11, la cual hace parte de la red de monitoreo del Concesionario (estación 79C).

Tabla 5-25 - Punto crítico sobre curso de agua superficial localizado en la Reserva Civil Montevivo, con probabilidad de afectación baja, equivalente a un índice DHI igual a 2. El escenario de análisis con método DHI considera la construcción de dos tubos sin apl

Cuenca	Punto crítico	DHI	Estación de medida del caudal	Medida del caudal en el curso de agua (l/s)			Zona de falla (PK aproximada)	A		B	
				máx.	med.	min.		km	min.	máx.	min.
Santa Elena	SE 11	2	79C	22,6	11	3,2	13+770	0,1	1	0,1	0,3

- **A:** Caudal previsto en los dos tubos en ausencia de pre-inyecciones, en correspondencia con la zona de falla/fracturadas (l/s)
- **B:** Caudal previsto en los dos tubos aplicando pre-inyecciones en correspondencia con la zona de falla/fracturadas (l/s)

Fuente: Consorcio Geodata, 2013

En la tabla siguiente se reporta la valoración de la potencial pérdida de caudal, en el curso de agua superficial en el cual se sitúa el punto crítico, en el caso que ocurra el impacto evidenciado.

Tabla 5-26 - Valoración del caudal que permanecería en el curso de agua superficial en el caso que ocurra el impacto evidenciado en la Tabla 5-25. El escenario de análisis con método DHI considera la construcción de dos tubos sin aplicación de pre-inyecciones

Cuenca	Punto crítico	DHI	Cuantificación del agua que permanecería en el curso de agua superficial identificado en la tabla 4. Escenario: 2 tubos sin pre-inyecciones (l/s)						Cuantificación del agua que permanecería en el curso de agua superficial identificado en la tabla 4. Escenario: 2 tubos con pre-inyecciones (l/s)					
			max		med		min		max		med		min	
Santa Elena	SE11	2	21,6	95,6%	10	91%	2,2	69%	22,3	98,7%	10,7	97%	2,9	91%

Fuente: Consorcio Geodata, 2013

El caudal total de los cursos de agua presentes en la Reserva Civil Montevivo fue calculado con base en mediciones tomadas directamente sobre el terreno durante los inventarios realizados por el Consorcio Geodata en correspondencia con los puntos ASP-036 y AP-037, tanto en verano como en invierno. Estos puntos se ubican en sectores que en su conjunto recogen el caudal drenado por los cursos de agua presentes en la reserva. Los valores obtenidos durante las dos mediciones realizadas se reportan en la siguiente tabla:

Tabla 5-27 - Valores de caudal mínimo, medio y máximo medido en los puntos de control ASP 036 y ASP 037 localizados sobre cursos de agua presentes en el extremo sur-occidental de la reserva

Cuenca	Puntos de medida	Caudal Verano (l/s)	Caudal Invierno (l/s)
Santa Elena	ASP 036	11,6	17,3
	ASP 037	4,2	5,1
Total		15,8	22,4

Cuenca	Puntos de medida	Caudal Verano (l/s)	Caudal Invierno (l/s)
	Promedio		19,1

Fuente: Consorcio Geodata, 2013

De los valores de caudal reportados en las tablas anteriores se deduce que considerando el escenario constructivo más desfavorable, el caudal promedio con probabilidad de afectación correspondiente al **curso de agua** localizado en el extremo suroccidental de la Reserva Civil Montevivo, es equivalente a 1 l/s, es decir, aproximadamente al 5% del total si se toma en cuenta el valor de caudal promedio relacionado con el agua superficial que drena la reserva, calculado en la tabla 6.

Probabilidad de afectación de la cobertura vegetal:

La principal causa de la afectación de la cobertura vegetal son las actividades de deforestación y ampliación de la frontera agrícola, actividades que en el sector evaluado (Techo del túnel Santa Elena) han sido controladas bajo la figura de la reserva de la sociedad civil. La cual por la obra de infraestructura no se verá afectada, el túnel se considera como una obra de infraestructura que será construida utilizando un método constructivo que disminuye y/o evita los impactos sobre la cobertura vegetal natural, los cambios en el uso del suelo, pérdida de la biodiversidad y la calidad de vida de los pobladores⁸.

La obra propuesta es compatible con la zonificación establecida, zona de uso sostenible como espacios para adelantar actividades productivas y extractivas compatibles, debido a que no se presentara intervención superficial de las coberturas existentes (aproximadamente de 2150 árboles de bosque natural fragmentado).



Figura 5-20 - Bosque natural Fragmentado. Reserva Montevivo
Fuente: Syga Plyma, 2013.

Síntesis:

⁸ IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS. EFECTOS POR LA CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE TUNELES. José Luis Hernández Michaca Julieta Pisanty Levy Víctor Manuel Sánchez Granados Marco Antonio Carreón Méndez Mauro Roldán Ortíz. Publicación Técnica No. 146 Sanfandila, Qro, 2000.

Tomando en cuenta el escenario que prevé la construcción de dos tubos con tratamientos de impermeabilización a través de pre-inyecciones de las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación del macizo rocoso interceptado por el túnel y aplicando el método DHI para la identificación de los puntos de agua con probabilidad de afectación, se concluye que:

Una vez alcanzado el objetivo de impermeabilización de 0,5l/s/100m de túnel, no se prevé impacto sobre el agua subterránea y cursos de agua superficial presentes en la zona de la Reserva Civil de Montevivo.

El método DHI prevé un riesgo máximo de afectación clase 3, que implica una probabilidad de media a alta de ocurrencia del fenómeno de afectación de los puntos de agua localizados en superficie. Esta clase de probabilidad no se evidenció ni en los puntos de agua subterránea ni en los cursos de agua superficial identificados en la reserva Civil de Montevivo bajo ninguno de los dos escenarios constructivos analizados, es decir, con y sin pre-inyecciones.

Tomando en cuenta el escenario más desfavorable para el acuífero superficial presente en el área de influencia del túnel Santa Elena, es decir, la construcción de dos tubos sin considerar la aplicación de tratamientos de impermeabilización a través de pre-inyecciones de las zonas de falla y/o zonas de intensa fracturación del macizo rocoso interceptado por el túnel y aplicando el método DHI para la identificación de los puntos de agua con probabilidad de afectación, resulta lo siguiente:

- De los diez (10) puntos de agua subterránea identificados en la Reserva Civil Montevivo, en ocho (8) de ellos no se prevé afectación (clase de DHI igual a 1), mientras que en los dos (2) restantes se prevé una probabilidad de afectación baja (clase DHI igual a 2).
- El caudal sujeto a riesgo relacionado con los dos puntos de agua subterránea con probabilidad de afectación, oscila entre 1,0 l/s y 2,67 l/s, caudal medido en época de verano e invierno en los puntos AST-092 y AST-123 respectivamente.
- En relación con los cursos de agua superficial, se identificó un punto crítico localizado en el curso de agua que intercepta el límite sur-occidental de la reserva, al cual ha resultado con una probabilidad de afectación baja (clase DHI igual a 2).
- El caudal sujeto a riesgo en el curso de agua con probabilidad de afectación baja, equivale aproximadamente al 5% del total de agua superficial que drena la reserva.

Teniendo en cuenta el análisis anterior y las recomendaciones del estudio hidrogeológico analizado en el Capítulo 3, durante la fase constructiva se prestará especial atención al tratamiento de impermeabilización a través de pre-inyecciones aplicado a las fallas geológicas y/o zonas fracturadas localizadas entre las progresivas aproximadas PK12+750 a PK12+800 y PK13+740 a PK13+800, garantizando que en estos sectores específicos y tramos intermedios el caudal máximo de infiltración no sea mayor a 0,5 l/s/100 m de túnel.

Se continuará el monitoreo sobre los puntos de agua identificados en la Reserva Civil Montevivo, antes y durante la construcción del Túnel Santa Elena, así como durante el primer año de la fase operativa. Los parámetros a monitorear mensualmente son caudal y parámetros físico-químicos (conductividad eléctrica del agua, temperatura y pH). A los puntos ya identificados y relacionados en las tablas anteriores, se les debe agregar un punto de

monitoreo y localizarlo aguas abajo del punto SE-11, con el objeto de obtener un cierre hidráulico sobre el agua superficial que drena la Reserva.

5.4.3.4 Evaluación de impactos en la Etapa de Operación:

Al efectuar la revisión de antecedentes relacionados con la etapa operativa del proyecto, es concluyente que la misma fue contemplada en los referidos tres (3) escenarios de valoración de impactos mencionados al inicio del presente Capítulo, no obstante no de una forma particularizada sino haciendo parte de una extensión de lo contemplado en materia de materialización de las obras del proyecto. De dicho ejercicio, y en contraste con lo desarrollado para el presente documento, es concluyente que no hay variaciones significativas en cuanto a la estructura o esquema de valoración, pero vale la pena destacar que la refinación de la información hidrológica e hidrogeológica permite deducir las siguientes premisas para la etapa de operación del proyecto:

- ✦ **EQUILIBRIO Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL:** No se identifica a partir de la Línea Base y su “cruce” con las intervenciones del proyecto, la manifestación de condiciones críticas asociadas a desbalances de índole hidrogeológico; acontecerá paulatinamente la búsqueda del equilibrio natural entre las obras y el medio circundante, sin que ello se traduzca en aspectos desestabilizantes al medio ambiente. En otras palabras acontecerá lo que en nuestro medio y en otras obras extranjeras sucede cuando se han acometido adecuadamente las fases de pre-construcción y construcción, es decir el progresivo restablecimiento de los componentes físico, biótico y social.
- ✦ **CALIBRACION DEL MODELO HIDROGEOLOGICO:** Lo anterior se magnifica positivamente en la medida que el plan de seguimiento y monitoreo se adentre mínimo durante dos (2) años en la fase de operación, como una extensión especialmente de la modelación hidrogeológica adelantada, identificando los mismos indicadores de calidad y caudal de aguas al interior y en exteriores de ambos túneles, Seminario y Santa Elena, ahondando especialmente en lo concerniente a los caudales. En relativamente recientes proyectos similares, se opta por extender dicho seguimiento y monitoreo, haciéndolo de carácter permanente durante toda la vida útil, especialmente en lo concerniente a las obras subterráneas; en tal sentido, el proyecto conviene acogerse a este esquema, dado que es precursor a nivel nacional en materia de predicción y detección hidrogeológica y lo sería igualmente en materia de control y caracterización a largo plazo de variables ambientales, especialmente a nivel del agua superficial y subterránea, pudiéndose así y de esta forma obtener el pleno de la calibración de los modelos hidrogeológicos adelantados en esta fase consultiva.

5.4.4 Jerarquización de impactos

Procede en el presente numeral el acometer el alcance de la calificación comparativa y jerarquización de impactos ambientales, de conformidad con el alcance desarrollado en tal sentido en el documento de ajuste del EIA en el año 2009. Se procede en consecuencia a adoptar la misma metodología, enfocando especialmente el ejercicio a la fase de ejecución, es decir lo relacionado a la construcción del proyecto que es donde en términos generales se

manifiestan los impactos ambientales identificados a origen, y que han sido los mismos que se han contemplado y analizado a lo largo del presente Capítulo 5.

Se procede en consecuencia a valorar atributos de evaluación y se construye una función objetivo que permite integrar todos los criterios de evaluación en una calificación única para el impacto ambiental.

La función objetivo es una expresión matemática que utiliza todas las calificaciones de los *atributos de evaluación* (Ci) y obtiene como resultado la calificación individual (Cj) de cada impacto ambiental identificado.

En esta ecuación, Ci es la calificación individual de cada atributo de evaluación. Así, la forma general adoptada para la calificación ambiental de un impacto puede expresarse como una función de los atributos, a saber:

$$C_i = f [P, M, A, D, T]$$

En donde:

Ci: Es la calificación ambiental del impacto

P: Es la probabilidad de ocurrencia del impacto

M: Es la magnitud del deterioro generado por la actividad

A: Es el área de influencia del impacto

D: Es la duración de la condición alterada

T: Es el tipo de impacto

Para efectos de esta evaluación ambiental conceptual se utilizará una expresión que utiliza promedios ponderados de cada uno de los criterios analizados, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5-28 - Calificación del Impacto Ambiental

Atributo	Calificación	Valor	Calificación	Valor	Calificación	Valor
Probabilidad de ocurrencia	Alta	12	Media	8	Baja	4
Magnitud	Alta	12	Media	8	Baja	4
Duración	Largo plazo	12	Medio plazo	8	Corto plazo	4
Tipo de impacto	Sinérgico	12	Acumulativo	8	Residual	4

$$\text{Calificación ponderada} = P * M * D * T$$

En las siguientes tablas se presentan la información consolidada de la calificación de los impactos identificados y se muestra la jerarquización de los mismos.

Tabla 5-29 - Matriz consolidada de calificación de impactos ambientales

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
1	Incremento de la concentración de material particulado	8	4	8	4	1024
2	Incremento en la concentración de gases contaminantes	4	4	8	4	512
3	Incremento en los niveles normales de presión sonora	8	8	8	4	2048
4	Deterioro de la calidad del agua superficial	4	4	4	4	256
5	Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico	8	4	8	4	1024

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
6	Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales	8	4	8	4	1024
7	Deterioro en la calidad del agua subterránea	4	4	4	4	256
8	Alteraciones del nivel freático	8	4	8	8	2048
9	Alteraciones en la capacidad de los acuíferos	8	4	4	4	512
10	Alteración en la disponibilidad de aguas subterránea	4	4	4	4	256
11	Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas	8	4	4	8	1024
12	Cambio en las propiedades físico químicas del suelo	4	4	8	8	1024
13	Activación de procesos erosivos	4	4	8	4	512
14	Cambio en el uso del suelo	8	8	8	8	4096
15	Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local	4	4	4	4	256
16	Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)	8	4	8	4	1024
17	Alteración de la calidad visual del paisaje	8	8	8	8	4096
18	Pérdida de la cobertura vegetal protectora	8	4	4	4	512
19	Afectación de la cobertura y usos del suelo	8	8	4	8	2048
20	Alteraciones en la composición florística	4	4	4	4	256
21	Alteraciones en la dinámica sucesional	4	4	8	8	1024
22	Afectación de la disponibilidad del recurso natural (servicios ecosistémicos)	4	4	8	4	512
23	Cambio en la riqueza y abundancia de especies	4	4	8	4	512
24	Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística	4	4	8	4	512
25	Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	4	4	8	4	512
26	Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	4	4	8	4	512
27	Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	4	4	8	4	512
28	Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales	4	4	8	4	512
29	Afectación al patrimonio cultural inmueble	4	4	8	4	512
30	Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	4	4	4	4	256
31	Afectación directa de redes de servicios públicos, accesos privados, servidumbres y veredas	8	4	4	4	512
32	Reducción en los tiempos de desplazamiento para carga y pasajeros	12	12	8	8	9216
33	Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos	4	4	8	8	1024
34	Inducción de procesos migratorios	4	4	8	8	1024
35	Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores	4	8	8	4	1024
36	Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial	8	4	8	4	1024
37	Generación de problemas de salud pública	4	8	4	4	512

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
38	Cambio en las actividades productivas tradicionales	4	8	8	8	2048
39	Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía	8	8	8	8	4096
40	Generación de empleo formal (cualificación laboral, inserción en el sistema de protección social)	4	4	4	4	256
41	Dinamización de la economía local (demanda de bienes y servicios y creación de nuevos negocios)	12	8	8	8	6144
42	Cambios en las relaciones entre organizaciones y comunidades	4	8	8	4	1024
43	Cambio en las formas de organización de las comunidades (surgimiento de nuevos líderes)	4	4	8	4	512
44	Conflictos socio-ambientales	4	4	4	4	256
45	Perturbación de la seguridad pública	4	4	4	4	256

Tabla 5-30 - Jerarquización consolidada de impactos ambientales

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
32	Reducción en los tiempos de desplazamiento para carga y pasajeros	12	12	8	8	9216
41	Dinamización de la economía local (demanda de bienes y servicios y creación de nuevos negocios)	12	8	8	8	6144
14	Cambio en el uso del suelo	8	8	8	8	4096
17	Alteración de la calidad visual del paisaje	8	8	8	8	4096
39	Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía	8	8	8	8	4096
3	Incremento en los niveles normales de presión sonora	8	8	8	4	2048
8	Alteraciones del nivel freático	8	4	8	8	2048
19	Afectación de la cobertura y usos del suelo	8	8	4	8	2048
38	Cambio en las actividades productivas tradicionales	4	8	8	8	2048
1	Incremento de la concentración de material particulado	8	4	8	4	1024
5	Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico	8	4	8	4	1024
6	Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales	8	4	8	4	1024
11	Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas	8	4	4	8	1024
12	Cambio en las propiedades físico químicas del suelo	4	4	8	8	1024
16	Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)	8	4	8	4	1024
21	Alteraciones en la dinámica sucesional	4	4	8	8	1024
33	Cambios en la demanda y disponibilidad de servicios públicos	4	4	8	8	1024
34	Inducción de procesos migratorios	4	4	8	8	1024
35	Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores	4	8	8	4	1024

No	Impacto	P	M	D	T	Cj
36	Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial	8	4	8	4	1024
42	Cambios en las relaciones entre organizaciones y comunidades	4	8	8	4	1024
2	Incremento en la concentración de gases contaminantes	4	4	8	4	512
9	Alteraciones en la capacidad de los acuíferos	8	4	4	4	512
13	Activación de procesos erosivos	4	4	8	4	512
18	Pérdida de la cobertura vegetal protectora	8	4	4	4	512
22	Afectación de la disponibilidad del recurso natural (servicios ecosistémicos)	4	4	8	4	512
23	Cambio en la riqueza y abundancia de especies	4	4	8	4	512
24	Alteración en los patrones de abundancia y dominancia faunística	4	4	8	4	512
25	Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	4	4	8	4	512
26	Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	4	4	8	4	512
27	Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	4	4	8	4	512
28	Pérdida del arraigo y alteración en los patrones culturales	4	4	8	4	512
29	Afectación al patrimonio cultural inmueble	4	4	8	4	512
31	Afectación directa de redes de servicios públicos, accesos privados, servidumbres y veredas	8	4	4	4	512
37	Generación de problemas de salud pública	4	8	4	4	512
43	Cambio en las formas de organización de las comunidades (surgimiento de nuevos líderes)	4	4	8	4	512
4	Deterioro de la calidad del agua superficial	4	4	4	4	256
7	Deterioro en la calidad del agua subterránea	4	4	4	4	256
10	Alteración en la disponibilidad de aguas subterránea	4	4	4	4	256
15	Incremento en los niveles de vibración y sismicidad local	4	4	4	4	256
20	Alteraciones en la composición florística	4	4	4	4	256
30	Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	4	4	4	4	256
40	Generación de empleo formal (cualificación laboral, inserción en el sistema de protección social)	4	4	4	4	256
44	Conflictos socio-ambientales	4	4	4	4	256
45	Perturbación de la seguridad pública	4	4	4	4	256

5.5 Impactos y manejo ambiental

A partir de la identificación y calificación de impactos, se procedió a efectuar un ejercicio de confrontación de medidas ya formuladas y avaladas por CORNARE en los ya referidos tres (3) escenarios de calificación de impactos precedentes.

