

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES
TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ**

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 1 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

DESCRIPCION DE LAS REVISIONES

| REVISION | FECHA | DESCRIPCION DE LA MODIFICACION | OBSERVACIONES |
|----------|--------------|--|---|
| 00 | Agosto 2013 | Primera versión para entrega a la ANLA | |
| 01 | Abril – 2014 | Información adicional | Respuesta Auto 0334 del 07 de Febrero de 2014 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Elaborado por:
Ambiotec LTDA

Revisado por:
Grupo Ambiental

Aprobado Por:
Gerente Socioambiental – Hernando Medellín

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 2 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|-------|--|-----|
| 5 | EVALUACIÓN AMBIENTAL | 7 |
| 5.1 | METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | 7 |
| | <i>CALIFICACIÓN AMBIENTAL</i> | 8 |
| 5.2 | EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES..... | 11 |
| 5.3 | ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS | 61 |
| 5.3.1 | Metodología del Análisis Económico de Impactos..... | 62 |
| 5.3.2 | Determinación de Impactos Relevantes para el Análisis Económico..... | 70 |
| 5.3.3 | Valoración Monetaria de Impactos Relevantes..... | 124 |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 3 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 5-1 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales | 9 |
| Tabla 5-2 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia..... | 10 |
| Tabla 5-3 Clave cromática para identificación de impactos ambientales positivos de mayor importancia..... | 11 |
| Tabla 5-4 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de material particulado..... | 12 |
| Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido | 15 |
| Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo | 17 |
| Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Generación de inestabilidad | 19 |
| Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales–..... | 20 |
| Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos | 22 |
| Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua..... | 24 |
| Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen de caudales | 26 |
| Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico..... | 27 |
| Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica del cauce | 28 |
| Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Ocupación del cauce | 29 |
| Tabla 5-15 Evaluación de impactos ambientales– Cambio en la calidad perceptual del paisaje | 30 |
| Tabla 5-16 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre | 33 |
| Tabla 5-17 Evaluación de impactos ambientales– Afectación de la biota acuática | 35 |
| Tabla 5-18 Evaluación de impactos ambientales– Disminución en las poblaciones de la flora nativa | 37 |
| Tabla 5-19 Evaluación de impactos ambientales– Efecto borde y barrera | 39 |
| Tabla 5-20 Evaluación de impactos ambientales– Fragmentación de hábitat | 41 |
| Tabla 5-21 Evaluación de impactos ambientales– Modificación de hábitats de fauna silvestre..... | 43 |
| Tabla 5-22 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios | 46 |
| Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad..... | 48 |
| Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios..... | 50 |
| Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios. | 51 |
| Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector | 52 |
| Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos | 53 |
| Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidente..... | 54 |
| Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud..... | 55 |
| Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población | 56 |
| Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad | 57 |
| Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas..... | 58 |
| Tabla 5-33 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales..... | 59 |
| Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio..... | 60 |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 4 / 165 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 5-35 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico | 61 |
| Tabla 5.4.5-36 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE. | 65 |
| Tabla 5-37. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje..... | 71 |
| Tabla 5-38. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje..... | 71 |
| Tabla 5-39. Actividades definidas del EIA | 78 |
| Tabla 5-40. Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios | 79 |
| Tabla 5-41: Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar. | 81 |
| Tabla 5-42: Criterios y variables de entrada..... | 82 |
| Tabla 5-43: Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio..... | 85 |
| Tabla 5-44: Función de conversión, modelo VET. | 88 |
| Tabla 5-45: Función de conversión, modelo Metodología. | 88 |
| Tabla 5-46 Reglas de inferencia del modelo AE. | 89 |
| Tabla 5-47: Reglas de inferencia del modelo SIG..... | 90 |
| Tabla 5-48 Reglas del modelo de Relevancia Agregada..... | 93 |
| Tabla 5-49: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de VET..... | 95 |
| Tabla 5-50: Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología..... | 96 |
| Tabla 5-51: Valores de entrada de las variables del modelo SIG. | 98 |
| Tabla 5-52 Resultados de implementación de modelos - 1..... | 104 |
| Tabla 5-53 Resultados de implementación de modelos - 2..... | 105 |
| Tabla 5-54: Impactos relevantes para valoración. | 106 |
| Tabla 5-55. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas)..... | 107 |
| Tabla 5-56. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas)..... | 108 |
| Tabla 5-57 Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año. | 109 |
| Tabla 5-58. Movimiento de Pasajeros. | 109 |
| Tabla 5-59. Conteo Manual en Carreteras. | 110 |
| Tabla 5-60. Conteo Vivienda, Hogares y Personas | 111 |
| Tabla 5-61. Establecimientos por Actividad Económica. | 112 |
| Tabla 5-62. Establecimientos según escala de personal por actividad económica | 112 |
| Tabla 5-63. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar. | 113 |
| Tabla 5-64. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad..... | 121 |
| Tabla 5-65. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto. | 123 |
| Tabla 5-66. Hogares y personas expuestas (2013) | 126 |
| Tabla 5-67. Costos promedio por evento de enfermedad (en pesos del 2013) | 127 |
| Tabla 5-68. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010..... | 129 |
| Tabla 5-69. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto. | 130 |
| Tabla 5-70: Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos. | 133 |
| Tabla 5-71. Variación del precio de la tierra por hectárea de acuerdo a la inflación | 135 |
| Tabla 55-72. Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio. | 135 |
| Tabla 5-73. Beneficios por aumento del precio de la vivienda. | 136 |
| Tabla5-74. Datos de accidentalidad, muertes y heridos..... | 137 |
| Tabla 5-75. Costos promedio de evento de accidente..... | 137 |
| Tabla 5-76. Beneficios por la generación de empleo..... | 139 |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 5 / 165 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 5-77. Impuestos pagados por el proyecto. | 139 |
| Tabla 5-78: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%. | 140 |
| Tabla 5-79. Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación | 140 |
| Tabla 5-80. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos. | 142 |
| Tabla 5-81. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal. | 142 |
| Tabla 5-82. Demanda de agua durante la construcción. | 142 |
| Tabla 5-83. Tasas por uso de agua. | 142 |
| Tabla 5-84. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques. | 144 |
| Tabla 5-85. Valor de los servicios ambientales de los bosques | 144 |
| Tabla 5-86. Costos por servicios ambientales del bosque. | 145 |
| Tabla 5-87. Costos por servicios ambientales del bosque. | 145 |
| Tabla 5.4.5-88 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto. | 147 |
| Tabla 5-89. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio. | 149 |
| Tabla 5-90. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto. | 149 |
| Tabla 5-91 Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos. | 151 |
| Tabla 5-92. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo. | 153 |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 6 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

LISTADO DE GRAFICAS

| | |
|--|-----|
| Grafica 5-1 Conjuntos difusos y funciones de membresía de las variables de salida. | 84 |
| Grafica 5-2 Funciones de membresía de las variables de entrada de los modelos de cada criterio. | 86 |
| Grafica 5-3 Tasa de crecimiento poblacional (anual)..... | 122 |
| Grafica 5-4 Beneficios anuales por reducción de la exposición a gases contaminantes..... | 123 |
| Grafica 5-5 Beneficios por DAP por reducción en los niveles de ruido (pesos colombianos) | 124 |
| Grafica 5-6 Beneficios netos por disminución de costos de transporte en pesos corrientes..... | 127 |
| Grafica 5-7 Beneficios por disponibilidad a pagar por confort en la vía. | 129 |
| Grafica 5-8. Función de cambio marginal del precio..... | 130 |
| Grafica 5-9 Beneficios por reducción en la accidentalidad. | 133 |
| Grafica 5-10 Relación Beneficio Costos con diferentes tasas de descuento. | 149 |
| Grafica 5-11 Distribución del Valor Presente de los Beneficios y costos en el Proyecto..... | 150 |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 7 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

En este capítulo se presenta la identificación y evaluación de impactos ambientales a partir de la caracterización del área de influencia, para dos escenarios a saber: Con y sin proyecto, con el fin de precisar los impactos atribuibles al proyecto.

A continuación se presenta la metodología de evaluación e identificación de impactos a implementar, para la construcción de la variante para el centro poblado de San Pedro de la Paz.

5.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En este capítulo se identifican y califican los impactos que se pueden generar con las diversas actividades, sobre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico de la zona, en donde los impactos de mayor incidencia tendrán lugar durante la construcción de la vía, y la oferta ambiental que a la fecha se puede encontrar es producto de procesos sucesionales y de recuperación natural. Igualmente ocurre a nivel socioeconómico y cultural, debido a los procesos de colonización y poblamiento que han tenido lugar en torno a la vía, por lo cual la metodología para identificar los impactos socioeconómicos en la población residente y en las actividades económicas, está orientada a conocer los principales cambios que se suscitan en las unidades sociales por la venta involuntaria del predio. La adquisición de los predios para el desarrollo del proyecto corresponde a la venta involuntaria de estos predios, siendo esta la única causa que genera una lista de impactos con valores diferenciales de acuerdo al tipo de tenencia y al uso que tienen las unidades sociales sobre el predio.

Antes de iniciar la identificación y evaluación de impactos ambientales generados por el proyecto, se mencionan las características de los componentes ambientales teniendo en cuenta las actividades que actualmente se desarrollan en la zona de estudio, es decir con el escenario sin proyecto.

La metodología utilizada busca medir la magnitud y naturaleza de los impactos ocasionados por las actividades de las obras proyectadas, con el fin de determinar las prioridades de acción. Para su aplicación fue necesario delimitar y describir una línea base, determinar las áreas de influencia del proyecto, obtener información secundaria en los aspectos sociales, económicos y ambientales, efectuar recorridos en el área de intervención, sistematizar información recolectada y evaluar el grado de afectación sobre los distintos componentes intervenidos.

La identificación y evaluación de impactos fue realizada por un grupo interdisciplinario de profesionales, con experiencia en proyectos de infraestructura vial.

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó la evaluación propuesta por Leopold donde se trabaja con dos variables: en el eje de la "X" las actividades constructivas de la vía y en el eje de la "Y" los impactos que se pueden generar en cada uno de los componentes físico, biótico y socioeconómico. Para ello el consultor, efectuó la identificación de las actividades, componentes y elementos ambientales a impactar con las obras del proyecto como se puede detallar en la

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 8 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Matriz de identificación de impactos ambientales sin proyecto y la Matriz de identificación de impactos ambientales con proyecto que se presentan en el Anexo 12.

Para la calificación de impactos se tomó la metodología desarrollada por Jorge Alonso Arboleda, descrita en el manual de evaluación ambiental de impactos ambientales de Colombia, MEIACOL, (Ministerio de Ambiente, 1998), donde se define el uso de un índice denominado “Calificación ambiental (Ca)” en donde para su determinación se evalúan cinco (5) atributos característicos de cada impacto de acuerdo con lo que propone el autor. Estos cinco atributos son: Clase, presencia, duración, evolución y magnitud, definidos así:

CLASE (C): Define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción. Puede ser positivo (+) si mejora el ambiente o negativo (-) si lo degrada de manera inmediata o a futuro.

PRESENCIA (P): este criterio califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, expresado en un porcentaje de probabilidad de ocurrencia.

DURACIÓN (D): Evalúa el periodo de existencia activa del impacto y sus consecuencias, se expresa en función del tiempo que permanece el impacto.

EVOLUCIÓN (E): Evaluará la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece o se inicia hasta que se presente plenamente con todas sus consecuencias. Se califica acorde con la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable de tiempo, y se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con que se presente el impacto.

MAGNITUD (M): Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta cuantificados o inferidos se transforman en términos de magnitud relativa (porcentaje) que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto, este parámetro puede ser obtenido mediante la comparación del valor del elemento ambiental afectado con o sin proyecto ò analizado las condiciones de calidad ambiental calificando la calidad ambiental actual de los diferentes elementos ambientales y estimando su afectación por el proyecto.

CALIFICACIÓN AMBIENTAL

Esta permite obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios, ponderados a través de dos constantes (a y b) que le dan equilibrio a los pesos relativos, cuya suma debe ser igual a 10. Siguiendo la presente ecuación:

$$Ca = C (P (a *E* M + b* D))$$

Dónde:

- Ca: Calificación ambiental (varía entre 0.1 y 10.0)
- C: Clase, expresado por signo + ó -, según el tipo de impacto
- P: Presencia (Varía entre 0.0 y 1.0)
- E: Evolución (Varía entre 0.0 y 1.0)
- M: Magnitud (Varía entre 0.0 y 1.0)

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 9 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

D: Duración (Varía entre 0.0 y 1.0)

a: 7.0

b: 3.0

Según las calificaciones asignadas a cada parámetro de evaluación, el valor absoluto de Ca será mayor que cero (0) y menor o igual a 10. Este valor numérico se convierte en una expresión que indica la importancia relativa del impacto en muy alta, alta, media, baja y muy baja, según la asignación de rangos.

En Tabla 5-1 se observan los rangos y criterios para la evaluación de impactos ambientales, aplicados con éxito en proyectos de generación termoeléctrica, hidroeléctricas, redes eléctricas, construcción de carreteras, implementación de cultivos, entre otros.

Posteriormente, se procede a calificar los impactos identificados para cada componente ambiental (abiótico, biótico y socioeconómico) con los parámetros antes descritos, lo cual permite obtener la calificación ponderada para el impacto ambiental considerado. Esta última se obtiene mediante el promedio de las calificaciones asignadas a cada actividad.

Por lo anterior, la metodología de evaluación, ajustada a criterio del grupo consultor puede considerarse Ad-hoc.

Con base en esta calificación y en la priorización de impactos que se describe a continuación se pueden determinar cuáles serán las medidas a proponer en el plan de manejo ambiental a ejecutar y cuáles son las de mayor importancia dentro de la obra.

Tabla 5-1 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales

| ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | |
|--|---------------------|--------------------|
| CRITERIO | RANGO | VALOR |
| CLASE | Positivo | + |
| | Negativo | - |
| PRESENCIA | Cierta | 1.0 |
| | Muy probable | 0.7 |
| | Probable | 0.3 |
| | Poco Probable | 0.1 |
| | No probable | 0.0 |
| DURACION | Muy larga > 10 años | 1.0 |
| | Larga > 7 años | $0,7 < D \leq 1,0$ |
| | Media > 4 años | $0,4 < D \leq 0,7$ |
| | Corta > 1 año | $0,1 < D \leq 0,4$ |
| | Muy corta < 1 año | $0,0 < D \leq 0,1$ |
| EVOLUCIÓN | Muy rápida < 1 mes | $0,8 < E \leq 1,0$ |
| | Rápida < 12 meses | $0,6 < E \leq 0,8$ |
| | Media < 18 meses | $0,4 < E \leq 0,6$ |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 10 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | | |
|--|-------------------------|--------------------|
| CRITERIO | RANGO | VALOR |
| | Lenta < 24 meses | $0.2 < E \leq 0.4$ |
| | Muy lenta > 24 meses | $0.0 < E \leq 0,2$ |
| MAGNITUD | Muy alta: M > del 80% | $0.8 < M \leq 1.0$ |
| | Alta: M entre 60 y 80% | $0.6 < M \leq 0.8$ |
| | Media: M entre 40 y 60% | $0.4 < M \leq 0.6$ |
| | Baja: M entre 20 y 40% | $0.2 < M \leq 0.4$ |
| | Muy baja: M < del 20% | $0.0 < M \leq 0,2$ |
| IMPORTANCIA AMBIENTAL | Ca entre 8.0 y 10.0 | Muy alta |
| | Ca entre 6.0 y 8.0 | Alta |
| | Ca entre 4.0 y 6.0 | Media |
| | Ca entre 2.0 y 4.0 | Baja |
| | Ca entre 0.0 y 2.0 | Muy baja |
| CONSTANTES DE PONDERACIÓN | | a= 7.0 |
| | | b= 3.0 |

Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente, 1998

Para cada actividad desarrollada en la etapa de preconstrucción, construcción y operación, se evaluaron y calificaron los impactos ambientales existentes o que pueden llegar a generarse, con el fin de resaltar los impactos de mayor importancia (Tabla 5-2) y sobre este criterio generar las medidas de manejo ambiental y de gestión social que, deberán ser desarrolladas e implementadas en el plan de manejo ambiental.

Tabla 5-2 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia

| Calificación | Rango* |
|--------------|-----------------------|
| Muy Alta | Ca entre -8.0 y -10.0 |
| Alta | Ca entre -6.0 y -8.0 |
| Media | Ca entre -4.0 y -6.0 |
| Baja | Ca entre -2.0 y -4.0 |
| Muy Baja | Ca entre -0.0 y -2.0 |

Fuente: Ministerio de Ambiente, 1998

*Estos rangos están definidos para los impactos de clase negativa, teniendo en cuenta que los impactos de clase positiva tienen una clave cromática diferente

Los impactos positivos identificados y calificados tienen una clave cromática que se puede identificar como se presenta a continuación:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 11 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-3 Clave cromática para identificación de impactos ambientales positivos de mayor importancia

| Clase de impacto | Rango |
|------------------|---------------------|
| Positivo | Ca entre 0.0 y 10.0 |
| Alta | Ca entre 6.0 y 8.0 |
| Media | Ca entre 4.0 y 6.0 |
| Baja | Ca entre 2.0 y 4.0 |
| Muy Baja | Ca entre 0.0 y 2.0 |

5.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez establecidos los componentes y elementos ambientales para cada uno de los escenarios (sin proyecto y con proyecto), se procedió a realizar la respectiva calificación de los impactos ambientales identificados, siguiendo la metodología de Arboleda.

Las matrices de evaluación de impactos ambientales sin proyecto y con proyecto se presentan en el Anexo 9

A continuación se relaciona la interpretación de los resultados alcanzados por la valoración cruzada de las actividades constructivas proyectadas, frente a los elementos identificados como de posible afectación. Se presenta un análisis de la situación actual (sin proyecto) y futura (con proyecto), para cada uno de los componentes ambientales afectados y los impactos ambientales identificados, por medio de fichas, que contienen la siguiente información.

- Identificación del Impacto
- Actividades que generan el impacto
- Manera cómo impacta el ambiente
- Lugar en donde se presenta el impacto.
- Valoración relativa del impacto
- Comparación de resultados.

En el análisis presentado de la situación futura (Con proyecto) se presentan los resultados obtenidos de la calificación realizada para la etapa de preconstrucción, construcción y operación y mantenimiento de la variante.

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 12 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- **Componente Abiótico**

Tabla 5-4 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de material particulado

| AIRE | |
|---|---|
| Alteración de la calidad del aire por emisión PM10, NOx, SO2, CO2 y CO | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>Las actividades que generan la alteración en la calidad del aire por la emisión de, PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO, están relacionadas con el flujo continuo de vehículos de carga pesada que circulan por el centro poblado y eventualmente con algunas actividades agrícolas, pecuarias y silvopastoriles que se desarrollan en el área de influencia.</p> | <p>Actividades de construcción de la variante San Pedro asociadas con la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de Infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones, cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía, la pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción obras de drenaje que generan este impacto como el perfilado (Conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo y la instalación de prefabricados con grúas.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones de la calidad del aire por la emisión de PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO son la operación normal (tránsito en las vías y puentes), el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento y, tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>En la situación actual el impacto en la alteración de calidad de aire por emisión de CO₂, se genera a nivel forestal debido al corte y quema de madera para uso doméstico (cocina) y por el flujo continuo de vehículos de carga pesada genera emisiones de material particulado como consecuencia de la</p> | <p>Durante la etapa de construcción de la variante y otras obras de drenaje, se altera la calidad del aire por la generación de PM₁₀, NO_x, SO₂, CO₂ y CO especialmente por la manipulación de los materiales granulares y demás materiales de construcción.</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 13 / 165 |

| AIRE | |
|---|---|
| Alteración de la calidad del aire por emisión PM10, NOx, SO2, CO2 y CO | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| <p>combustión de combustible y el polvo que se acumula en la vía.</p> <p>Las actividades silvopastoriles y pecuarios, hacen un aporte de PM10 como consecuencia de la movilización del ganado y el arrastre de material de suelo con escasa o desprovisto de cobertura vegetal (pastos). La circulación de vehículos por caminos destapados y el acceso a Otanche generan material particulado por el polvo que se levanta.</p> <p>A nivel agrícola se generan emisiones de material particulado – PM10, como consecuencia de la preparación de los terrenos para iniciar la siembra, en donde se lleva a cabo la suspensión de partículas por acción del viento.</p> <p>En el caso de la actividad antrópica, se genera CO2 por la quema de residuos sólidos. En el caso de emisiones de NOx, SO2, CO2 y CO por la combustión de combustibles fósiles, generados por el alto flujo vehicular de los automotores en la vía construida.</p> <p>Según el monitoreo de calidad de aire realizado por MCS Consultoría y Monitoreo Ambiental S.A.S. 2013, realizado para el centro poblado San Pedro de la Paz, en el cual se monitoreo las concentraciones de: PST, PM10, NOX, SO2 y CO. Los resultados obtenidos de Partículas Suspendidas Totales (PST), no se observan parámetros fuera de la norma establecida en horario diurno ni nocturno al igual que para material particulado (PM10), óxidos de nitrógeno (NOX), dióxidos de azufre (SO2), dióxido de carbono (CO) dando cumplimiento a lo exigido en la Resolución 610 del 2010 emitida por el del MAVDT hoy MADS.</p> | <p>Igualmente por el uso de equipos y maquinaria tanto por su movilización por vías no pavimentadas como por la combustión de los vehículos involucrados en las diferentes actividades de la construcción y operación de la vía.</p> <p>Durante la operación de la vía, el tráfico de vehículos que se movilizan por la vía y el puente son fuente de material particulado.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>En el centro poblado a ambos costados de la vía y en el corredor de la variante.</p> | <p>A lo largo del corredor vial, en su área de influencia y de manera especial en los sitios que se han establecido como frentes de trabajo, en los patios de mantenimiento, los centros de acopio (material y escombros).</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 14 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| AIRE | |
|---|---|
| Alteración de la calidad del aire por emisión PM10, NOx, SO2, CO2 y CO | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| <p><i>Calificación ambiental (CA) -2.2</i> Impacto ambiental de baja importancia</p> | <p><i>Calificación ambiental construcción (CA) -3.9</i> <i>Calificación ambiental operación (CA) -3.3</i> Impacto ambiental de media importancia</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación actual la intensidad del impacto es de baja importancia teniendo en cuenta que las emisiones de material particulado no son significativas, de acuerdo con los monitoreos realizados y que la zona en donde se plantea el desarrollo de la variante San Pedro de la Paz actualmente tiene un carácter fundamentalmente rural, donde las actividades que actualmente se desarrollan en la zona no generan un impacto significativo que represente un riesgo para la salud humana.</p> <p>Para la situación futura se presenta una intensidad un mayor para este impacto teniendo en cuenta que el desarrollo de las actividades de construcción principalmente, y operación descritas anteriormente hacen que el impacto tenga una mayor presencia y evolución, considerando que la emisión de material particulado será considerablemente mayor a la de las condiciones actuales, lo cual genera unas modificaciones más representativas de las condiciones atmosféricas de la zona; sin embargo esta situación no tiene una importancia relevante considerando que no representa un riesgo para la salud de la población cercana a la vía. Por lo tanto, se hace necesario que para mitigar el impacto de la afectación de la calidad del aire por emisión de material particulado PM₁₀ generado por la construcción de la vía además de NOx, SO₂, CO₂ y CO, se implementen las medidas de manejo necesarias para no causar daños en la calidad de vida de la población aledaña.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 15 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido

| AIRE Alteración de los niveles de ruido | |
|---|--|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>Las actividades que generan alteración de los niveles de ruido en la zona, están relacionadas con el flujo de vehículos de carga pesada sobre la vía existente y las actividades del centro poblado.</p> | <p>Durante la etapa de preconstrucción de la variante San Pedro de la Paz se puede generar emisiones de ruido durante la información a la comunidad si se emplean medios de información y/o convocatoria como el perifoneo.</p> <p>La actividad de construcción de la variante asociadas con Demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de Infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones, cortes, los movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación)", la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía y la limpieza y entrega final.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción obras de drenaje que generan este impacto son perfilado (Conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo, la preparación de concretos para placas y fundida de estribos y la instalación de prefabricados con grúas.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones por la emisión de ruido son la operación normal (tránsito en las vías), el mantenimiento de obras de arte, el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la construcción y la recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>En la situación actual este impacto se presenta especialmente por la circulación de los automotores</p> | <p>Durante la etapa de construcción, se alteran los niveles de ruido de la zona por el funcionamiento de</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 16 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| AIRE Alteración de los niveles de ruido | |
|--|--|
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| <p>en la vía actual y el transporte que se moviliza en este sector del corredor de la vía.</p> <p>De la misma forma las actividades que se desarrollan en poblaciones aledañas a la vía también generan ruido. De acuerdo con el monitoreo de ruido realizado en el área de influencia directa del proyecto, los niveles de ruido diurno se encuentran dentro de los límites establecidos por la normatividad para vías nacionales al igual que los niveles de ruido nocturno.</p> | <p>vehículos, equipos y maquinaria en las diferentes actividades desarrolladas durante la construcción de la vía, puentes y otras obras de drenaje y la disposición de material estéril. De la misma forma las aglomeraciones de personal en los frentes de obra y el desarrollo de las actividades diarias hacen que se incremente el ruido de la zona.</p> <p>Este impacto también se presenta durante la etapa de operación como consecuencia del tránsito de vehículos por la vía. De la misma forma algunas actividades de mantenimiento de la vía como la recuperación vial y la construcción, recuperación y refuerzo de la capa de rodadura pueden generar ruido por el funcionamiento de los equipos y la maquinaria empleada para llevar a cabo las diferentes labores que ellas involucran.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>Este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la vía actual en donde se desarrolla el tráfico vehicular.</p> | <p>A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia y de manera especial en los sitios que se han establecido como frentes de trabajo, en los patios de mantenimiento, centros de acopio.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <p>Calificación ambiental (CA) -3.9 Impacto ambiental de importancia media</p> | <p>Calificación ambiental construcción (CA) -3.7 Calificación ambiental operación (CA) -3.3 Impacto ambiental de baja importancia</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación actual la intensidad del impacto en la variante es de media importancia teniendo en cuenta que los niveles de ruido tanto en el día como en la noche, están superando los límites establecidos por la normatividad ambiental.</p> <p>En la situación futura en la etapa de construcción, se presenta una calificación baja, donde es necesaria la utilización de maquinaria, equipos y vehículos, así como el grupo de trabajadores que adelantan las labores constructivas, los cuales generan ruido que perturba las condiciones bajo las cuales se desarrollan actualmente las actividades de la zona a medida que el frente de obra desarrolla los trabajos sin embargo la duración del impacto es muy baja, y estas actividades en su mayoría se realizarán en horarios diurnos (con excepción de la ocurrencia de alguna contingencia). Debe considerarse que este impacto puede tener una mayor magnitud en la etapa de operación, teniendo en cuenta que por la vía actual ya hay una representativa alteración de las condiciones de la zona por el tráfico vehicular.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 17 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo

| SUELO Cambio de uso del suelo | |
|---|--|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>El desarrollo de asentamientos humanos a los costados de la vía existente y las actividades agrícolas y ganaderas que se desarrollan en el AID.</p> | <p>La demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de Infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones, cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido) , el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical.</p> <p>Durante la construcción de obras de drenaje se tiene el perfilado (Conformación de taludes) y la conformación de ataguías en sacosuelo.</p> <p>Durante la operación tenemos la operación normal (tránsito en las vías).</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>El cambio de uso del suelo generado por las actividades antrópicas, ocasionado por la tendencia al desarrollo del centro poblado San Pedro de la Paz en donde se desarrollan actividades comerciales en búsqueda de una entrada económica de los habitantes tradicionales del lugar, lo cual ha generado la aparición de puntos con construcciones a borde de vía, aparición de cerramientos o cambios del paisaje tradicional para el establecimiento de equipamientos.</p> <p>De acuerdo con la caracterización ambiental en la zona existen áreas con conflicto de uso de suelo, debido a que las actividades que se desarrollan actualmente no son compatibles con el uso potencial.</p> | <p>La construcción de la nueva calzada genera el cambio de uso de suelo de toda el área en donde se plantea el desarrollo del proyecto vial, en donde se perderán en el contexto local áreas de mediana capacidad productiva, además se deberán relocalizar construcciones tanto de uso habitacional como comercial, así como redes de servicios interceptados por el proyecto lineal.</p> <p>Debido a la actividad descapote y remoción de cobertura vegetal en donde se realizarán las talas necesarias se alterará el uso de protección del suelo brindado por coberturas arbóreas y otras, las cuales deben compensarse como se plantea en el plan de manejo ambiental.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>Se presenta fundamentalmente a lo largo del AID del proyecto.</p> | <p>A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia en donde se construirá la variante.</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 18 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| SUELO Cambio de uso del suelo | |
|---|--|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| | |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| Calificación ambiental (CA) -3.9 Impacto ambiental de baja importancia | Calificación ambiental construcción (CA) -3.6 Impacto ambiental de baja importancia |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación actual la intensidad del impacto es media teniendo en cuenta que las actividades antrópicas y las agropecuarias han generado el cambio de uso del suelo de intensidad no muy representativa teniendo en cuenta el carácter extensivo y disperso de su desarrollo.</p> <p>En la situación futura se presenta una intensidad un poco menor teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente no es necesaria la reubicación de población, los suelos donde se construirá la variantes son de aptitud agropecuaria el cual servirá permitirá la construcción de la infraestructura que soporte las necesidades del tráfico vehicular que circulará por la variante. Esta misma situación se presenta para el traslado de redes de servicios que serán interceptados.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 19 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Generación de inestabilidad

| |
|---|
| SUELO |
| Generación de inestabilidad |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA |
| No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto. |
| <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA |
| La actividades de construcción de la variante asociada con el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones, cortes, los movimientos de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME) y la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca). |
| En la construcción de obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes) y la conformación de ataguías. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE |
| La construcción de la variante genera en las zonas donde se conforman taludes por actividades de excavación o disposición de materiales sobrantes de excavación, y en general todos los puntos donde se ejecuten labores que impliquen cortes del terreno se generan desestabilización del talud, disgregación del suelo y el manto rocoso generando zonas pendientes con derrumbes y/o caída de rocas y la presencia de taludes no conformados. |
| De la misma forma con el descapote y remoción de la cobertura vegetal se puede propiciar la inestabilidad de taludes que se encuentren expuestos a la acción del viento y el agua. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO |
| En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la variante, y obras de drenaje en donde se conformen taludes o en zonas puntuales con media a alta pendiente. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO |
| Calificación ambiental (CA) -1.3 Impacto ambiental de baja importancia |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS |
| En la situación futura se presenta una intensidad un baja importancia teniendo en cuenta que la variante se desarrolla en una zona muy plana y que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente, es necesaria la conformación de taludes los cuales deben desarrollarse bajo buenas prácticas constructivas (terraceo de taludes) y la construcción de las obras de estabilización geotécnica para la protección de los taludes y/o banca mediante prácticas de empradización, obras de drenaje y subdrenaje, construcción de estructuras de retención y zanjas de coronación. |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 20 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

**Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales–
Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo**

| SUELO Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo | |
|---|--|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>Las actividades que potencialmente pueden generar alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, son las actividades agropecuarias, silvopastoriles y antrópicas.</p> | <p>Actividades de construcción de la variante San Pedro de la Paz asociadas con la demolición de infraestructura existente y vivienda, relocalización de Infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones, cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía, la empradización, la pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical y la limpieza y entrega final.</p> <p>En la construcción de obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (Conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo y la preparación de concretos para placas y fundida de estribos .</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto las actividades que pueden generar este impacto son La operación normal (Tránsito en las vías), el mantenimiento de obras de arte, el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>Tanto la actividad antrópica como la agrícola generan contaminación del suelo al realizar el aporte de sustancias y residuos provenientes de estas actividades productivas. Los lixiviados provenientes de la descomposición de residuos sólidos domésticos, desechos humanos, y el excesivo uso de pesticidas y abonos que contaminan el suelo variando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, lo</p> | <p>Durante la etapa de construcción existe la susceptibilidad de generar residuos sólidos o líquidos como aceites y combustibles, que pueden ocasionar la contaminación de los suelos en donde se dispongan éstos haciendo que se modifiquen las propiedades fisicoquímicas del suelo.</p> <p>Durante la operación de la vía estas mismas</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 21 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| SUELO | |
|--|---|
| Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| <p>cual altera su capacidad productiva.</p> <p>De igual forma el desarrollo de la actividad pecuaria genera cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo debido a los aportes de materia fecal generada por el ganado, así como por el impacto físico que tiene el pisoteo de las reses en el suelo que genera pérdida de su estructura.</p> | <p>sustancias pueden ocasionar este impacto como producto de los vehículos que se movilizan por la vía y de las actividades de mantenimiento, en donde se generan residuos sólidos y líquidos.</p> <p>El movimiento y remoción del suelo a fases profundas y el vertimiento o escorrentía de materiales de construcciones como arenas, cemento y productos químicos fuera del área de trabajo designado afectan las propiedades físicas y químicas del suelo.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>Se presenta a lo largo de toda la vía actual. Los aportes de materiales no degradables arrojados desde los vehículos se aprecian a borde de vía donde se acumulan.</p> | <p>En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo del corredor vial y obras de drenaje en donde se conformen taludes.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <p>Calificación ambiental (CA) -3.8 Impacto ambiental de baja importancia</p> | <p>Calificación ambiental construcción (CA) -3.5 Calificación ambiental operación (CA) -3.8 Impacto ambiental de baja importancia</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación actual la calificación del impacto es baja teniendo en cuenta que las actividades que ocasionan este impacto tienen una larga duración y una baja magnitud, por lo tanto el posible cambio que se ha generado en las propiedades fisicoquímicas del suelo, a lo largo de tiempo ha sido paulatino.</p> <p>El impacto tiene una valoración igual para el escenario con proyecto teniendo en cuenta que todos los insumos de construcción sean pétreos o agregados, generan un porcentaje de material particulado que es arrastrado por el viento o la escorrentía hacia zonas de drenaje y suelos adyacentes al frente de obra, sumado a lo anterior los residuos sólidos y derrames accidentales de productos químicos (combustibles, lubricantes, aceites, etc.) o el mal manejo de sus envases producen un impacto no fácilmente previsible ni cuantificable. Se presupone que las acciones antes mencionadas de contaminación serán producto de acciones fortuitas y mitigables siempre que se practiquen las medidas preventivas dentro de la obra para el control de derrames, y se haga una correcta disposición de los desechos de la obra.</p> <p>El impacto generado por el proyecto es recuperable a mediano plazo y su permanencia es temporal dependiendo del elemento y cantidad vertida, además el riesgo de afectación se mantendrá solo por el tiempo mientras se realizan las actividades constructivas.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 22 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos

| SUELO Generación de procesos erosivos | |
|--|---|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>La actividad agropecuaria es la que potencialmente puede generar procesos erosivos del suelo, así como en las zonas que se encuentran sin uso y las actividades antrópicas.</p> | <p>Las actividades de construcción de la variante asociada con la EI descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones, cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME).</p> <p>En la construcción de otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes) y la conformación de ataguías.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>Las actividades antrópicas asociadas a labores agropecuarias propician la generación de procesos erosivos como consecuencia del inadecuado uso del suelo, en donde al no implementarse las medidas de manejo adecuadas se propicia la pérdida y arrastre de suelo por acción del viento y agua al dejar desprovistas de cobertura vegetal áreas en las cuales se han desarrollado actividades productivas previamente</p> <p>En áreas que han sido aprovechadas y que en este momento no tienen un uso determinado, en su mayoría se encuentran desprovistas de cobertura vegetal arbustiva o boscosa, en las que se encuentran rastrojos bajos y altos aislados asociados a pastos, las cuales no brindan una protección adecuada al suelo intervenido del efecto ocasionado por agentes erosivos.</p> | <p>La construcción de la nueva calzada puede generar procesos erosivos en las zonas en donde se conformen taludes por el corte o disposición de materiales tal y como sucede a lo largo del corredor vial en la cual deben implementarse las medidas de restauración y cubrimiento que impidan la generación de procesos erosivos por viento, lluvia y escorrentía.</p> <p>El descapote y remoción de la cobertura vegetal pueden propiciar la desestabilización de áreas adyacentes al área intervenida por la obra, lo cual por la acción de agentes erosivos puede ocasionar la pérdida de suelo al no contar con una cobertura que proteja a este de sus efectos.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>A lo largo de la variante, especialmente en las zonas dedicadas a la agricultura.</p> | <p>Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial y obras de drenaje en donde se generen movimientos de tierra y se mantengan el suelo descubierto o sin ningún tipo de cobertura ya sea natural o artificial.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| Calificación ambiental construcción (CA) -4.0 | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 23 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| SUELO | |
|---|---|
| Generación de procesos erosivos | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| Calificación ambiental (CA) -2.7 Impacto ambiental de baja importancia | Calificación ambiental operación (CA) -3.1 Impacto ambiental de baja importancia |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación actual la intensidad del impacto es baja, teniendo en cuenta las malas prácticas de manejo de suelo presentes en el panorama sin proyecto, las cuales son causadas por las inadecuadas prácticas pecuarias de la zona, donde no se implementan métodos adecuados para el control de erosión donde predomina la cobertura de pastos.</p> <p>Para la etapa de construcción, el impacto tiene una duración asociada al tiempo durante el cual se van a desarrollar las obras constructivas en donde deben implementarse practicas constructivas adecuadas, además de la construcción de las estructuras de estabilización de taludes y/o banca, y la empradización, las cuales deben garantizar el control de la erosión en los taludes conformados durante la construcción del corredor vial y obras de drenaje.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 24 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua

| AGUA Cambios en la calidad del agua | |
|---|---|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>Las actividades que potencialmente pueden generar cambios en la calidad del agua son las actividades agropecuarias, silvopastoriles y antrópicas asociadas a través de descargas puntuales o difusas de aguas residuales domésticas o industriales.</p> | <p>Las actividades la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de Infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones, cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido) , el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, la poda de árboles en derecho de vía, la empradización y la limpieza y entrega final.</p> <p>Durante la construcción de obras de drenaje las actividades que pueden generar este impacto son el perfilado (Conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo y la preparación de concretos para placas y fundida de estribos.</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto, las actividades que pueden generar cambios en la calidad del agua son la operación normal (Tránsito en las vías), el mantenimiento de obras de arte, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento y la recuperación de señalización vial, la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>Las actividades antrópicas asociadas a labores agropecuarias hacen aporte de sedimentos y residuos sólidos y líquidos que pueden generar cambios en la calidad del agua de cuerpos de agua cercanos a zonas en donde se desarrollan estas actividades.</p> <p>De la misma forma los asentamientos que se encuentran al lado de la vía existente no cuentan con sistemas de alcantarillado por lo cual hacen sus descargas al cuerpo de agua más cercano.</p> | <p>Durante la etapa de construcción y operación de la segunda calzada de la variante San Pedro de la Paz se puede propiciar el cambio de la calidad del agua como consecuencia del aporte de sólidos y otras sustancias vertidas directamente o transportadas por acción de la escorrentía, los cual puede ocasionar en el agua el aumento de la turbidez, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad, color y posiblemente cambios en el pH, el oxígeno disuelto, presencia de grasas y aceites y aumentos de la DBO y coliformes (totales y fecales) en el caso específico</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 25 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| AGUA | |
|--|--|
| Cambios en la calidad del agua | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| <p>Estos vertimientos ocasionan el desmejoramiento de la calidad del agua, por el aumento de DBO y la turbidez, así como del contenido de coliformes totales y fecales, y de sólidos en el agua, como se evidencia en los monitoreos de calidad de agua realizados en el cuerpo hídrico Caño Baúl.</p> | <p>de fugas de aguas residuales de los baños portátiles de los asentamientos provisionales en los frentes de obra.</p> <p>Estos aportes de sustancias contaminantes a cuerpos de agua también se pueden presentar en el desarrollo de las actividades en la construcción de puentes y otras obras de drenaje. Estas últimas son de especial interés teniendo en cuenta que las obras constructivas de la vía tienen un contacto directo con cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto en las cuales deben implementarse las medidas de manejo ambiental necesarias que permitan mitigar los efectos generados por el aporte de cualquier tipo de material o sustancia proveniente del proyecto.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial.</p> | <p>Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial en los puntos donde el proyecto cruza cuerpos de agua superficial y en el Caño Baúl.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <p>Calificación ambiental (CA) -3.3 Impacto ambiental de media importancia</p> | <p>Calificación ambiental construcción (CA) -2.3 Calificación ambiental operación (CA) -1.5 Impacto ambiental de baja importancia</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación actual la calificación del impacto es media, teniendo en cuenta que actualmente se vierten residuos sólidos y líquidos a los cuerpos hídricos del AID lo que ha alterado la calidad de agua de las mismas.</p> <p>Para la etapa de construcción y operación, la calificación del impacto es de baja importancia, si se tiene en cuenta que la duración y evolución del mismo es baja, sin embargo deben implementarse las medidas de manejo que garanticen el mínimo aporte de cualquier material o sustancia a los cuerpos de agua cercanos al área de influencia del proyecto. En la ocurrencia de algún evento de derrame debe hacerse la implementación rigurosa de los procedimientos aplicables de manera que el impacto sea mitigable.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 26 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen de caudales

| AGUA Alteración del régimen de caudales | |
|--|---|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Las actividades que potencialmente pueden generar cambios en la calidad del agua son las actividades agropecuarias y antrópicas asociadas a las demandas de agua generadas por el desarrollo de estas actividades ya sea para consumo, lavado, riego de cultivos o ganadería. | Este impacto se presenta durante el desarrollo de las actividades de construcción de la vía asociadas a la demanda de agua para la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca) y la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido). En la operación las actividad se refiere a la preparación de concretos para placas y fundida de estribos. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Las actividades antrópicas asociadas a labores agropecuarias ejercen una presión sobre el recurso hídrico al hacer uso de los cuerpos de agua superficial cercanos cuando no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua ya sea potable o para actividades productivas en sistemas de riego o cualquier uso asociado a estas. | Durante la etapa de construcción de la variante San Pedro de la Paz se puede generar presión sobre el recurso hídrico para la preparación de concretos necesarios para la construcción de diversas estructuras, para el riego de áreas en las cuales debe evitarse el arrastre de materiales por acción del viento, para la hidratación de materiales provenientes del descapote, entre otras. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial. | En el cuerpo hídrico que atraviesa la variante que son de orden menor y en el Caño Baúl. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| Calificación ambiental (CA) -1.9 Impacto ambiental de muy baja importancia | Calificación ambiental construcción (CA) -2.1 Calificación ambiental operación (CA) -1.1 Impacto ambiental de muy baja importancia |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| El escenario sin proyecto establece que el impacto se presenta con una intensidad baja, en la medida que por las condiciones climáticas adversas (épocas de verano fuertes) disminuyan los rendimientos hídricos de las corrientes. | |
| En la situación con proyecto deben implementarse las medidas de manejo que garanticen el mínimo impacto en la dinámica del cauce de los cuerpos de agua que se localizan en el área de influencia directa e indirecta, garantizando que el agua que va a ser concesionada para el proyecto no presente un conflicto con la otorgada previamente por medio de esta figura para otros usos de la zona. | |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 27 / 165 | |

Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico

| AGUA |
|--|
| Alteración del régimen sedimentológico |
| Situación Actual (Sin proyecto) |
| No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto. |
| Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA |
| <p>Las actividades de construcción durante las cuales puede generarse este impacto son el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones, cortes, la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca).</p> <p>En la construcción de obras de drenaje, las actividades que podrían generar este impacto son el perfilado (Conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo y la fundición de pilotes en concreto in situ.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE |
| Alteración del equilibrio entre el suministro y transporte de sedimentos de las corrientes, que se manifestaría en procesos de agradación o degradación del lecho, acompañado por procesos erosivos. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO |
| En el área de influencia directa a lo largo del corredor, en los puntos de interferencia con la red de drenaje superficial y en el área de influencia directa e indirecta, sobre las corrientes en la zona de construcción de puentes y otras obras de drenaje. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO |
| <p>Calificación ambiental (CA) -4.1 Impacto ambiental de baja importancia</p> |
| RESULTADOS |
| En la situación futura la intensidad del impacto es baja la cual debe ser manejada por medio de medidas constructivas y ambientales adecuadas de manera que se eviten en lo posible cualquier tipo de aporte a los cuerpos de agua superficial, así como la adecuada implementación de los procedimientos planteados en caso de presentarse un evento en el cual se agreguen sedimentos a los mismos. |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 28 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica del cauce

| |
|--|
| AGUA |
| Alteración de la dinámica del cauce |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> |
| No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto. |
| <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA |
| En la construcción de otras obras de drenaje por la conformación de ataguías en sacosuelo. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE |
| Alteración de la dinámica del cauce de los cuerpos de agua que son cruzados por el proyecto puede generar la divagación de las corrientes manifestado en procesos erosivos y de socavación. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO |
| En el área de influencia directa a lo largo del corredor, en los puntos de interferencia con la red de drenaje superficial y en el área de influencia directa e indirecta. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO |
| Calificación ambiental (CA) -3.5 Impacto ambiental de media importancia |
| RESULTADOS |
| En la situación con proyecto la calificación del impacto es media, teniendo en cuenta que es necesario realizar la rectificación o amplificación, dependiendo el caso, de las obras de drenaje de los cuerpos hídricos que son cruzados por la variante, lo cual debe ser manejado por medio de medidas constructivas y ambientales adecuadas de manera que se eviten en lo posible cualquier tipo de alteración innecesaria de los cauces y evitar la posible generación de inundaciones, así como la generación de procesos erosivos y de socavación del lecho o las orillas de los cuerpos de agua. |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 29 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Ocupación del cauce

| AGUA Ocupación del cauce | |
|--|--|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| En la situación actual puede llegar a generar este impacto por la actividad antrópica. | La actividad de construcción durante la cual se presente este impacto es en el construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca) y fundición de pilotes en concreto in situ (boxes y alcantarillas). |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| La actividad antrópica asociada a la construcción de obras hidráulicas. | Durante la ejecución del proyecto, por la construcción de obras hidráulicas (boxes y alcantarillas). |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| A lo largo de la vía existente a la presencia de alcantarillas, cunetas y box culvert. | Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial, donde es necesario reforzar y extender o construir obras hidráulicas (boxes y alcantarillas). |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| Calificación ambiental (CA) -1.6 Impacto ambiental de baja importancia | Calificación ambiental (CA) -2.3 Impacto ambiental de baja importancia |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| En la situación actual la intensidad del impacto es baja, teniendo en cuenta que existen obras hidráulicas en la vía existente. | |
| El impacto tiene una duración asociada al tiempo durante el cual se van a desarrollar las obras constructivas en donde deben implementarse practicas constructivas adecuadas, específicamente para las obras hidráulicas nuevas, por reemplazar y prolongar. | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 30 / 165 | |

- **Componente Biótico**

Tabla 5-15 Evaluación de impactos ambientales– Cambio en la calidad perceptual del paisaje

| PAISAJE | |
|--|---|
| Cambios en la calidad perceptual del paisaje | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>Las actividades, que se derivan de la presencia de la vía actual y del Corregimiento San Pedro de la Paz, como son la ganadería y la agricultura afectan el paisaje de la zona.</p> | <p>Durante la fase de pre-construcción la alteración o afectación negativa del paisaje está dada por el desarrollo del Replanteamiento topográfico, señalización y demarcación de seguridad vial; mientras que durante la fase de construcción la afectación sobre el paisaje se dará por las actividades relacionadas con el descapote y remoción de vegetación, excavaciones, movimientos de tierra, disposición de material, construcción de obras de arte, poda de árboles en el derecho de vía, empedrado y limpieza y entrega final, estas tres últimas evaluadas como impactos positivos sobre este componente ambiental.</p> <p>Por otro lado, en etapa de operación y mantenimiento del proyecto vial, se considera como impacto positivo el mantenimiento de la vegetación de derecho de vía a realizar una vez se encuentre en operación la doble calzada.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>En la variante del Caserío San Pedro de la Paz la calidad perceptual del paisaje, está asociada a un paisaje rural, en el cual predomina la cobertura de pastos enmalezados para el desarrollo de la actividad ganadera. Además existe tejido urbano discontinuo, que genera una rápida velocidad de ampliación de estas áreas, siendo cada vez menores los espacios naturales y los parches de bosque natural.</p> <p>El cambio que generan estas actividades en el paisaje natural tiene un rango de valor medio para el componente paisajístico del área de influencia del proyecto, donde la mayor incidencia se da por el aumento de las fronteras agrícolas y pecuarias, dado que es la tendencia a lo largo del proyecto vial.</p> | <p>El paisaje del corregimiento, se encuentra sometido de manera continua a cambios por la influencia de factores naturales y de manera más drástica por factores antrópicos; en este caso por la construcción de la Variante en el Caserío San Pedro de la Paz, influirá en la alteración del paisaje típico de la zona, el cual en el área a intervenir está conformado por Tejido Urbano Discontinuo, Pastos Limpios y arbolados, Vegetación secundaria y pequeños parches de Bosques Riparios.</p> <p>El mayor momento de impacto sobre el componente paisaje se dará durante la etapa constructiva, considerando la diversidad de actividades a realizar donde el descapote y aprovechamiento forestal así como la operación de maquinaria y equipo pesado incidirán de manera drástica en este</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 31 / 165 |

| PAISAJE | |
|--|---|
| Cambios en la calidad perceptual del paisaje | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| | <p>componente. Sin embargo una vez finalizadas las obras se presentaran medidas de mitigación, relacionadas con la adecuación paisajista del área intervenida y realzar de manera significativa la calidad perceptual del paisaje, conectándolo de manera funcional a las coberturas ya establecidas y que corresponden al área de influencia indirecta del proyecto.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>El impacto sobre el paisaje se presenta principalmente sobre el área de influencia de la vía, y las áreas cercanas a la misma donde las actividades de ganadería y agrícolas se hacen evidentes.</p> | <p>El impacto se presenta sobre el área de influencia directa del proyecto, al cambiar las coberturas será más evidente y tendrá mayor magnitud en los espacios relacionados a coberturas vegetales como lo son pastos limpios, enmalezados, bosques así como cuerpos de agua. Momentáneamente será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de valores paisajísticos y ambientales, principalmente por las actividades de descapote, operación de maquinaria, excavaciones y cortes, donde el impacto está determinado por la alteración e intervención de las características paisajísticas del entorno inmediato del sitio de construcción de variante.</p> <p>El diseño paisajístico para el manejo y empradización de las franjas ambientales laterales, siembra del cordón de árboles después de la franja ambiental, siembra de arbustos en los separadores viales, traerá un beneficio ambiental positivo.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <p>La importancia ponderada para el impacto relacionado con cambios en la calidad perceptual del paisaje sin proyecto es Media, teniendo en cuenta que de las actividades contempladas, las pecuarias y agrícolas son las actividades que mayor afectación causan sobre el paisaje.</p> | <p>La importancia ponderada para el impacto relacionado con cambios en la calidad perceptual del paisaje con proyecto en etapa de pre-construcción se considera como bajo, mientras que en etapa de construcción se considera como un impacto negativo Medio y no mitigable, sin embargo con las medidas de empradización y adecuación paisajística de los separadores y mantenimiento de la empradización en el derecho de vía durante la etapa de operación tendrán un efecto positivo para la percepción paisajística de la zona de influencia de la variante Caserío</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 32 / 165 |

| PAISAJE | |
|---|---|
| Cambios en la calidad perceptual del paisaje | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| | <p>San Pedro de la Paz, en especial durante su etapa operativa, en el término en que las medidas de adecuación paisajística se lleven a cabo y la vegetación sembrada para tal fin, se establezca apropiadamente. Se tiene que las actividades de Descapote y excavaciones y cortes presentan impactos negativos muy altos los cuales deben ser tenidos en cuenta para realizar las acciones necesarias para controlar en parte estos impactos.</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En general, la alteración paisajística y fragmentación de coberturas sobre la zona, es un escenario que se ha venido presentando por la ampliación acelerada de la frontera agrícola y pecuaria. En el paisaje predominan los pastos limpios y el tejido urbano discontinuo. El escenario con proyecto representa un impacto negativo en su fase constructiva, por las actividades propias que serán desarrolladas relacionadas con la intervención para la construcción de la variante, el descapote y aprovechamiento forestal de la franja de vegetación que se encuentre allí establecida, así como la construcción de diversas obras y adecuaciones hidráulicas, en su fase operativa el arreglo paisajístico propuesto permitirá el restablecimiento y mejora de la cobertura lineal de protección ambiental, la empradización de áreas anteriormente desprovistas de vegetación y permitirá dar uniformidad y estructura al corredor vial en su totalidad, dándole un impacto positivo al paisaje de la zona.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 33 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-16 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre

| ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE | |
|--|---|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>Existen las actividades propias generadas de la presencia del Caserío, como lo son la agricultura, la ganadería y las actividades conexas a estas. Lo que origina que exista una pérdida de vegetación terrestre acelerada debido a la ejecución de estas actividades y al cambio de uso del suelo.</p> | <p>La etapa de construcción de la variante las actividades de descapote y remoción de la vegetación, la disposición de los materiales en los sitios de disposición, la empradización entre otras generaran un impacto negativo sobre la vegetación terrestre.</p> <p>La poda de árboles de derecho de vía y el mantenimiento de la vegetación, son dos actividades de manejo positivas sobre la vegetación existente.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>Al predominar las coberturas de pastos limpios y tejido urbano discontinuo, el impacto que generan las actividades actuales se da de manera progresiva en las unidades de cobertura vegetal, disminuyendo considerablemente la composición florística original y aumentando el dominio de especies forrajeras y frutales. Esto se ve reflejado en la poca representatividad de la cobertura boscosa, representada en parches que no mantienen una conectividad espacial, pero que en su mayoría están asociados a drenajes.</p> <p>De este modo, los impactos relacionados con los cambios en la cobertura vegetal y afectación del bosque secundario se manifiestan en aspectos relacionados con la pérdida de la diversidad florística de la zona</p> | <p>La remoción de la cobertura vegetal existente genera un impacto ambiental negativo e irreversible, sin embargo se deben considerar dos aspectos importantes; el primero hace referencia a la dominancia en el área de estudio de especies asociadas a sistemas agrícolas y pecuarios, por lo cual aunque el impacto es negativo, la magnitud de este sobre la composición florística es baja si lo evaluamos el nivel de intervención que actualmente presenta; segundo con las medidas a implementar de recuperación y compensación, se busca aumentar de forma significativa la diversidad florística con especies que no solo mejoran la calidad perceptual del paisaje sino que también forman corredores biológicos que aumentaran de forma considerable la conectividad ecológica de la zona, en un mediano plazo.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>El impacto de la pérdida de la vegetación arbórea se manifiesta en toda el área de estudio, y este va aumentando a medida que aumenta el tejido urbano discontinuo y se amplían las fronteras agrícolas y pecuarias.</p> | <p>El impacto se presenta sobre el área de influencia directa de la Variante Corregimiento San Pedro de la Paz, con mayor magnitud en los parches de bosque ripario así como en los fragmentos de vegetación Secundaria. La magnitud del impacto será menor en las áreas que están asociadas a coberturas de pastos.</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 34 / 165 |

| ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE | |
|---|--|
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| | <p>Inicialmente será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de paisaje, asociado con los árboles como el indicador más visible. La actividad de remoción de la vegetación generará impactos derivados por su movilización hacia sitios de disposición y, en la adecuación de estos mismos sitios.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <p>La importancia ponderada para el impacto negativo de alteración de la vegetación terrestre en la situación sin proyecto es Medio.</p> | <p>La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto, durante las fases de pre-construcción y construcción, generan un impacto inicial negativo Medio, debido al grado de alteración de la vegetación que actualmente presenta la zona, y un impacto negativo muy alto en lo relacionado al descapote, el cual se ve compensando durante la fase de operación con los planes de revegetalización, adecuación y conformación morfológica a realizar sobre las áreas de intervención.</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>Al hacer la revisión del estado en el que se encuentran la vegetación terrestre en el área de influencia de la variante Caserío San Pedro de la Paz, en busca de fragmentos importantes de bosque solo es posible encontrar vegetación dominada en su mayoría por especies forrajeras y frutales, la cobertura presente se asocia a rondas hídricas, siendo evidente que las coberturas de bosque han ido disminuyendo, principalmente por el aumento de la frontera agrícola o de ganadería extensiva, siendo este el mayor uso que se le da al suelo, por lo que las coberturas dominantes corresponden a pastos en general, por todo lo anterior es de esperarse que la conectividad de la zona este en mal estado.</p> <p>Con la aparición del proyecto el cambio de uso pasara de pastos limpios a la presencia de la Variante, intervención que no se verá reflejada en la perdida de conectividad ya que la cobertura boscosa existente está rodeada de pastos limpios, enmalezados y vegetación secundaria en su mayoría, por lo cual la implementación del plan de restauración sobre esta zona, no solo aumentara la composición florística sino que también aumentara la funcionalidad ecológica.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 35 / 165 | |

Tabla 5-17 Evaluación de impactos ambientales– Afectación de la biota acuática

| ECOSISTEMAS | |
|--|--|
| Afectación de la biota acuática | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>La mayoría de las actividades antrópicas que se encuentran relacionadas con descargas puntuales o difusas de aguas residuales domésticas o industriales afectan negativamente los cuerpos de agua disminuyendo la concentración de oxígeno y cambiando el pH afectando negativamente la supervivencia de los organismos acuáticos. Por otro lado las captaciones de agua no reglamentadas, actividades establecidas dentro los usos del agua, interfieren en el caudal y torrencialidad afectando el entorno físico del ecosistema acuático, modificando las actividades y comportamientos de algunos individuos. Adicionalmente la implementación de insumos agrícolas también presenta afectación dentro de la zona, modificando las condiciones naturales del agua afectando negativamente la biota acuática.</p> | <p>La afectación de la biota acuática se genera por la construcción del tramo vial a doble calzada lo cual deriva la intervención de cuerpos de agua, labores relacionadas con el perfilado y conformación de taludes, conformación de ataguías en saco-suelo, preparación de concretos y fundida de estribos, instalación de prefabricados, así como obras relacionadas con la construcción de obras de arte y obras hidráulicas, las cuales pueden generar contaminación y obstrucción del cuerpo de agua impidiendo el flujo de individuos a lo largo de los sistemas loticos. Durante la fase de operación se considera el mantenimiento de obras de arte y puentes.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>Desmejoramiento de la calidad del agua, en especial aumentos de DBO, DQO, pH, coliformes totales y fecales y aumento de turbidez, sólidos en el agua y aumento en la concentración de sustancias químicas (jabones y detergentes), inestabilidad en el desarrollo poblacional de las comunidades hidrobiológicas, equilibrio y cadenas tróficas por cambios abruptos en las condiciones de los ecosistemas derivados de descargas puntuales no manejadas de tipo doméstico, deterioro en la calidad del ecosistema, diversidad y abundancia de los individuos de fauna íctica, bentos y plancton.</p> <p>Impactos sobre el desarrollo de la vida acuática por captaciones de agua no legalizadas para regadío, bebedero de animales y actividades domésticas que además de alterar la calidad del agua, causan fluctuaciones en los caudales de agua mínimos requeridos para el sostenimiento de comunidades bióticas en estos ecosistemas.</p> | <p>Al efectuarse cambios o modificaciones al medio acuático, consecuentemente se afectarán las comunidades biológicas que residen de manera permanente en cauces o cuerpos de agua como el Río Baúl. Habrá pérdida de organismos bióticos en su mayoría invertebrados y microalgas que se adhieren a las rocas, de gran importancia para la dinámica de los ecosistemas acuáticos.</p> <p>Muchas de las corrientes pueden llegar a ser receptoras de afectaciones propias de las obras ya que se llevarán a cabo ampliaciones y mantenimientos de obras y demás, modificando las condiciones fisicoquímicas, lo cual afecta la calidad de agua requerida para la supervivencia de muchas comunidades biológicas, por lo cual puede haber reducción de las poblaciones de las mismas.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>Aguas arriba de la mayoría de las corrientes de agua que actualmente son cruzadas por el corredor vial existente y aquellas expuestas a los residuos de actividades de tipo antrópico (ganadería, aguas domésticas y uso recreativo).</p> | <p>Este impacto ocurrirá en todas los cuerpos de agua loticos menores donde se desarrollen trabajos aledaños, cuyos drenajes contaminados puedan llegar a las corrientes (Río Baúl), como residuos sobrantes de movimientos de tierra; vertimientos líquidos hidrofobicos (aceites, combustibles, lubricantes) y/o aguas residuales de campamentos provisionales.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 36 / 165 |

ECOSISTEMAS

Afectación de la biota acuática

Situación Actual (Sin proyecto)

La importancia ponderada para el impacto negativo de afectación de la biota acuática en la situación sin proyecto es **Medio**.

Situación futura (Con proyecto)

La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto (construcción y operación), se considera como un impacto negativo **Medio**.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Son mínimas las diferencias existentes entre el escenario sin y con proyecto, siempre y cuando se realicen desde el inicio de las obras control estricto de los procedimientos, aplicables con la finalidad de no contaminar ni afectar el medio hídrico y las comunidades biológicas asociadas a este y adecuar correctamente las obras hidráulicas.

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 37 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-18 Evaluación de impactos ambientales– Disminución en las poblaciones de la flora nativa

| ECOSISTEMAS | |
|---|---|
| Disminución en las poblaciones de flora nativas | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>La disminución en las poblaciones de flora nativas en el área de estudio se encuentra influenciada en la actualidad con el desarrollo de actividades relacionadas con la presencia del Caserío san pedro de la Paz, implementación de actividades agrícolas y pecuarias, además de la tala, con fines de construcción de viviendas.</p> | <p>La disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas en un escenario con proyecto, se puede presentar durante la etapa constructiva con la ejecución actividades relacionadas con el descapote, las talas y remoción de la vegetación, la poda de árboles en derecho de vía, operación de maquinaria y equipo pesado y durante la operación de la variante con el tránsito que se generará sobre las vías.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>Hoy en día la pérdida de flora y fauna nativa en la zona, está determinada por el uso indiscriminado de los recursos naturales, el aprovechamiento de bosques y vegetación secundaria para obtención de madera y su uso de tipo doméstico y como adecuación de galpones para animales. De igual manera la expansión de las fronteras agrícolas y pecuarias ha propiciado la pérdida de coberturas con algún grado de conservación para dar paso a grandes extensiones de pastos principalmente.</p> <p>Por otro lado, la perdida de poblaciones de flora, afectara significativamente, la diversidad florística de la región, debido a que con la perdida de la flora, aparecerán especies generalistas, que son capaces de colonizar zonas degradadas, y desplazar a las especies nativas presentes en la zona, disminuyendo tanto la diversidad florística como genética de la zona.</p> | <p>La principal causa de pérdida de flora nativa, se encuentra ligada a la actividad de descapote y remoción vegetal, ya que además de la pérdida de elementos arbóreos y la intervención directa sobre las coberturas vegetales.</p> <p>Sin embargo para mitigar estos impactos se plantea dentro del arreglo paisajístico la siembra y recuperación de una franja ambiental manejada con elementos arbóreos que restituirán como complemento al impacto sobre el paisaje lineal, las cuales una vez instauradas podrán actuar como barreras vivas para aislar el ruido a lo largo del corredor vial; de manera adicional estas barreras serán adaptadas en los corredores donde se plantean pasos de fauna, otras de las medidas que mitigarán la pérdida de individuos de fauna por atropellamiento.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| <p>A lo largo del área de influencia. Áreas boscosas afectadas por la tala y uso indiscriminado de los habitantes de la zona, para la construcción de vivienda y galpones.</p> | <p>A lo del área de construcción de la Variante. Individuos y poblaciones de flora afectados por los impactos generados por la construcción del corredor vial.</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 38 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

ECOSISTEMAS

Disminución en las poblaciones de flora nativas

Situación Actual (Sin proyecto)

La calificación ambiental evaluada para el impacto de disminución en las poblaciones de flora nativas sin proyecto, es considerada como **Alta**, dado que hoy en día se presentan los efectos propios generados por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera así como la perturbación que implica la existencia del casco urbano.

Situación futura (Con proyecto)

La calificación ambiental evaluada para el impacto de disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas sin proyecto, es considerada como **Alta**, por lo cual se requiere de la implementación de medidas que mitiguen el incremento de los impactos ya evidenciados en el escenario sin proyecto.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Actualmente sobre la zona de influencia del proyecto se denota el impacto generado por la presencia de los asentamientos humanos, desarrollo de actividades antrópicas, corredores viales, entre otras actividades que han generado la disminución de las poblaciones de flora y fauna a lo largo del tiempo; con la construcción y operación de la variante vial, dichos efectos se verán incrementados en etapa constructiva principalmente por el descapote y aprovechamiento forestal y por aquellas actividades que generen ruido lo cual causará perturbación sobre los ecosistemas aledaños; en etapa operativa se generarán los mismos impactos que actualmente genera la presencia de la vía, aunque estos serán mitigados por la construcción de diferentes obras realizadas para este fin.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL S.A.S. Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 39 / 165 | |

Tabla 5-19 Evaluación de impactos ambientales– Efecto borde y barrera

| ECOSISTEMAS Efecto borde y barrera | |
|--|--|
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| <p>Efecto de borde y barrera generado por el desarrollo de actividades forestales, silvopastoriles, pecuarias, agrícolas y antrópicas relacionadas con los cambios o intervenciones sobre sistemas de bosques secundarios o rastrojos para la ampliación de zonas para pastoreo o cultivo, instalación de construcciones, entre otros.</p> | <p>El efecto de borde y barrera acentuado a partir de las actividades propias del desarrollo del proyecto (etapa de construcción) tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Relocalización de infraestructura existente - Descapote y remoción de la cobertura vegetal. - Excavaciones, cortes de terreno y posibles voladuras. - Construcción de obras de artes - Transporte y colocación de concreto. <p>Adicionalmente se contempla un posible incremento del efecto de barrera durante la fase de operación vial de la nueva variante.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>Las actividades forestales silvopastoriles y los sistemas agrícolas y pecuarios son de origen antrópico, consecuentemente con su implementación y desarrollo han transformado los ambientes naturales principalmente para la obtención de alimentos. Como consecuencia de ello, se ha generado la fragmentación del hábitat y el aislamiento de poblaciones de fauna silvestre.</p> <p>El efecto más significativo del efecto de borde es la fragmentación de hábitats naturales, afectando la disponibilidad de alimento y el potencial reproductivo de las especies de fauna silvestre.</p> <p>En el área donde se proyecta la construcción de la Variante San Pedro de La Paz se encuentran pequeños fragmentos vegetación secundaria inmersos en grandes matrices de pastos limpios dedicados a la ganadería o agricultura, generando esto bordes y barreras abruptos.</p> <p>La afectación de las coberturas boscosas a través del tiempo se evidencia en la actualidad por la prevalencia de especies generalistas (dispersoras y en algunos casos invasoras de hábitats alterados) que desplazan especies nativas y con altas probabilidades de penetrar al interior.</p> <p>Las especies de borde se sienten atraídas a estos nuevos hábitats y muchas de ellas son depredadoras de huevos o de</p> | <p>La construcción de la variante San Pedro de La Paz acentuará el efecto de borde existente en la actualidad en el área de estudio considerando que las vías causan un aumento en áreas marginales o de borde, más aun teniendo en cuenta que en actividades como el aprovechamiento forestal se presenta la pérdida de individuos arbóreos.</p> <p>Adicionalmente, el efecto barrera traerá consecuentemente limitaciones de desplazamiento a la fauna existente, bien sea por la imposibilidad de cruzar la nueva vía o por los atropellamientos que tiene lugar por la operación del nuevo corredor vial.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que si bien en la actualidad los hábitats de fauna existentes son limitados en el área donde construirá la variante, la creación de una nueva barrera (vía nueva) y la operación de la misma incrementarán la vulnerabilidad de las especies de fauna existente por el tránsito vehicular que se verá reflejado en la alteración de capacidad de dispersión y la movilidad de los individuos.</p> <p>Finalmente se debe tener en cuenta que la construcción de la Variante vial San Pedro de La Paz, generará la reducción de las áreas de cobertura vegetal importantes para la fauna silvestre por la</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 40 / 165 |

ECOSISTEMAS

Efecto borde y barrera

| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
|---|---|
| pichones o parásitos de nidos, lo que reduce el éxito reproductivo de las especies de interior. | intervención directa generada por los requerimientos constructivos de la misma. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Ecosistemas boscosos intervenidos y vegetación secundaria, inmersos en matrices de pastos y/o cultivos y ecosistemas fragmentados. | Ecosistemas de porte arbóreo y arbustivo que serán intervenidos para la construcción de la Variante San Pedro de La Paz. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| La calificación del impacto efecto borde y barrera generado por el desarrollo de actividades agrícolas, ganaderas y antrópicas en la zona es considerado como Bajo , puesto que se han modificado los ambientes naturales y se han cambiado por sistemas que impiden el flujo especies de fauna con requerimientos de hábitat específicos (es importante resaltar que aún se registran especies de fauna generalistas en su gran mayoría). | El impacto efecto borde y barrera, en el escenario con proyecto se estima con una calificación ponderada de Medio , siendo mayor una vez el proyecto vial entre en operación puesto que la probabilidad que tienen las plantas y las especies de fauna de intercambiar material genético y cruzar las vías se reduce ante el volumen de carros que transiten la variante. Cabe anotar que este impacto disminuirá con la implementación de medidas preventivas y mitigatorias que favorezcan el desplazamiento de especies faunísticas y disminuyendo la probabilidad de atropellamientos (señalización adecuada-creación de pasos de fauna para los diferentes grupos). |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>Actualmente sobre la zona de influencia del proyecto se denota el impacto generado por la fragmentación de ecosistemas y el marcado efecto borde producido por intervenciones de tipo antrópico, pecuario y agrícola especialmente, la presencia de corredores viales rectos ya existentes y la existencia de zonas urbanas que hacen uso contante de los recursos madereros que les ofrecen los relictos de bosques de galería, vegetación secundaria y riparia presentes en la zona. Sin embargo, aunque el desarrollo del proyecto (construcción de la vía Variante San Pedro de La Paz) acentuará este impacto de manera especial durante las actividades constructivas y primeros años de operación, se considera que con la implementación de medidas de manejo adecuadas tanto en la fase constructiva como operativa se prevendrán y minimizarán los posibles impactos que generen las actividades propias de la construcción y operación de la misma.</p> <p>Por otro lado, los impactos actuales (sin proyecto) sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de fauna incide en el efecto de barrera que representan los corredores viales y la existencia del casco urbano sobre la capacidad de dispersión o movimientos de las especies animales.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 41 / 165 | |

Tabla 5-20 Evaluación de impactos ambientales– Fragmentación de hábitat

| ECOSISTEMAS Fragmentación de Hábitats | |
|---|--|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| La presencia de la vía existente y el centro poblado junto con las actividades conexas a la presencia de este, han generado la fragmentación de los hábitats naturales presentes en la zona. | El impacto se presentara principalmente en las zonas donde se construirá la variante y las actividades que se realizaran como es la tala de arboles, el descapote y demás actividades necesarias para la construcción de la misma. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>La generación de fragmentación sobre las coberturas forestales principalmente, que son las que regulan la mayoría de los procesos ecológicos en los ecosistemas naturales del área de estudio, y que actualmente se encuentran disminuidas en proporción a las zonas destinadas a sistemas productivos como el levantamiento de ganado, y las actividades agrícolas, lo cual ha generado que parches de bosques queden fragmentados e inmersos en matrices de pastos limpios o arbolados y con posibilidades de conexión muy reducidas o nulas, que ha desembocado en disminución en la composición de especies e individuos presentes los fragmentos de bosque.</p> <p>Por tanto la implementación de las actividades productivas ha causado la división y reducción de ecosistemas trayendo consigo la disminución de hábitats naturales y la pérdida de biodiversidad, además de ocasionar problemas como modificaciones en los ciclos hídricos, cambios a nivel local de los regímenes de temperatura y precipitación.</p> <p>La reducción de hábitats es una de las principales amenazas a la diversidad biológica, ya que la fragmentación y aislamiento de las áreas, genera la desestabilización de poblaciones, afectando la riqueza y composición de especies en la zona, al punto tal que, en el área de intervención se identifican principalmente especies generalistas propias de ambientes intervenidos capaces de colonizar y desplazar otras especies por su capacidad de</p> | <p>Actualmente se evidencia esta fragmentación en la zona como un impacto marcado actualmente, con la construcción de la variante se incrementará dicha fragmentación en términos de las coberturas que serán intervenidas y la reducción de esos parches o fragmentos boscosos que hoy en día se establecen en la zona, que si bien se encuentran fragmentados y aislados, de alguna manera generan conectividad y corresponden a los relictos que permiten el sustento y movilización de la fauna silvestre, esto especialmente referido a los cordones de vegetación riparia,</p> |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 42 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| ECOSISTEMAS Fragmentación de Hábitats | |
|---|---|
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| sobrevivencia y aprovechamiento de los pocos recursos disponibles tras las diversas intervenciones. | |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| A lo largo del área de influencia de la vía, y del casco urbano, y las zonas donde se presentan las actividades de ganadería y agricultura principalmente. | En el área de influencia donde se construirá la variante y construcciones anexas, principalmente en las zonas de bosques riparios presentes en la zona de construcción. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| La calificación ponderada para la fragmentación de hábitats en etapa sin proyecto es considerada como Alta . | La importancia ponderada para el impacto fragmentación de hábitats, en el escenario con proyecto es de Alta . |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| Los impactos actuales referidos a la fragmentación de ecosistemas resultan ser importantes dado las intervenciones y crecimiento acelerado de la frontera urbana, agrícola y pecuaria. Por otro lado con la construcción de la variante San Pedro de la Paz, este impacto se incrementará en el sentido que se disminuirá el tamaño y funcionalidad de las coberturas a intervenir, para esto se proponen medidas de mitigación mediante la restauración de las coberturas vegetales asociadas a bosques secundarios, riparios y cuerpos de agua. | |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 43 / 165 | |

Tabla 5-21 Evaluación de impactos ambientales– Modificación de hábitats de fauna silvestre

| ECOSISTEMAS Modificación de hábitats de fauna silvestre | |
|---|---|
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| La modificación de hábitats en el área proyectada a construir la Variante San Pedro de La Paz se ha generado por la expansión a través del tiempo de actividades forestales, silvopastoriles, pecuarias, agrícolas y antrópicas (presencia relacionadas con los cambios o intervenciones sobre sistemas de bosques secundarios o rastrojos para la ampliación de zonas para pastoreo o cultivo, instalación de construcciones, entre otros. | La modificación de hábitats tendrá lugar durante la etapa constructiva de la Variante San Pedro de La Paz por actividades propias del desarrollo del proyecto tales como: Descapote y remoción de la cobertura vegetal; excavaciones, cortes y voladuras; movimiento de tierras y actividades de emperadización. Así como la operación normal de la vía durante la operación de la misma. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>La fragmentación de las coberturas vegetales reguladoras de la mayoría de procesos ecológicos en los ecosistemas naturales es un fenómeno que se ha venido desarrollando en el área donde se proyecta a construir la Variante San Pedro de La Paz a causa de la expansión de las fronteras de actividades antrópicas relacionadas con el manejo forestal, silvopastoril, pecuario y agrícola.</p> <p>Las actividades antrópicas mencionadas han generado que bosque o parches de bosques queden fragmentados e inmersos en matrices de pastos limpios o arbolados y con posibilidades de conexión muy reducidas o nulas, que ha desencadenado en la disminución en la composición de especies e individuos de fauna.</p> <p>Por lo anterior en el área a construir la Variante San Pedro de La Paz se identifican principalmente especies generalistas propias de ambientes intervenidos capaces de colonizar y desplazar otras especies por su capacidad de sobrevivencia y aprovechamiento de los pocos recursos disponibles tras las diversas intervenciones.</p> | La construcción de la variante San Pedro de La Paz, aunque si bien no se considera el generador principal de la fragmentación del ecosistema, si contribuirá a la misma en términos de afectación de las coberturas vegetales existentes y como consecuencia la reducción de parches o fragmentos de bosques y vegetación secundaria que hoy en día se registran en la zona. Si bien en la actualidad estos relictos se encuentran aislados, de alguna manera generan conectividad y son sustento para la movilización de la fauna silvestre. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Ecosistemas fragmentados por la implementación de sistemas pecuarios y agrícolas. | En las zonas de construcción del corredor vial Variante San Pedro de La Paz (obras de drenaje especialmente). |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| La calificación ponderada para la fragmentación de hábitats en etapa sin proyecto es considerada como Baja . | La importancia ponderada para el impacto modificación de hábitats, en el escenario con proyecto es de Media . |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| Los impactos actuales (sin proyecto) referidos a la fragmentación de ecosistemas resultan ser importantes dado las intervenciones y crecimiento acelerado de la frontera urbana, agrícola e implementación de actividades pecuarias. Por otro lado con la construcción de la Variante San Pedro de La Paz este impacto se incrementará en el sentido de que se disminuirá el tamaño y funcionalidad de las coberturas a intervenir. Es por esto que se proponen medias de manejo adecuadas y estrategias que propicien la movilidad de las especies sin limitarlas a permanecer en áreas con menor oferta en términos de refugio y alimentación, | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 44 / 165 | |

| ECOSISTEMAS | |
|---|---|
| Modificación de hábitats de fauna silvestre | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| La modificación de hábitats en el área proyectada a construir la Variante San Pedro de La Paz se ha generado por la expansión a través del tiempo de actividades forestales, silvopastoriles, pecuarias, agrícolas y antrópicas (presencia relacionadas con los cambios o intervenciones sobre sistemas de bosques secundarios o rastrojos para la ampliación de zonas para pastoreo o cultivo, instalación de construcciones, entre otros. | La modificación de hábitats tendrá lugar durante la etapa constructiva de la Variante San Pedro de La Paz por actividades propias del desarrollo del proyecto tales como: Descapote y remoción de la cobertura vegetal; excavaciones, cortes y voladuras; movimiento de tierras y actividades de empedradización. Así como la operación normal de la vía durante la operación de la misma. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| <p>La fragmentación de las coberturas vegetales reguladoras de la mayoría de procesos ecológicos en los ecosistemas naturales es un fenómeno que se ha venido desarrollando en el área donde se proyecta a construir la Variante San Pedro de La Paz a causa de la expansión de las fronteras de actividades antrópicas relacionadas con el manejo forestal, silvopastoril, pecuario y agrícola.</p> <p>Las actividades antrópicas mencionadas han generado que bosque o parches de bosques queden fragmentados e inmersos en matrices de pastos limpios o arbolados y con posibilidades de conexión muy reducidas o nulas, que ha desencadenado en la disminución en la composición de especies e individuos de fauna.</p> <p>Por lo anterior en el área a construir la Variante San Pedro de La Paz se identifican principalmente especies generalistas propias de ambientes intervenidos capaces de colonizar y desplazar otras especies por su capacidad de sobrevivencia y aprovechamiento de los pocos recursos disponibles tras las diversas intervenciones.</p> | La construcción de la variante San Pedro de La Paz, aunque si bien no se considera el generador principal de la fragmentación del ecosistema, si contribuirá a la misma en términos de afectación de las coberturas vegetales existentes y como consecuencia la reducción de parches o fragmentos de bosques y vegetación secundaria que hoy en día se registran en la zona. Si bien en la actualidad estos relictos se encuentran aislados, de alguna manera generan conectividad y son sustento para la movilización de la fauna silvestre. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Ecosistemas fragmentados por la implementación de sistemas pecuarios y agrícolas. | En las zonas de construcción del corredor vial Variante San Pedro de La Paz (obras de drenaje especialmente). |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| La calificación ponderada para la fragmentación de hábitats en etapa sin proyecto es considerada como Baja . | La importancia ponderada para el impacto modificación de hábitats, en el escenario con proyecto es de Media . |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| Los impactos actuales (sin proyecto) referidos a la fragmentación de ecosistemas resultan ser importantes dado las intervenciones y crecimiento acelerado de la frontera urbana, agrícola e implementación de actividades pecuarias. Por otro lado con la construcción de la Variante San Pedro de La Paz este impacto se incrementará en el sentido de que se disminuirá el tamaño y funcionalidad de las coberturas a intervenir. Es por esto que se proponen medias de manejo adecuadas y estrategias que propicien la movilidad de las especies sin limitarlas a permanecer en áreas con menor oferta en términos de refugio y alimentación, | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 45 / 165 |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 46 / 165 | |

- Componente Social

Teniendo en cuenta que las condiciones del componente socioeconómico varían de acuerdo con cada etapa del proyecto, para el análisis de impactos de éste componente, se tienen en cuenta de manera independiente las tres fases del proyecto, es decir, que la valoración relativa de cada impacto se presentará de manera discriminada para las etapas de pre-construcción, construcción y operación.