De este ejercicio analítico se concluye, que dado que los impactos identificados en la actualización de la Evaluación Ambiental corresponden a los mismos impactos que fueron identificados en los estudios de impacto ambiental realizados en el año 2000-2009-2012, pero en diferente magnitud, y dado que la evaluación de impactos es la base de desarrollo del Plan de Manejo Ambiental que se desarrollará en el Capítulo 7 del presente documento, las fichas que contienen las medidas de manejo ambiental se conservarán en el aspecto físico o abiótico con ciertos aspectos que se detallan para el mejor estado del arte de lo requerido en la práctica, mientras que a nivel biótico surgen medidas de actualización y complementación ligadas en buena parte a normatividad reciente y vigente en la materia, con mayores concreciones complementarias a nivel social al tenor de los exigido particularmente en la Resolución 0456 de la ANLA.

A continuación se detallan las fichas del Plan de Manejo Ambiental que permitirán manejar adecuadamente los impactos anteriormente identificados:

Tabla 5-31 - Programas del Plan de Manejo Ambiental

Programas del Plan de Manejo Ambiental	Código
COMPONENTE FISICO	
Programa de manejo ambiental de laderas y taludes	PMA-C-TO-FIS-01
Programa de manejo de sitios de deposito	PMA-C-TO-FIS-02
Programa de revegetalización y protección de áreas expuestas	PMA-C-TO-FIS-03
Programa de uso racional del agua en la quebrada La Espadera	PMA-C-TO-FIS-04
Programa de reubicación de captaciones para diferentes usos del agua en la quebrada Bocaná	PMA-C-TO-FIS-05
Programa de Manejo de cruces de aguas superficiales	PMA-C-TO-FIS-06
Programa de Manejo de Captaciones de aguas superficiales	PMA-C-TO-FIS-07
Programa de manejo de sistemas de tratamiento de agua residual	PMA-C-TO-FIS-08
Programa de manejo de residuos sólidos domésticos, industriales, especiales y/o peligrosos	PMA-C-TO-FIS-09
Programa de manejo de calidad de aire y ruido	PMA-C-TO-FIS-10
Programa de manejo de tránsito y transporte	PMA-C-TO-FIS-11
Programa para el manejo y control de la infiltración de aguas subsuperficiales	PMA-C-TO-FIS-12
Programa para el manejo y control de voladuras	PMA-C-TO-FIS-13
COMPONENTE BIÓTICO	
Programa de rescate y reubicación de fauna vertebrada silvestre en las áreas de remoción vegetal	PMA-C-TO-BIO-01
Programa de aprovechamiento forestal	PMA-C-TO-BIO-02
Programa de recuperación de germoplasma	PMA-C-TO-BIO-03
Programa de viveros	PMA-C-TO-BIO-04
Programa de restauración ecológica	PMA-C-TO-BIO-05
Programa de instalación de señales preventivas para disminuir muerte accidental	PMA-C-TO-BIO-06

Programas del Plan de Manejo Ambiental	Código
de animales en las vías y para informar sobre la fauna que hay en la zona	
Programa rescate, traslado y reubicación de epifitas	PMA-C-TO-BIO-07
Programa bloqueo y traslado de individuos del genero cyathea	PMA-C-TO-BIO-08
Plan de compensación por la pérdida de biodiversidad	PMA-C-TO-BIO-09
COMPONENTE SOCIOECONOMICO	
Línea estratégica 1: Participación y educación	
Programa información a las comunidades y escenarios de participación	PMA-C-TO-SOC-01
Proyecto 1: Socialización del proyecto a la comunidad	
Proyecto 2: Conformación de un escenario para la ciudadanía activa	
Proyecto 3: Creación del centro integral de atención a la comunidad	PMA-C-TO-SOC-02
Programa educación social y ambiental	
Proyecto 1: Educación ambiental con instituciones educativas	
Proyecto 2: Educación ambiental a trabajadores	
Proyecto 3: Fortalecimiento de las capacidades y competencias en participación ciudadana y legislación ambiental	PMA-C-TO-SOC-02
Proyecto 4: Desarrollo de aptitudes personales para incentivar estilos de vida saludable y segura	
Línea estratégica 2: Desarrollo y productividad	
Programa fortalecimiento de organizaciones comunitarias y actividades productivas	PMA-C-TO-SOC-03
Proyecto 1: Apoyo a las actividades productivas	
Proyecto 2: Fortalecimiento de organizaciones	PMA-C-TO-SOC-04
Programa negociación de predios y relocalización de población afectada directamente	
Programa generación de empleo	PMA-C-TO-SOC-05
Proyecto 1: Contratación de mano de obra de la zona y el suministro de bienes y servicios	
Línea estratégica 3: Desarrollo comunitario y cultural	
Programa desarrollo cultural	PMA-C-TO-SOC-06
Proyecto 1: Monitoreo arqueológico	
Proyecto 2: Arqueología preventiva: divulgación	

5.6 Conclusiones Generales

Para la “condición sin proyecto”, se mantienen en términos generales los mismos impactos identificados en su momento (años 2000, 2009 y 2012), pero a partir de la actualización acometida en LINEA BASE, se identifican mayores situaciones de alteración ecosistémica en las áreas de influencia directa e indirecta, que refieren a la fecha condiciones de desequilibrio en los componentes físico, biótico y social, especialmente en el medio hídrico (sobredemanda). En síntesis hay tensores sociales y ambientales que indican una actual CALIDAD AMBIENTAL BAJA a MEDIA, en donde sin la presencia del proyecto hay una afectación ambiental significativa por el sometimiento al cual están expuestos los recursos naturales por parte de las comunidades de tiempo atrás, donde el agua justamente es el elemento más alterado, llegando incluso a niveles de insostenibilidad en tiempo y en espacio.

Para la “condición sin proyecto”, se concluye del análisis respectivo que los impactos e indicadores identificados en su momento se mantienen todos en su contexto conceptual, pero a partir de la actualización y complementación acometida en el presente año 2013 en materia de Línea Base, se refinan las calificaciones cualitativas y cuantitativas de los impactos ambientales. Esto significa que se validó el ejercicio original, pero con calificaciones más concretas y actualizadas, especialmente hacia los componentes hidrogeológicos y socioeconómicos.

De lo anterior se desprende que de conformidad con los consolidados de calificación de impactos ambientales del proyecto, que se agrupan en las tablas del numeral 5.6.7 del presente documento, es concluyente que en materia de jerarquización por calificación, los impactos y efectos positivos del proyecto ocupan los primeros niveles razón por la cual se demuestra que desde el punto de vista del desarrollo humano sostenible, el proyecto cumple las expectativas en materia de servicio social a las comunidades, brindando un esquema de movilidad adecuado a las necesidades que en tal sentido demanda el Oriente Antioqueño y el Departamento en general.

En la escala de impactos, y subyaciendo lo anterior, están los impactos que por su naturaleza, condición, temporalidad y calificación comparada, tipifican una condición media en lo que representa la implementación de un proyecto tunelero en condiciones promedio para nuestro medio, donde se conjugan características montañosas y de ladera (altiplano) alojando obras subterráneas relativamente profundas, que con un normal manejo preventivo a nivel técnico y ambiental, no conllevan o tipifican condiciones adversas al entorno social y ambiental presentes.

A manera de consolidación a continuación se presentan las siguientes conclusiones:

1. La materialización de todas las obras, por diseño, espacialidad, temporalidad, metodología constructiva y control operativo, no tipifican condiciones críticas, acumulativas, irreversibles y sinérgicas hacia el medio ambiente.
2. Se configura un esquema promedio de medidas de mitigación y compensación hacia los impactos identificados.
3. La evaluación adelantada no representa la necesidad de acometer acciones puntuales, diferenciales o particularizadas a nivel socio-ambiental; las acciones como ya se indicó, hacen parte de un esquema normal de prevención, mitigación y compensación, tal y como acontece en otros proyectos con alta representatividad tunelera.
4. En materia de obras subterráneas, no se identifican mayores alteraciones hídricas superficiales inducidas por el proyecto. Lo que se advierten son infiltraciones de aguas subterráneas internamente, pero altamente controladas, manejadas y atenuadas por el método constructivo a adoptarse, sin provocar afectaciones de cobertura significativas que pudiesen afectar a núcleos sociales y comunidad en general.
5. Se concluye a título preventivo adoptar un pormenorizado y permanente esquema de seguimiento y monitoreo de variables ambientales, enfocado especialmente a los siguientes CUATRO (4) ESCENARIOS:
 - *Inmuebles en cobertura del Túnel Seminario (ESTABILIDAD)*
 - *Zonas de fallas geológicas en el Túnel Santa Elena (AGUA)*

- Zonas de emportalamiento de túneles (AGUA + ESTABILIDAD)
- Banca en superficie (“cielo abierto”) (ESTABILIDAD)

5.7 Evaluación Económica

5.7.1 Valoración cualitativa de los servicios ecosistémicos en el aid

Existe un reconocimiento cada vez más generalizado de que los ecosistemas, incluyendo su biodiversidad, cumplen un papel primordial en la generación de bienestar humano, tanto desde el punto de vista de la subsistencia biológica como desde una perspectiva económica, social y cultural (Millennium Ecosystem Assessment, 2003, Díaz, *et al.*, 2005, Duraiappah, *et al.*, 2005, citado por Quetiér, F., *et al.*, 2007). Con la publicación de *Millennium Ecosystem Assessment* (en adelante MEA), se popularizó la definición de servicios ecosistémicos (SE) como los beneficios que proveen los ecosistemas a los seres humanos (Costanza, *et al.*, 2007 y Daily, 2007, citado por Quetiér, F., *et al.*, 2007). El origen del concepto de servicios ecosistémicos está en el reconocimiento de que la naturaleza ofrece, de forma natural y gratuita, una variedad de bienes y servicios que son de utilidad y uso directo o indirecto de la humanidad. Por esta razón, ha aumentado el consenso de que las actividades humanas dependen de la existencia de los ecosistemas (Tornquist, C. y Bayer, C., 2009). Así, el bienestar humano definido se soporta en los componentes de seguridad, materiales necesarios para una vida decorosa, salud, buenas relaciones sociales y libertad de elección y acción (IAvH, CIEBEB, 2011).

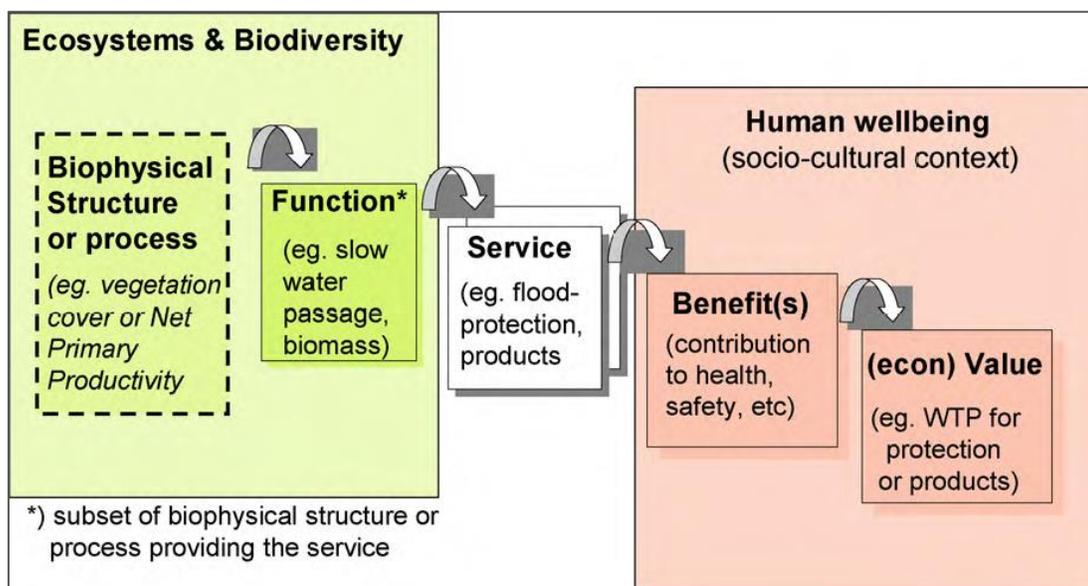


Figura 5-21 - Marco para vincular los ecosistemas y el bienestar humano
Fuente: Haines-Young and Potschin, citado por De Groot, *et al.*, 2010.

5.7.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos

De acuerdo con el MEA (2005), los Servicios Ecosistémicos se pueden clasificar en cuatro grupos: Aprovisionamiento, Regulación, Servicios Culturales y servicios de Soporte necesarios

para mantener la provisión de otros servicios. Todos los servicios están interrelacionados en gran medida. La producción primaria, la fotosíntesis, el ciclaje de nutrientes, por ejemplo, involucran aspectos diferentes de los mismos procesos biológicos. Los servicios ecosistémicos constituyen flujos o tasas de producción derivadas del capital natural (bienes o *stocks*), tanto los flujos como los bienes son frecuentemente englobados dentro del concepto de servicios (Latterra, P., et al., 2009). En la siguiente tabla, se hace una descripción de los tipos de servicios mencionados, su definición y sus ejemplos.

Tabla 5-32 - Tipos de Servicios Ecosistémicos

Tipo de servicios	Definición	Ejemplos
Aprovisionamiento	Los servicios de aprovisionamiento son los productos que las personas obtienen de los ecosistemas.	Los alimentos, los combustibles, las fibras, el agua pura y los recursos genéticos, leña, bioquímicos, recursos ornamentales (World Resources Institute, 2003)
Regulación	Este grupo de funciones relaciona la capacidad de los ecosistemas naturales y seminaturales para regular procesos ecológicos esenciales y los sistemas que soportan la vida a través de ciclos bioquímicos y otros procesos de la biosfera (De Groot, 2002)	Regulación de la calidad del aire, Regulación del clima, Regulación hídrica, Control de la erosión, Purificación del agua y tratamiento de residuos, Regulación de enfermedades, Control de plagas, Polinización, Regulación de peligros naturales (De Groot, 2002).
Culturales	Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas a través de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación, y experiencias.	Diversidad cultural, Valores espirituales y religiosos, Sistemas de conocimiento, Valores educativos, Inspiración, Valores estéticos, Relaciones sociales, Sentido de pertenencia, Valores del patrimonio cultural, Recreación y ecoturismo.
Soporte	Estos servicios son necesarios para la producción de todos los servicios ecosistémicos. A diferencia de los servicios de aprovisionamiento, regulación, y culturales; los impactos de éstos sobre las personas son a menudo indirectos u ocurren en un gran periodo de tiempo. Por otra parte, los cambios en las otras categorías tienen un impacto relativamente directo y a corto plazo sobre las personas.	Formación del suelo, Fotosíntesis, Ciclaje de nutrientes, Ciclo del agua

Fuente: Elaboración propia a partir de De Groot (2002) y Millennium Ecosystem Assessment, (2005).

En el Anexo 5.5 se presenta la definición de cada uno de los servicios ecosistémicos presentados en la tabla anterior.

Por ejemplo, el ciclo de nutrientes es un proceso en el que uno de los resultados es agua limpia. Circulación de nutrientes es un servicio que los seres humanos utilizan, pero indirectamente. Suministro de agua potable es también un servicio que los seres humanos utilizan pero directamente. El agua limpia, cuando se consume para beber, es un beneficio de los servicios ecosistémicos.

La ventaja de ser el punto en el que el bienestar humano se ve directamente afectado y el punto donde probablemente se necesitan otras formas de capital (construcción, humano, social) para darse cuenta de la ganancia en el bienestar. En este caso, el suministro de agua potable es un servicio y el agua potable para el consumo que requiere herramientas o extracción de conocimiento-es un beneficio. La polinización es otro servicio ambiental que los humanos utilizan, aunque no directamente. La polinización es el servicio, el beneficio puede ser la producción de almendras.

Por ejemplo, algunos ecosistemas proporcionan servicios que se utilizan in-situ. La formación del suelo es un ejemplo de un servicio que se puede utilizar en el mismo lugar, ya que fue hecho-proporcionando un beneficio de, digamos, un producto agrícola. Otro ejemplo es cuando se proporciona un servicio en una ubicación a la vez, pero el beneficio se realiza en otro lugar en otro momento⁹.

Por ejemplo, la regulación del agua proporcionada por los bosques en la cima de la montaña, cuesta abajo proporcionará beneficios extra en forma de suministro de agua regulada y extendida. Estas características se describen con más detalle a continuación en la que usamos para derivar un esquema de clasificación.

Estos servicios finales pueden ofrecer productos conjuntos o múltiples beneficios, como en el caso de que tener un caudal regulado proporciona a la humanidad oportunidades de recreación, agua para riego y agua para la energía hidroeléctrica. La producción conjunta es una característica de los servicios ambientales que podrían ser importantes para derivar esquemas de clasificaciones contables y en ciertos contextos de toma de decisiones.

Dado que los diferentes grupos de interés (o incluso personas) perciben diferentes beneficios de los mismos procesos de los ecosistemas que a veces pueden ser contradictorios¹⁰. Por ejemplo, para los actores globales del servicio secuestro de carbono de los bosques tropicales puede ser valorado para la regulación del clima, pero a nivel local el bosque puede ser valorado como leña. En términos económicos, estos servicios son rivales.

A continuación se presentará los servicios ecosistémicos identificados en el AID con su respectiva caracterización.

5.7.3 Percepción de la comunidad sobre la provisión de servicios ecosistémicos en el AID

Con la Comunidad se buscó responder las preguntas: ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos relevantes para los actores sociales y por qué? ¿Qué propiedades son relevantes para la provisión de los servicios ecosistémicos? y ¿Cómo los actores sociales se distribuyen el acceso a dichos servicios?

Para responder las preguntas anteriores se realizaron entrevistas semiestructuradas dirigidas a los actores claves beneficiarios de los diferentes servicios ecosistémicos ubicados en las diferentes cuencas (Santa Elena, Yarumal y La Cascada). Se entrevistaron a Presidentes de Juntas de Acueductos, Presidentes de Acciones Comunes, Asociaciones productivas,

⁹ Fisher, 2009, pág. 648

¹⁰ Turner et al, 2003;.. Hein et al, 2006

Propietarios, Organizaciones ambientales. En el Anexo 5.5 se presenta el formato con las preguntas para identificar los SE. Adicionalmente, se les solicitó valorar la importancia (por los beneficios que le aporta a la comunidad en general) de dichos servicios distribuyendo 100 unidades de acuerdo con su importancia entre los diferentes servicios. (En el Anexo 3.26. Entrevistas JAC y acueductos) se presenta el formato y las instrucciones utilizadas para recolectar la información.

Con el equipo técnico también se realizó un ejercicio de identificación de SE para complementar técnicamente la información suministrada por la comunidad del AID. Se llevó a cabo un taller grupal con los profesionales de las diferentes disciplinas que participan en el estudio y se aplicó el formato que aparece en el Anexo 5.5.

Para el AID, en general, y para la Reserva Forestal Protectora del Nare, en particular, la comunidad identificó los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento relacionados con la producción de alimentos, provisión de agua dulce, recursos medicinales y materias primas ornamentales. Los servicios de regulación identificados fueron: regulación de la calidad del aire, regulación climática, limpieza de agua y tratamiento de residuos, productividad del suelo. Los servicios Culturales identificados fueron: el sentido de pertenencia, el patrimonio cultural y la recreación. Sin embargo, para identificar los servicios de Soporte es necesario un conocimiento profundo sobre la funcionalidad ecológica de los ecosistemas, por tal razón, es necesario contar con los criterios de profesionales de la Biología y la Ecología para facilitar su identificación en el territorio. Quizá esta es la razón, por la cual este tipo de servicios no fueron identificados por la comunidad. De acuerdo con Londoño (2012), cuando se trata de identificar servicios ecosistémicos, los servicios de soporte no son fácilmente identificados por la comunidad y esto se puede explicar por el escaso conocimiento que los actores presentes en el territorio tienen sobre las particulares características del ecosistema que fue objeto de estudio.

En las tablas siguientes, se presenta las percepciones de los actores sobre los servicios ecosistémicos y los beneficios de cada de las cuencas del AID.

Tabla 5-33 - Servicios de Regulación en la cuenca Santa Elena

Actores	Regulación del aire	Regulación climática	Productividad del suelo
JA*	La mayoría de los presidentes de las Juntas de Acueducto coinciden que la calidad del aire es “excelente” o “muy buena”. Debido a la vegetación nativa y los bosques que aún quedan en la zona. También, hablan de otras razones como la ausencia de fábricas y la lejanía de las zonas industriales	A este servicio lo asocian con los beneficios la abundancia del agua, las precipitaciones y las épocas para sembrar los cultivos	Estabilidad de los terrenos para cultivar y abundancia de fuentes hídricas, estabilidad del territorio, ocupación para viviendas
JAC**	Los presidentes de las JAC coinciden que la calidad del aire es muy buena debido a los árboles que existen en la zona y a la compra de predios para la protección de la cuenca	Mencionan como beneficios la abundancia del agua aun en época de verano, el oxígeno para el cultivo de truchas, cultivos de hortalizas, aromáticas y flores. Y como un perjuicio	Para siembra de árboles, facilitan el bombeo del agua y la siembra

Actores	Regulación del aire	Regulación climática	Productividad del suelo
		mencionan el verano (cada vez más fuerte) que ocasiona racionamientos de agua y pérdida de cultivos.	
Mesa Ambiental	El representante de la Mesa Ambiental considera que la calidad del aire ha disminuido por el aumento del tráfico vehicular.	Los beneficios se relacionan con la posibilidad de cultivar	Variedad de cultivos, conservación de bosques, actividades eco turísticas.
Productores	Consideran que el aire es muy puro y por esa razón se puede hacer ejercicio en beneficio de la salud.	Ayuda a la conservación de los caudales de agua, mejora la salud porque el clima siempre está fresco	Los beneficios del suelo son para la construcción, control de la erosión, reforestación

*JA: Junta de Acueducto

**JAC: Junta de Acción Comunal

De acuerdo con lo expresado en las entrevistas semi-estructuradas, la comunidad del AID reconoce la importancia que tiene la calidad del aire en la cuenca. Para la mayoría de los entrevistados la calidad del aire en este territorio es excelente o muy buena lo que redundará en beneficios para la salud humana. Como ellos así lo expresan, la calidad del aire se debe a la presencia de bosques, árboles y vegetación nativa y a la ausencia de fábricas o industria que emitan contaminantes a la atmósfera. Sin embargo, el representante de la mesa ambiental, manifestó que la calidad del aire ha disminuido por el aumento del tráfico automotor en la zona. Esto se debe a la alta fragmentación predial que se puede observar en la zona. Esta dinámica ha jalonado el crecimiento de las viviendas, las personas y los automóviles en la región a costa de la vegetación y los bosques.

Con respecto al servicio de regulación climática, la comunidad percibe que este servicio permite mantener los caudales de las fuentes hídricas por la alta precipitación media anual. De acuerdo con ellos, esto les garantiza el agua aún en época de verano y las condiciones para cultivar los alimentos propios de clima frío. En el AID, la cuenca de Santa Elena es la más productiva de las tres cuencas, en la mayoría de las veredas y especialmente, en Santa Elena Central, El Llano y El Cerro, existen cultivos transitorios de maíz, papa; frijol, verduras y hortalizas, cultivos permanentes de frutas y algunos confinados de flores y hortalizas.

Con respecto a la productividad del suelo, el interés de las Juntas de Acueducto y de las Juntas de Acción Comunal es la preservación de la estabilidad del suelo para los cultivos y para el agua. Paradójicamente, a los productores les parece que el suelo es apto para aumentar la construcción de viviendas, a costa de las zonas de cultivos, porque de esta manera, se incrementaría la venta de los productos. Por su parte, la mesa ambiental manifiesta que el suelo es apto para la reforestación y para las actividades como el ecoturismo porque aún se conserva el 23% de las coberturas vegetales asociadas a la conservación y a la protección, estas coberturas son: bosque natural fragmentado, vegetación secundaria baja, plantaciones forestales. También, la dinámica del turismo asociado a los sitios de interés turístico naturales y los senderos ecológicos son alternativas asociadas a la productividad del suelo.

En la siguiente tabla, se presentan las percepciones de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos culturales. Los servicios identificados de este tipo fueron: el sentido de pertenencia, el patrimonio cultural y la recreación.

Tabla 5-34. Servicios Culturales en la cuenca de Santa Elena

Actores	Sentido de pertenencia	Patrimonio cultural	Recreación
JA*	Destacan de las veredas la tranquilidad, el clima, la cercanía a Medellín, el ambiente sano.	Aunque manifiestan importancia de los silleteros como patrimonio cultural, reconocen que se ha perdido un poco porque su organización se hace desde afuera, hay egoísmo e individualismo. Las flores se traen de otros lugares, no se cultivan en la zona.	Parque Central, parque Arví, los miradores del Cerro Verde, La Paloma (En el Plan), La morena
JAC**	Piensen que Santa Elena es un lugar acogedor, ambiente tranquilo, la integración es importante, “Es un paraíso”, el aire es “muy bueno”, el clima y la gente.	Las fincas silleteras y los silleteros son reconocidos como patrimonio cultural de la nación. ‘Es lo que nos identifica ante el mundo’ “es la cédula, el pasaporte a donde uno va”. Es cultura y tradición “sin silleteros no hay feria de flores, es un legado”	Parque de Santa Elena, parque Arví, fincas silleteras, la cueva del indio
Mesa Ambiental	Es muy central, queda cerca a todos los servicios públicos y la seguridad.	Relacionan el patrimonio con los silleteros, para ellos es un símbolo nacional, de la región y de la ciudad	Asociado con los caminos prehispánicos, las principales quebradas
Productores	El ambiente es calmado, mucha unión, ‘es agradable ver este paisaje’, “esto es bonito por aquí”	Se ha perdido un poco la tradición de los silleteros por el turismo	La Cascada de la Quebrada la Espadera, parque central y parque Arví.

*JA: Junta de Acueducto

**JAC: Junta de Acción Comunal

Con respecto al servicio Sentido de pertenencia, los actores entrevistados, manifestaron que las personas que viven en el territorio decidieron establecerse allí por la tranquilidad y la cercanía a Medellín, por el clima y el acceso a los servicios públicos y por la integración entre sus habitantes. Algunos también mencionan que el paisaje es muy agradable y el ambiente es sano y seguro.

El Patrimonio cultural de la cuenca de Santa Elena está ligado al del corregimiento con el mismo nombre. Particularmente a los silleteros como la representación cultural de mayor tradición en la zona. La actividad silleterera está ligada directamente con la Feria de las flores de Medellín, por esta razón, sus habitantes la consideran como un patrimonio cultural de la región y del país. Aunque, para todos los actores los silleteros y sus actividades son importantes, reconocen que existen problemas en la organización de los eventos debido a su concentración en algunas familias silleteras locales o en personas que no viven en el lugar. Manifiestan también que las flores utilizadas para las silletas deberían cultivarse en el lugar porque,

actualmente se compran en otros corregimientos de Medellín y/o en otros municipios del Valle de San Nicolás.

Con respecto al servicio de Recreación, resaltan la importancia de los miradores como Cerro Verde (en la vereda El Cerro del corregimiento de Santa Elena), el parque Arví, otros miradores como La Paloma (en el Plan del corregimiento de Santa Elena), las fincas silleteras, los caminos prehispánicos y la Cascada de la quebrada La Espadera. Unos más que otros son visitados por los habitantes de la zona y por los turistas.

Los servicios de Aprovisionamiento identificados por la comunidad fueron: Los alimentos, el agua dulce, la provisión de plantas medicinales y ornamentales. En la siguiente tabla, se presentan las percepciones de la comunidad frente a cada uno de estos servicios.

Tabla 5-35. Servicios de Aprovisionamiento en la cuenca Santa Elena

Actores	Alimentos	Agua dulce	Medicinales	Ornamentales
JA*	Hortalizas, papa, mora	Uso doméstico, pecuario y agrícola		
JAC**	Producción de truchas, papa, legumbre, mora, fresa, tomate de árbol, leche.	Para cultivos, uso doméstico, para el riego de jardines y viveros	Sábila, paico, yerbabuena, sidrón, citronela, romero, limoncillo, ortiga, caléndula.	Ninguno
Mesa Ambiental	Hortalizas, frutales, leche, carne (porcinos), aves de corral.	Riego de cultivos y jardines, uso doméstico	Extracción de plantas aromáticas y medicinales	Musgo, bejucos, orquideas, sarro
Productores	Papa, maíz, frijol, legumbre	Producción de trucha, riego de cultivos, ganadería. Consumo humano	Plantas aromáticas	Ninguno

*JA: Junta de Acueducto

**JAC: Junta de Acción Comunal

Con respecto a la provisión de alimentos, en la cuenca de Santa Elena aún es importante la actividad agrícola para la producción de hortalizas y verduras, frutas como tomate de árbol, mora, fresa, aguacate. La producción de huevos, leche y truchas también son actividades importantes en la cuenca. Parte de esta producción se queda en las fincas de las familias que las cultivan o se comercializan localmente.

La provisión de agua dulce, se hace a través de los diferentes acueductos de la cuenca y/o de los nacimientos de agua. El uso del agua es para la agricultura, la actividad pecuaria y el uso doméstico. En el AID de la cuenca de Santa Elena, operan acueductos que surten a los diferentes sectores de la cuenca, estos son: Acueducto Las Flores ubicado en la vereda El Placer y surte a los habitantes de las veredas El Placer y Piedra Gorda¹¹, Acueducto de Media Luna, su captación está ubicada en la vereda El Placer y surte a la vereda de Media Luna, el Acueducto San Pedro, ubicado en la vereda El Llano y surte a la vereda del mismo nombre y el Acueducto Multiveredal Santa Elena que surte a las veredas de Santa Elena Central, sector el Rosario, el Llano, El Cerro, El Placer-Barro blanco.

¹¹ Esta vereda se encuentra por fuera del AID

La provisión de plantas medicinales está relacionada con las plantas aromáticas como sábila, paico, yerbabuena, sidrón, citronela, romero, limoncillo, ortiga, caléndula, entre otras, la utilización de estas plantas está dirigida al tratamiento del dolor y como desinflamatorios, cicatrizantes y tratamientos de los malestares estomacales y en menor medida, con las plantas ornamentales. Los cultivos de flores están más relacionados con este último servicio, porque en cada casa o finca existe un jardín con flores o plantas aromáticas.

A continuación se realizará el análisis de los servicios ecosistémicos percibidos por la comunidad en la cuenca de Yarumal. Es importante aclarar que los servicios ecosistémicos que se mencionaran, a continuación, coinciden con los de la RESERVA FORESTAL PROTECTORA DEL NARE por encontrarse dentro de la cuenca en mención.