Tabla 5-22 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios

| INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios | |
|---|---|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Las viviendas de san Pedro de la Paz se encuentran ubicadas sobre el corredor de la vía nacional, ya que allí desarrollan actividades económicas relacionadas con el transporte. La cercanía de estos predios a la vía, puede generar daños y deterioro a la infraestructura de estas viviendas. | Las actividades como demolición de infraestructura existente y vivienda, transporte de materiales de construcción y disposición, movimiento de tierras y disposición de material. En este impacto tenemos en cuenta las viviendas aferentes al frente de obra, porque son las que tendrán afectación por vibraciones y cercanía al lugar de ejecución |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Afectación a la estructura y estabilidad de las viviendas por la constante vibración generada por los vehículos que transitan la vía e ingresan a San Pedro a los restaurantes y casetas. | Afectación de predios por cercanía al frente de obra. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| La situación descrita se presenta en el en el Caserío de San Pedro de la Paz | El impacto con el proyecto se produce en la zona de influencia directa del paso de la variante por el Caserío de San Pedro de la paz por el costado oriental por los predios de la finca de los Larrieta y hasta el acceso que conduce hasta la vereda Tierradentro |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3.2</i> Impacto ambiental de importancia baja | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4.1</i> Impacto ambiental Media para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4.6</i> Impacto ambiental Media para la etapa de construcción |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| En la situación actual sin proyecto se presenta la constitución de un caserío a bordo de carretera en el que Se presenta gran actividad comercial relacionada con la prestación de servicios a los trasportadores de carga pesada, la cual se presenta constante en el tiempo y sin gran aumento poblacional. | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 47 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios

Situación Actual (Sin proyecto)

Situación futura (Con proyecto)

Por otra parte, en la situación con proyecto, en la etapa de preconstrucción se prevé la afectación a 8 construcciones residenciales y 3 comerciales una de ellas en desuso, este impacto se califica de magnitud media ya que ninguno de los hogares identificados cuenta con un nivel de vulnerabilidad alto y las condiciones de vida de las familias son buenas. En la etapa de construcción se pueden generar afectación a las viviendas más cercanas al centro de obra, por vibraciones, ruido, material particulado, por lo cual se califica este impacto como medio y será monitoreado y controlado con las adecuadas medidas de manejo.

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 48 / 165 | |

Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad.

| INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad | |
|--|---|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| En el Caserío de San Pedro se presenta afectación a la movilidad debido al tráfico de automotores de carga pesada que circulan constantemente hacia los negocios existentes de los habitantes en la zona. | <p>En el desarrollo de la obra, un acceso veredal importante para el caserío ya que comunica con varias veredas y el colegio de todas estas. Pues este comunica con varias veredas con las cuales</p> <p>De igual manera tendrá una afectación media, en cuanto a las actividades generadas en el desarrollo de la obra. Estas actividades pueden ser relocalización de infraestructura, transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, movimientos de tierras, disposición de material sobrante y residuos.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Congestión vehicular en el paso del corredor vial, riesgo de accidentes, reducción del espacio para la movilidad por la presencia de negocios y su funcionamiento. | <p>La obra intercepta un acceso veredal hacia las veredas San Fernando y Tierradentro lo que genera una restricción puntual el desplazamiento de la población que habita en estos lugares.</p> <p>La población se desplaza por motivo de estudio y trabajo desde y hacia las veredas, situación que puede verse interrumpida de manera temporal.</p> <p>En este acceso se realizó un aforo de movilidad el cual evidencio que gran parte de la población se desplaza en moto y a pie principalmente a la escuela y a las haciendas donde laboran.</p> |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Caserío San Pedro de la Paz, actual corredor vial. | <ul style="list-style-type: none"> • Acceso veredal a Tierradentro y San Fernando. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <p><i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,2</i> Impacto ambiental media</p> | <p><i>Calificación Ponderada de Impacto (CPI) -2,1</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción</p> <p><i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,2</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción</p> <p><i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5,4</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la actual vía principal del Caserío, transitan constantemente carros grandes y pequeños como son tractomulas, camiones, buses de servicio público, entre otros que circulan a velocidades altas. Presentándose congestión en el tráfico, riesgo de accidentes y reducción del espacio para la movilidad por la presencia de negocios y casetas en zonas de derecho de vía</p> <p>Con la construcción se afectarán un acceso veredal que es empleado constantemente por la comunidad del sector de San Pedro y veredas aledañas, zonas que tienen una relación importante con el centro educativo y</p> | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 49 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad

Situación Actual (Sin proyecto)

las haciendas del sector donde laboran.

Situación futura (Con proyecto)

En la fase de operación y mantenimiento se presentará un impacto medio en este componente ya que se modificara la movilidad en el sector, positivamente debido a que la construcción de la segunda calzada y los retornos garantizaran el acceso al caserío y en general mejoraran las condiciones de movilidad

Se identifica un aspecto que puede ser negativo en torno a la movilidad peatonal, ya que el acceso que se menciona anteriormente, luego de la ejecución de la obra, quedara separado del caserío por la variante. Este impacto será controlado con las adecuadas medidas de manejo.

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 50 / 165 | |

Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios

| INFRAESTRUCTURA | |
|--|--|
| Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Actualmente, caserío de San Pedro, cuenta con redes de servicio de acueducto y energía eléctrica cerca a bordo de la vía actual, también cuentan con servicio de recolección de basura cada mes y pozos sépticos como sistema de disposición. | <p>En la fase de pre-construcción no se presenta ningún impacto.</p> <p>En la fase de construcción este tipo de afectación se puede generar por las actividades relacionadas con demoliciones de infraestructura y viviendas existentes, relocalización de infraestructura y servicios interceptados, movimiento de tierras (cortes, rellenos-compactación) y excavaciones y cortes.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| El servicio del acueducto se presenta con restricción en zonas y horarios porque el tanque no tiene capacidad para abastecer el total de la comunidad. Al igual sucede con la recolección de basuras, al no contar con este servicio, la población se ve obligada a quemar estos residuos a cielo abierto. | Restricción temporal en la prestación del servicio de acueducto por afectación del tanque elevado del acueducto veredal |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Este impacto se presenta todo el caserío | <p>Redes:</p> <p><u>Acueductos:</u> Afectación al tanque elevado donde se recolecta el agua</p> <p><u>Energía:</u> en el área de la variante no se identifican redes de energía eléctrica</p> |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,2</i> Impacto ambiental de media importancia de factor negativo | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -5,0</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la actual situación, es decir sin proyecto, caserío no cuenta con el 100% de cobertura de los servicios básicos como acueducto, alcantarillado, aseo y recolección de basuras, tampoco se cuenta con una gestión por parte de la comunidad o municipio para mejorar el tipo de servicios que actualmente se prestan.</p> <p>Con la construcción de la variante, temporalmente se harán cortes en el servicio de acueducto, por la afectación puntual al tanque elevado del acueducto, por lo que el impacto en la etapa de construcción se valora como de magnitud media, de carácter temporal que es mitigable con adecuadas medidas de manejo.</p> | |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 51 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-25 Evaluación de impactos sociales – Demanda de mano de obra y de servicios.

| ECONOMÍA Demanda de Mano de Obra y de servicios | |
|---|--|
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| En la zona de influencia del corredor vial la demanda de mano de obra se genera por el comercio que se encuentra en el sector, relacionado con el transporte | La construcción de la variante en el caserío de San Pedro, requerirá personal operativo. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| En San Pedro de la Paz, se encuentra en la vía principal casetas y restaurantes que son fuente primaria para los ingresos de varias familias del sector. | La construcción de la variante generará una nueva opción de trabajo en la zona de influencia directa e indirecta del proyecto, creando espacios para la vinculación de personal operativo, situación que beneficiara a las familias por el aumento de mano de obra. De igual manera se aumentara la demanda de servicios como hoteles, casetas y restaurantes lo que dinamizara la economía local durante el desarrollo del proyecto. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| En el caserío de San Pedro de la Paz | Borde externo del caserío de San Pedro de la Paz |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5,9</i> Impacto ambiental de importancia media de carácter positivo. | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4.2</i> Impacto ambiental de Media importancia positivamente para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4.4</i> Impacto ambiental Media importancia positiva para la etapa de construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 3.9</i> Impacto ambiental de media importancia positiva para la etapa de operación |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la actualidad la zona de influencia del proyecto, la demanda de mano de obra se presenta en la actividad y de comercio, no se identificaron empresas, proyectos actividades que generen suficiente demanda de mano de obra comparada con la oferta de trabajadores en la zona. De igual manera la población dedicada al comercio sobre la vía nacional, manifiesta que obtienen ingresos de acuerdo a las ventas realizadas en la jornada, arrojando resultados positivos ya que es una vía que constantemente es transitada.</p> <p>En la situación con proyecto se brindará una nueva alternativa laboral que vinculará personas de la zona en la etapa de construcción y que motivara la llegada de nueva población al en búsqueda de nuevas fuentes de empleo</p> <p>La situación se mantendrá en etapa de operación y mantenimiento ya que se garantizan los accesos y la movilidad que es necesaria para el sector comercial, el sector comercial del sector debe ser fortalecido con las adecuadas medidas de manejo</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 52 / 165 | |

Tabla 5-26 Evaluación de impactos sociales – Productividad del sector

| ECONOMÍA Productividad del Sector | |
|---|---|
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| En la actualidad se presentan importantes niveles de productividad, generada principalmente por las actividades comerciales sobre la vía nacional, así como la explotación pecuaria del sector | En la etapa de construcción las actividades de demolición y relocalización de infraestructuras, la interceptación de servicios, el transporte de materiales, pueden generar un impacto negativo en la economía y productividad de la actividad comercial del sector. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| La condición socioeconómica y productiva de los habitantes de San Pedro de la Paz, depende del comercio desarrollado sobre la vía, de la movilidad de los transportadores y principalmente en la zona de la variante depende de las actividades pecuarias que se desarrollan en el sector. | La productividad del sector se mantendrá durante la etapa de pre-construcción y construcción ya que las condiciones actuales permanecerán por el corredor existente |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Caserío San Pedro de la Paz | Sector oriental del Caserío San Pedro de la Paz |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5,1</i> Impacto ambiental de importancia media de carácter positivo. | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,3</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,6</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción <i>Calificación ambiental (CA) 4,2</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación. |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| En la situación sin proyecto, en el corredor vial se desarrollan importantes actividades comerciales productivas que son de carácter muy relevante para el sector en términos de economía y oferta laboral a la población, por lo que el impacto en la actualidad se valora como medio positivo. | |
| En la situación con proyecto, debido a la operación normal de la vía y el mejoramiento de la movilidad que ello conlleva, se generarán condiciones para el desarrollo normal de las actividades productivas que actualmente se presentan en el corredor vial, por lo que se califican estos impactos como medios de tipo positivo. Sin embargo en la etapa de operación y mantenimiento, se debe tener en cuenta la disminución del paso de automotores por la vía actual y que impactara el comercio local, este impacto debe ser tenido en cuenta y se debe implementar las medidas de manejo para el fortalecimiento de la actividad comercial en el sector. | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 53 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos

| ECONOMÍA | |
|---|---|
| Afectación de los ingresos | |
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| En la actualidad se identifican actividades ganaderas y agrícolas como las principales generadoras de ingresos de la población del sector. Por el centro poblado, las casetas son fuente primaria de ingresos por el paso de la vía principal. | Durante las etapas de pre construcción, construcción y operación se generarán procesos de contratación de personal para el desarrollo de actividades de carácter operativo. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Impacta positivamente a la población de la zona, generando fuentes de empleo e ingresos para los habitantes de la zona rural y urbana del municipio. | Con la ejecución del proyecto se vinculará personal del sector generando una afectación positiva a los ingresos de las familias. La construcción de la variante afectará la generación de ingresos y las condiciones de empleo en la actual zona comercial, por la desviación del tránsito que puede generar la variante, reduciendo el paso de vehículos en el corredor actual. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| En el caserío de San Pedro de la paz | En el Caserío de San Pedro de la paz y veredas cercanas |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 3.5 Impacto ambiental de importancia baja de carácter positivo. | Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4.0 Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción Calificación ambiental (CA) 4.2 Impacto ambiental baja importancia para la etapa de construcción Calificación ambiental (CA) 3.2 Impacto ambiental de Alta importancia para la etapa de operación |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| En la actualidad en la zona de influencia del proyecto se identifica población que genera sus ingresos a través de la vinculación a actividades pecuarias y de comercio dentro de la zona. | |
| En la situación con proyecto en la etapa de pre-construcción y construcción generara un impacto positivo debido a la contratación de mano de obra no calificada que se debe realizar en el sector. Sin embargo la contratación de esta mano de obra no se mantendrá en la etapa de operación, lo que generara disminución en los ingresos en una parte de la población. La comunidad que depende de la actividad comercial, mantendrá sus ingresos ya que se garantiza la movilidad y el ingreso desde y hacia el centro poblado. | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 54 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidente

| SOCIAL | |
|---|---|
| Generación de Riesgos de Accidentes | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| La generación de riesgos de accidentes es baja. Sin embargo la población tiene precaución, puesto que existe el riesgo por estar muy cerca de la vía nacional. | <p>La no señalización adecuada de la zona que se va a intervenir y la poca información que se pueda llegar a brindar a la población en una zona de alta movilidad puede generar riesgos de accidentes</p> <p>La demolición de infraestructura, descapote y remoción de vegetación, transporte de materiales de construcción y sobrantes de excavación, movimientos de tierra, construcción de obras de arte, perfilado, pintura y señalización, limpieza y entrega final. Mantenimiento de obras de arte, desinformación de restricción de accesos peatonales tradicionales, cambios en la señalización y flujos vehiculares.</p> |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Con atropellamientos si no se tiene cuidado al cruzar la vía nacional y accidentes de tránsito si no se conduce a una velocidad moderada. | Aumento en la accidentalidad del corredor principalmente durante la etapa de pre-construcción y construcción. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Se puede presentar sobre la vía nacional al paso por San Pedro de la Paz | El caserío y la zona de proyección de la variante de San Pedro de la Paz |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <p><i>Calificación Ponderada de Impacto (CPI) -3,0</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de sin proyecto.</p> | <p><i>Calificación Ponderado del Impacto (CPI) -1,4</i> Impacto ambiental de muy baja importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,8</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3,2</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de Operación</p> |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación sin proyecto se presenta una reducida accidentalidad en la zona, aunque la población manifiesta que se presentan comúnmente situaciones de peligro para los niños que van a pie al colegio.</p> <p>Para el caso de la situación con proyecto las restricciones temporales al tráfico, la presencia de maquinaria en la zona puede generar riesgos de accidente, el cual es reducible con adecuadas medidas de manejo, por ello se considera como un impactos de magnitud Media de carácter negativo</p> <p>En la fase de operación cambia la condición. La construcción de la doble calzada por fuera del centro poblado, reducirá la accidentalidad al alejarse la movilidad de tráfico automotor a altas velocidades de la zona de alta movilidad y tránsito de la población por eso se califica este impacto como de baja importancia y de carácter positivo para la etapa de operación y mantenimiento</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>ESTADOS UNIDOS</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 55 / 165 | |

Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud

| SOCIAL | |
|--|--|
| Cambio en las condiciones de salud | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Se identifica que la cercanía al constante flujo de vehicular a borde de vía genera disminución en las condiciones de salud por presencia de ruido y material particulado. | Las actividades de demolición de infraestructura existente, el transporte de materiales de construcción, excavaciones y disposición de material pueden generar un impacto medio en las condiciones de salud como consecuencia del material particulado, incremento de ruido y vibraciones. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Disminución en la calidad del ambiente de la población y aumento de IRAs en la temporada seca donde aumenta la presencia de material particulado. | Las emisiones de material particulado pueden generar algún tipo de afectación en las condiciones de la población, además del ruido, y las vibraciones. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Poblaciones a bordo de via san pedro de la Paz | En el caserío de San Pedro de la Paz |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| Calificación Ponderada de Impacto (CPI) -3,8 Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de sin proyecto. | Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -5,9 Impacto ambiental de alta importancia para la etapa de construcción Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3.7 Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de Operación |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación sin proyecto se identifica que la cercanía con la vía nacional genera afectaciones a la condición de la salud de la población, principalmente por emisiones de ruido y material particulado, este impacto se califica como negativo y de baja importancia.</p> <p>En etapa de construcción el material particulado generado por las obras, se considera un impacto negativo de magnitud media porque genera cambio en las condiciones de salud de la población. De igual manera, en la etapa de operación, dada la cercanía a algunos sectores del centro poblado, puede generar una afectación de bajo impacto para la población, las cuales se esperan disminuir con adecuadas medidas de manejo.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 56 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población

| SOCIAL | |
|---|--|
| Traslado de la población | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Actualmente no se identifican actividades que generen traslado de población | Compra de predios, demolición de infraestructura existente y vivienda y operación normal |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| No se genera impacto | Se genera desplazamiento de 9 familias y 3 establecimientos comerciales (1 de ellos en desuso), las cuales requieren traslado, así como afectación en la generación de ingresos. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| No se presentan | El las viviendas del sector del restaurante Donde alejo, en la maderera y cerca del tanque del acueducto en el caserío de San pedro de la Paz |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| No aplica | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -5.2</i> Impacto ambiental de media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -5.3</i> Impacto ambiental de media importancia para la etapa de construcción |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación sin proyecto no se presenta traslado de población por la presencia de la vía.</p> <p>En la etapa con proyecto se requiere el traslado de nueve familias en ninguna de ellas se califica una vulnerabilidad alta por lo que la situación que se califica como de impacto medio, este impacto debe ser monitoreado y mitigado para cada una de las familias.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 57 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad

| SOCIAL | |
|---|---|
| Conflicto con la comunidad | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Según afirma la comunidad en el caserío, existen buenas relaciones entre los vecinos y familiares, y hay ausencia de conflictos | Posibles conflictos en el proceso de negociación y compra de predios, además en el proceso de contratación de personal. Actividades propias de la Construcción: Demolición de infraestructura existente y viviendas, relocalización de infraestructura. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Ambiente tranquilo y adecuado manejo de las relaciones entre los miembros de la comunidad. | La falta de información sobre los diferentes procesos del proyecto, puede generar desconfianza, distorsión y/o mala interpretación sobre las actividades a ejecutar, ocasionando rechazo hacia proyecto por parte de la comunidad. La llegada de nueva población contratada puede generar dificultades para la inserción con la comunidad que ya se encuentra asentada |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Caserío San Pedro de la Paz | San Pedro de la Paz, específicamente en la zona aferente a la variante. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 3.5</i> Impacto ambiental positivo de Baja importancia | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3.3</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3.7</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3.2</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de operación |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| En la situación sin proyecto no se identifican conflictos en la comunidad, por eso se califica como positivo de baja importancia | |
| En la situación con proyecto pueden presentar conflictos en la comunidad, especialmente en aspectos como contratación de personal, compra de predios, traslado de redes, cambios en las costumbres sobre el uso del nuevo corredor, afectación a las actividades que generan ingresos. Ya durante la etapa de operación el mantenimiento en la zona o la llegada de nueva población, puede afectar la comunidad así como también el cambio de las actividades comerciales en el sector. Estos dos impactos se califican como negativos de baja importancia. | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 58 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas

| SOCIAL | |
|--|--|
| Generación de Expectativas | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Actualmente en la población presenta expectativas en cuanto a los proyectos que se realizan en el sector, principalmente los de carácter vial y de hidrocarburos. | Afectación a las condiciones socio-económicas de la población por construcción de la variante y cambio en la generación de ingresos de las actividades comerciales de la zona. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Genera expectativas en la comunidad con relación a posibles vinculaciones laborales y mejoramiento de los ingresos económicos de la población, además de mejorar su calidad de vida. | Las actividades de compra de predios pueden generar altas expectativas con relación a los precios de los inmuebles; igualmente la contratación de personal para la obra produce gran incertidumbre en la comunidad. también el cambio de las dinámicas económicas produce expectativas negativas en la población |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Todo el Municipio cimitarra ubicado a lo largo del corredor vial | San Pedro de la Paz, zona aferente a la construcción de la variante y la zona comercial de la vía actual |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 5.5</i> Impacto ambiental de Media importancia de clase positiva | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4.7</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,9</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de construcción |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la situación actual sin proyecto la principal expectativa de los habitantes de la zona, está referido a las posibilidades de empleo y desarrollo de la zona por los proyectos que el Municipio de Cimitarra. Además las empresas de hidrocarburos ya han generado inversión social en el sector, lo que provoca que la comunidad este pendiente de las inversiones por parte de las empresas.</p> <p>En la situación con proyecto se generarán expectativas debido a la vinculación laboral, por actividades como compra de predios y actividades propias de la obra. Situación que se califica como un impacto de magnitud media. En relación con la relocalización de infraestructura para el desarrollo comercial de la zona en la etapa de operación, la magnitud del impacto es media negativa teniendo en cuenta que la población manifiesta que la construcción de una vía alterna no genera muchos beneficios para los actuales comerciantes que se encuentran en el corredor vial nacional.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 59 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-33 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales

| SOCIAL | |
|---|--|
| Relaciones Sociales | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| En la situación sin proyecto no se generan impactos negativos debido a que actualmente las relaciones con los vecinos son buenas | En la situación con proyecto, los procesos de compra de predios, demolición de viviendas contratación de personal. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Buenas relaciones sociales en la comunidad. | La construcción de la variante puede afectar las relaciones sociales y comerciales por el desplazamiento de la movilidad vehicular y además porque parte de la población que se tendrá que reasentar en otra zona. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| Caserío San Pedro de la Paz | Caserío San Pedro de la Paz |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) 4,8</i> Impacto ambiental de importancia Media factor positivo | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3,2</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -3,6</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la actualidad manifiesta encontrarse arraigada a la zona y mantener buena relación con familiares y vecinos que habitan el sector. No se presentan conflictos por convivencia, linderos o algún otro tipo de situación según lo manifiesta la población</p> <p>Se considera que este impacto será bajo ya que las 11 familias afectadas podrían reasentarse en el caserío si así lo quisieran y restablecer las relaciones que se presentan actualmente con familiares, vecinos y el medio.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 60 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio.

| SOCIAL Relación con el territorio | |
|--|--|
| Situación Actual (Sin proyecto) | Situación futura (Con proyecto) |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Existe alta movilidad peatonal, desarrollo de actividades comerciales y pecuarias y arraigo de la población con el territorio. Además de interacción con el río Magdalena. | Lo genera la compra de predios, excavaciones y cortes y movimientos de tierra. |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| Actualmente la población depende económicamente de las actividades comerciales en la vía, aunque también mantiene relación con el río Magdalena en donde también realizan actividades de pesca y otras recreativas. | Cambios en las condiciones de movilidad y formas de subsistencia y traslado de población |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| San Pedro de la paz y áreas aledañas | Caserío de San Pedro de la Paz |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>Calificación ambiental (CA) 4,8</i> Impacto ambiental de importancia Media factor positivo | <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) -4,6</i> Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de pre-construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) .-3,7</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción <i>Calificación Ponderada del Impacto (CPI) .3,8</i> Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| <p>En la actualidad la relación con el entorno territorial es positiva, se destaca la relación entre las comunidades y las veredas cercanas, además de las interacciones con el río Magdalena y caños cercanos. Todos los usos y aprovechamientos son de carácter positivo</p> <p>En el momento de la construcción las dinámicas locales que se encuentran establecidas pueden verse afectadas y se verán reconfiguradas según la nueva constitución espacial del centro poblado en la etapa de pre-construcción y construcción, ambos impactos se califican como negativos cuyo impacto podrá ser mitigado con las adecuadas medidas de manejo. En el momento de operación los lazos con el territorio se restablecerán por lo que se califica como impacto positivo.</p> | |

| | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 61 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-35 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico

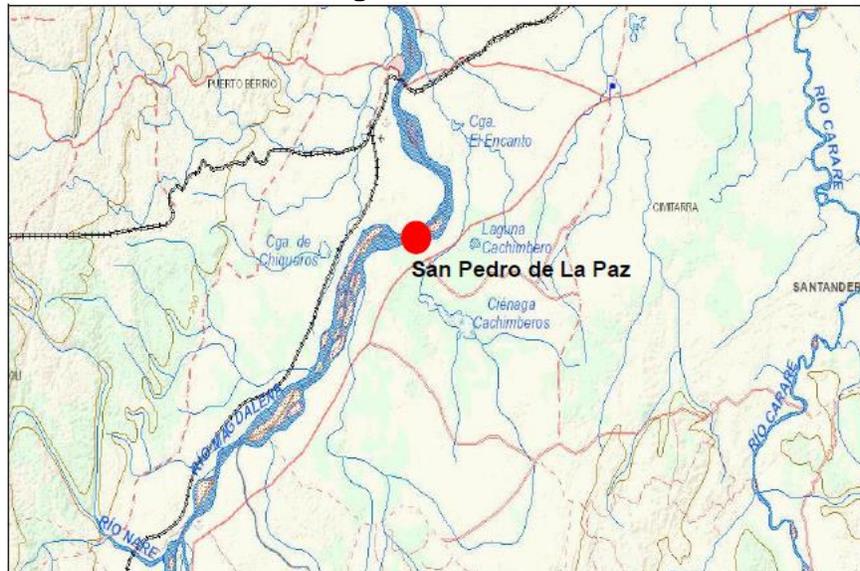
| SOCIAL | |
|---|---|
| Afectación al patrimonio Arqueológico | |
| <i>Situación Actual (Sin proyecto)</i> | <i>Situación futura (Con proyecto)</i> |
| ACTIVIDAD QUE LO GENERA | |
| Actualmente no se identifican actividades que generen afectación al patrimonio arqueológico | Excavaciones y cortes Movimiento de tierras |
| COMO IMPACTA EL AMBIENTE | |
| No se genera impacto | Durante los procesos de movimiento de tierras o excavaciones pueden hallarse vestigios arqueológicos. |
| DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO | |
| No se presentan | En la variante del corredor vial del centro urbano de San Pedro de la Paz. |
| VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO | |
| <i>No aplica</i> | <i>Calificación ambiental (CA) -2.5</i> Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción |
| COMPARACIÓN DE RESULTADOS | |
| Se destaca de acuerdo a los estudios arqueológicos realizados es posible que se encuentren zonas sensibles o de interés arqueológico que puedan ser afectadas por el proyecto. | |
| Sin embargo se considera como un impacto de carácter bajo y mitigable durante la etapa de construcción en donde se llevarán a cabo el respectivo monitoreo arqueológico. Además el proyecto considera las medidas preventivas y de manejo, entre ellas el desarrollo de labores de prospección, y labores de monitoreo en todo el trazado del proyecto, con el objeto de registrar todas las evidencias que por las condiciones ambientales y del terreno no pudieron ser detectadas durante las prospecciones. | |

5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS

El presente el análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos correspondiente a la variante del corredor principal del “Proyecto Vial Ruta del Sol, Sector 2: Puerto Salgar – San Roque” a su paso por el centro poblado San Pedro de la Paz (PR 13+400 y PR 13+880 de la Ruta 4511) en el municipio de Cimitarra (Santander). El tramo a licenciar se presenta en la siguiente ilustración:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 62 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Ilustración 5-1: Localización general de la variante San Pedro de la Paz



Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

El documento se enfoca al cumplimiento del numeral 6 del artículo 21 - Decreto 2820 del 2010, mediante el cual se recomienda elaborar el Estudio de Impacto Ambiental siguiendo los lineamientos contenidos en la “Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales”.