Tabla 5-36. Servicios de Regulación en la cuenca Yarumal

Actores	Regulación del aire	Regulación climática	Productividad del suelo
JA*	La calidad del aire es excelente porque se conserva parte del pulmón verde y las zonas protegidas. Los árboles ayudan al clima. Alta conservación y cuidado de los bosques. La vegetación nativa ayuda a la regulación del aire.	Mantiene húmedo garantizando agua en tiempo de verano. Presencia de agua, producción agrícola, provisión agua para los acueductos. Por la regulación del clima, los acueductos tienen vida. Ayuda a los cultivos orgánicos. Aumenta el caudal de las fuentes de agua.	Es importante para los cultivos y la minería. Aptitud del suelo para la producción de agua, suelos vivos, nutritivos. Para la conservación de la vegetación, flora y fauna.
JAC**	La calidad del aire es muy buena por los montes nativos, sin eucaliptos, ni ciprés.	Nacimientos de agua. "el agua es la vida".	Para la producción de alimentos.
Productores	NS/NR***	Nacimientos y pozos siempre llenos para los cultivos	Alta productividad para los cultivos

*JA: Junta de Acueducto

**JAC: Junta de Acción Comunal

NS/NR: No sabe/ No responde

La comunidad reconoce la importancia que tiene la calidad del aire en la cuenca y manifiesta que su calidad se debe a la conservación del pulmón verde que aún le queda a la zona. El cuidado de la vegetación nativa, los árboles y los bosques han influido en la calidad actual del aire.

Con respecto a la regulación del clima, manifiestan que se benefician directamente con la presencia permanentemente de agua para las actividades agrícolas, pecuarias y para la provisión de los acueductos y pozos.

La productividad del suelo es muy importante para ellos por la aptitud del suelo para los cultivos y la minería, también mencionan el beneficio asociado con la producción de agua y los nutrientes de suelo para cultivar y para la conservación.

En la siguiente tabla, se presenta la percepción de la comunidad con respecto a los servicios culturales de: sentido de pertenencia, patrimonio cultural y recreación.

Tabla 5-37. Servicios Culturales en la cuenca Yarumal

Actores	Sentido de pertenencia	Patrimonio cultural	Recreación
---------	------------------------	---------------------	------------

Actores	Sentido de pertenencia	Patrimonio cultural	Recreación
JA*	La tranquilidad, es una zona de desarrollo urbanístico y comercial. Facilidad en el acceso a Medellín y otros municipios del oriente. Amor a la naturaleza, el aire puro, la vida tranquila, la seguridad, la paz y el amor, la calidez de la gente, del bosque, el ruido del agua, de los pájaros.	Los silletteros representan la idiosincrasia de toda Antioquia. Son parte de la cultura.	Parte alta de la cuenca para observación de aves e insectos. Disfrute de las panorámicas del Aeropuerto. Sendero ecológico sobre la planta de tratamiento de agua potable y Cerro Verde por la abundancia de fauna y flora.
JAC**	La tradición		La finca La Floresta por la vista hacia todo el oriente. Zona de avistamiento del Aeropuerto. Mirador del toro. Casa de la Finca La María.
Productores	Por el empleo, porque la zona es muy bonita	El desfile es muy bonito	Los lugares de Santa Elena

El sentido de pertenencia de la comunidad de la cuenca de Yarumal está asociado a los factores ambientales tales como el bosque, la fauna y la flora y la belleza escénica y la calidad del aire, así mismo a factores sociales como la gentileza y calidez de sus habitantes y al empleo. Con respecto al patrimonio cultural, la comunidad lo relaciona con los silletteros como la representación de la idiosincrasia de los antioqueños. Y el servicio de recreación está asociado a los miradores panorámicos desde los cuales se puede apreciar las revistas aéreas en el aeropuerto. También a los senderos ecológicos y a las fincas con apreciables lugares para divisar.

En la siguiente tabla, se puede apreciar las percepciones de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos de aprovisionamientos de alimentos, agua dulce, medicinales y ornamentales.

Tabla 5-38. Servicios de Aprovisionamiento en la cuenca de Yarumal

Actores	Alimentos	Agua dulce	Medicinales	Ornamentales
JA*	Cultivos de tomate de árbol, mora, aguacate, papa, leche, frijol. Hortalizas, maíz, papa, arracacha. Huertas caseras	Riego para cultivos, ganadería y uso doméstico, para alimentación, aseo personal, labores agrícolas.	Plantas aromáticas como salvia, toronjil, manzanillo.	Ninguna
JAC**	Mora, papa, fresa, leche	Vegetación, los cultivos, para el jardín.	ninguna	ninguna
Productores	Aguacate, frijol, tomate de árbol, mora, papa y arveja.	Para los animales, cultivos, el jardín y el uso doméstico.	Plantas aromáticas	Ninguna

Con respecto a la provisión de alimentos, en la actividad agrícola el tipo de cultivo predominante son los transitorios, básicamente flores, maíz, frijol y papa. Le sigue en cantidad los cultivos permanentes, principalmente de mora, aguacate y tomate de árbol. Estos cultivos, por su naturaleza tienen niveles de producción muy variables al igual que su precio en el

mercado. En menor cantidad se produce leche, huevos y truchas y especies menores como aves. En su mayoría para el autoconsumo.

La provisión de agua dulce, se hace a través de los diferentes acueductos de la cuenca y/o de los nacimientos de agua. El uso del agua es para la agricultura, la actividad pecuaria y el uso doméstico y comercial. Actualmente, operan los siguientes acueductos: Arsa que capta y surte a la vereda Yarumal, Yarumaguas también surte a la vereda Yarumal, El Progreso surte a la vereda La Quebra, Conhydra que surte al aeropuerto José María Córdoba y el hotel Movich y Aguas del mirador que surte la vereda La Quebra.

La provisión de plantas medicinales está relacionada con el cultivo de plantas aromáticas como sábila, paico, yerbabuena, sidrón, citronela, romero, limoncillo, ortiga, caléndula, entre otras, la utilización de estas plantas está dirigida al tratamiento del dolor y como desinflamatorios, cicatrizantes y el tratamiento de malestares estomacales y en menor medida, con las plantas ornamentales.

En la siguiente tabla, se presentan los servicios de regulación que ofrecen los ecosistemas en la cuenca de La Cascada.

Tabla 5-39. Servicios de Regulación en la cuenca La Cascada

Actores	Regulación del aire	Regulación climática	Productividad del suelo
JA*	Por la ausencia de industrias cercanas, zonas urbanas, pocas emisiones de CO ₂ ,	Precipitación promedio anual muy buena, no escasez de agua	Hay un deterioro del suelo por erosión, y por aguas subterráneas.

La comunidad reconoce la importancia que tiene la calidad del aire en la cuenca y manifiesta que es muy buena por la ausencia de industrias cercanas, zonas urbanas y las pocas emisiones de CO₂. Con respecto a la regulación del clima, manifiestan que se benefician directamente con la presencia permanentemente de agua para las actividades agrícolas, pecuarias y para la provisión de los acueductos.

Con respecto a la productividad del suelo mencionan que existe un deterioro del suelo por la erosión y por las aguas subterráneas.

En la siguiente tabla se presenta la percepción de los habitantes de la cuenca sobre los servicios culturales sentido de pertenencia, patrimonio cultural y la recreación.

Tabla 5-40. Servicios Culturales en la cuenca La Cascada

Actores	Sentido de pertenencia	Patrimonio cultural	Recreación
JA*	Ha vivido toda la vida allí. La tranquilidad	Los silleteros son el emblema de la ciudad. En la vereda San Ignacio vive la familia fundadora de los silleteros.	La región y sus circuitos de caminantes.

En el sentido de pertenencia destacan la tranquilidad de la vereda y el arraigo a ella porque toda su vida han vivido allí. Del patrimonio cultural destacan los silleteros como el emblema de la ciudad, dicen que en la vereda vive la familia fundadora de tal tradición. Con respecto a la recreación, mencionan que toda la región tiene atractivos turísticos y circuitos para los caminantes.

Tabla 5-41. Servicios de Aprovevisionamiento en la cuenca La Cascada

Actores	Alimentos	Agua dulce	Medicinales	Ornamentales
JA*	Papa, mora, alverja, frijol, coles, huertas caseras,	Doméstico, agrícola	Ruda, plantas aromáticas,	ninguna

El servicio de provisión de alimentos se relaciona con los cultivos transitorios como papa, frijol, maíz, coles, algunas aromáticas, que se presenta en un 23% del área de influencia de la vereda dentro del proyecto. Además de presentarse cultivos de mora y tomate de árbol y huertas caseras. La producción pecuaria es marginal en esta vereda. La producción de leche y huevos es básicamente para el autoconsumo al igual que el cultivo de truchas.

La provisión de agua dulce, se hace a través del acueducto de la cuenca y/o de los nacimientos de agua. El uso del agua es para la agricultura, la actividad pecuaria y el uso doméstico. El acueducto ASUASI que capta de la vereda El Cerro y surte a la vereda San Ignacio.

La provisión de plantas medicinales está relacionada con las plantas aromáticas como sábila, paico, yerbabuena, sidrón, citronela, romero, limoncillo, ortiga, caléndula, entre otras, la utilización de estas plantas está dirigida al tratamiento del dolor y como desinflamatorios, cicatrizantes y malestares estomacales y en menor medida, con las plantas ornamentales.

Los miembros de la comunidad identificaron con mayor facilidad aquellos bienes y servicios ecosistémicos que utilizan para vivir, los que les proveen usos directos. Los que no generan un uso directo fueron los menos identificados por las personas. Esto plantea una problemática evidente ya que las personas no son conscientes de la gran gama de recursos que les suministra el territorio en el cual habitan. A su vez implica un reto enorme para quienes trabajan con ecosistemas pues hay que encontrar el mecanismo para que las personas que viven en ecosistemas amenazados logren reconocer y apropiarse no solo de los bienes y servicios que utilizan de manera directa, sino también de los que son de más difícil observación¹².

Resulta relevante también tener en cuenta que el conocimiento sobre ciertos bienes y servicios es muy difícil de percibir o analizar debido a la baja comprensión analítica de estos fenómenos y a la dificultad de interpretar fenómenos ecológicos específicos¹³.

5.7.3.1 Valoración cualitativa de los bienes y servicios ecosistémicos identificados por la comunidad

Para la valoración de los bienes y servicios ecosistémicos se usó el Método de Clasificación por Pesos o PDM (por sus siglas en inglés). Este es un procedimiento diagnóstico de puntuación que aclara el entendimiento y las prioridades de las personas que participan en esta actividad (Colfer, 1995; Sheil *et al.*, 2004, citado por Londoño, 2012). El punto de partida es el concepto de importancia, el cual se entiende como un juicio relativo. En esencia, es la propiedad de la relación entre lo que está siendo juzgado y aquél quien hace el juicio en un escenario

¹² Londoño, 2012, pág. 62

¹³ Bentley & Barker, 2002, citado por Londoño, 2012

hipotético. El concepto de *importancia* puede ser expresado no como una lista de precios y cantidades, sino como una puntuación holística de preferencias relativas (Londoño, 2012, pág. 50). En el Anexo 3.31 se presenta la lista de los actores entrevistados y la distribución de la puntuación entre los servicios ecosistémicos.

En cada ‘sesión’ del Método de Clasificación por Pesos, se les pidió a los informantes que distribuyeran 100 contadores (en este caso puntos) de acuerdo a su ‘importancia’ entre los servicios identificados por ellos. El encuestado tiene 100 puntos que distribuyó entre los servicios de acuerdo al nivel de importancia que tienen para él. Por ejemplo, si el encuestado asigna 10 puntos al servicio de agua dulce y 5 al servicio de calidad del aire, significa que el servicio agua tiene el doble de importancia que la calidad del aire. Calificar con cero también fue válido, si un servicio recibió esta calificación significa que su importancia no está significativa en comparación con otros servicios.

Para facilitar la presentación de los gráficos y su análisis se establecieron las siguientes convenciones que abrevian los nombres de cada uno de los servicios ecosistémicos tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5-42. Convenciones identificar los Servicios Ecosistémicos

Tipo de servicio	Servicio	Convención
Servicios de regulación	Regulación de la calidad del aire	RCA
	Regulación del clima	RC
	Limpieza de agua y tratamiento de residuos	LTR
	Productividad del suelo	PS
	Regulación hídrica	RH
Servicios culturales	Sentido de pertenencia	SP
	Patrimonio cultural	PC
	Recreación	PR
Provisión	Alimentos	PA
	Agua dulce	PAD
	Recursos medicinales	RM
	Materias primas ornamentales	MPO

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

De acuerdo con la siguiente figura, la provisión de agua dulce (PAD) obtuvo la calificación más alta en comparación con los otros servicios. Los actores coincidieron en asignarle una importancia mayor a este servicio, especialmente, los presidentes de las Juntas de Acción Comunal (JAC’s) y los presidentes o administradores (as) de las Juntas de Acueducto (JA’s). Los productores, por su parte, le asignaron mayor importancia a los servicios de la regulación de la calidad del aire y la regulación del clima, también a la productividad del suelo y a la regulación hídrica. Aunque todos los servicios ecosistémicos le aportan, los tres últimos servicios están altamente relacionados con la actividad productiva porque, en este caso, los ecosistemas determinan un clima que beneficia la producción de una variedad de cultivos asociados al clima

frío¹⁴. A su vez, la mesa ambiental asignó una puntuación equilibrada para todos los servicios ecosistémicos, con excepción de la provisión de materias primas y ornamentales (MPO) cuyas calificaciones fueron menores. Para el representante de la mesa ambiental todos los servicios son igual de importantes en la cuenca por los beneficios que aportan a la comunidad y por esta razón deberían recibir la misma puntuación.

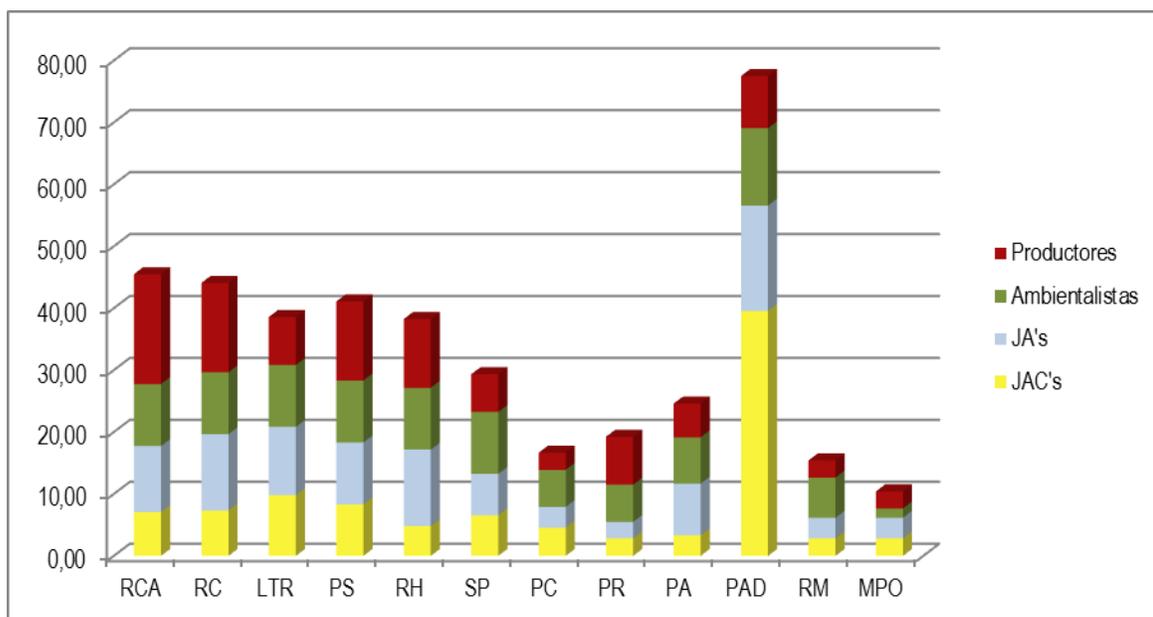


Figura 5-22 - Importancia de los servicios ecosistémicos para la comunidad de la cuenca de Santa Elena

Los servicios de recursos medicinales y materias primas ornamentales recibieron calificaciones muy bajas en comparación con los otros servicios. Esto se debe principalmente a que, su menor aporte a los beneficios de las personas, es decir, no son tan significativos en comparación con otros servicios.

Ahora para la cuenca Yarumal, se entrevistaron a las Juntas de Acción Comunal, las Juntas de Acueducto y a los productores. De acuerdo con la figura anterior, en esta cuenca, el servicio de provisión de agua dulce recibió la calificación más alta. Los productores asignaron la puntuación mayor por la dependencia de los cultivos y el agua. En esta cuenca los productores, especialmente de aguacate, utilizan el agua lluvia para llenar los pozos, con esto garantizan la provisión de agua y los rendimientos estables de los cultivos.

Las Juntas de Acueducto calificaron el servicio Limpieza de agua y tratamiento de residuos (LTR) y regulación hídrica (RH) como las más importantes. Con respecto al primer servicio, los acueductos contribuyen a la limpieza del agua a través de las plantas de tratamiento y con respecto al segundo servicio, la regulación hídrica para los acueductos es fundamental porque de ello el almacenamiento del agua. Este último aspecto es el que les proporciona, en mayor o menor grado, un caudal relativamente constante, a pesar de la entrada irregular de la

¹⁴ Los ecosistemas influyen el clima tanto a nivel local como globalmente. En una escala global, los ecosistemas juegan un rol importante en el clima mediante la emisión o el secuestro de gases de efecto invernadero.

precipitación. A su vez, los acueductos asignaron las menores calificaciones a los servicios de recreación y materias primas ornamentales. En el primer caso, porque en la cuenca no se cuenta con muchos espacios naturales para la recreación y en el segundo caso, porque allí no es tan significativa la extracción de materias primas ornamentales.

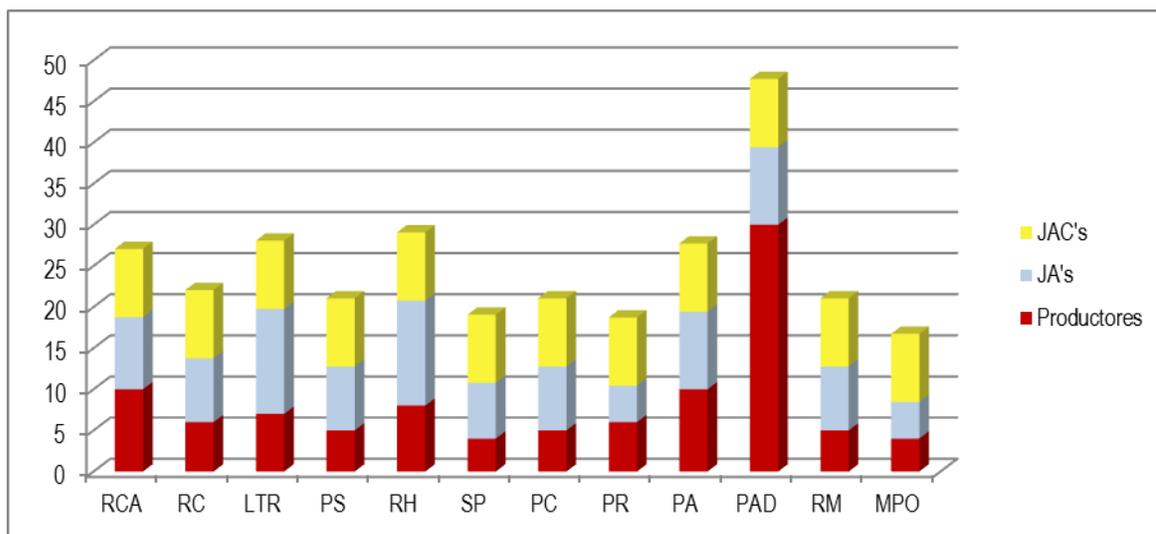


Figura 5-23 - Importancia de los SE para los actores de la Cuenca de Yarumal

Por otro lado, las Juntas de Acueducto concedieron con la misma puntuación a todos los servicios, porque, según ellos, los habitantes dependen de todos ellos sin excepción.

En la cuenca de La Cascada, solo se entrevistaron a las Juntas de Acueducto. De acuerdo con la figura anterior, los servicios más importantes son la regulación hídrica, la regulación de la calidad del aire y la limpieza del agua y tratamiento de residuos. Con respecto a la regulación hídrica, las razones son las mismas que las expuestas en la cuenca de Yarumal, es decir, el beneficio directo provisto con este servicio es el almacenamiento del agua que garantiza los caudales y la prestación del servicio a los usuarios de los acueductos. De igual manera, la limpieza del agua a través de su tratamiento cobra importancia para la provisión del líquido en condiciones óptimas de potabilidad.

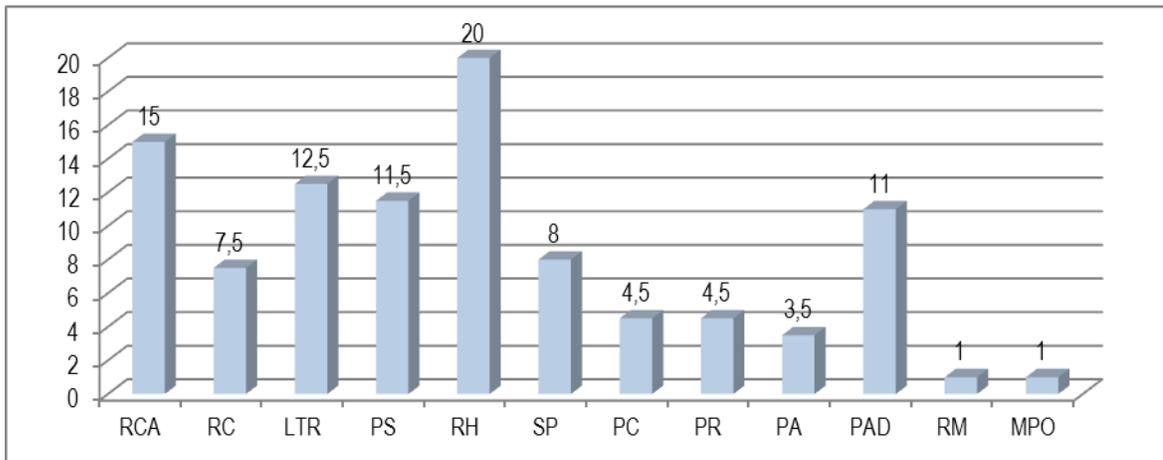


Figura 5-24 - Importancia de los SE para las Juntas de Acueducto de la Cuenca La Cascada

Tal y como ha ocurrido en las otras cuencas (Santa Elena y Yarumal), los servicios de recursos medicinales (RM) y materias primas ornamentales (MPO) recibieron las calificaciones más bajas. A excepción de las otras cuencas, la provisión de agua dulce, en la cuenca La Cascada, no recibió la mayor calificación, aunque es muy importante la cantidad de fuentes hídricas y nacimientos, de alguna manera, garantizan el suministro del recurso.

Ahora, en la figura anterior, se presenta un análisis de los SE para todas las cuencas. De allí se puede concluir que para las comunidades de las cuencas de Santa Elena y Yarumal la provisión de agua dulce (PAD) es el servicio de mayor relevancia, no solo por la dependencia del uso para todas las actividades productivas sino además por la creciente demanda del recurso asociado al aumento de la fragmentación predial. En especial en Yarumal, la demanda del recurso por personas externas a la cuenca también influye en esta calificación. En la cuenca La Cascada el servicio de regulación hídrica (RH) es la de mayor importancia, en este caso, la preocupación no es la demanda del servicio sino el almacenamiento del recurso asociado con el mantenimiento de los caudales de las fuentes hídricas que se puede garantizar si permanece la regulación hídrica actual.

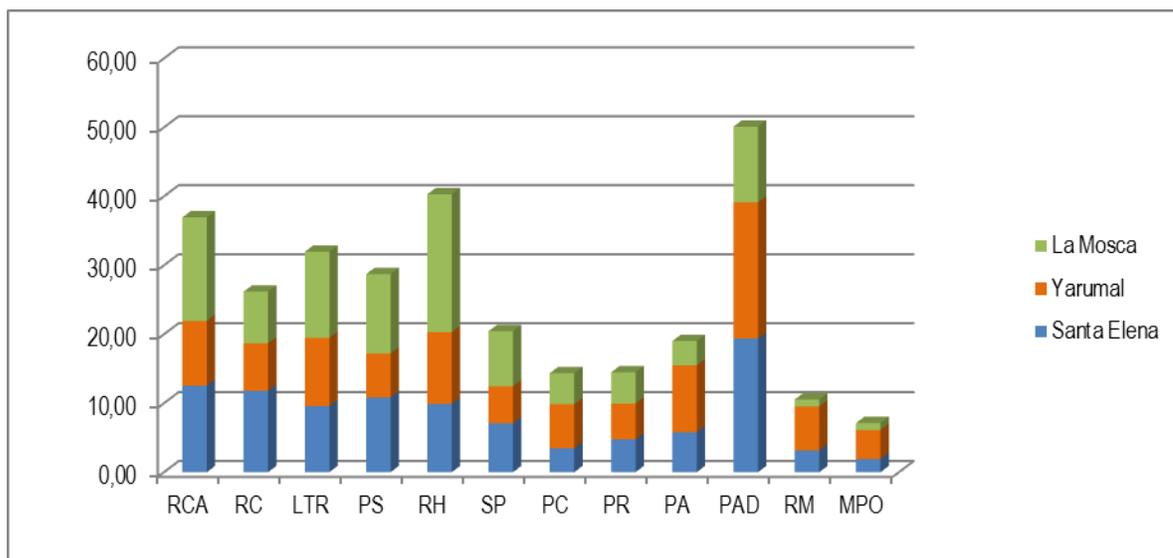


Figura 5-25 - Valoración de la importancia de los SE en las cuencas del AID

El ejercicio de valoración participativa de los bienes y servicios ecosistémicos reconocidos por la comunidad del AID fue importante para determinar la importancia que los habitantes le atribuyen a los beneficios que perciben en este territorio. El ejercicio global de este trabajo fue útil para aproximarse a la percepción que la comunidad tiene sobre los beneficios y perjuicios asociados al territorio. La comunidad valora ciertos elementos de la oferta ambiental del territorio en mayor medida que algunos e incluso desconoce por completo otros que aparecen destacados en estudios científicos.

En el Anexo 5.5, se puede observar otras figuras relacionadas con la importancia de los SE por género y edad.

5.7.4 Identificación de SE por el equipo técnico y valoración relativa de las SE a partir de la contribución de las coberturas vegetales

Con el fin de complementar la identificación de los SE realizado por la comunidad, se realizó un taller grupal con el equipo de profesionales para cualificar la caracterización de las SE y valorar la importancia de la contribución de las coberturas vegetales a dichos servicios. Este análisis se llevó a cabo teniendo en cuenta los SE de la RESERVA FORESTAL PROTECTORA DEL NARE (que coinciden con los de la cuenca de Yarumal), en particular, y, en general para todos los SE del AID del proyecto.

La identificación de los servicios ecosistémicos en el AID incluyó los identificados en la Resolución de la ANLA, 0456 de 2012, para la RESERVA FORESTAL PROTECTORA DEL NARE.

En la siguiente tabla, se puede observar los SE identificados en este lugar, en particular, y en las cuencas, en general.

Tabla 5-43 - Descripción de los SE identificados por el equipo técnico en el AID

Ubicación	Tipo de servicio	SE identificados	Descripción
RESERVA	Aprovisionamiento	Alimentos	Asociado con la cacería de guaguas, pavas,

Ubicación	Tipo de servicio	SE identificados	Descripción
FORESTAL PROTECTORA DEL NARE (coincide con la cuenca de Yarumal)			armadillo por razones culturales (hábitos heredados). Cultivos de hortalizas y verduras, granos. Frutos de mortiño, tomate de árbol, mora, aguacate. Beneficiarios: local, regional e internacional. El aguacate se está comercializando en a nivel nacional (boom europeo compra de todo el aguacate producido en Colombia). Averiguar a consumo per cápita, actualmente se están produciendo 300 kilos de aguacate semanalmente. Producción futura de 1500 aguacates semanal. El aumento de la producción se da por la expectativa generada en Europa de la compra del fruto, expectativa por exportación, para producir cosméticos
		Extracción de madera	Por las plantaciones forestales. Beneficiarios: los dueños de las plantaciones. La cuenca de Yarumal es la cuenca con el mayor número de palmas de cera, beneficiarios locales para cocinar, para los restaurantes, para cercos. Para aprovechamiento forestal.
		Flora ornamental	Producción de flores: cartuchos, orquídeas. Beneficiarios: local, se venden en plaza de flores y a los transeúntes de la vía.
		Plantas medicinales y aromáticas	Ruda, penca sábila, hinojo, hierbabuena, menta.
		Recursos genéticos	Endemismo. El beneficio es la biodiversidad porque se conserva el pool genético para mantener las especies que existen actualmente. Beneficiarios: población local, para promover actividades como el ecoturismo, por el valor de existencia de la biodiversidad.
		Provisión de agua dulce	Beneficiarios es la población local a nivel municipal (población del casco urbano del municipio de Rionegro y el aeropuerto internacional José María Córdoba),
		Extracción aurífera de aluvión	
	Regulación	Dispersión de semillas y polinización	Existe dispersión de semillas (cuáles son los indicadores-ratones-palomas erizo, aves frugívoras, murciélagos frugívoros). La presencia de árboles y plantas evidencian que el servicio ecosistémico existe (donde existen plantas y árboles hay dispersión).en la zona hay tala de bosques nativos para cercos y leña. Beneficiarios: población local. Polinizadores: aves, insectos.
		Control de la erosión	Existe remoción en masa por cambio en el uso del suelo. Se evidencia tres movimientos en masa (en la Finca la Samarcanda, la fina de los cultivos de aguacate). Beneficiarios: población

Ubicación	Tipo de servicio	SE identificados	Descripción	
			local de la cuenca de Yarumal y del municipio de Rionegro.	
		Calidad del aire y regulación climática	Relacionada con la captura de carbono asociada con los bosques fragmentados. Beneficiarios: población regional (Medellín, Rionegro y Guarne)	
		Regulación hídrica	Asociada a los bosques naturales secundarios, plantaciones forestales y la conservación del suelo. Estas condiciones La regulación hídrica se fundamenta en el ciclo del agua y las coberturas vegetales juegan un papel muy importante por la interceptación que hacen del agua y por la protección del suelo. La conservación de los suelos es de mucha importancia por su clasificación agrológica de y en especial a las ANDISOLES que son los suelos con mayor capacidad de retención hidráulica estos son los más representativos en la zona, ya que permiten la infiltración y la escorrentía y protegen el suelo de la erosión.	
	Culturales	Recreacionales y Estéticos	Mirador del cerro verde. Población local y regional. Los caminantes y población flotante, los turistas. ¿Cuántas personas visitan el lugar los fines de semana? (200 personas).	
		Soporte	Formación del suelo	Ya que muchos servicios de aprovisionamiento dependen de la fertilidad del suelo, la tasa de la formación del suelo influye el bienestar humano de varias maneras.
	Fotosíntesis.		Este proceso produce el oxígeno necesario para la mayoría de los organismos vivos.	
	Ciclaje de nutrientes		Existen aproximadamente 20 nutrientes que son esenciales para la vida, estos incluyen al fósforo y nitrógeno. Los nutrientes circulan a través de los ecosistemas y son mantenidos en diferentes concentraciones en diferentes partes de los ecosistemas.	
	Ciclo del agua		El agua circula a través de los ecosistemas y es esencial para los organismos vivos.	
	CUENCA DE SANTA ELENA Y LA CASCADA	Aprovisionamiento	Alimentación:	Asociado a cultivos, cacería (guaguas, pavas, armadillo, guacharacas), actividades pecuarias: piscicultura, aves de engorde y producción de huevos y champiñones
			Productos maderables y no maderables	El 95% de lo talado en la vía a cielo abierto son plantaciones forestales: extracción y transformación de madera, para celulosa, (predomina el ciprés y pátula, eucalipto) 5% bosque natural. Con el Plan laderas se sembró pino y acacia en el 2002-2003. Beneficiarios: los dueños de las plantaciones

Ubicación	Tipo de servicio	SE identificados	Descripción
		Aprovisionamiento de fauna y flora	Para mascotas y ornamentales
		Flora ornamental	Producción de cartuchos, orquídeas. Beneficiarios: local, se venden en plaza de flores y a los transeúntes de la vía.
		Plantas medicinales y aromáticas	Ruda, penca sábila, hinojo, hierbabuena, menta, sembrados en los jardines de las casas
		Recursos genéticos: endemismo	El beneficio es la biodiversidad porque se conserva el pool genético para mantener las especies que existen actualmente. Beneficiarios: población local, para promover actividades como el ecoturismo, por el valor de existencia de la biodiversidad.
	Regulación ¹⁵	Dispersión de semillas	Existe dispersión de semillas (cuáles son los indicadores-ratones-palomas erizo, aves frugívoras, murciélagos frugívoros). La presencia de árboles y plantas evidencian que el servicio ecosistémico existe (donde existen plantas y árboles hay dispersión).en la zona hay tala de bosques nativos para cercos y leña. Beneficiarios: población local.
		Control de la erosión:	
		Calidad del aire y regulación climática:	Relacionada con la captura de carbono asociada con los bosques fragmentados. Beneficiarios: población regional (Medellín, Rionegro y Guarne)
		Regulación hídrica:	Asociada a los bosques naturales secundarios, plantaciones forestales y la conservación del suelo
	Culturales	Recreación y esparcimiento	Balneario en la Cascada de la quebrada de Santa Elena y en la Espadera. Beneficiarios: comuna 8, festival de carros de "rodillos", turistas de fin de semana, la vuelta a Colombia trepadores de Santa Elena.
		Ecoturismo: senderismo	Deportes en bicicleta,
		Patrimonio:	Caminos de arriería (caminos antiguos).
		Investigación y educación:	En la finca Paisandú y la finca los Arrayanes
	Soporte	Formación del suelo	Ya que muchos servicios de aprovisionamiento dependen de la fertilidad del suelo, la tasa de la formación del suelo influye el bienestar humano de varias maneras.
Fotosíntesis		Este proceso produce el oxígeno necesario para	

Ubicación	Tipo de servicio	SE identificados	Descripción
			la mayoría de los organismos vivos
		Ciclaje de nutrientes	Existen aproximadamente 20 nutrientes que son esenciales para la vida, estos incluyen al fósforo y nitrógeno. Los nutrientes circulan a través de los ecosistemas y son mantenidos en diferentes concentraciones en diferentes partes de los ecosistemas.
		Ciclo del agua	El agua circula a través de los ecosistemas y es esencial para los organismos vivos

5.7.4.1 Valoración relativa de la importancia de las coberturas vegetales en los SE

El estudio de los ecosistemas y las coberturas vegetales naturales y transformadas, presentes en el AID constituyen la principal fuente de una variedad de bienes y servicios para las comunidades locales¹⁶. En este sentido, y por su contribución al bienestar humano, es necesaria su valoración no solo para tomar las medidas pertinentes para su gestión, sino, además, para cuantificar su afectación cuando hubiese lugar a ello. Esta es la razón, que convoca en este momento: la identificación de las afectaciones de los servicios ecosistémicos por la construcción del Túnel de Oriente. Antes de este paso es necesario hacer una valoración técnica de ellos para determinar su nivel de importancia actualmente en el territorio.