La valoración económica se llevará a cabo sobre la alternativa vial aprobada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y presentada en el documento del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el centro poblado San Pedro de la Paz.

El análisis contenido en este informe sobre beneficios y costos ambientales, socioeconómicos y culturales del proyecto corresponde a un análisis que usa información primaria en el caso de los agentes socioeconómicos afectados (sector transporte, viviendas, accidentalidad, etc.) e información secundaria de los beneficios que el proyecto traerá (tasas de reducción de accidentalidad, costos de transporte de carga por kilómetro, costos por restricción a la movilidad, etc.). La información secundaria utilizada fue documentada y analizada cuidadosamente, se trabajó con los valores de beneficios más bajos identificados en la literatura, esto convierte el cálculo de beneficios realizado en un cálculo conservador, los valores de beneficios calculados son el límite inferior de los beneficios esperados.

5.3.1 Metodología del Análisis Económico de Impactos.

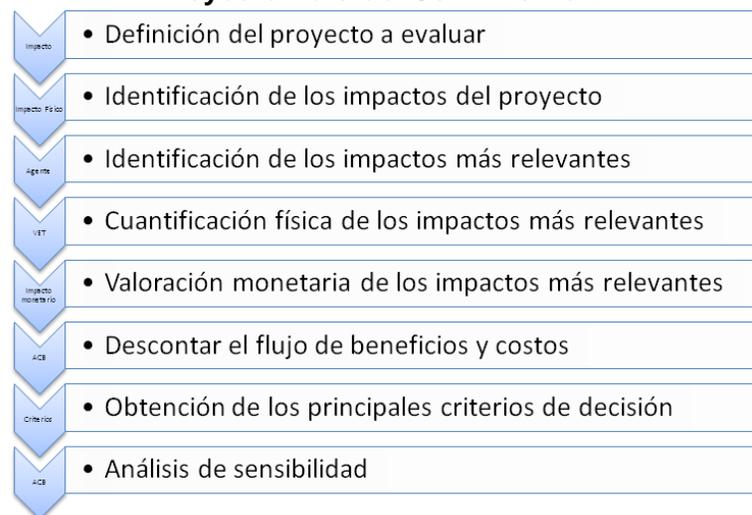
Para el desarrollo del numeral 6 del art. 23 del Decreto 2820 de 2010 referente al “Análisis Económico de Impactos Ambientales” se siguieron las recomendaciones metodológicas y directrices contenidas en la “Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)”. Adicionalmente, a fin de incorporar otros documentos, normas, directrices y recomendaciones del MAVDT, se tuvieron en cuenta los siguientes:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 63 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

- MAVDT (2003) “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales”.
- Decreto 2820 de 2010 “Por medio del cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”
- Resolución 1503 de 2010 “Por medio de la cual se adopta la metodología para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras disposiciones.”
- Términos de referencia específicos del proyecto.

De acuerdo con los anteriores documentos, para abordar de manera ágil, sistemática y documentada el proceso de análisis económico de los impactos ambientales, se deben seguir los siguientes pasos metodológicos (tomado textualmente de la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010)):

Ilustración 5-2. Pasos metodológicos para el análisis económico de impactos ambientales – Proyecto Ruta del Sol – Tramo 2.



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S con base en (MAVDT, 2010) Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.

Siguiendo la ilustración anterior, el análisis económico de impactos ambientales debe dar cabida a los siguientes pasos metodológicos:

- Definición del proyecto a evaluar: Esta definición realizada por el equipo de EIA en el capítulo 2 consiste en el paso inicial del análisis. Tiene por objeto una descripción general del proyecto, Ruta del Sol–Tramo 2, que incluye antecedentes, justificación, ubicación, área de influencia directa, área de influencia indirecta, necesidades de recursos naturales, identificación a grandes rasgos de los beneficios y costos del proyecto, entre otros aspectos relevantes. El equipo de AE incluyó de forma complementaria a la descripción del proyecto un contexto general del proyecto dentro de la dinámica de transporte de carga y de pasajeros en el país, esta se presenta en el numeral 5.3.2.12. del presente documento.
- Identificación de los impactos del proyecto: esta identificación fue adelantada por el equipo de EIA, durante esta etapa, el equipo de AE interactuó con el equipo de EIA. Esta interacción permitió adelantar parte del trabajo de AE de forma paralela al trabajo de EIA.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



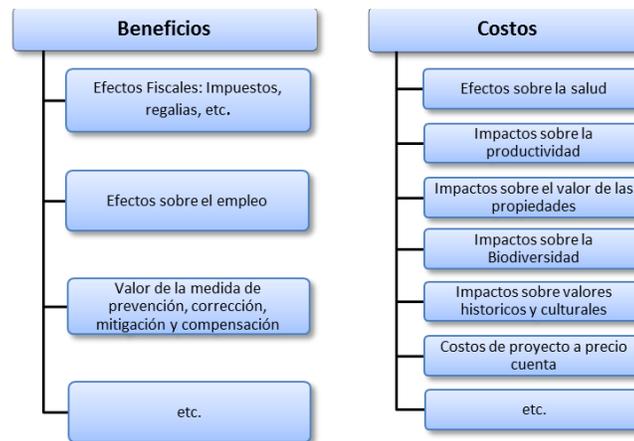
Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 64 / 165 |

- **Identificación de los impactos relevantes:** Esta constituye una etapa clave del análisis económico de impactos ambientales. Según la metodología del (MAVDT, 2010), no todos los impactos ambientales incluidos en la matriz de calificación de impactos ambientales deben ser valorados económicamente. Se debe establecer cuales impactos son relevantes para el AE. Muchos de ellos, frecuentemente son mitigables y controlables. La selección de impactos relevantes se adelantó mediante un proceso de Análisis de Lógica Difusa, en el cual el equipo de AE estableció criterios económicos adicionales para la selección de impactos relevantes.
- **Cuantificación física de los impactos más relevantes.** Los impactos relevantes identificados producen unos cambios en el medio físico, ambiental y socioeconómico, los cuales se calcularon a partir de la información del EIA, para el caso de impactos físicos ambientales o socioeconómicos medibles con la información recopilada por el equipo de EIA. En ocasiones estos cambios son estimados mediante la revisión de literatura nacional e internacional de medidas de impacto. Esto sucede donde no se contó con información veraz o donde la construcción de funciones dosis respuesta requiere de periodos de tiempo excesivamente largos o de recursos financieros y técnicos de modelación altamente cuantiosos.
- **Identificación de Agentes Económicos afectados:** Los cambios en el medio físico y ambiental identificados, priorizados y cuantificados en el numeral anterior, producen afectaciones a los agentes económicos. Estos agentes; hogares y productores, ven impactadas, de manera positiva y/o negativa, su función de utilidad (bienestar) y de producción (o de costos) respectivamente. En este paso metodológico el equipo de AE estudia y organiza la información de la identificación y caracterización de agentes que realiza el equipo de EIA y adiciona la información necesaria de los agentes para estimar monetariamente el valor de los impactos.
- **Valoración monetaria de los impactos más relevantes:** esta etapa constituye la valoración económica de impactos ambientales y socioeconómicos en sí. Consiste en la cuantificación monetaria de la afectación sobre los agentes económicos. Tal afectación monetaria puede manifestarse en pérdidas o ganancias de utilidad de los hogares y en deterioro o mejora de la función de producción, de costos o de beneficios de los productores. Para el caso específico del Proyecto -Ruta del Sol Tramo 2-, en el centro poblado, se recurrirá a estimaciones de las principales medidas de cambio en el bienestar con información primaria y a la técnica de transferencia de beneficios ambientales, la cual permite la transferencia de medidas de impacto de proyectos similares. Por lo anterior, el equipo de evaluación económica recopiló una serie de estudios que documentan los principales impactos económicos ambientales de proyectos de infraestructura vial. Los costos y/o beneficios identificados serán agregados para el área de influencia del proyecto (hogares, hectáreas, productores, etc.).
- **Descontar el flujo de beneficios y costos:** este paso consiste en la construcción del flujo anual de beneficios y costos del proyecto -Ruta del Sol Tramo 2-, en términos monetarios, de acuerdo con la siguiente guía ilustrativa:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 65 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Ilustración 5-3. Esquema de Beneficios y costos del Proyecto.



Fuente: (MAVDT, 2010) . Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales.

- Obtención de los principales criterios de decisión: a este nivel ya se cuenta con el flujo de beneficios y costos del proyecto. Utilizando una tasa de descuento adecuada (recomendada por las entidades públicas del orden nacional – DNP, MINTRANSPORTE- y del orden internacional – BID; Banco Mundial- se procederá al cálculo de los indicadores del análisis costo beneficio: VPNE (Valor Presente Neto Económico) y la RBC (Relación beneficio Costo).
- Análisis de sensibilidad: finalmente, el análisis económico de impactos ambientales incluye escenarios de modelación de los criterios de decisión contenidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010) teniendo en cuenta variaciones en los valores de tasa de descuento.

La tabla siguiente describe los pasos metodológicos que adelanta el equipo de AE de una manera desagregada.

Tabla 5.4.5-36 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE.

| PASOS METODOLÓGICOS | ACTIVIDADES |
|--|---|
| Definición y descripción del proyecto | Revisión de la descripción general del proyecto adelantada por el equipo de EIA, contextualización del proyecto para incluir agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA. |
| Identificación de los impactos del proyecto | Reuniones de trabajo con el equipo del EIA. |
| | Análisis integrado (Equipo EIA y equipo AE) de la matriz de calificación de impactos ambientales. |
| Identificación de los Impactos Relevantes para la valoración económica | Análisis ETR (Eficiencia Técnica Relativa) y Método de Lógica Difusa de los flujos de bienes y servicios ambientales. |
| Cuantificación de los cambios en los flujos de | Cuantificación física de los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados. |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 66 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

| PASOS METODOLÓGICOS | ACTIVIDADES |
|---|---|
| bienes y servicios provocados por los impactos relevantes del proyecto | |
| Caracterización de los Agentes Económicos afectados | Identificación de los agentes económicos afectados (hogares y productores) en el área de influencia puntual, directa e indirecta del proyecto según el análisis de EIA y de agentes por fuera de estas áreas que pudieran verse afectados positiva o negativamente de forma directa o indirecta por el desarrollo del proyecto. |
| | Revisión de la caracterización de los agentes económicos afectados realizada por el equipo de EIA, adición de características necesarias para la estimación del valor monetario de impactos. Caracterización de agentes económicos no caracterizados por el EIA. |
| Estimación de los Cambios en bienestar de los agentes económicos afectados. | Identificación de posibles metodologías de valoración a aplicar. Selección de la técnica de valoración. |
| | Estimación de modelo econométrico para estimaciones directas de los cambios o para la transferencia de beneficios. |
| | Estimación de los costos y beneficios por unidad de afectación (hogares, habitantes, hectáreas, etc.) |
| | Agregación de los beneficios y/o costos del proyecto teniendo en cuenta los agentes económicos identificados y caracterizados. |
| Descontar el flujo de beneficios y costos | Construcción del flujo de costos y beneficios del proyecto. |
| Obtención de los principales criterios de decisión | Calculo de los indicadores costo beneficio del proyecto (VNP, RBC, TIR, etc.) y otros indicadores propuestos. |
| Análisis de sensibilidad | Análisis de sensibilidad (tasa de descuento) |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

Seguidamente, se detalla y describe cada una de las actividades que fueron realizadas para el análisis económico de impactos ambientales de acuerdo con la tabla anterior:

Definición y descripción del proyecto.

Revisión de la descripción general del proyecto adelantada por el equipo de EIA, contextualización del proyecto para incluir agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA. Tiene por objeto una descripción general del proyecto -Ruta del Sol Tramo 2- en el que se incluyen aspectos relevantes relacionados con antecedentes del proyecto, justificación, ubicación, área de influencia directa, área de influencia indirecta, necesidades de recursos naturales, entre otros aspectos.

Sesiones de Trabajo con el equipo del EIA

El equipo de la evaluación económica sostiene sesiones de trabajo con el equipo del EIA. En tales reuniones se discute de manera específica los impactos identificados para proyecto en todas sus fases, se trabaja sobre la matriz de identificación de impactos.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 67 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Análisis integrado (Equipo EIA y equipo AE) de la matriz de calificación de impactos ambientales.

Con base en la matriz de calificación de impactos ambientales, los equipos de EIA y AE discuten la calificación de impactos. La matriz se analiza teniendo en cuenta los impactos en los componentes Abiótico, Biótico, Paisaje y Socioeconómico durante todas las fases del proyecto.

Análisis y Lógica Difusa de los flujos de bienes y servicios encontrados en el análisis de ETR.

En este análisis se integran criterios económicos como el valor económico total de los flujos de bienes y servicios, cantidad y características de los agentes económicos por fuera del área (geográfica y temática) de influencia del EIA, disponibilidad de información y de métodos cuantitativos validados teórica y empíricamente para medir cada cambio en los flujos de bienes y servicios. Adicionalmente, el análisis incorpora las calificaciones de cada impacto, consignadas en la evaluación ambiental (Ambiotec Ltda, 2013) utilizando el análisis de Eficiencia Técnica Relativa.

Cuantificación física de los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados.

Se cuantifican los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados. Esta actividad incluye, de ser posible, el cálculo del cambio en los indicadores físicos que afectan de manera relevante el flujo de bienes y servicios ambientales del área de influencia del proyecto. Los cambios en los flujos de bienes y servicios se calcularon a partir de la información del EIA, para el caso de impactos físicos ambientales o socioeconómicos medibles a partir de la información recopilada por el equipo de EIA. Como se explicó anteriormente, en ocasiones estos cambios son estimados mediante la revisión de literatura nacional e internacional de medidas de impacto. Esto sucede donde no se contó con información veraz o donde la construcción de funciones dosis respuesta requiere de periodos de tiempo excesivamente largos o de recursos financieros y técnicos de modelación altamente cuantiosos.

Identificación y caracterización de agentes económicos afectados (hogares y productores).

En este paso metodológico el equipo de AE estudia y organiza la información de la identificación y caracterización de agentes que realiza el equipo de EIA y adiciona la información necesaria de los agentes para estimar monetariamente el valor de los impactos. Se analizan entre otros, los siguientes agentes económicos:

- Hogares en los municipios, corregimientos y veredas en el área de influencia.
- Productores agrícolas
- Productores pecuarios
- Empresas de servicios públicos
- Viajeros
- Transportadores

Por ello, el equipo económico acopia, procesa y analiza toda la información secundaria sobre la dinámica económica y social de los agentes identificados. Para ello, se realiza la revisión de algunas de las siguientes bases de datos:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 68 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

- Base de datos de catastro de los municipios en el área de influencia.
- Base de datos SISBEN
- Censo Nacional DANE
- Inventario de predios en las zonas de influencia
- Bases de datos de las autoridades ambientales con jurisdicción en la zona de influencia del proyecto
- Encuesta Anual Agropecuaria.
- Encuesta nacional de salud.
- Encuesta continua de hogares.
- Información de la resolución 166 del MEN sobre educación pública.

Se revisa la caracterización de los agentes económicos afectados, se revisa que la calidad y fuentes de la información socioeconómica como: tamaño del hogar, nivel educativo, número de hijos del hogar, tamaño familiar, tipo de vivienda, condiciones socioeconómicas, NBI, ICV, SISBEN, etc. sea adecuada y se adicionan las variables que se requieren para los cálculos económicos.

Identificación de Estrategias de Valoración. Selección de la Técnica de Valoración

Una vez identificados los agentes económicos afectados, el análisis económico continúa con la selección de una adecuada técnica de valoración ambiental para la estimación monetaria de los impactos ambientales. En esta actividad se tiene en cuenta las recomendaciones contenidas en “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales” (MAVDT, 2003). Adicionalmente, se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva relacionada con: fuentes bibliográficas nacionales e internacionales relacionadas con el tema de análisis económico de impactos ambientales, particularmente aquellos que hacen énfasis en proyectos de construcción y operación de infraestructura vial y estudios sobre la identificación y análisis de las metodologías existentes para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los impactos ambientales.

El informe de análisis económico de impactos ambientales incluye una revisión y evaluación detallada de cada una de las técnicas de valoración ambiental frecuentemente usadas en Colombia y avaladas por el MAVDT. Ellas incluyen las siguientes técnicas¹: análisis conjunto o análisis conjunto (AC), el método de valoración contingente (MVC), el método de los costos de viaje (TCM), el método de precios hedónicos (MPH), el método de la función de producción de salud (FPS), el enfoque de aproximación a través de una función de daño (EFD) y otras más. Para cada una de las técnicas de valoración de costos y/o beneficios ambientales anteriormente nombradas, el equipo económico evaluó su pertinencia, relevancia y aplicabilidad, dadas las condiciones particulares de los impactos (positivos y negativos) generados por el proyecto en cuestión.

Construcción de modelo econométrico - Transferencia de beneficios

En esta actividad se revisan los asuntos empíricos y econométricos para la aplicación de la Metodología los cuales incluyen: requerimientos de información, selección de la muestra, diseño

¹ Para una descripción de las diferentes técnicas ver MAVDT (2003) “Metodología para la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales” http://www.minambiente.gov.co/documentos/608_guiavaloracion.pdf

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 69 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

del aplicativo de captura de información, selección del modelo a estimar. Una vez se desarrollaron los pasos anteriores, se procedió a la estimación econométrica como tal. Generalmente, la aplicación de una técnica de valoración incluye corridas de modelos econométricos.

Estimación de las Medidas Marginales de Daño y/o Beneficios del Proyecto

Una vez se contó con los resultados de los modelos econométricos, estos son estandarizados y llevados a medidas comúnmente utilizadas que permitan su correcta interpretación y sirvan para la toma de decisiones. En este sentido, se calcula el costo (beneficio) marginal en términos monetarios de los impactos relevantes del proyecto.

Agregación de los Costos y/o Beneficios del Proyecto

Con base en la anterior actividad y teniendo en cuenta el número de agentes económicos afectados se realiza la agregación de los costos o beneficios directamente atribuibles al proyecto e intervención.

Construcción del Flujo de Costos y Beneficios del Proyecto a Precios Constantes

Teniendo en cuenta la vida útil del proyecto (en años), se construye el flujo de beneficios y costos del mismo. Estos son los insumos primordiales para el cálculo de los indicadores de costo efectividad y análisis costo beneficio ambiental. En él se incluyeron los impactos positivos del proyecto, impuestos, beneficios en empleo, entre otros². Por su parte, se incluyen los costos de inversión y mantenimiento afectados por los respectivos precio cuenta y los costos ambientales (impactos negativos del proyecto) valorados en términos monetarios.

Calculo de los Indicadores Costo Beneficio del Proyecto (VNP, TIR, B/C)

La evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto se realiza empleando el indicador del valor presente neto (VPN) y mediante la relación costo beneficio, teniendo en cuenta las inversiones contenidas en el Plan de Manejo Ambiental y la valoración de costos y beneficios ambientales y sociales.

Valor Presente del Flujo Neto del Proyecto (VPN): este indicador corresponde al valor presente del flujo de beneficios ambientales netos que generará el proyecto durante su vida útil (principalmente las inversiones contenidas en el Plan de Manejo Ambiental) y la valoración de costos y/o beneficios ambientales. En su estimación se utiliza la Tasa Social de Descuento, que representa el costo de oportunidad para la sociedad por el desarrollo del proyecto. La expresión matemática del indicador es:

$$VPN = \sum_{i=1}^n \left[\frac{B_i - C_i}{(1 + TD)^i} \right] - I_0$$

Donde:

² Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 70 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

B_i = Beneficios Económicos, en el Periodo i , que para el caso son inversiones y compensaciones ambientales del proyecto.

C_i = Costos económicos (a precios cuenta de eficiencia) en el Periodo i . (los cuales surgen de la valoración económica ambiental)

TD = Tasa Social de Descuento

I_0 = Inversión (a precios cuenta de eficiencia) en el Período Cero.

N = vida útil del proyecto

Relación Beneficio / Costo Ambiental del Flujo Neto del Proyecto (RB/C): mediante este indicador se establece una relación entre el valor presente de los beneficios económicos del proyecto y el valor presente de los costos económicos de inversión y operación del proyecto.

$$RB / C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+TD)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+TD)^i} + I_0}$$

El equipo económico calculó adicionalmente una serie de indicadores costo efectividad de gran aporte para la toma de decisiones respecto al desempeño ambiental del proyecto a lo largo de su vida útil.

Análisis de Sensibilidad (Tasa de Descuento).

Se realiza el respectivo análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos enfocándolos en cambios en la tasa de descuento.

5.3.2 Determinación de Impactos Relevantes para el Análisis Económico.

Para la determinación de impactos relevantes se desarrolló un análisis de ordenamiento de los impactos utilizando un análisis de eficiencia técnica relativa y uno de lógica difusa LD que usó criterios económicos seleccionados y evaluados por el equipo de Análisis Económico, así como las calificaciones de los impactos de la evaluación ambiental desarrollada por el equipo de Análisis de Impacto Ambiental.

Mediante el análisis de ETR (Eficiencia Técnica Relativa) se ordenaron los medios que reciben los impactos y se transformaron a flujos de bienes y servicios, y mediante el análisis de LD se estableció cuáles de los medios impactados procedían como relevantes para ser valorados mediante la cuantificación monetaria.

5.3.2.1 Análisis de Eficiencia Técnica Relativa.

El análisis de eficiencia técnica relativa permite ordenar los impactos ambientales calificados en todas las variables que conforman el índice de importancia, el índice por si solo dificulta el ordenamiento, porque puntajes iguales en el índice pueden obedecer a calificaciones diferentes en las diferentes variables, por ejemplo:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 71 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-37. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje

| Acción | Impacto específico | C | P | D | E | M | Ca |
|---|------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-------|
| Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación | Cambio en las condiciones de salud | - | 0,7 | 0,1 | 1,0 | 0,7 | -3,64 |
| Compra de predios | Generación de Expectativas | - | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 0,4 | -3,64 |

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

En la tabla anterior hay dos impactos que obtienen la misma calificación (-3,64) que corresponde a una función de (P, D, E y M), sin embargo no es posible saber cuál de los impactos es más importante, a pesar de las calificaciones toman diferentes valores para Duración (D) y Magnitud (M).