Esta evaluación consiste en asignar valores en la escala de 0 a 10 de acuerdo con la contribución que cada cobertura terrestre le aporta a la provisión de los Servicios Ecosistémicos. Los criterios para definir la importancia de la contribución de las coberturas a los SE fueron los recorridos en campo, los resultados obtenidos para la caracterización y levantamiento de la línea base en la que cada profesional contribuyó o está contribuyendo, la información secundaria revisada de la zona, las conversaciones y entrevistas realizadas y los aportes técnicos desde cada profesión, así como las áreas y los porcentajes de las coberturas vegetales del territorio.

En la siguiente tabla, se presenta la información relacionada con la calificación de la importancia de la contribución de cada cobertura a los servicios de Aprovechamiento. Se puede observar que la cobertura Bosque natural fragmentado es la cobertura más importante y que hace una mayor contribución a los servicios de provisión, especialmente a la flora ornamental (10), los recursos genéticos (10) y la provisión de agua dulce (10). Le sigue, en orden de importancia, la cobertura Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y Mosaico de pastos con espacios naturales, ambos contribuyen con mayor relevancia sobre los servicios recursos genéticos (8), las plantas medicinales y aromáticas (7), los alimentos (6) y la provisión de agua dulce (6).

Tabla 5-44 - Valoración relativa de los Servicios de Aprovechamiento

Coberturas	Áreas (ha)	Coberturas (%)	Servicios Ecosistémicos	Total
			Provisión	

¹⁶ Moreno, et al., 2011

			Alimentos	Extracción madera	Flora ornamental	Plantas medicinales y aromáticas:	Recursos genéticos	Provisión agua dulce	
Bosque natural fragmentado	268	18,7	3	5	10	5	10	10	43
Construcciones rurales	73,9	5,1	0	0	0	0	0	0	0
Cuerpos de agua	3,4	0,2	5	0	4	0	4	10	23
Cultivos transitorios	205,9	14,4	10	0	6	10	8	0	34
Cultivos confinados	9,1	0,6	8	0	8	8	5	0	29
Instalaciones recreativas	1,9	0,1	0	0	0	0	0	0	0
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4	0,3	6	3	6	7	8	6	36
Mosaico de pastos con espacios naturales	8	0,6	6	3	6	7	8	6	36
Mosaico de pastos y cultivos	116,3	8,1	6	0	6	6	5	3	26
Pastos arbolados	70,9	4,9	4	2	1	2	3	4	16
Pastos limpios	78,7	5,5	0	0	0	0	2	2	4
Plantación Forestal	204,2	14,3	0	10	0	2	2	4	18
Tierras desnudas o degradadas	0,5	0	0	0	0	0	1	0	1
Vegetación secundaria baja	316,8	22,1	2	4	9	7	5	8	35
Total	1.361	94,9	50	27	56	54	61	53	301

Sigue la cobertura Vegetación secundaria baja que contribuye a los servicios de flora ornamental (9), provisión de agua dulce (8) y plantas medicinales y aromáticas (7). Las coberturas de Cultivos transitorios también son importantes con una contribución significativa sobre los servicios de provisión de alimentos (10), provisión de plantas medicinales y aromáticas (10) y los recursos genéticos (8). Aquellas calificaciones más importantes (cuya puntuación oscila entre 6 y 10) aparecen en tonalidades verdes. Las calificaciones entre 4 y 5 aparecen en color amarillo, las calificaciones entre 2 y 3 en marrón y las calificaciones más bajas aparecen en color rojo. A juicio de los técnicos, las coberturas construcciones rurales, instalaciones recreativas, las tierras degradadas y desnudas y los pastos limpios relacionados con la ganadería y/o las fincas de recreo no contribuyen a los servicios ecosistémicos y por eso aparecen en color rojo.

En la siguiente tabla, se presenta la valoración de los servicios de Regulación. El Bosque natural fragmentado recibió la mayor calificación porque es la cobertura con la mayor contribución a los servicios de regulación de dispersión de semillas (10), control de la erosión (10), calidad del aire y regulación climática (10) y regulación hídrica (10). Así mismo, la vegetación secundaria baja aporta significativamente a estos servicios.

Tabla 5-45. Valoración relativa de los Servicios de Regulación

Coberturas	Áreas (ha)	Coberturas (%)	Servicios Ecosistémicos				Total
			Regulación				
			Dispersión semillas polinización	Control erosión	Calidad aire y regulación climática	Regulación hídrica	
Bosque natural fragmentado	268	18,7	10	10	10	10	40
Construcciones rurales	73,9	5,1	0	0	0	1	1
Cuerpos de agua	3,4	0,2	2	0	4	10	16
Cultivos transitorios	205,9	14,4	4	2	2	2	10
Cultivos confinados	9,1	0,6	1	1	1	0	3
Instalaciones recreativas	1,9	0,1	0	0	0	0	0
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4	0,3	8	7	7	7	29
Mosaico de pastos con espacios naturales	8	0,6	8	7	7	7	29
Mosaico de pastos y cultivos	116,3	8,1	6	5	5	5	21
Pastos arbolados	70,9	4,9	9	6	6	5	26
Pastos limpios	78,7	5,5	3	2	2	2	9
Plantación Forestal	204,2	14,3	3	8	7	7	25
Tierras desnudas o degradadas	0,5	0	0	0	0	0	0
Vegetación secundaria baja	316,8	22,1	9	9	8	8	34
Total	1.361	94,9	63	57	59	64	243

Los Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y Mosaico de pastos con espacios naturales también hacen una contribución importante a estos servicios. A su vez, las construcciones rurales, los cultivos confinados, las instalaciones recreativas y las tierras desnudas son coberturas que poco contribuyen a los servicios ecosistémicos de regulación.

En la siguiente tabla, se muestra la calificación para los servicios culturales identificados en el AID. De nuevo y como ha ocurrido anteriormente, el Bosque natural fragmentado es el más

representativo a la hora de contribuir a los servicios de investigación y educación, los recreativos y los estéticos. En ese orden, le sigue las coberturas Cuerpos de agua que le aporta especialmente a los valores estéticos del lugar y a la recreación. Las plantaciones forestales también contribuyen a los valores estéticos a los servicios de recreación.

Tabla 5-46. Valoración relativa de los Servicios Culturales

Coberturas	Áreas (ha)	Coberturas (%)	Servicios Ecosistémicos			Total
			Culturales			
			Recreación	Estéticos	Investigación y educación	
Bosque natural fragmentado	268	18,7	6	6	10	22
Construcciones rurales	73,9	5,1	8	7	0	15
Cuerpos de agua	3,4	0,2	8	10	3	21
Cultivos transitorios	205,9	14,4	6	6	3	15
Cultivos confinados	9,1	0,6	3	2	5	10
Instalaciones recreativas	1,9	0,1	10	4	0	14
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4	0,3	6	8	0	14
Mosaico de pastos con espacios naturales	8	0,6	6	8	0	14
Mosaico de pastos y cultivos	116,3	8,1	4	5	0	9
Pastos arbolados	70,9	4,9	5	7	3	15
Pastos limpios	78,7	5,5	3	2	0	5
Plantación Forestal	204,2	14,3	8	7	5	20
Tierras desnudas o degradadas	0,5	0	0	0	0	0
Vegetación secundaria baja	316,8	22,1	1	2	4	7
Total	1.361	94,9	74	74	33	181

En este caso, las construcciones rurales y los pastos arbolados hacen una contribución significativa al paisaje y a la recreación. En especial porque las construcciones de casas campesinas y viviendas campestres con sus jardines embellecen el paisaje del AID, a su vez, parte de la oferta recreativa en la zona se lleva a cabo en las fincas silleteras y sitios privados para la recreación.

En la siguiente tabla, los Bosques naturales fragmentados hacen la mayor contribución a los servicios ecosistémicos de Soporte relacionados con la formación del suelo (10), fotosíntesis (10), el ciclaje de nutrientes (10) y el ciclo del agua (10). Le siguen la vegetación secundaria baja, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, Mosaico de pastos con espacios naturales y las plantaciones forestales y los cuerpos de agua.

De igual manera, las construcciones rurales, las instalaciones recreativas y las tierras degradadas o desnudas son las coberturas con una valoración de cero. Esto se debe a que estas coberturas no hacen parte de la funcionalidad ecológica de los ecosistemas, muy por el contrario, en ocasiones, estas construcciones interrumpen dicha funcionalidad perjudicando la provisión de servicios ecosistémicos.

Tabla 5-47 - Valoración relativa de los SE de soporte

Coberturas	Áreas (ha)	Coberturas (%)	Servicios Ecosistémicos				Total
			Soporte				
			Formación del suelo	Fotosíntesis	Ciclaje nutrientes	Ciclo del agua	
Bosque natural fragmentado	268	18,7	10	10	10	10	40
Construcciones rurales	73,9	5,1	0	0	0	0	0
Cuerpos de agua	3,4	0,2	4	5	8	10	27
Cultivos transitorios	205,9	14,4	3	10	5	3	21
Cultivos confinados	9,1	0,6	0	10	3	0	13
Instalaciones recreativas	1,9	0,1	0	0	0	0	0
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4	0,3	5	10	10	8	33
Mosaico de pastos con espacios naturales	8	0,6	5	10	10	8	33
Mosaico de pastos y cultivos	116,3	8,1	3	10	6	6	25
Pastos arbolados	70,9	4,9	3	10	4	6	23
Pastos limpios	78,7	5,5	1	10	2	2	15
Plantación Forestal	204,2	14,3	5	10	6	6	27
Tierras desnudas o degradadas	0,5	0	0	0	0	0	0
Vegetación secundaria baja	316,8	22,1	5	10	9	9	33
Total	1.361	94,9	44	105	73	68	290

Los habitantes del AID del proyecto mantienen una relación estrecha con su entorno natural a través de los beneficios que reciben de los servicios ecosistémicos. Esta relación no solamente involucra el uso directo de los recursos sino también aspectos culturales y espirituales (Moreno, 2011). La cuantificación que se realizó, a través de la ponderación que los profesionales asignaron a las coberturas vegetales permite no solo ordenar las preferencias respecto a las coberturas sino otorgarles una magnitud relativa que facilita su interpretación por parte de los tomadores de decisiones¹⁷.

5.7.4.2 Identificación de los servicios ecosistémicos afectados con la construcción del proyecto

En la siguiente tabla, se presentan los servicios con probabilidad con alguna probabilidad de afectación debido a las actividades de pre-construcción y construcción del proyecto.

Tabla 5-48. Servicios ecosistémicos con probabilidad de afectación

Provisión	Cultural	Regulación	Soporte
Afectación de la producción de alimentos	-	Afectación a la protección de la erosión	Afectación a la función de hábitats
Pérdida de agua dulce (aguas superficiales y subterráneas)	-	Pérdida de conectividad entre hábitats	Alteración de ciclaje de nutrientes
Pérdida de recursos genéticos	Disminución del conocimiento ecológico local	Pérdida de secuestro de carbono	Reducción de producción primaria y secundaria de plantas
Pérdida de acceso a la extracción de madera	-	Disminución de la dispersión de semillas y polinización	-

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

5.7.5 Análisis costo beneficio de los impactos en el AID

El análisis económico es de gran importancia para verificar la viabilidad del proyecto –Conexión vial Aburrá Oriente en términos económicos. En este contexto, la principal metodología para realizar la evaluación económica es a través del Análisis Costo Beneficio (ACB). Desde el punto de vista de la evaluación de proyectos y políticas es importante realizar un balance entre los beneficios y costos ambientales con la idea de averiguar qué es lo que más le conviene a la sociedad para maximizar el bienestar económico (MADS). Este análisis considera la tasa de descuento social (algunas veces llamada tasa de descuento económica), como la tasa de descuento de los valores para un cierto período de tiempo. Esta tasa incluye las preferencias de las generaciones para el cálculo del valor presente neto de los beneficios. Los pasos para llevar a cabo el análisis son:

- ♣ Identificación de los impactos más relevantes
- ♣ Cuantificación física de los impactos más relevantes
- ♣ Valoración monetaria de los impactos más relevantes
- ♣ Descontar el flujo de beneficios y costos
- ♣ Obtención de los principales criterios de decisión

¹⁷ Moreno, 2011, pág. 37

♣ Análisis de sensibilidad

A continuación se identificarán los impactos por la construcción del túnel y los servicios ecosistémicos y ambientales que se pueden afectar.

La estimación del valor económico de los impactos ambientales derivados de la construcción del Túnel de oriente se ha desarrollado sobre la base de los impactos más significativos que ocasiona el proyecto sobre el medio ambiente tanto en la etapa de pre- construcción como de construcción. En particular, se ha seleccionado aquellos impactos de carácter severo (alto o bajo) y moderado alto. Estos impactos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5-49 - Impactos ambientales más significativos en la etapa de pre-construcción y construcción

Impacto	Pre-construcción	Construcción
Medio Físico		
Deterioro de la calidad del agua superficial	Severo-bajo	Severo Bajo
Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico	Moderado- Alto	Moderado Alto
Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales	Moderado Alto	Moderado Alto
Cambio en la dinámica de las corrientes subterráneas (recarga vertical de los acuíferos)	Moderado	Moderado Alto
Activación de procesos erosivos	Moderado Alto	Moderado
Cambio en el uso del suelo	Severo bajo	Moderado Bajo
Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)	Moderado Alto	Moderado
Alteración de la calidad visual del paisaje	Severo- bajo	Moderado Alto
Medio Biótico		
Pérdida de la cobertura vegetal protectora	Moderado Alto	Moderado Alto
Afectación de la cobertura y usos del suelo	Severo bajo	Moderado
Alteraciones de la composición florística	Severo bajo	Beneficioso bajo
Medio Socioeconómico y Cultural		
Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	Moderado Alto	Moderado Alto
Alteraciones en la calidad de vida de los pobladores	Moderado Alto	Moderado Alto
Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial	Moderado Alto	
Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía	Moderado Alto	

De la tabla anterior se deduce que los impactos más relevantes son: del componente físico el deterioro de la calidad del agua, la alteración en la disponibilidad del recurso hídrico, el cambio en la dinámica de las corrientes superficiales, la activación de procesos erosivos, el cambio en el uso del suelo y la alteración del paisaje. En el componente biótico los impactos de mayor

importancia son: la afectación de la cobertura y usos del suelo, la alteración de la composición florística y la pérdida de la cobertura vegetal y en el medio socioeconómico la afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos y las alteraciones en la calidad de los pobladores.

Estos impactos podrían afectar los servicios ambientales de calidad del agua, provisión de agua, producción agrícola y/o forestal, captura de carbono, contacto con la naturaleza, la realización de deporte, la apreciación del paisaje, Control de la erosión, Protección de la biodiversidad, mantenimiento de los hábitats de la fauna silvestre y regulación hídrica. Cada uno de estos servicios es importante porque para las personas tienen un valor de uso o no uso.

Así, el bien o servicio tiene valor de uso directo si los individuos realizan un uso actual del recurso, de forma consuntiva (por ejemplo, la tala de un bosque para obtener madera o la extracción de agua para consumo doméstico o industrial) o de forma no consuntiva (paseos, disfrute del paisaje, etcétera). El bien o servicio tiene un valor de uso indirecto si la sociedad se beneficia de las funciones de sustentación y conservación de los ecosistemas, por lo que se le conocen como servicios ambientales. Por ejemplo: la función de protección de los cursos de agua (control de erosión), oferta hídrica, fijación de CO₂. Y tienen un valor de opción cuando los individuos están dispuestos a pagar por asegurar la opción de que el recurso esté disponible para ser utilizado en el futuro. Por ejemplo: visitas futuras a un área natural o posible utilización con objetivos médicos y farmacéuticos de determinados recursos biológicos.