Como alternativa para saber cuál impacto es el más importante (es decir cual recibe la mayor calificación relativa a los demás impactos) se procedió a maximizar el índice de importancia para cada una de las variables de calificación (P, D, E y M), el ejercicio se adelantó para cada impacto y cuando se evaluó el máximo de la función Ca (Calificación ambiental) para una variable, las demás variables se mantuvieron constantes. A continuación se muestra la expresión matemática utilizada:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{v_{i=1}} \quad I = f(v_i) \\
 & \text{s. a. } v_{i \neq 1} = \bar{v}_i
 \end{aligned}$$

Ecuación 5.1

En la anterior expresión se maximiza la calificación ambiental con respecto a cualquiera de las variables que lo conforman representadas por $v_{i=1}$ dado que las demás variables son constantes en la calificación asignada. Posteriormente se evalúa el porcentaje del índice calificado para el impacto con respecto a la maximización relativa, estos porcentajes son ahora comparables e indican cuál de los impactos es más importante dado que alcanza un mayor porcentaje del máximo del índice en cada una de sus calificaciones. Por ejemplo en el caso de los dos impactos mostrados en la tabla anterior la evaluación de eficiencia técnica relativa para cada de las variables se muestra a continuación:

Tabla 5-38. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje.

| Acción | Impacto específico | C | P | D | E | M | %C | %D | %E | %M |
|---|------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|----------|------|------|------|
| Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación | Cambio en las condiciones de salud | - | 0,7 | 0,1 | 1,0 | 0,7 | 0,7 0 | 0,66 | 1,00 | 0,71 |
| Compra de predios | Generación de Expectativas | - | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 0,4 | 0,7 0 | 0,90 | 1,00 | 0,55 |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 72 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Los resultados del análisis de eficiencia técnica relativa (obtenidos mediante el uso de la Ecuación 5.1) con respecto a los elementos específicos impactados por el proyecto, se utilizaron como insumos para la significancia. Cabe notar que mediante este análisis se calculan valores en porcentajes que son transformados por las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned}
 Ca_i &= C_i P_i (a E_i M_i + b D_i) \\
 \%P_i &= Ca_i / \max_{j:Fase_j=Fase_i} \{C_i P_j (a E_i M_i + b D_j)\} \\
 \%D_i &= Ca_i / \max_{j:Fase_j=Fase_i} \{C_i P_i (a E_j M_i + b D_j)\} \\
 \%E_i &= Ca_i / \max_{j:Fase_j=Fase_i} \{C_i P_i (a E_j M_i + b D_i)\} \\
 \%M_i &= Ca_i / \max_{j:Fase_j=Fase_i} \{C_i P_i (a E_i M_j + b D_i)\} \\
 \% \%_i &= \%P_i + \%D_i + \%E_i + \%M_i \\
 \% \%_i &= \frac{\% \%_i - \min_{j:Fase_j=Fase_i} \{\% \%_j\}}{\max_{j:Fase_j=Fase_i} \{\% \%_j\} - \min_{j:Fase_j=Fase_i} \{\% \%_j\}}
 \end{aligned}$$

Ecuación 5.2

Estas ecuaciones son extraídas de la expresión matemática asociada a sus respectivas restricciones presentada en la Ecuación 5.1. Estos valores son introducidos en el análisis de Lógica difusa en el criterio de significancia con el objetivo de considerar las calificaciones discutidas por el equipo EIA y AE.

5.3.2.2 Análisis de Lógica Difusa.

Como se explicó anteriormente, se usará el análisis de lógica difusa para establecer la relevancia de los impactos en los flujos de bienes y servicios ambientales. En este capítulo se encontrará una breve descripción teórica y la descripción operativa del uso de esta técnica. El análisis de lógica difusa permitirá incorporar criterios adicionales a los considerados en la evaluación ambiental (Ambiotec Ltda, 2013). Principalmente, se incluirán criterios sobre el valor económico total de los flujos de bienes y servicios, agentes por fuera del área de influencia de la EIA, niveles de pobreza de dichos agentes, existencia de documentación técnica sobre los impactos, existencia de metodologías validadas para medirlos e información disponible.

a. Motivación

La lógica difusa permite incorporar y describir los impactos ambientales difícilmente cuantificables dentro de un proceso de planeación y/o evaluación. En primera instancia, esta teoría fue introducida para capturar la incertidumbre y la vaguedad de sistemas complejos (Medaglia, et. al., 2002) y se basa en la idea de construir modelos capaces de simular la forma de pensar de expertos (González et. al, 2002; Medina & Moreno, 2007). Otra ventaja de la lógica difusa es que permite clasificar e incorporar información de carácter no cuantificable y subjetivo (Silvert, 1997; Silvert, 2000). Por ello, esta teoría permite construir modelos donde la información relacionada con los impactos ambientales se describe a través de variables semánticas (Peché & Rodríguez, 2009).

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 73 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Por otro lado, los sistemas de inferencia difusos (una herramienta de la lógica difusa) se han caracterizado por ser flexibles, no estar atados a supuestos estadísticos, ser fáciles de modificar y lograr incorporar funciones no lineales de amplia complejidad (Medina & Moreno, 2007). Por último, esta metodología también tiene la gran facilidad de integrar diferentes tipos de observaciones, lo que permite un balance entre efectos inconmensurables (i.e. sociales, ambientales y económicos) (Silvert, 2000).

b. Marco teórico

- **Conceptos generales de la lógica difusa.**

Esta sección pretende da una descripción clara y concisa de los conceptos más relevantes para comprender el uso que se hace de la lógica difusa, dentro de la evaluación y priorización de los impactos ambientales.

La idea central de la teoría de lógica difusa (el grado de membresía) y el concepto de los conjuntos difusos fueron introducidos por el profesor Lofti Zadeh (Zadeh, 1965). En un sentido amplio, la lógica difusa se refiere a todas las teorías y tecnologías que usan conjuntos difusos (Yen & Langari, 1999). La idea central de éstos conjuntos es representar una transición gradual de un estado a otro. En otras palabras, los conjuntos difusos son conjuntos con fronteras borrosas y una generalización de los conjuntos clásicos. Mientras en un conjunto ordinario sus elementos pertenecen o no por completo a éste, en los conjuntos difusos cada elemento tiene un grado de pertenencia (membresía) a éstos.

Un conjunto difuso A está caracterizado por una función de membresía μ_A , que asocia cada elemento del universo de discurso X al intervalo $[0, 1]$. Además, los conjuntos difusos también se asocian a variables o términos lingüísticos y por ende deben estar definidos dentro de un contexto particular, aunque éste no sea explícito. Las variables lingüísticas son una composición entre una variable numérica y una simbólica, por lo que sus diferentes valores se pueden describir tanto cualitativa como cuantitativamente, a través de la función de membresía (Yen & Langari, 1999). Por ejemplo, la variable lingüística “Altura” puede ser descrita cualitativamente por el valor lingüístico “Promedio” y cuantitativamente por el conjunto difuso asociado a éste. Las funciones de membresía más comúnmente usadas son la triangular, la trapezoidal, la gaussiana, la sigmoidea y la de forma de S (Yen & Langari, 1999).

Como con los conjuntos ordinarios, con los conjuntos difusos también se pueden realizar operaciones. La intersección y la unión de éstos, se realizan mediante pares de operadores conocidos como normas triangulares y co-normas triangulares. Éstas son funciones $f: [0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$, que se definen mediante un conjunto de axiomas. Lo importante es que la selección de un operador para la intersección de conjuntos difusos define cual es el operador que se debe usar para la unión de los mismos, y viceversa (Yen & Langari, 1999). Por ejemplo, si se usa para la intersección el operador \min , entonces para la unión de conjuntos difusos se usa el operador \max .

Otra operación con un conjunto difuso es el complemento, que se define en términos del complemento algebraico de su función de membresía. Es decir el complemento (A^c) de un conjunto difuso A se define mediante su función de membresía como:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 74 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

$$\mu_{A^c}(u) = 1 - \mu_A(u) \quad (6)$$

Sin embargo, lo anterior implica que la lógica difusa viola 2 de las leyes de la teoría de conjuntos clásica: la ley del medio excluido y la ley de contradicción (Yen & Langari, 1999). En otras palabras, para un elemento que pertenece parcialmente a un conjunto difuso también es posible pertenecer parcialmente al complemento de éste.

5.3.2.3 Sistemas de inferencia difusos

Los sistemas de inferencia difusos hacen uso tanto, de las funciones de membresía y las operaciones lógicas entre conjuntos, como de las reglas Sí-Entonces. Estas reglas asocian una condición (antecedente), descrita por variables lingüísticas y conjuntos difusos, a una conclusión (consecuente). Como tal, las reglas Sí-Entonces son un esquema de representación de conocimiento, que por naturaleza es impreciso (Yen & Langari, 1999). Los sistemas de inferencia construidos con estas reglas consisten de 4 pasos (ver Figura 1):

1. *Fusificación*: Este primer paso consiste en calcular para cada dato de las variables de entrada, el grado de membresía resultante de cada categoría (González et. al, 2002).
2. *Inferencia*: Este paso consta de dos etapas. El primero es la agregación de los grados de membresía de los antecedentes con el objetivo de formar un único grado global de verdad para los antecedentes. Para esto existen diferentes operadores lógicos como y ó o (González et. al, 2002). Luego, se calcula la conclusión de la regla en base a ese grado global de verdad. Los métodos que se pueden usar son el corte de la función de membresía del consecuente o el escalamiento de ésta misma (Yen & Langari, 1999).
3. *Combinación*: Dado que para cada regla se obtiene una conclusión, es necesario combinar todos los consecuentes inferidos en uno solo (Yen & Langari, 1999). Esto se logra a través de diferentes métodos: Suma de conclusiones o el máximo de estas, entre otros (González et. al, 2002).
4. *Desfusificación*: El objetivo de este paso es convertir el resultado difuso calculado en el paso (c.) en uno no difuso. Para esto existen diferentes métodos como el mínimo, la media o el máximo de los máximos de la función de membresía. Aunque, el más común y aceptado es el método del centroide (González et. al, 2002).

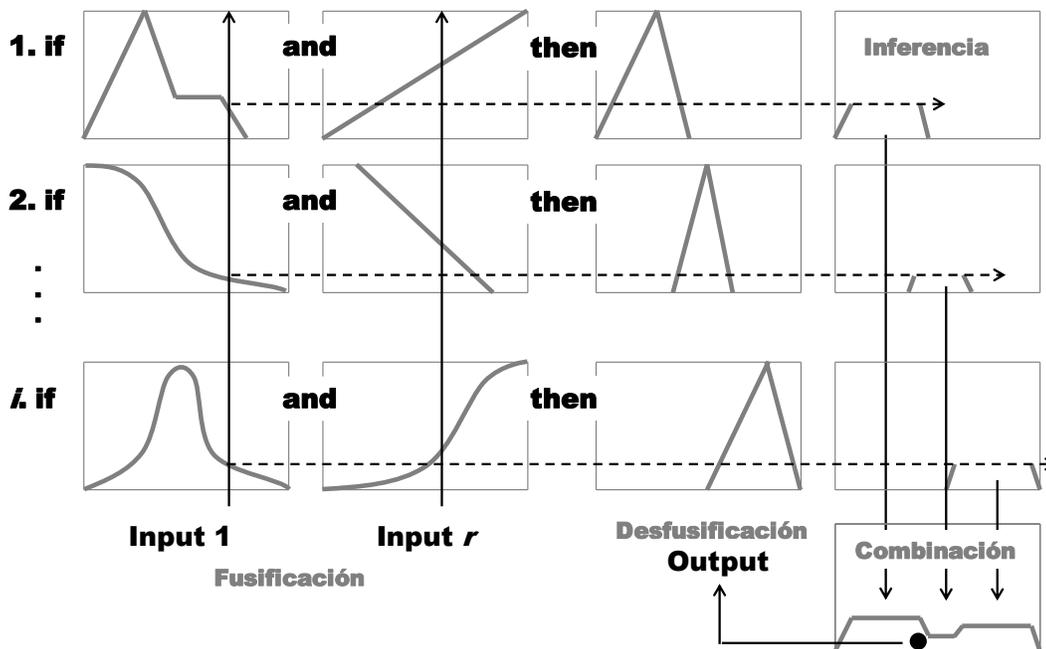
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 75 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Ilustración 5-4: Sistema de inferencia difuso (Mamdani)³



Fuente: The MathWorks™ (2010), "Fuzzy Logic Toolbox™: User's Guide"

Dentro de los sistemas de inferencia difusos existen varios modelos. Lo más conocidos son el modelo de Mamdani y los esquemas de Takagi-Sugeno-Kang y Kosko (Yen & Langari, 1999). El modelo de Mamdani que se usa en la priorización de los impactos ambientales se diferencia de los otros esquemas, en que en éstos últimos la etapa de *combinación* se realiza a través de una suma, mientras que en el modelo de Mamdani la agregación de las conclusiones de las reglas Sí-Entonces se realiza mediante superposición (Yen & Langari, 1999).

La elección del modelo Mamdani se debe a que el presente trabajo busca modelar un sistema de decisión basado en el conocimiento de expertos donde no existen datos de variables de entrada y salida. Los modelos del tipo de Takagi-Sugeno-Kang se construyen mediante métodos adaptativos en la base que se cuenta con los datos de entrada y salida (Piegat, 2001).

El sistema de inferencia difuso Mamdani está compuesto por reglas lingüísticas indexadas en i , que describen un mapeo que va desde $U_1 \times U_2 \times \dots \times U_r$ hacia W . Sean x_j las variables de entrada, A_{ij} los conjuntos difusos de éstas, y la variable de salida y C_i es el conjunto difuso de la variable de salida (Yen & Langari, 1999). Las reglas del modelo Mamdani (Piegat, 2001) son de la siguiente forma:

$$R_i: \text{Si } x_1 \text{ es } A_{i1} \wedge \dots \wedge x_r \text{ es } A_{ir} \text{ Entonces } y \text{ es } C_i \quad (7)$$

³ Adaptado de The MathWorks™ (2010), "Fuzzy Logic Toolbox™: User's Guide", p. 2-29.



| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 76 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

De la expresión (7) podemos observar que la etapa de agregación en el paso de *inferencia* se realiza mediante el operador \wedge . Esto quiere decir, que el grado de verdad global resulta del operador de intersección *min*. Luego, se cortan las funciones de membresía de los consecuentes, de forma tal que la altura final de éstos sea el grado de verdad global. Después, la *combinación* de los conjuntos difusos previamente cortados se hace mediante el operador *max* (Yen & Langari, 1999) (ver Figura 1). Finalmente, la defusificación se realiza, usando el centroide del conjunto difuso inferido, mediante la siguiente expresión:

$$y = \frac{\int \mu_c(y_i) \times y_i \, dy}{\int \mu_c(y_i) \, dy} \quad (8)$$

5.3.2.4 Descripción de la metodología para la priorización de los impactos ambientales a evaluar

El primer paso de la metodología consiste en definir un conjunto de impactos a priorizar. El segundo paso consiste en definir los criterios de interés para el análisis (i.e. económicos, sociales, financieros ó ambientales). Con esto es posible crear un contexto que facilite la elaboración de un índice para evaluar un determinado criterio, donde se debe asegurar que todas las variables previsibles de un proyecto, en un determinado período de tiempo, sean contempladas (Bojórquez-Tapia et. al, 2002).

Luego, se comienza a construir el sistema de inferencia difuso. Sea C el conjunto de criterios de decisión, indexado en j , y P el conjunto de impactos a priorizar, indexado en i . Suponiendo que sólo hay un criterio de decisión, el tercer paso de la metodología consiste en definir el conjunto de variables de entrada X y la variable de salida, que es precisamente el índice sobre el criterio j del impacto $i \in P$, ρ_i . Las variables de entrada deben ser relevantes al problema y su selección puede realizarse a través de técnicas basadas en datos o a través del conocimiento de expertos (Adriaenssens et. al, 2004). Por ejemplo, Campos & Mello (2006), usan variables de entrada físicas como agua, suelo y aire, y variables bióticas como flora y fauna en el desarrollo de un mecanismo de soporte de decisiones, para evaluar y pronosticar los impactos ambientales de la adaptación de una autopista.

El cuarto paso es definir los conjuntos difusos de las variables de entrada y salida, y asociar a éstos variables lingüísticas, con el objetivo de usarlas en la construcción de las reglas del sistema de inferencia difuso. Formalmente, en esta etapa para cada variable de entrada x_k se definen los conjuntos difusos A_{vk} . Por ejemplo, si la variable de entrada es el impacto sobre el recurso aire, algunos posibles conjuntos difusos descritos por los valores lingüísticos son: alto, bajo y medio. De igual forma para la variable de salida (impacto ambiental) debe definirse el conjuntos difuso B_v que será usado en la v -ésima regla de inferencia r_v .

Klir & Yuan (1995), clasifican los diferentes métodos de construcciones de las funciones de membresía en *métodos directos* e *indirectos*. En el primer tipo de métodos se espera que los expertos contesten preguntas que relacionen de forma directa distintos elementos del conjunto difuso a distintos grados de membresía, para luego ajustar una curva a los datos. Los *métodos indirectos* buscan recopilar la información a través de preguntas más sencillas, donde indirectamente se obtienen los grados de membresía para distintos elementos de los conjuntos difusos. En la ausencia de datos, lo convencional es escoger una familia de funciones de

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 77 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

membresía, definir un soporte para éstas y calibrar los parámetros en base al conocimiento del experto (Medaglia et. al, 2002; Medina & Moreno, 2007). Sin embargo, es importante tener en cuenta que la complejidad del sistema aumenta en la medida que aumenten, tanto el número de variables de entrada, como el número de conjuntos difusos definidos. Dicha complejidad es una ventaja en la medida que aumenta la capacidad del modelo para describir un sistema real, pero a la vez es una desventaja pues incrementa la cantidad de información necesaria requerida para la modelación (Piegat, 2001).

El quinto paso es la definición del conjunto de reglas, R , del sistema de inferencia difuso. El objetivo de las reglas es unir las variables de entrada a la variable de salida. Además, es en este punto donde se simula el conocimiento de los expertos (González et. al, 2002). El conjunto R se define mediante las posibles combinaciones de las variables de entrada, usando para ello las variables lingüísticas (Bojórquez-Tapia et. al, 2002; Campos & Mello, 2006; Medina & Moreno, 2007). A cada combinación se le asigna un posible resultado (variables lingüísticas) de la variable de salida.

Finalmente, el sexto paso es la implementación del sistema de inferencia difuso Mamdani, haciendo uso de todos los elementos previamente desarrollados. El resultado de esta etapa es el indicador de impacto sobre el criterio de decisión, ρ_i .

La metodología que se propone puede extenderse para incorporar más de un solo criterio de decisión. Cuando existan más criterios, lo primero es construir el índice de cada uno de éstos para cada impacto, ρ_{ij} . Luego, deben agruparse dichos criterios, para formar un único índice para cada impacto, ω_i . Esto implica que la metodología propuesta tiene la capacidad para integrar criterios que incluso pueden llegar a ser inconmensurables, lo cual es un resultado directo de usar la lógica difusa (Silvert, 2000). Para agrupar los diferentes índices en uno solo, debe notarse que los índices de impacto para cada uno de éstos, pasan de ser las variables de salida a ser las variables de entrada del sistema de inferencia difuso Mamdani. Por tanto, los valores de entrada que son necesarios para desarrollar el sistema de inferencia difuso que agrupa todos los criterios son en sí mismos, los índices de cada criterio previamente calculados. Por ende, sólo sería necesario definir las reglas del sistema de inferencia, los conjuntos difusos y las variables lingüísticas del índice conjunto para cada impacto. Una vez realizado esto, se simula un segundo sistema de inferencia difuso Mamdani y el resultado final es un índice para cada impacto, ω_i , que agrupa los diferentes criterios de decisión.

5.3.2.5 Implementación del modelo de inferencia difuso

A continuación se presentan los modelos utilizados para la priorización de los impactos ambientales del proyecto, así como los resultados de su implementación y el análisis subsiguiente.

5.3.2.6 Definición del conjunto de impactos a priorizar

El análisis se realizó con base en la matriz de calificación de la evaluación ambiental de los impactos, teniendo en cuenta las relaciones entre las 43 actividades y los 34 elementos impactados definidos en la matriz de evaluación de impactos del EIA. Las actividades y los elementos impactados identificados se muestran a continuación:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 78 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-39. Actividades definidas del EIA

| Fase | Con Proyecto | Actividad | Número Actividad |
|------------------|--------------|--|------------------|
| Sin proyecto | No | Forestal | 1 |
| Sin proyecto | No | Silvopastoril | 2 |
| Sin proyecto | No | Pecuario | 3 |
| Sin proyecto | No | Sin Uso | 4 |
| Sin proyecto | No | Agrícola | 5 |
| Sin proyecto | No | Minero/Hidrocarburos | 6 |
| Sin proyecto | No | Cuerpos de agua | 7 |
| Sin proyecto | No | Antrópico | 8 |
| Pre-construcción | Sí | Compra de predios | 9 |
| Pre-construcción | Sí | Replanteamiento Topográfico | 10 |
| Pre-construcción | Sí | Contratación de personal | 11 |
| Pre-construcción | Sí | Señalización y demarcación de seguridad vial | 12 |
| Pre-construcción | Sí | Información a la comunidad y a las autoridades | 13 |
| Construcción | Sí | Demolición de infraestructura existente y vivienda | 14 |
| Construcción | Sí | Relocalización de Infraestructura y servicios interceptados | 15 |
| Construcción | Sí | Descapote y remoción de vegetación (incluye talas) | 16 |
| Construcción | Sí | Transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación | 17 |
| Construcción | Sí | Excavaciones y cortes | 18 |
| Construcción | Sí | Movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación) | 19 |
| Construcción | Sí | Disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME) | 20 |
| Construcción | Sí | Construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca) | 21 |
| Construcción | Sí | Construcción de obras especiales (retornos) | 22 |
| Construcción | Sí | Construcción de obras especiales (intercambiadores, retornos, áreas de servicios y peajes) | 23 |
| Construcción | Sí | Producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido) | 24 |
| Construcción | Sí | Transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico | 25 |
| Construcción | Sí | Poda de árboles en derecho de vía | 26 |
| Construcción | Sí | Empradización | 27 |
| Construcción | Sí | Pintura y señalización (definitiva) horizontal y vertical | 28 |
| Construcción | Sí | Limpieza y entrega final | 29 |
| Construcción | Sí | Perfilado (Conformación de taludes) | 30 |
| Construcción | Sí | Conformación de ataguías en sacosuelo | 31 |
| Construcción | Sí | Fundición de pilotes en concreto in situ | 32 |
| Construcción | Sí | Demolición de las cabezas de los pilotes | 33 |
| Construcción | Sí | Preparación de concretos para placas y fundida de estribos | 34 |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 79 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Fase | Con Proyecto | Actividad | Número Actividad |
|---------------------------|--------------|--|------------------|
| Construcción | Sí | Tensionamiento de las vigas en concreto postensado | 35 |
| Construcción | Sí | Instalación de prefabricados con grúas | 36 |
| Construcción | Sí | Rehabilitación y reforzamiento de puentes existentes | 37 |
| Operación y mantenimiento | Sí | Operación normal (Tránsito en las vías y puentes) | 38 |
| Operación y mantenimiento | Sí | Mantenimiento de obras de arte y puentes | 39 |
| Operación y mantenimiento | Sí | Mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía | 40 |
| Operación y mantenimiento | Sí | Tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento | 41 |
| Operación y mantenimiento | Sí | Recuperación de señalización vial | 42 |
| Operación y mantenimiento | Sí | Construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento | 43 |

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

Tabla 5-40. Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios

| Dimensión | Elemento | Impacto Especifico | Número o Impacto | Factores de Interés | Flujos de bienes y servicios | Número o Flujo |
|-----------|----------|--|------------------|---------------------|---------------------------------|----------------|
| Abiótico | Aire | Alteración de la calidad del aire por emisión de PM ₁₀ , NO _x , SO ₂ , CO ₂ y CO | 1 | Calidad | Cambio en la Calidad del Aire | 1 |
| Abiótico | Aire | Alteración de los niveles de ruido | 2 | Calidad | Cambio en la Calidad del Aire | 1 |
| Abiótico | Suelo | Cambio de uso del suelo | 3 | Cantidad | Cambio en la Cantidad del Suelo | 2 |
| Abiótico | Suelo | Generación de inestabilidad | 4 | Cantidad | Cambio en la Cantidad del Suelo | 2 |
| Abiótico | Suelo | Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo | 5 | Calidad | Cambio en la Calidad del Suelo | 3 |
| Abiótico | Suelo | Generación de procesos erosivos | 6 | Calidad | Cambio en la Calidad del Suelo | 3 |
| Abiótico | Suelo | Recuperación zonas verdes | 7 | Calidad | Cambio en la Calidad del Suelo | 3 |
| Abiótico | Agua | Cambios en la calidad del agua | 8 | Calidad | Cambio en la Calidad del Agua | 4 |
| Abiótico | Agua | Alteración del régimen de caudales | 9 | Cantidad | Cambio en la Cantidad del Agua | 5 |
| Abiótico | Agua | Alteración del régimen sedimentológico | 10 | Calidad | Cambio en la Calidad del Agua | 4 |
| Abiótico | Agua | Alteración de la dinámica | 11 | Cantidad | Cambio en la Cantidad | 5 |

DOCUMENTO PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE LA CONCESIONARIA



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 80 / 165 |

| Dimensión | Elemento | Impacto Especifico | Número o Impacto | Factores de Interés | Flujos de bienes y servicios | Número o Flujo |
|----------------|-----------------|--|------------------|---------------------|--|----------------|
| | | fluvial del cauce | | | del Agua | |
| Abiótico | Agua | Ocupación de cauce | 12 | Calidad | Cambio en la Calidad del Agua | 4 |
| Paisaje | Paisaje | Cambios en la calidad perceptual del paisaje | 13 | Calidad | Cambio en la Calidad del Paisaje | 6 |
| Biótico | Ecosistemas | Alteración de la Vegetación Terrestre | 14 | Calidad | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 7 |
| Biótico | Ecosistemas | Afectación de la biota acuática | 15 | Calidad | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 7 |
| Biótico | Ecosistemas | Efecto borde y barrera | 16 | Calidad | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 7 |
| Biótico | Ecosistemas | Disminución en las poblaciones de flora y fauna nativa | 17 | Calidad | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 7 |
| Biótico | Ecosistemas | Fragmentación de Hábitats | 18 | Calidad | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 7 |
| Biótico | Ecosistemas | Atropellamiento individuos de fauna silvestre | 19 | Calidad | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 7 |
| Socioeconómico | Infraestructura | Afectación de predios | 20 | Cantidad | Cambio en la Cantidad de la Infraestructura | 8 |
| Socioeconómico | Infraestructura | Afectación a la movilidad | 21 | Calidad | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 9 |
| Socioeconómico | Infraestructura | Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios | 22 | Calidad | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 9 |
| Socioeconómico | Economía | Demanda de Mano de Obra y de servicios | 23 | Cantidad | Cambio en la Demanda de Mano de Obra y Servicios | 10 |
| Socioeconómico | Economía | Productividad del sector | 24 | Calidad | Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural | 11 |
| Socioeconómico | Economía | Afectación a los ingresos | 25 | Calidad | Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural | 11 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Generación de Riesgos de Accidentes | 26 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Cambio en las condiciones de salud | 27 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Traslado de la población | 28 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Conflicto con la comunidad | 29 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Generación de Expectativas | 30 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 81 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

| Dimensión | Elemento | Impacto Especifico | Número o Impacto | Factores de Interés | Flujos de bienes y servicios | Número o Flujo |
|----------------|---------------|---------------------------------------|------------------|---------------------|---|----------------|
| Socioeconómico | Sociocultural | Relaciones sociales | 31 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Relación con el territorio | 32 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Afectación al patrimonio arqueológico | 33 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Cambio en las condiciones de salud | 34 | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |

Fuente: (Ambiotec Ltda, 2013)

Entre los 34 elementos impactados (o “impactos específicos” en la tabla anterior), se determinaron doce impactos en términos de flujos de bienes y servicios ambientales que comprenden elementos similares según su elemento y dos factores de interés (cantidad y calidad). La correspondencia entre los impactos específicos y los impactos en términos de flujos de bienes y servicios se presentan en la tabla anterior, mientras que a continuación se muestra una lista de los doce impactos ambientales que serán el objeto de estudio de lo que queda del documento.