A su vez, los servicios ambientales tienen un valor de no uso clasificado en:

- ♣ Valores de existencia. Reflejan la disposición al pago por mantener la existencia de un recurso, aunque no se realice ningún uso actual ni futuro.
- ♣ Valores altruistas. Están presentes cuando el individuo muestra cierta preocupación porque el recurso esté disponible para el disfrute de otros individuos actuales.
- ♣ Valores de legado. Refleja preocupación porque las generaciones futuras tengan la opción de poder disfrutar del recurso ambiental considerado.

Todas estas categorías configuran el valor económico total de un recurso natural o servicio ambiental, definido como la suma de los valores de uso y no uso (Pearce et al., 1989). En la siguiente tabla se presentan estos servicios, los respectivos valores de uso directo o indirecto y el respectivo método para su valoración económica.

Tabla 5-50. Servicios Ambientales y Ecosistémicos afectados con la construcción del proyecto

IMPACTOS	RECURSO AFECTADO	SERVICIOS AMBIENTALES AFECTADOS		MÉTODO DE VALORACIÓN
		VALORES DE USOS DIRECTOS	VALORES DE USOS INDIRECTOS	
Deterioro de la calidad del agua superficial	Agua	Calidad del agua, la salud de la población	-	Costos de restauración y costos de relocalización
Alteración en la disponibilidad del recurso hídrico	Agua	Provisión de agua dulce para acueductos y/o uso pecuario o agrícola	Oferta hídrica	Costo de oportunidad para consumo humano por cambio a uso industrial
Cambio en la dinámica de las corrientes superficiales	Agua	Provisión de agua para acueductos y/o uso pecuario y agrícola		Costos de restauración
Activación de	Suelo	Producción agrícola y/o	Control de la erosión	Costo de oportunidad para la

IMPACTOS	RECURSO AFECTADO	SERVICIOS AMBIENTALES AFECTADOS		MÉTODO DE VALORACIÓN
		VALORES DE USOS DIRECTOS	VALORES DE USOS INDIRECTOS	
procesos erosivos		forestal		producción agrícola por pérdida de suelo (renunciar al uso agrícola de la tierra y a los beneficios por cosecha de la madera), costos de restauración
Cambio en el uso del suelo	Suelo	Producción agrícola y forestal	Captura de carbono, contacto con la naturaleza, realización de deporte, apreciación del paisaje	Costo de oportunidad
Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)	Suelo	Producción agrícola y/o forestal	Control de la erosión	Función de producción, costos de oportunidad
Alteración de la calidad visual del paisaje	Paisaje		Apreciación del paisaje, caminatas	Valoración contingente
Pérdida de cobertura vegetal protectora	Suelo	Producción forestal	Protección de la biodiversidad, mantenimiento de los hábitats de la fauna silvestre, control de la erosión, secuestro de carbono, regulación hídrica	Costos de oportunidad, costos de restauración, Valoración contingente
Afectación de la cobertura y usos del suelo	Suelo	Producción agrícola y forestal,	Contacto con la naturaleza, realización de deporte, apreciación del paisaje	Transferencia de beneficios, costos de oportunidad, Valoración contingente
Alteraciones de la composición florística	Suelo-Paisaje		Protección a la biodiversidad, recursos genéticos	Costos de restauración
Afectación o pérdidas de vestigios arqueológicos	Patrimonio	Culturales	Afectación parcial al patrimonio cultural	Costos de restauración, Valoración contingente
Alteraciones de la calidad de vida de los pobladores	Humano	Relaciones sociales	Afectación parcial de las relaciones sociales	Costos de mitigación
Desplazamiento de unidades sociales por adquisición predial	Humano	Relaciones sociales	-	Costos de restauración
Afectación al valor de los inmuebles próximos a la vía		Valor predial	-	Costos de reposición

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013

**los impactos resaltados en color son los más críticos.

A continuación se presenta la valoración económica para cada uno de los servicios ambientales y/o ecosistémicos con posible afectación.

Valoración Económica de la afectación de la calidad del agua

Con la construcción de la Conexión vial Aburrá-Oriente el recurso hídrico puede afectarse por los vertimientos industriales y domésticos y por la remoción de coberturas y movimientos de suelo produciendo cambios en sus características fisicoquímicas y microbiológicas, especialmente, en las fuentes hídricas ubicadas en la vía a cielo abierto y en los portales de los túneles produciendo diferentes niveles de contaminación del agua durante la etapa de construcción, lo cual indica que es un impacto temporal. Las quebradas con probabilidad de afectación son: Sajonia (portal oriental), la Cangreja (portal sur), la Aguadita (portal occidental), la Espadera, Bocaná, Mediagua y la Pastora (vía a cielo abierto) y la quebrada la Loma (túnel seminario).

Para llevar a cabo la valoración económica de los posibles impactos sobre la calidad del agua de las fuentes hídricas mencionadas anteriormente se utilizarán dos métodos de valoración: los costos de la restauración de la calidad de las fuentes con posible afectación y los costos de relocalización de las bocatomas de cuatro acueductos localizados sobre la quebrada La Espadera. a continuación se presentan las estimaciones para la valoración económica de este impacto.

- Costos de la restauración de la calidad del agua

Es posible medir el efecto económico de la contaminación del agua, utilizando el método de costos de reposición que considera lo que se gasta en restaurar y en devolver a su estado original el sistema ambiental que ha sido alterado como una aproximación al valor que se le otorga a ese bien ambiental. Así, los costos de tratamiento de los parámetros de calidad del agua, en particular los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua cruda, se usan como una aproximación al costo del daño ambiental y como los costos de la provisión del agua potable y los costos de tratamiento de aguas residuales son transferidos por medio de las tarifas a los consumidores finales, ésta sería una medida indirecta de los efectos en el bienestar de la población que generaría una afectación en las condiciones físicas del recurso (Fernández, 2006).

Para la aplicación del método se identificó el daño ambiental que desea valorar, en este caso, la calidad del agua, luego con base en el análisis de expertos se estimaron los requerimientos de insumos físicos y servicios idóneos para restaurar la condición inicial del agua. Luego, los insumos y los servicios son valorados a precios de mercado con lo cual se obtiene el costo total de reponer el daño y volver a restaurar la calidad del agua hasta la situación sin proyecto.

Con el fin de restaurar la calidad ambiental del agua es necesario incurrir en los siguientes costos: costos de inversión en el establecimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, los costos de los insumos químicos para el tratamiento de las aguas durante las etapas de construcción y operación, los costos de depreciación de los equipos y los costos operativos.

Los costos de inversión se hallaron cotizando con las empresas especializadas los elementos necesarios para el montaje y operación de las plantas así como los recursos humanos. Ver la siguiente tabla:

Tabla 5-51. Requerimiento de insumos para restaurar la calidad ambiental del agua

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Personal				
Ingeniero civil o sanitario	Mes	8	9.652.500	77.220.000
Tratamientos aguas residuales				
Pre-tratamientos				
Cribado	Und	4	6.906.640	27.626.560
Desarenador o sedimentador primario	Und	4	38.604.800	154.419.200
Trampa de grasas	Und	4	13.270.400	53.081.600
Tratamientos primarios y secundarios				
Planta de tratamiento de aguas residuales industriales	Und	2	490.100.000	980.200.000
Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas	Und	1	339.300.000	339.300.000
Tratamientos agua potable				
Planta de tratamiento de agua potable	Und	1	272.646.400	272.646.400
Muestreos				
Muestreo de vertimientos	Muestreo	32	695.500	22.256.000
COSTOS DEL TRATAMIENTO PLANTA INDUSTRIAL				
Insumos químicos	mes	60	3.000.000	360.000.000
Mantenimiento	mes	60	1.000.000	60.000.000
COSTOS TRATAMIENTO PLANTA DOMÉSTICA				
Operación	mes	60	500000	30.000.000
TOTAL				2.376.749.760

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Los costos de los insumos químicos incluyen el costo del coagulante y el ayudante de coagulación para el tratamiento de aguas residuales. Este costo asciende a \$1'000.000

anualmente. Para calcular el costo de la depreciación de las plantas se supone una vida útil de 30 años de tal manera que se divide el valor de los activos (en este caso del desarenador, de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y de la planta de tratamiento de agua potable) entre 30 y el resultado es la depreciación anual de los activos que, para este caso, asciende a \$50'900.000 anuales. Esta depreciación se incluyó durante los cinco (5) años de la etapa de construcción del proyecto. En la etapa de operación solo se tuvo en cuenta la depreciación de la planta de tratamiento de aguas residuales que se dispondrá por el funcionamiento del edificio administrativo del proyecto. En cuanto a los costos de operación, estos incluyeron solo la mano de obra para el mantenimiento de las diferentes plantas de tratamiento, este valor corresponde a \$1'000.000 mensuales. En la Tabla 20 se presentan los resultados de cada uno de los tipos de costos mencionados y su proyección durante la vida útil del túnel.

COSTOS/AÑOS	PRE-CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN			
	0	1	2	3	4	5	25	50	75	100
Costos de inversión	2.376.749.760						58.781.840	58.781.840	58.781.840	58.781.840
Costos insumos químicos		6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000	6.000.000,0	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000
Costos de depreciación		50.900.026	50.900.026	50.900.026	50.900.026	50.900.026,7	339.300.000	282.750.000	622.050.000	603.200.000
Costos operativos		9.652.500	12.000.000	12.000.000	12.000.000	12.000.000,0	150.000.000	150.000.000	150.000.000	150.000.000
Total	2.376.749.760,0	66.552.526	68.900.026	68.900.026	68.900.026	68.900.026,7	698.081.840	641.531.840	980.831.840	961.981.840

Fuente: Consorcio SIGA – PLYMA 2.013

Para complementar la valoración económica del impacto en la calidad del agua, se utilizará el enfoque basado en el costo de relocalización que usa los costos estimados de relocalización forzada de un activo físico o natural, como consecuencia del daño ambiental (Pagiola, 1998). En este caso, los cambios en las características físicas, químicas y microbiológicas de la quebrada La Espadera podrían afectar el suministro de agua de cuatro (4) acueductos comunitarios que abastecen a los habitantes de los barrios Ocho de Marzo, Barrios de Jesús, Juan Pablo II y La Palma. Por esta razón, es necesario cambiar los puntos de toma de agua de estos acueductos. Parte de los costos ambientales asociados con este impacto es la necesidad de relocalizar las bocatomas de los acueductos para abastecimiento de agua de uso doméstico.

- Costos de la relocalización de activos físicos

Para complementar la valoración económica del impacto en la calidad del agua, se utilizará el enfoque basado en el costo de relocalización que usa los costos estimados de relocalización forzada de un activo físico o natural, como consecuencia del daño ambiental (Pagiola, 1998). En este caso, los cambios en las características físicas, químicas y microbiológicas de la quebrada La Espadera podrían afectar el suministro de agua de cuatro (4) acueductos comunitarios que abastecen a los habitantes de los barrios Ocho de Marzo, Barrios de Jesús, Juan Pablo II y La Palma. Por esta razón, es necesario cambiar los puntos de toma de agua de estos acueductos. Parte de los costos ambientales asociados con este impacto es la necesidad de relocalizar las bocatomas de los acueductos para abastecimiento de agua de uso doméstico.

Los costos de relocalizar las bocatomas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5-52. Costos de relocalización de bocatomas

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Personal				
Ingeniero civil o sanitario	Mes	2	7.507.500	15.015.000
Control de caudales de captación				
Caudalímetro electromagnético de Endress+Hauser con Proline Promag 50, 53 y 55 (Ø en función de la línea de aducción)	Und	1	50.245.000	50.245.000
Instalaciones y servicios necesarios para la operación del medidor electromagnético	Gl	1	1.300.000	1.300.000
Equipo de cómputo para recepción de datos	Und	1	2.600.000	2.600.000
Software para recepción de datos y manejo de datos enviados	Gl	1	8.190.000	8.190.000
Control de caudales de fuente hídrica				
Aforo de caudal con caudalímetro	Día	1460	32.500	47.450.000
Total				124.800.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Al sumar los costos de la restauración de la Tabla 5-51 y los costos de la relocalización de la Tabla 5-52, se encuentra que la valoración económica para la afectación de la calidad del agua en el AID del proyecto Conexión vial aburrá-orienté es igual a \$6'126.129.753, tal como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 5-53 - Valoración económica de la afectación de la calidad del recurso hídrico

ITEM	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
Vertimientos (l/s)	0	190,06
Costo restauración calidad agua vida útil proyecto	0	6.001.329.753,3
Costo de la relocalización de activos fijos	0	124.800.000
Total	0	6.126.129.753

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Valoración económica de los servicios ambientales afectados por el cambio en el uso del suelo

La adecuación de las zonas de depósito, los portales y la construcción de la vía a cielo abierto son las actividades del proyecto que generaran cambios en los usos actuales del suelo. El área directa (AID) cuyo uso será modificado como consecuencia de los componentes del proyecto ha sido estimada en el orden de 54,5 ha. En esta zona, predomina el uso del suelo para plantaciones forestales, bosque natural fragmentado y vegetación secundaria y en menor medida para el uso agrícola en cultivos de café y algunas viviendas. Por lo anterior, los servicios ambientales que ofrece actualmente la zona se relacionan con la producción agrícola y forestal, el contacto con la naturaleza, la realización de ejercicio, la apreciación del paisaje, protección de la biodiversidad, el mantenimiento de los hábitats de la fauna silvestre, el control de la erosión, el secuestro de carbono y la regulación hídrica.

Por la remoción de las coberturas vegetales, principalmente, de plantaciones forestales, bosque fragmentado y vegetación secundaria baja se pueden afectar varios servicios ambientales y ecosistémicos de uso directo tales como la producción de madera por la

remoción de plantaciones forestales de ciprés, pino y espátula (Ver siguiente tabla), la producción agrícola por la remoción de una hectárea de café caturro.

A su vez, los servicios ambientales y ecosistémicos de uso indirecto que podrían afectarse son: el secuestro de carbono, la apreciación del paisaje, la realización de ejercicio y contacto con la naturaleza en el sector de la vía a cielo abierto en inmediaciones del seminario redentoris y seminario conciliar. Esta zona es altamente apreciada por los habitantes de las urbanizaciones Quinta Linda y Cataluña de la comuna nueve (9) de Medellín quienes utilizan el espacio como zona de esparcimiento a pesar de vivir por fuera del AID.

Tabla 5-54. Remoción de coberturas vegetales en el AID puntual del proyecto

Tipo de cobertura	Especie	Número de árboles	Volumen de madera a remover
Plantación forestal	Cupressus lusitánica (ciprés)	6.772	1274,03
Plantación forestal	Eucalyptus sp.(eucalipto)	24.635	9940,573
Plantación forestal	Pinus pátula	169	100,249
Vegetación secundaria baja	Cecropia sp	128	13,4
Bosque natural fragmentado y vegetación secundaria	Especies Nativas	5.082	410,91
Total		36.786	11.739,162

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

El efecto económico del impacto ambiental “cambio en el uso del suelo” se estimará aplicando la metodología de costo de oportunidad para hallar los valores de uso directo de los servicios ambientales producción agrícola y forestal que consiste en hallar el costo de renunciar al uso como tierra forestal y agrícola y a los beneficios de cosechar la madera y el café. A continuación se presenta la estimación de los valores de cada uno de estos.

- Costo de oportunidad de la producción de madera

Con el cambio en el uso del suelo por la construcción de la vía a cielo abierto y la adecuación de la zona de depósito Seminario, se afectará la producción actual de madera, que es una de los usos actuales del suelo en este lugar. De acuerdo con la siguiente tabla, la remoción de los árboles, principalmente de las plantaciones forestales, afectará la producción de madera en aproximadamente 187.826 rastras. Una rastra son bloques de madera con dimensiones de 15 x 30 cm y de 3 a 6 metros, aproximadamente.

Tabla 5-55 - Producción de madera actual

TIPO DE COBERTURA	ESPECIE	NÚMERO DE ÁRBOLES	VOLUMEN DE MADERA A REMOVER (M3)	NÚMERO DE RASTRAS DE ACUERDO AL VOLUMEN	NÚMERO DE RASTRAS POR ÁRBOLES
Plantación forestal	Cupressus lusitanica	6772	1.274,03	20.384,48	27.088
Plantación forestal	Eucalyptus sp.	24.635	9.940,573	159.049,168	98.540
Plantación forestal	Pinus patula	169	100,249	1.603,984	676

TIPO DE COBERTURA	ESPECIE	NÚMERO DE ÁRBOLES	VOLUMEN DE MADERA A REMOVER (M3)	NÚMERO DE RASTRAS DE ACUERDO AL VOLUMEN	NÚMERO DE RASTRAS POR ÁRBOLES
Vegetación secundaria baja	Cecropia sp	128	13,4	214,4	512
Bosque natural fragmentado y vegetación secundaria	Especies Nativas	5.082	410,91	6.574,56	20.328
Total		36.786	11.739,162	187.826,592	147.144

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Para calcular el costo de oportunidad asociado con la producción de madera se partió de la información suministrada por el aserrío ubicado en la zona del AID del proyecto. Así, cada 15 años se hace tala rasa. Los ingresos se obtienen de la venta de los árboles de las diferentes especies (el precio de venta de la rastra de pino pátula y pino ciprés es de \$45.000 y el precio de la rastra de eucalipto es de \$35.000). Con respecto a los costos de la producción se tiene que el aserrado cuesta \$10.000 por rastra, el arrastre de la madera cuesta \$2.000 y la legalización no tiene ningún costo. El costo de la mano de obra se calculó con información del aserrío (ver siguiente tabla).

Tabla 5-56. Costos de la mano de obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo parcial	Área (ha)	Costo total
Mano de Obra no Calificada						
Delimitación y Marcación	Jornal	20	69.713	1.394.260	54,54	76.042.940
Apertura de caminos y toboganes	Jornal	20	69.713	1.394.260	54,54	76.042.940
Tala dirigida	Jornal	22	69.713	1.533.686	54,54	83.647.234
Desrame	Jornal	26	69.713	1.812.538	54,54	98.855.823
Medición y trozado	Jornal	22	69.713	1.533.686	54,54	83.647.234
Apilado	Jornal	30	69.713	2.091.390	54,54	114.064.411

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

De acuerdo con la siguiente tabla, los costos de oportunidad para la producción de madera en el AID del proyecto asciende a \$3'851.837.310 cada 15 años.

Tabla 5-57. Costos de oportunidad de la producción de madera

INGRESOS	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Venta de pino pátula	Rastra	1.604	45.000	72.180.000,0
Venta de pino ciprés	Rastra	20.384,5	45.000	917.302.500,0
Venta eucalipto	Rastra	159.049	35.000	5.566.715.000,0
Subtotal				6.556.197.500,0
COSTOS				

INGRESOS	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Aserrado	Rastra	181.037,5	10.000	1.810.375.000,0
Arrastre	Rastra	181.037,5	2.000	362.075.000,0
Mano de obra	Jornal	140	69.713	531.910.190,0
Legalización (permiso de aprovechamiento)	N.A	0	0	0,0
Subtotal				2.704.360.190,0
EXCEDENTES				3.851.837.310,0

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

De acuerdo con la siguiente tabla, el costo de renunciar al uso como producción forestal durante la vida útil del proyecto es aproximadamente \$ 30.814.698.480.

Tabla 5-58. Costo de oportunidad de la producción de madera durante la vida útil de la conexión vial Aburrá-Oriente

COSTOS/AÑOS	PRE-CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN							
			0	5	15	30	45	60	75	90
Costo de oportunidad de la producción de madera	3.851.837.310	0	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

- Costos de oportunidad de la producción piscícola y de café

El cambio en el uso del suelo incidirá también sobre la afectación de la producción de peces en un predio ubicado en la vía a cielo abierto. En este predio se produce truchas para venderlas a sus vecinos y para el restaurante ubicado en el mismo predio. La producción de truchas en este predio es permanente y cada seis meses se producen alrededor de 2.100 libras de truchas. En la siguiente tabla, se observa que el costo de oportunidad de la producción piscícola asciende a \$3'851.000 cada seis meses.

Tabla 5-59. Costos de oportunidad de la producción piscícola

INGRESOS	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Venta de truchas	libras	2100	5.000	10.500.000,0
Subtotal				10.500.000,0
COSTOS				
Alevinos	Alevinos	2100	200	420.000,0
Nutrición	Bultos	26	92.000	2.392.000,0
Mano de obra	Mes	6	589.500	3.537.000,0
Energía y agua ¹⁸	Mes	6	50.000	300.000,0
Subtotal				6.649.000,0
UTILIDAD				3.851.000,0

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

¹⁸ *El agua se toma directamente de la fuente La Cascada por lo tanto no se generan costos por el agua

Con respecto al costo de oportunidad de la producción de café caturro, en el AID se estimó la afectación de una hectárea de este cultivo. De acuerdo con la Federación Nacional de Cafeteros (2011), el costo de la producción de esta área es igual a \$5'927.489 anuales (Ver siguiente tabla).

Tabla 5-60. Costo de oportunidad de la producción de café.

INGRESOS	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Venta del grano	cargas	30	600.000	18.000.000,0
Subtotal				18.000.000,0
COSTOS				
Gastos administrativos	unidad	1	441.764	441.764,0
Manejo integrado de arvenses	unidad	1	529.350	529.350,0
Fertilización	unidad	1	2.039.040	2.039.040,0
Manejo integrado de broca	unidad	1	514.200	514.200,0
Recolección	unidad	1	7.068.073	7.068.073,0
Beneficio	unidad	1	798.320	798.320,0
Otras labores	unidad	1	240.000	240.000,0
Prestaciones sociales	unidad	1	294.264	294.264,0
Impuesto predial	unidad	1	130.000	130.000,0
Gastos financieros	unidad	1	17.500	17.500,0
Subtotal				12.072.511,0
UTILIDAD				5.927.489,0

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

En la siguiente tabla, se presenta la proyección de los costos de oportunidad para la producción piscícola y de café durante la vida útil del proyecto.

Tabla 5-61. Costo de oportunidad de la producción piscícola y de café durante la vida útil de la conexión vial Aburrá-Oriente

COSTOS/AÑOS	PRE-CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN						
			15	30	45	60	75	90	105
Costo de oportunidad de la producción piscícola	7.702.000,0	38.510.000,0	77.020.000,0	115.530.000	115.530.000	115.530.000	115.530.000	115.530.000	115.530.000
Costo de oportunidad de la producción de café	5.927.489	29.637.445,0	59.274.890	88.912.335	88.912.335	88.912.335	88.912.335	88.912.335	88.912.335
Total	13.629.489,0	68.147.445,0	136.294.890,0	204.442.335,0	204.442.335,0	204.442.335,0	204.442.335,0	204.442.335,0	204.442.335,0

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

De acuerdo con la tabla anterior la afectación a la producción asciende a \$1'444.725.000 durante la vida útil de la Conexión vial Aburrá-Oriente.

- Valoración económica de la afectación de la captura de carbono

Los árboles y bosques almacenan carbono. Varios estudios sugieren que las posibilidades de almacenaje son altas. Brown y Pearce (1994), Dixon et al. (1994) e IPCC (2000) presentan cantidades de referencia sobre tasa de secuestro y pérdida de carbono en los bosques tropicales (CESEL, Ingenieros, 2010). En la siguiente tabla se presentan tales valores.

Tabla 5-62 - Secuestro de carbono para diferentes tipos de cobertura vegetal

Bosque tropical	Productividad (ton. C/Ha)
Bosque primario	280
Bosque secundario	194
Abierto	115
Agricultura migratoria	79
Agricultura permanente	63
Pastos	63

Fuente: CESEL, Ingenieros, 2010

Sin embargo, con la información primaria recolectada en campo y siguiendo la metodología de Díaz y Molano (2011), se tiene que para capturar el CO₂ emitido por una tonelada de carbón sometido a combustión, se hace necesario incrementar el volumen del fuste descortezado en 1,22 m³, lo que es igual a incrementar la biomasa verde total de la plantación en 2,453 Tn o incrementar el peso total del Carbono en 0,517 Tn.

Tabla 5-63 - Captura de CO₂ por tipo de cobertura

Tipo de cobertura	Especie	Turno (años)	Número de árboles a remover	Volumen de madera a remover (m ³)	Biomasa (ton/ha)	Biomasa total (ton)	Peso de la biomasa seca (ton)	Peso del carbono (ton)	Captura de CO ₂ (ha)*
Plantación forestal	Cupressus lusitanica	15	6772	1274,03	136	7412	3409,52	1537,69352	2332,68107
Plantación forestal	Eucalyptus sp.	15	24635	9940,573					
Plantación forestal	Pinus patula	15	169	100,249					
Vegetación secundaria baja	Cecropia sp	15	128	13,4	65	3542,5	1629,55	734,92705	1114,884335
Bosque natural fragmentado y vegetación secundaria	Especies Nativas	15	5082	410,91	107	5831,5	2682,49	1209,80299	1835,271136
Total			36.786	11.739,16	308	16.786	7.721,56	3482,42	5.282,83

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

El proyecto intervendrá 54,5ha. de los cuales el 95% de las coberturas vegetales son plantaciones forestales de eucalipto, pino pátula y ciprés y el 5% es vegetación nativa. De acuerdo con la tabla anterior, la captura de carbono cada 15 años asciende a 5.282 toneladas. En este estudio usaremos el valor equivalente en toneladas de carbono de 20 US\$/tC. Al multiplicar este valor por las toneladas de carbono se tiene que el valor económico de la pérdida de este servicio ambiental asciende a \$199'796.630 usando una tasa de cambio de \$1.891 por dólar.

En la siguiente tabla, se presenta la proyección del costo de oportunidad de secuestro de carbono por la remoción de la cobertura vegetal y el cambio en el uso del suelo que producirá el proyecto.

Tabla 5-64. **Proyección de los costos de oportunidad del secuestro de carbono**

COSTOS/AÑOS	PRE-CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN						
	0	5	15	30	45	60	75	90	105
Costo de oportunidad del secuestro de carbono	199.796.878	0	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Este valor asciende a una afectación igual a \$1'598.375.000 durante la vida útil del proyecto.

Valoración de la afectación a la biodiversidad y belleza escénica

El cambio en el uso del suelo por la remoción de la cobertura vegetal, de no hacerse nada al respecto, podría afectar la biodiversidad y la calidad visual de la zona donde se construirá la vía a cielo abierto, el deposito seminario y las vías industriales. La biodiversidad asociada al bosque de la Aguada de la quebrada La Espadera. La belleza escénica reconocida por los caminantes que frecuentan la zona entre el Seminario Conciliar y el Seminario Redentoris. Este sitio es altamente valorado por el contacto con la naturaleza, la realización de deporte, la apreciación del paisaje de los caminantes que semanalmente ascienden a 1.000 personas de las urbanizaciones de Quinta Linda y Cataluña, del barrio Buenos Aires.

Para aproximar el valor asociado a la conservación de la biodiversidad y a la belleza escénica del AID, se usó el método de transferencia de beneficios para lo cual se ha partido de una serie de supuestos, extraídos del estudio Valoración económica de los servicios hídricos y de biodiversidad del Cerro La Judía, en Bucaramanga, y que son replicables para el AID del proyecto. Se supone que el policy site se comporta de la misma manera que el study site., en el cual la Disposición A Pagar (DAP) por la conservación de estos servicios ambientales asciende a \$2.800 por persona. Si se supone que el flujo anual de visitantes se reduce en un 50% en este sitio por la afectación de estos servicios ambientales, el valor estimado sería a igual a 67'000.200 al año.

De acuerdo con la siguiente tabla, el valor económico de una posible afectación a la biodiversidad y la belleza escénica asciende a \$7'055.001.000 durante la vida útil del proyecto.

Tabla 5-65 - Proyección de los costos de la afectación a la biodiversidad y la belleza escénica

COSTOS/AÑOS	PRE-CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN						
	0	5	15	30	45	60	75	90	105
Afectación a la biodiversidad y la belleza escénica	0	335.001.000	672.000.000	1.008.000.000	1.008.000.000	1.008.000.000	1.008.000.000	1.008.000.000	1.008.000.000

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las valoraciones de los impactos antes descritos.

Tabla 5-66 - Valoración económica de los servicios ambientales afectados

Impacto	Valor (\$)
Afectación al servicio ambiental calidad del agua	6.126.129.753
Afectación de la producción de madera	30.814.698.480.
Afectación de la producción piscícola y de café	1'444.725.000
Afectación de la captura de carbono	1'598.375.000
Afectación a la biodiversidad y belleza escénica	7'055.001.000
Total	47'038.929.233

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

A continuación se presentarán los beneficios del proyecto.

5.7.6 Beneficios ambientales del proyecto Conexión vial Aburrá –Oriente

El proyecto de la Conexión Vial Aburrá-Oriente generará varios beneficios sociales y ambientales identificados en el capítulo 5 de identificación y evaluación de impactos.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, los beneficios sociales y ambientales del proyecto son la generación de empleo, la inversión del 1% del costo del proyecto en la protección de las fuentes hídricas, la inversión en el plan de manejo, la reducción de los costos de operación de los vehículos y la disminución del consumo de gasolina.

Tabla 5-67 - Identificación de los beneficios del proyecto

Beneficios	Valor
Generación de empleo formal	18'000.000.000
Inversión del 1% del costo del proyecto en la protección de fuentes hídricas	6.241.755.584
Inversión en el Plan de Manejo Ambiental	12'881.417.143
Reducción de los costos de operación de los vehículos	8'550.000.000
Disminución del consumo de gasolina	13'050.000.000
Total	50'173.172.727

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

Al comparar este valor con los hallados en la valoración de los impactos negativos es posible concluir que los beneficios son mayores que los costos sociales y ambientales del proyecto. Y estos resultados se corroboran con la el análisis del Valor Presente Neto (VPN) que para este caso indica que el proyecto es viable ambientalmente puesto que su valor es mayor que cero. Este valor alcanzó \$61.462.168.880. Ver siguiente tabla:

Tabla 5-68 - Flujo de caja del proyecto Conexión Vial Aburrá Oriente

AÑO	PRE-CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN				
	0	1	2	3	4	5
BENEFICIOS AMBIENTALES						
Generación de empleo formal	0	928.816.200	4.565.913.300	5.756.821.200	3.949.767.900	1.066.759.200
Inversión del 1% del costo del proyecto en la protección de fuentes hídricas		1.248.351.117	1.248.351.117	1.248.351.117	1.248.351.117	1.248.351.117
Inversión en el Plan de Manejo Ambiental		2.576.283.429	2.576.283.429	2.576.283.429	2.576.283.429	2.576.283.429
Reducción de los costos de operación de los vehículos		0	0	0	0	0
Disminución del consumo de gasolina		0	0	0	0	0
SUBTOTAL	0	4.753.450.745	8.390.547.845	9.581.455.745	7.774.402.445	4.891.393.745
COSTOS AMBIENTALES						
Afectación al servicio ambiental calidad del agua	2.376.749.760	66.552.527	68.900.027	68.900.027	68.900.027	68.900.027
Afectación de la producción de madera	3.851.837.310	0	0	0	0	0
Afectación de la producción piscícola y de café	13.629.489					68.147.445
Afectación de la captura de carbono	199.796.878	0	0	0	0	0
Afectación a la biodiversidad y belleza escénica	0	0	0	0	0	335.001.000
SUBTOTAL	6.442.013.437	66.552.527	68.900.027	68.900.027	68.900.027	472.048.472
TOTAL	-6.442.013.437	4.686.898.219	8.321.647.819	9.512.555.719	7.705.502.419	4.419.345.274
VPN		4.184.730.552	6.633.966.692	6.770.849.267	4.896.986.090	2.507.655.193

AÑO	OPERACIÓN						
	15	30	45	60	75	90	100
BENEFICIOS AMBIENTALES							
Generación de empleo formal	0	0	0	0	0	0	0
Inversión del 1% del costo del proyecto en la protección de fuentes hídricas	0	0	0	0	0	0	0
Inversión en el Plan de Manejo Ambiental	1.282.500.000	1.282.500.000	1.282.500.000	1.282.500.000	1.282.500.000	1.282.500.000	855.000.000
Reducción de los costos de operación de los vehículos	195.750.000.000	195.750.000.000	195.750.000.000	195.750.000.000	195.750.000.000	195.750.000.000	130.500.000.000
Disminución del consumo de gasolina	197.032.500.000	197.032.500.000	197.032.500.000	197.032.500.000	197.032.500.000	197.032.500.000	131.355.000.000
SUBTOTAL							
COSTOS AMBIENTALES	698.081.840	641.531.840	0	980.831.840	0	0	961.981.840
Afectación al servicio ambiental calidad del agua	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310	3.851.837.310
Afectación de la producción de madera	136.294.890	204.442.335	204.442.335	204.442.335	204.442.335	204.442.335	204.442.335
Afectación de la producción piscícola y de café	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878

AÑO	OPERACIÓN						
	15	30	45	60	75	90	100
Afectación de la captura de carbono	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878	199.796.878
Afectación a la biodiversidad y belleza escénica	5.085.807.796	5.097.405.241	4.455.873.401	5.436.705.241	4.455.873.401	4.455.873.401	5.417.855.241
SUBTOTAL	191.946.692.204	191.935.094.759	192.576.626.599	191.595.794.759	192.576.626.599	192.576.626.599	125.937.144.759
TOTAL	35.067.943.028	6.406.394.983	1.174.336.487	213.454.155	39.196.914	7.161.130	1.507.827
VPN	61.462.168.880						

Fuente: SIGA-PLYMA, 2013.