Tabla 5-41: Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar.

| Dimensión | Elemento | Factores de Interés | Impacto según Flujos de Bienes y Servicios | Número Flujo |
|----------------|-----------------|---------------------|--|--------------|
| Abiótico | Aire | Calidad | Cambio en la Calidad del Aire | 1 |
| Abiótico | Suelo | Cantidad | Cambio en la Cantidad del Suelo | 2 |
| Abiótico | Suelo | Calidad | Cambio en la Calidad del Suelo | 3 |
| Abiótico | Agua | Cantidad | Cambio en la Cantidad del Agua | 4 |
| Abiótico | Agua | Calidad | Cambio en la Calidad del Agua | 5 |
| Paisaje | Paisaje | Calidad | Cambio en la Calidad del Paisaje | 6 |
| Biótico | Ecosistemas | Calidad | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 7 |
| Socioeconómico | Infraestructura | Cantidad | Cambio en la Cantidad de la Infraestructura | 8 |
| Socioeconómico | Infraestructura | Calidad | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 9 |
| Socioeconómico | Economía | Calidad | Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural | 10 |
| Socioeconómico | Economía | Cantidad | Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios | 11 |
| Socioeconómico | Sociocultural | Calidad | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 12 |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

5.3.2.7 Definición de los criterios de decisión, las variables de entrada y de salida

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 82 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

El conjunto de criterios que se seleccionaron para el análisis y construcción del sistema de inferencia difuso son: el Valor Económico Total (VET), los Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis de la EIA (AE), los aspectos metodológicos relevantes para la valoración de cada impacto (M), y la significancia de cada impacto (SIG) inferida a partir de sus calificaciones en términos de Presencia, Duración, Evolución, Magnitud y Escenario (Ambiotec Ltda, 2013). El propósito de estos criterios es priorizar los impactos ambientales identificados, teniendo en cuenta factores no considerados dentro del análisis de EIA. En la siguiente tabla, se resumen los criterios de evaluación y las variables consideradas dentro de cada uno de éstos.

Tabla 5-42: Criterios y variables de entrada

| Criterios | Variables de Entrada | Variables de salida |
|--|---|--|
| Valor Económico Total (VET) | Valores de mercado | Magnitud del VET. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Alto, Medio, Bajo. |
| | Valores no mercadeables | |
| | Valores de funciones ecológicas | |
| | Valores de opción | |
| | Valores de existencia | |
| | Valores de legado | |
| Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis EIA (AE) | Magnitud del impacto sobre los agentes | Significancia del impacto sobre los AE. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Irrelevante, Relevante, Muy relevante. |
| | Vulnerabilidad de las personas afectadas | |
| | Tamaño de las firmas afectadas | |
| Metodología (M) | Referencias documentadas del efecto económico | Grado de conveniencia metodológica. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto. |
| | Metodologías estructuradas y validadas | |
| | Información disponible | |
| Significancia (SIG) | % Presencia | Significancia del impacto con base en su evaluación ambiental y el análisis ETR. Rango: [0,1]. Conjuntos difusos asociados: Irrelevante, Relevante, Muy relevante. |
| | % Duración | |
| | % Evolución | |
| | % Magnitud | |
| Relevancia Agregada del impacto | Magnitud del VET. | Relevancia agregada. Rango: [0,1] |
| | Significancia del impacto sobre los AE. | |
| | Grado de conveniencia metodológica | |
| | Significancia del impacto según su evaluación ambiental | |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

El VET se define mediante la suma de los valores de uso y los valores de no uso. Por tal motivo, este criterio de decisión tiene asociadas 6 variables de entrada. Cada una de ellas pretende analizar los cambios en los flujos de bienes y servicios ambientales y por consiguiente cambios en el bienestar de los agentes económicos en el área de influencia, ya sea puntual, directa e indirecta. Por su parte el uso de los agentes económicos (AE) no considerados dentro de las áreas de análisis de la EIA como criterio de decisión, busca reconocer a aquellos hogares y/o empresas que se ven afectadas por el proyecto a realizar y que la EIA no logra incorporar en su análisis. Por tal motivo, se identifican tres variables relevantes. La primera, magnitud del impacto sobre los agentes, mide la magnitud del impacto sobre estos agentes no considerados dentro de la EIA. La

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 83 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

segunda variable busca revelar cualitativamente el impacto sobre la pobreza de los hogares o las personas afectadas; es decir, prioriza aquellos impactos que afectan a personas con alta vulnerabilidad. La tercera variable, el tamaño de las firmas, busca cuantificar el número de empleos que se verán afectados con el impacto. Así, se priorizaran impactos que afectan a empresas grandes, no por que las empresas sean más o menos resistentes o flexibles, sino porque son más los empleos que pueden ser afectados.

La metodología como criterio de decisión, representa la restricción técnica que existe para la valoración de impactos ambientales. Por ello, las variables de entrada de este criterio plasman la importancia de contar con metodologías estructuradas e información disponible, para la valoración de impactos con efectos económicos relevantes que han sido reportados por la literatura.

Por último, la significancia de cada impacto refleja su importancia de acuerdo a las calificaciones obtenidas en el proceso de evaluación ambiental y el análisis ETR.

Para cada uno de estos cuatro criterios de decisión se construye un modelo de inferencia Mamdani, por lo cual hay una variable de salida para cada criterio. Dichas variables de salida, posteriormente serán usadas en una segunda fase del modelo de priorización como variables de entrada. La segunda fase del modelo, busca integrar los resultados de cada uno de los criterios.

5.3.2.8 Construcción de los conjuntos difusos

A cada una de las variables relevantes en cada sistema se les asocia tres conjuntos difusos. Estos conjuntos se definen por su valor lingüístico y su universo de discurso se define en el intervalo [0,1] (Medina & Moreno, 2007). En otras palabras, cada variable de entrada está descrita por sus conjuntos difusos. A continuación, se presentan los conjuntos difusos de las variables de salida de cada criterio. Los conjuntos difusos *Irrelevante*, *Relevante* y *Muy relevante* los comparten las variables *Significancia del impacto sobre los AE* y *Significancia del impacto con base en su evaluación ambiental*.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

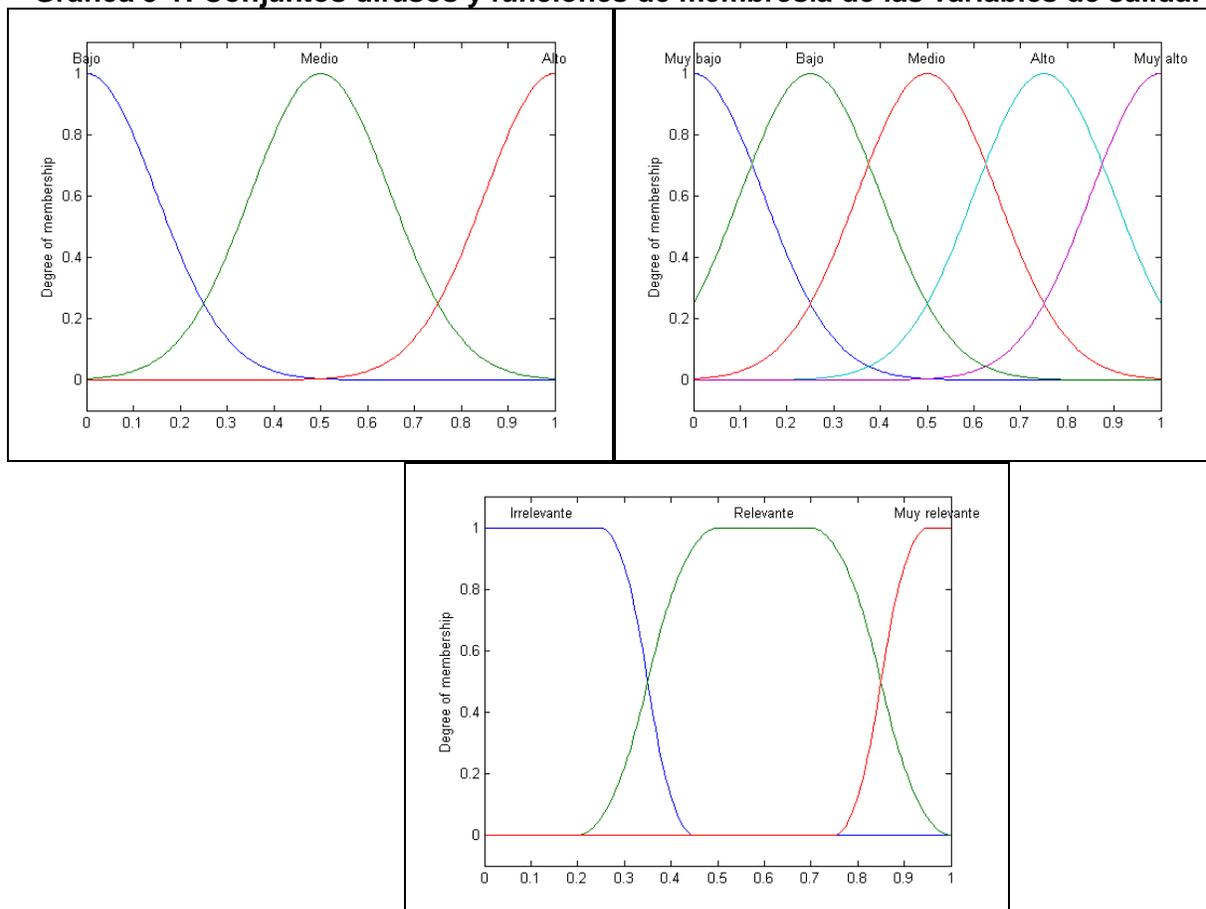
CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 84 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Gráfica 5-1: Conjuntos difusos y funciones de membresía de las variables de salida.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Dado que los conjuntos se refieren a nociones cualitativas que no tienen un referente cuantitativo (por ejemplo, significancia) se modelaron con funciones que crecen o crecen gradualmente: es decir, que primero crecen despacio, luego más rápido y por último más despacio (Sheppard, 1999). Se incluyó el conjunto difuso de *Muy relevante* para dar más peso a aquellos impactos cuya valoración resulta indispensable.

Como resultado de la *defuzificación* de cada modelo, se obtiene un valor de salida de cada variable (en el rango $[0,1]$). Son estos valores los que se utilizan en un modelo de inferencia adicional que estima la **relevancia agregada** de cada impacto, con base en los resultados según cada criterio. Como se verá más adelante, los conjuntos difusos de entrada del VET en este sistema de relevancia agregada no serán los mismos que los que se muestran en la gráfica anterior. Gracias al paso de defuzificación, esto no tiene incidencia en la validez del procedimiento. Los conjuntos difusos de las variables de entrada de los cuatro criterios se presentan en la siguiente tabla:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 85 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-43: Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio.

| Criterios | Variables de Entrada | Conjuntos Difusos Asociados |
|--|---|---|
| Valor Económico Total (VET) | Valores de mercado | Alto, Medio, Bajo |
| | Valores no mercadeables | Alto, Medio, Bajo |
| | Valores de funciones ecológicas | Alto, Medio, Bajo |
| | Valores de opción | Alto, Medio, Bajo |
| | Valores de existencia | Alto, Medio, Bajo |
| | Valores de legado | Alto, Medio, Bajo |
| Agentes Económicos por fuera de las áreas de análisis EIA (AE) | Magnitud del impacto sobre los agentes | Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta |
| | Vulnerabilidad de las personas afectadas | Muy vulnerables, vulnerables, Poco vulnerables, No vulnerables. |
| | Tamaño de las firmas afectadas | Grandes, Medianas, Pequeñas. |
| Metodología (M) | Referencias documentadas del efecto económico | Alto, Medio, Bajo |
| | Metodologías estructuradas y validadas | Alto, Medio, Bajo |
| | Información disponible | Alto, Medio, Bajo |
| Significancia (SIG) | % Presencia | No probable, Poco probable, Probable, Muy probable, Cierta. |
| | % Duración | Muy corta, Corta, Media, Larga, Muy larga |
| | % Evolución | Muy lenta, Media, Rápida, Muy rápida. |
| | % Magnitud | Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta |
| Relevancia Agregada del impacto | Magnitud del VET. | Bajo, Medio, Alto. |
| | Significancia del impacto sobre los AE. | Irrelevante, Relevante, Muy relevante. |
| | Grado de conveniencia metodológica | Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto. |
| | Significancia del impacto según su evaluación ambiental | Irrelevante, Relevante, Muy relevante. |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

A continuación se presentan las funciones de membresía de cada conjunto difuso de las variables de entrada de la tabla anterior.

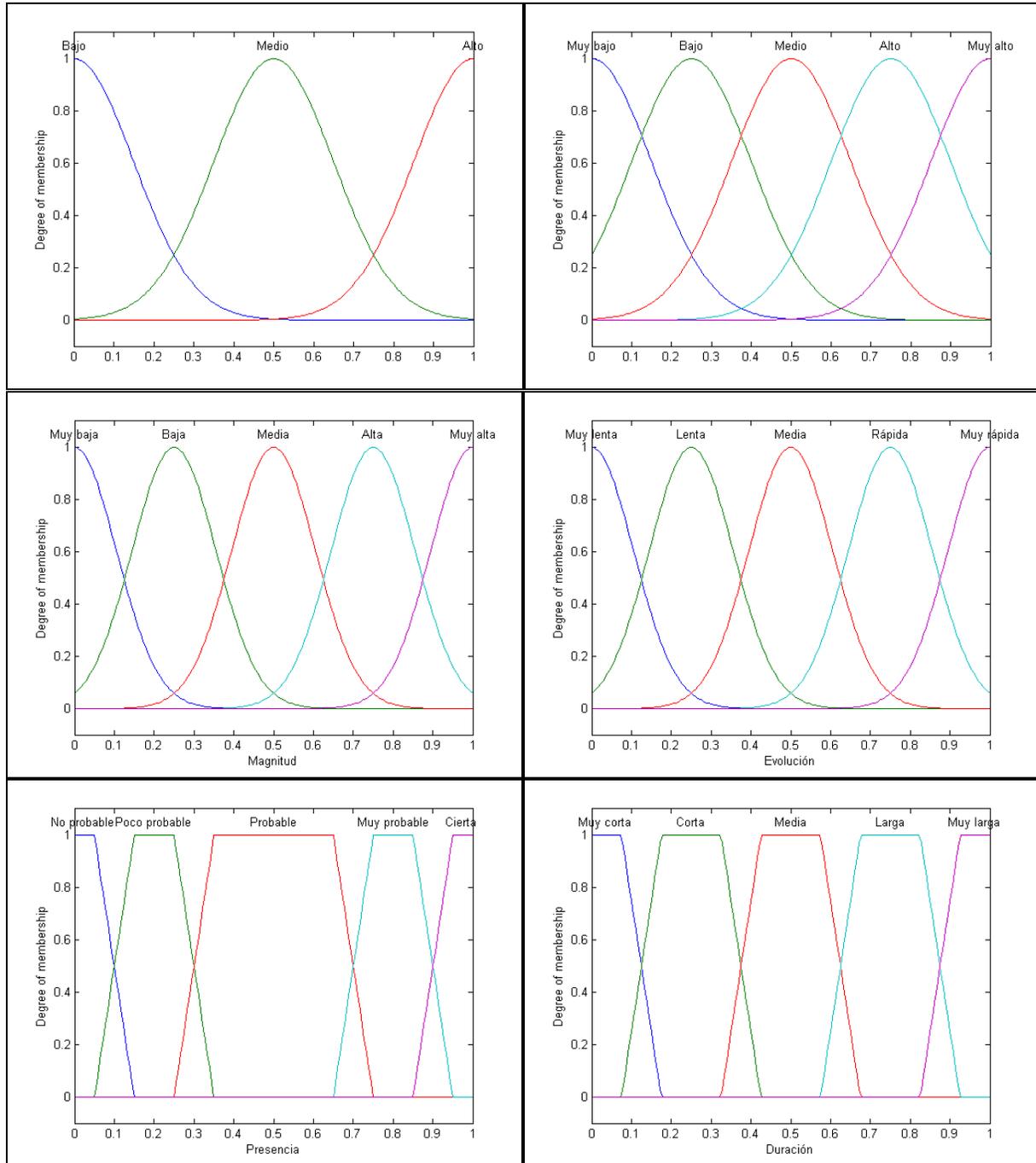
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 86 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Gráfica 5-2: Funciones de membresía de las variables de entrada de los modelos de cada criterio.

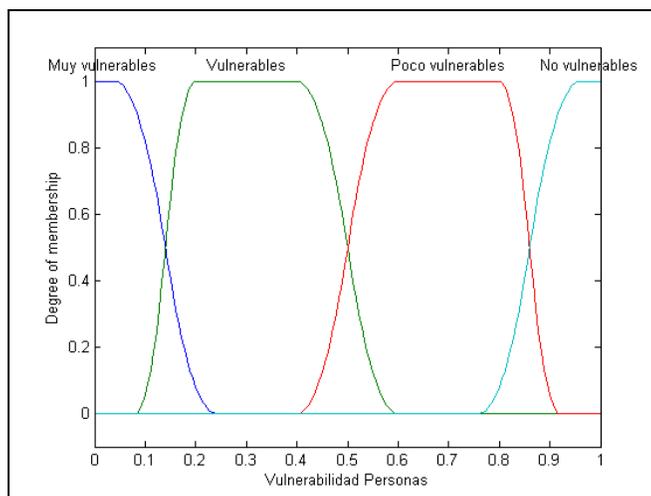


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 87 / 165 |



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

La forma de cada función de membresía se diseñó a manera de reflejar de la mejor forma posible los significados semánticos de cada conjunto, siguiendo las pautas de Shepard (2005). En particular, la cantidad y los nombres de los conjuntos difusos y los límites de las funciones de membresía de las variables Presencia, Duración, Evolución y Magnitud se definieron acorde a la clasificación de Ambiotec Ltda. presentada en la Evaluación Ambiental y al análisis de ETR y su forma se definió siguiendo a (Shepard, 2005, pp. 153,154). Los conjuntos asociados a la duración y a la presencia del impacto crecen o decrecen linealmente porque se refieren a conceptos cualitativos con un referente cuantitativo (años de duración y probabilidad de ocurrencia, respectivamente). Los conjuntos con forma de campana (gaussiana) siguen el razonamiento expuesto para los conjuntos difusos de las variables de salida de los modelos. Por último, la definición de los conjuntos difusos de la variable de entrada *vulnerabilidad personas* se definieron para dar peso a los valores de extremos (i.e. dar prioridad a los impactos que afectan personas muy vulnerables por fuera del área de estudio del EIA) y su crecimiento o decrecimiento es gradual (y no lineal) porque no existe una variable cuantitativa subyacente a la vulnerabilidad de las personas.

5.3.2.9 Descripción de las reglas de los sistemas de inferencia

Según el criterio y la naturaleza de sus variables, se diseñaron reglas distintas para cada modelo, basadas en ciertos supuestos. En esta sección se describen las reglas y los supuestos de los modelos para cada criterio. Por conveniencia, el único operador utilizado en la formulación de los modelos es el operador de conjunción (AND), utilizando la función *min* en el proceso de *inferencia* del modelo.

Para el modelo del VET, por definición del VET, tenemos que es un agregado de los diferentes valores (Valor mercadeable, no mercadeable, ecológico, etc.). Esto implica que las variables de entrada del criterio son comparables y tienen la misma importancia. Así pues, las reglas de inferencia del modelo se realizaron con una ponderación directa de sus variables de entrada. Más específicamente, se asignó un valor a cada conjunto difuso (Alto=3, Medio=2 y Bajo=1), se sumó el valor sobre las seis variables de entrada y se definió una función para convertir ese valor de

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 88 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

nuevo a los conjuntos difusos de salida (Muy bajo, Bajo, ..., Muy alto). Esta función de conversión – V(X) – se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5-44: Función de conversión, modelo VET.

| Suma de valores sobre variables de entrada – X | Conjunto difuso de salida – V(X) |
|--|----------------------------------|
| 6 | Muy bajo |
| 7 | Muy bajo |
| 8 | Bajo |
| 9 | Bajo |
| 10 | Bajo |
| 11 | Medio |
| 12 | Medio |
| 13 | Medio |
| 14 | Alto |
| 15 | Alto |
| 16 | Alto |
| 17 | Muy alto |
| 18 | Muy alto |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

La construcción de las reglas sigue la siguiente sintaxis: Si la suma de los valores asignados a las variables de entrada es X, el impacto es V(X).

Las reglas del modelo del criterio Metodología siguen el mismo razonamiento. Los valores asignados a cada conjunto de las variables de entrada son también Alto=3, Medio=2 y Bajo=1. La función de conversión, se presenta a continuación:

Tabla 5-45: Función de conversión, modelo Metodología.

| Suma de valores sobre variables de entrada – X | Conjunto difuso de salida – M(X) |
|--|----------------------------------|
| 3 | Muy bajo |
| 4 | Muy bajo |
| 5 | Bajo |
| 6 | Medio |
| 7 | Alto |
| 8 | Muy alto |
| 9 | Muy alto |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Los modelos de AE y SIG se basan en supuestos diferentes y la construcción de las reglas no es tan directa. Las reglas del modelo AE, que representan los supuestos hechos sobre este criterio, se presentan en la siguiente tabla:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 89 / 165 |

Tabla 5-46 Reglas de inferencia del modelo AE.

| Antecedentes | | | Operador | Consecuente Significancia |
|--------------|------------------|---------|----------|------------------------------|
| Agentes | Personas | Tamaño | | |
| . | Muy vulnerables | . | AND | Relevante |
| Muy alto | . | . | AND | Relevante |
| Muy alto | Muy vulnerables | . | AND | Muy relevante |
| Muy alto | . | Grande | AND | Muy relevante |
| Alto | Muy vulnerables | . | AND | Muy relevante |
| Alto | . | Grande | AND | Relevante |
| Alto | Vulnerables | . | AND | Relevante |
| Alto | No vulnerables | Pequeña | AND | Irrelevante |
| Medio | Muy vulnerables | . | AND | Relevante |
| Medio | Vulnerables | . | AND | Relevante |
| Medio | . | Grande | AND | Relevante |
| Medio | . | Mediana | AND | Relevante |
| Medio | No vulnerables | Pequeña | AND | Irrelevante |
| Medio | Poco vulnerables | Pequeña | AND | Relevante |
| Medio | No vulnerables | Mediana | AND | Relevante |
| Bajo | Vulnerables | . | AND | Relevante |
| Bajo | Poco vulnerables | . | AND | Irrelevante |
| Bajo | No vulnerables | . | AND | Irrelevante |
| Muy bajo | Muy vulnerables | . | AND | Relevante |
| Muy bajo | Vulnerables | . | AND | Relevante |
| Muy bajo | . | . | AND | Irrelevante |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Este modelo quiere simular el pensamiento de expertos, por lo que concilia supuestos que pueden ser contradictorios. Por ejemplo, se supone que si la población afectada es muy vulnerable el impacto se considera relevante, sin importar su magnitud ni el tamaño de las firmas afectadas (primera línea); pero se supone también que si la magnitud del impacto es muy baja, el impacto es irrelevante sin importar la vulnerabilidad de las personas afectadas.

Las reglas de inferencia del modelo de Significancia siguen el mismo razonamiento y se presentan en la siguiente tabla. Las interacciones de algunos de los antecedentes se basan en la fórmula para calcular la calificación ambiental de los impactos según su evaluación ambiental: a saber, $|Ca| = P(7 \times E \times M + 3 \times D)$ y en los valores en porcentajes realizados mediante el análisis de Eficiencia Técnica Relativa descrito en la sección anterior. De modo que la presencia del impacto afecta su significancia de manera independiente de los otros factores. Por otro lado, con base en la definición de los factores se establece una interacción entre la duración del impacto y su evolución: si la duración del impacto es mayor a 4 años (Media, Larga o Muy larga), su rapidez de evolución (muy lenta es mayor de 24 meses) no es determinante en la significancia del impacto.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 90 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-47: Reglas de inferencia del modelo SIG.

| Antecedentes | | | | Operador | Consecuente |
|--------------|-----------|------------|----------|----------|---------------|
| Presencia | Duración | Evolución | Magnitud | | Significancia |
| Cierta | . | . | Muy alta | AND | Muy relevante |
| Cierta | Muy larga | . | Alta | AND | Muy relevante |
| Cierta | Larga | . | Alta | AND | Muy relevante |
| Cierta | Media | . | Alta | AND | Muy relevante |
| Cierta | . | Muy rápida | Alta | AND | Muy relevante |
| Cierta | Muy larga | . | Media | AND | Relevante |
| Cierta | Larga | . | Media | AND | Relevante |
| Cierta | Media | . | Media | AND | Relevante |
| Cierta | Muy larga | . | Baja | AND | Relevante |
| Cierta | Larga | . | Baja | AND | Relevante |
| Cierta | Media | . | Baja | AND | Relevante |
| Cierta | Corta | Rápida | Alta | AND | Relevante |
| Cierta | Corta | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Cierta | Muy corta | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Cierta | Muy corta | Rápida | Alta | AND | Relevante |
| Cierta | Corta | Muy rápida | Media | AND | Relevante |
| Cierta | Corta | Rápida | Media | AND | Relevante |
| Cierta | Muy corta | Muy rápida | Media | AND | Relevante |
| Cierta | Muy corta | Rápida | Media | AND | Relevante |
| . | Muy corta | Media | Baja | AND | Irrelevante |
| . | Muy corta | Rápida | Baja | AND | Irrelevante |
| . | Muy corta | Muy rápida | Baja | AND | Irrelevante |
| . | Corta | Rápida | Baja | AND | Irrelevante |
| . | Corta | Muy rápida | Baja | AND | Irrelevante |
| . | . | . | Muy baja | AND | Irrelevante |
| Muy probable | . | . | Muy alta | AND | Muy relevante |
| Muy probable | Muy larga | . | Alta | AND | Muy relevante |
| Muy probable | Larga | . | Alta | AND | Muy relevante |
| Muy probable | Media | . | Alta | AND | Muy relevante |
| Muy probable | . | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 91 / 165 |

| Antecedentes | | | | Operador | Consecuente |
|---------------|-----------|------------|----------|----------|---------------|
| Presencia | Duración | Evolución | Magnitud | | Significancia |
| Muy probable | Muy larga | . | Media | AND | Relevante |
| Muy probable | Larga | . | Media | AND | Relevante |
| Muy probable | Media | . | Media | AND | Relevante |
| Muy probable | Muy larga | . | Baja | AND | Relevante |
| Muy probable | Larga | . | Baja | AND | Relevante |
| Muy probable | Media | . | Baja | AND | Irrelevante |
| Muy probable | Corta | Rápida | Alta | AND | Relevante |
| Muy probable | Corta | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Muy probable | Muy corta | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Muy probable | Muy corta | Rápida | Alta | AND | Relevante |
| Muy probable | Corta | Muy rápida | Media | AND | Relevante |
| Muy probable | Corta | Rápida | Media | AND | Relevante |
| Muy probable | Muy corta | Muy rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Muy probable | Muy corta | Rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Probable | Muy larga | . | Muy alta | AND | Muy relevante |
| Probable | Larga | . | Muy alta | AND | Muy relevante |
| Probable | Muy larga | . | Alta | AND | Relevante |
| Probable | Larga | . | Alta | AND | Relevante |
| Probable | Media | . | Alta | AND | Relevante |
| Probable | . | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Probable | Muy larga | . | Media | AND | Relevante |
| Probable | Larga | . | Media | AND | Relevante |
| Probable | Media | . | Media | AND | Relevante |
| Probable | Muy larga | . | Baja | AND | Relevante |
| Probable | Larga | . | Baja | AND | Irrelevante |
| Probable | Media | . | Baja | AND | Irrelevante |
| Probable | Corta | Rápida | Alta | AND | Relevante |
| Probable | Corta | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Probable | Muy corta | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Probable | Muy corta | Rápida | Alta | AND | Irrelevante |
| Probable | Corta | Muy rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Probable | Corta | Rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Probable | Muy corta | Muy rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Probable | Muy corta | Rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Muy larga | . | Muy alta | AND | Relevante |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 92 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Antecedentes | | | | Operador | Consecuente |
|---------------|-----------|------------|----------|----------|---------------|
| Presencia | Duración | Evolución | Magnitud | | Significancia |
| Poco probable | Larga | . | Muy alta | AND | Relevante |
| Poco probable | Muy larga | . | Alta | AND | Relevante |
| Poco probable | Larga | . | Alta | AND | Relevante |
| Poco probable | Media | . | Alta | AND | Relevante |
| Poco probable | . | Muy rápida | Muy alta | AND | Relevante |
| Poco probable | Muy larga | . | Media | AND | Relevante |
| Poco probable | Larga | . | Media | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Media | . | Media | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Muy larga | . | Baja | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Larga | . | Baja | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Media | . | Baja | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Corta | Rápida | Alta | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Corta | Muy rápida | Alta | AND | Relevante |
| Poco probable | Muy corta | Muy rápida | Alta | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Muy corta | Rápida | Alta | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Corta | Muy rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Corta | Rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Muy corta | Muy rápida | Media | AND | Irrelevante |
| Poco probable | Muy corta | Rápida | Media | AND | Irrelevante |
| No probable | . | . | . | AND | Irrelevante |
| No probable | Muy larga | . | Muy alta | AND | Relevante |
| No probable | Larga | . | Muy alta | AND | Relevante |
| No probable | Media | Muy rápida | Muy alta | AND | Relevante |
| No probable | Media | Rápida | Muy alta | AND | Relevante |
| . | . | . | Muy alta | AND | Relevante |
| . | . | . | Alta | AND | Relevante |
| . | . | . | Media | AND | Relevante |
| . | Muy larga | . | Baja | AND | Relevante |
| . | Larga | . | Baja | AND | Relevante |
| . | Media | . | Baja | AND | Irrelevante |
| . | Corta | . | Baja | AND | Irrelevante |
| . | Muy corta | . | Baja | AND | Irrelevante |
| . | . | . | Muy baja | AND | Irrelevante |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 93 / 165 | |

El modelo de la Relevancia Agregada de cada impacto se basa en reglas muy sencillas derivadas de las definiciones de los criterios presentadas en las secciones anteriores. Estos supuestos consisten en lo siguiente:

- Los criterios de VET y SIG inciden independientemente en la relevancia o irrelevancia del impacto.
- El criterio de AE sólo incrementa la relevancia de un impacto si la población afectada es vulnerable (o muy vulnerable) o el tamaño de las firmas es grande (o medio). Esto equivale a decir que este criterio no incide en la relevancia del impacto cuando la población afectada no es vulnerable y las firmas afectadas son pequeñas.
- El criterio de metodología sólo impone restricciones a la relevancia de los impactos; es decir que sólo disminuye su relevancia cuando no se cuenta con las bases metodológicas o con la información necesaria para valorarlo.
- No hay interacción entre los criterios.

Las reglas de este modelo se presentan a continuación:

Tabla 5-48 Reglas del modelo de Relevancia Agregada.

| Antecedentes | | | | Operador | Consecuente |
|--------------|---------------|----------|---------------|----------|---------------------|
| VET | AE | M | SIG | | Relevancia Agregada |
| Alto | . | . | . | AND | Muy relevante |
| Medio | . | . | . | AND | Relevante |
| Bajo | . | . | . | AND | Irrelevante |
| . | . | . | Muy relevante | AND | Muy relevante |
| . | . | . | Relevante | AND | Relevante |
| . | . | . | Irrelevante | AND | Irrelevante |
| . | Muy relevante | . | . | AND | Muy relevante |
| . | Relevante | . | . | AND | Relevante |
| . | . | Bajo | . | AND | Irrelevante |
| . | . | Muy bajo | . | AND | Irrelevante |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Los modelos anteriores se implementaron en el programa Matlab 7.10. A continuación se presentan los mecanismos para obtener las entradas de los modelos.

5.3.2.10 Valores de entrada para la priorización de los impactos

Para implementar estos modelos es necesario obtener los valores para cada variable de entrada. Esto se logró desarrollando un mecanismo de evaluación para cada impacto y cada variable. Para facilitar este proceso se implementó el mecanismo de evaluación en Excel. Para los 10 Flujos de bienes y servicios que incluyen impactos positivos (Cambio en la calidad de Suelo, Cambio en la cantidad de suelo, Cambio en la calidad de paisaje, Cambio en la calidad de ecosistemas, Cambio en la cantidad de Infraestructura, Cambio en la calidad de Infraestructura, Cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural, Cambio en la demanda de Mano de Obra y de Servicios,

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 94 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Cambio en la calidad de vida de la sociedad) se realizó el ejercicio de evaluación por separado para los impactos positivos y negativos, con el objetivo de tener en cuenta las particularidades que esto implica en términos de VET, AE y Metodología. El mecanismo de evaluación para los AE y Metodología es idéntico al presentado a continuación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 95 / 165 |

Tabla 5-49: Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de VET.

| Signo | No. | Impacto a Evaluar | VET | | | |
|------------------|-----|--|---|---|---|---|
| | | | Valores de Mercado | Valores No Mercadeables | Valores de Funciones Ecológicas | Valores de Opción |
| NEGATIVOS | 1 | Cambio Calidad del Aire | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 2 | Cambio en la Cantidad de Suelo | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 3 | Cambio en la Calidad del Suelo | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 4 | Cambio en la Cantidad de Agua | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 5 | Cambio en la Calidad del Agua | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 8 | Cambio en la Cantidad de Infraestructura | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 9 | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 10 | Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 11 | Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 12 | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| POSITIVOS | 1 | Cambio Calidad del Aire | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 2 | Cambio en la Cantidad de Suelo | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 3 | Cambio en la Calidad del Suelo | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 4 | Cambio en la Cantidad de Agua | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |
| | 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | <input type="range" value="50"/> Alto Medio Bajo |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Los resultados del uso de este mecanismo de evaluación se muestran en la tabla siguiente. Cada uno de los datos de estas tablas fue sugerido por el tomador de decisión usando el mecanismo de evaluación. Debe señalarse que el tomador de decisión nunca introduce un valor numérico para cada variable de entrada y cada impacto. Su decisión se basa en la configuración de los ecualizadores del



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 96 / 165 |

sistema de soporte para la toma de decisiones, donde solamente se usan los valores lingüísticos y las calificaciones dadas a otros impactos como referencia para evaluar cada una de las variables.

Para el criterio SIG, los valores de entrada se calcularon como los promedios sobre los impactos y actividades correspondientes a cada flujo de bienes y servicios de las calificaciones otorgadas en la Evaluación ambiental. Estos valores se muestran por separado.

Tabla 5-50: Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología.

| Criterios de Decisión y Variables de Entrada para el Ejercicio de Lógica Difusa | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|---|--------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------|--|---------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| | No. | Impacto | VET | | | | | Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI | | | Metodología | | | |
| | | | Valores de Mercado | Valores No Mercadeables | Valores de Funciones Ecológicas | Valores de Opción | Valores de Existencia | Valores de Legado | Agentes | Vulnerabilidad Personas Afectadas | Tamaño Firmas Afectadas | Referencias Documentadas del Efecto | Metodologías Estructuradas y Validas | Información Disponible |
| NEGATIVA | 1 | Cambio Calidad del Aire | 0,277 | 0,699 | 0,649 | 0,423 | 0,593 | 0,744 | 0,115 | 0,000 | 0,000 | 0,795 | 0,704 | 0,505 |
| | 2 | Cambio en la Cantidad de Suelo | 0,106 | 0,076 | 0,061 | 0,438 | 0,182 | 0,392 | 0,055 | 0,000 | 0,000 | 0,253 | 0,304 | 0,000 |
| | 3 | Cambio en la Calidad del Suelo | 0,096 | 0,468 | 0,252 | 0,480 | 0,463 | 0,563 | 0,065 | 0,000 | 0,000 | 0,534 | 0,589 | 0,181 |
| | 4 | Cambio en la Cantidad de Agua | 0,208 | 0,016 | 0,252 | 0,558 | 0,322 | 0,503 | 0,135 | 0,000 | 0,000 | 0,533 | 0,704 | 0,503 |
| | 5 | Cambio en la Calidad del Agua | 0,247 | 0,176 | 0,403 | 0,599 | 0,498 | 0,609 | 0,065 | 0,000 | 0,000 | 0,644 | 0,649 | 0,082 |
| | 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje | 0,026 | 0,493 | 0,000 | 0,604 | 0,614 | 0,749 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 0,428 | 0,368 |
| | 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 0,222 | 0,151 | 0,313 | 0,669 | 0,865 | 0,764 | 0,145 | 0,000 | 0,000 | 0,452 | 0,427 | 0,508 |
| | 8 | Cambio en la Cantidad de Infraestructura | 0,334 | 0,131 | 0,026 | 0,186 | 0,036 | 0,066 | 0,226 | 0,410 | 0,125 | 0,617 | 0,729 | 0,322 |
| | 9 | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 0,085 | 0,317 | 0,181 | 0,176 | 0,162 | 0,166 | 0,240 | 0,252 | 0,244 | 0,839 | 0,735 | 0,443 |
| | 12 | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 0,257 | 0,638 | 0,106 | 0,331 | 0,171 | 0,302 | 0,016 | 0,000 | 0,000 | 0,277 | 0,518 | 0,196 |
| POSITIVA | 5 | Cambio en la Calidad del Agua | 0,277 | 0,199 | 0,372 | 0,423 | 0,593 | 0,744 | 0,115 | 0,000 | 0,000 | 0,644 | 0,649 | 0,082 |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 97 / 165 |

| Criterios de Decisión y Variables de Entrada para el Ejercicio de Lógica Difusa | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------------|-------|-------|--|
| | | VET | | | | | | Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EAI | | | Metodología | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje | 0,000 | 0,381 | 0,162 | 0,071 | 0,379 | 0,081 | 0,031 | 0,000 | 0,000 | 0,082 | 0,428 | 0,368 | |
| 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 0,006 | 0,046 | 0,157 | 0,041 | 0,379 | 0,066 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,452 | 0,427 | 0,508 | |
| 12 | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 0,076 | 0,255 | 0,000 | 0,178 | 0,486 | 0,142 | 0,066 | 0,011 | 0,062 | 0,277 | 0,518 | 0,196 | |
| 9 | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 0,610 | 0,317 | 0,035 | 0,145 | 0,241 | 0,096 | 0,221 | 0,143 | 0,143 | 0,839 | 0,735 | 0,443 | |
| 10 | Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural | 0,669 | 0,029 | 0,041 | 0,161 | 0,196 | 0,181 | 0,095 | 0,065 | 0,040 | 0,333 | 0,647 | 0,657 | |
| 11 | Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios | 0,076 | 0,372 | 0,000 | 0,000 | 0,183 | 0,051 | 0,001 | 0,046 | 0,046 | 0,243 | 0,523 | 0,217 | |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)



| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 98 / 165 | |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-51: Valores de entrada de las variables del modelo SIG.

| Criterios de Decisión y Variables de Entrada para el Ejercicio de Lógica Difusa | | | | | | |
|---|---|--|--|----------|-----------|----------|
| | | | Significancia según Evaluación Ambiental | | | |
| | No. | Impacto | Presencia | Duración | Evolución | Magnitud |
| NEGATIVA | 1 | Cambio Calidad del Aire | 1,000 | 0,670 | 0,720 | 0,712 |
| | 2 | Cambio en la Cantidad de Suelo | 1,000 | 0,507 | 0,644 | 0,639 |
| | 3 | Cambio en la Calidad del Suelo | 1,000 | 0,689 | 0,717 | 0,674 |
| | 4 | Cambio en la Cantidad de Agua | 1,000 | 0,437 | 0,633 | 0,471 |
| | 5 | Cambio en la Calidad del Agua | 1,000 | 0,511 | 0,672 | 0,559 |
| | 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje | 0,967 | 0,787 | 0,854 | 0,853 |
| | 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 0,789 | 0,843 | 0,851 | 0,796 |
| | 8 | Cambio en la Cantidad de Infraestructura | 0,850 | 0,838 | 0,802 | 0,774 |
| | 9 | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 0,690 | 0,821 | 0,863 | 0,861 |
| | 12 | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 0,783 | 0,792 | 0,770 | 0,820 |
| POSITIVO | 5 | Cambio en la Calidad del Agua | 1,000 | 0,487 | 0,844 | 0,368 |
| | 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje | 1,000 | 0,918 | 0,795 | 0,749 |
| | 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 0,767 | 0,920 | 0,756 | 0,834 |
| | 12 | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 0,775 | 0,927 | 0,843 | 0,863 |
| | 9 | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 0,727 | 0,863 | 0,794 | 0,831 |
| | 10 | Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural | 0,735 | 0,814 | 0,793 | 0,852 |
| 11 | Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios | 0,725 | 0,778 | 0,724 | 0,794 | |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

A continuación, se presentan las razones por las cuales cada elemento de las tablas anteriores obtuvo su respectiva calificación. Se especificará la clase de cada impacto con los signos + ó – entre paréntesis.

Como ya se vio, el criterio del *Valor Económico Total (VET)* divide el valor económico del recurso en seis tipos de valor para caracterizar mejor cada uno de los impactos, según lo expuesto en MAVDT (2003). El criterio de los *agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA (AE)* hace referencia a las personas afectadas de alguna forma por el proyecto y que están por fuera de su zona de influencia, es decir, por fuera de la zona geográfica del EIA. Por último, el criterio de *metodología (M)* se refiere a la posibilidad técnica de valorar económicamente cada impacto, posibilidad en cuanto a la disponibilidad de la información necesaria, de casos referenciados y a la existencia de metodologías validadas y robustas.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 99 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

- **Valores de mercado**

Para el componente *Valores de Mercado*, la calificación del cambio en la cantidad de suelo corresponde principalmente al cambio en valores de mercado generado por el cambio en el uso de los predios (-). Dado que los predios por los que pasará la variante constituyen una pequeña parte de fincas dedicadas a actividades agropecuarias extensivas, se considera un impacto entre medio y bajo.

En el caso de la calidad del suelo los impactos negativos corresponden principalmente a la construcción de obras de arte, remoción de vegetación y movimiento de tierras sin embargo los valores de mercado se consideran bajos, los impactos positivos están asociados a la recuperación de zonas verdes.

La calificación del cambio en la cantidad de infraestructura corresponde al impacto monetario de la afectación de predios por parte de la concesionaria y se considera media-baja (+/-). El cambio en la calidad de la infraestructura corresponde al incremento en los valores de mercado de los predios en el centro poblado como resultado de la construcción de la variante (+); este elemento obtiene, pues, una calificación baja. Nótese que este impacto no incluye la valorización de los predios como resultado de la mejora general de las condiciones de la vía de todo el proyecto Ruta del Sol Sector 2 (ver Ambiotec Ltda, 2013), sino sólo el incremento debido a la construcción de la variante.

La calificación de los cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural representa la pérdida en ingresos de los establecimientos que atienden a usuarios de la vía (monta llantas, restaurantes, etc.) (-). Esta reducción de ingresos, a su vez, genera cambios en la calidad de vida de la sociedad (-). Estos dos impactos obtienen calificaciones de medio-alto y medio-bajo respectivamente. La calificación del cambio en la demanda de mano de obra y de servicios sigue el razonamiento anterior y se califica como medio-alto pues parte de los empleos que desaparezcan en los establecimientos actuales serán remplazados por puestos en la Concesionaria Ruta del Sol (-).

Dado que el terreno es plano, el riesgo de erosión en el terreno es muy bajo (Ambiotec Ltda, 2013), por lo que el valor del cambio en la calidad del suelo se califica como muy bajo; al igual que los cambios en la calidad del agua y del paisaje, por no representar valores mercadeables. La calificación del impacto del proyecto sobre los cambios en la calidad de los ecosistemas y en la calidad del aire corresponde a las transferencias locales por aprovechamiento forestal y por servicios ambientales del bosque (+) y obtiene calificación baja.

- **Valores de uso no mercadeables**

Según el MAVDT (2003), el valor de uso *no mercadeable* se refiere al valor de actividades de subsistencia, recreación, investigación asociadas al recurso natural o ambiental y que no generan beneficios comerciales en sí mismas.

Con esto en mente, la calificación del cambio en la calidad del aire (-) se refiere al cambio en el valor de uso del aire (cambios en ruido, contaminación, etc.) de los habitantes del área de influencia del proyecto como resultado del incremento del flujo vehicular por el corredor vial (-), la calificación de este elemento es media-alta.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 100 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Los cambios en la cantidad y la calidad del suelo corresponden a los cambios producidos por la extracción de materiales para la construcción y la deposición de residuos y materiales sobrantes (-). Teniendo en cuenta la extensión de las fuentes de materiales y las ZODMES, así como las medidas de prevención contempladas en la actividad *limpieza y entrega final del proyecto*, estos elementos obtienen calificaciones baja y media-baja, respectivamente. El impacto positivo en la calidad del suelo corresponde a la recuperación de zonas verdes el cual se considera de importancia baja.

El cambio en la calidad del agua corresponde a la posible contaminación por vertimiento de residuos en la construcción de los puentes y demás obras de arte del proyecto (-). Como el valor de uso no mercadeable del agua en los ríos susceptibles de contaminación no es alto y se tienen medidas de prevención incluidas en el plan de manejo ambiental y en el plan de inversión del 1% (Concesionaria Ruta del Sol, S.A.S.), este elemento obtiene una calificación baja.

La calificación del cambio en la calidad del paisaje se refiere a su valor de uso directo tanto por los usuarios de la vía como por los habitantes del área de influencia de la variante y es calificado como media en el caso de las actividades de revegetalización y mantenimiento de vegetación en el derecho de vía (+), mientras que es calificado como medio-bajo para las actividades de movimiento de tierras (-) que se presentarán en la fase de construcción.

La calificación del cambio en la calidad de vida de la sociedad se refiere a la reducción de la accidentalidad en el interior de los centros poblados, a una mayor facilidad para atravesar la vía al interior de los centros poblados (+), también comprende una posible reducción en la accidentalidad como resultado de una mejor señalización y un mejor estado de la vía (+), este impacto se califica como medio. Por otro lado también puede generarse un aumento en la accidentalidad al incremento de la velocidad promedio de los vehículos, traslado de población y generación de expectativas (-), este aspecto es calificado como medio-bajo.

Por último, dada la definición de los valores de uso no mercadeables, el resto de impactos obtienen la calificación mínima.

- **Valores de funciones ecológicas**

Los *valores de funciones ecológicas* de los recursos afectados se refieren al papel que juega el recurso en el ecosistema y al grado en el que se ve afectado como resultado de la intervención. Así las cosas, el cambio en la calidad del aire como resultado del aumento en el flujo vehicular por el corredor vial (-) se califica entre medio y alto. El cambio en la calidad del suelo obtiene una calificación media-baja debido a los cambios generados por la extracción de materiales para la construcción y la deposición de materiales sobrantes de excavación (-). Los cambios en la cantidad y en la calidad del agua (-) obtienen calificaciones media-baja y media. El primero, debido al uso del recurso hídrico durante la construcción del proyecto (-); el segundo, debido al riesgo de contaminación en la construcción de puentes y demás obras de arte (-). La calificación de ambos elementos tiene en cuenta las medidas contempladas en el plan de inversión del 1% del proyecto (Concesionaria Ruta del Sol S.A.S.).

La calificación del cambio en la calidad de los ecosistemas contempla el impacto sobre el equilibrio ambiental de la tala, el descapote y la remoción de vegetación para la construcción del proyecto (-

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 101 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

), y está entre media y baja, debido a la extensión del proyecto y a las medidas de compensación en el plan de manejo ambiental y a las labores de empujamiento contempladas en el proyecto. La calificación del cambio en la calidad de la infraestructura contempla el impacto ecológico del cambio en el uso del suelo de los predios afectados para la construcción del proyecto (+/-). Esta calificación es media-baja. El valor de función ecológica del cambio en la calidad de vida de la sociedad se refiere al impacto del aumento de la contaminación y las emisiones de CO₂ en la atmósfera como resultado del aumento del flujo vehicular por el corredor vial (-). Dado que el impacto no es directo y que el aporte de CO₂ del aumento esperado en el flujo vehicular es pequeño a nivel global, la calificación es baja.

Por último, dada la definición de los valores de funciones ecológicas, los demás impactos obtienen la calificación mínima.

- **Valores de opción**

Según el MAVDT (2003, pág. 8), el *valor de opción* de un recurso natural o ambiental se define como “el valor representado por la disponibilidad a pagar de los individuos por utilizar el medio ambiente en el futuro y no emplearlo hoy”.

Así pues, el proyecto impone restricciones sobre los usos futuros de los predios afectados y su derecho de vía (-), sobre las fuentes de materiales de construcción y las ZODMES (-), sobre la calidad actual del aire en el área de influencia del proyecto (-) y sobre el recurso hídrico utilizado durante la fase de construcción del proyecto (-). Las calificaciones asignadas varían de acuerdo a la magnitud de la restricción impuesta por cada impacto.

Valores de existencia

Según el MAVDT (2003, pág. 8), el *valor de existencia* de un recurso natural o ambiental se refiere al “valor intrínseco” del recurso, es decir, al beneficio que su existencia implica para la sociedad. De manera que el impacto más importante considerado bajo esta perspectiva es el cambio en la calidad de los ecosistemas y su calificación se refiere al impacto ecológico de la tala de los árboles durante la construcción del corredor vial, en cuanto afecta el equilibrio de los ecosistemas del área de influencia del proyecto y contribuye al efecto invernadero (-). Le siguen los cambios en la calidad del paisaje (-), en la calidad del aire (+/-), en la calidad del agua (-) y en la calidad del suelo (+/-) por su influencia sobre el equilibrio ecológico de la región. Los impactos sobre la cantidad de agua (+/-) y la cantidad de suelo (-) se consideran de menor importancia por las medidas de prevención, mitigación y compensación contempladas en el proyecto.

La calificación del cambio en la calidad de la infraestructura es baja en cuanto considera el valor del uso actual del corredor vial con respecto al uso futuro (+/-). Las calificaciones de los cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural (-), en la demanda de mano de obra y de servicios (+/-) y en la calidad de vida de la sociedad (+/-) siguen el mismo razonamiento.

Valores de legado

El *valor de legado* de un recurso natural o ambiental se refiere, según el MAVDT (2003) al valor que le asignan los individuos para que puedan ser utilizados por generaciones futuras.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAVIA</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 102 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Así las cosas, los impactos más importantes según su valor de legado son los cambios en la calidad del aire (-), del agua (-), del paisaje (+/-) y de los ecosistemas (-), seguidos por la cantidad del agua (+/-), la cantidad y calidad del suelo (+/-), La calidad de la infraestructura (-). Los valores de legado de los demás impactos no guardan una relación directa con el corredor vial y obtienen, por lo tanto, calificaciones menores.

Agentes económicos por fuera del área de análisis del EIA

Los agentes económicos afectados por el proyecto por fuera del área geográfica del EIA son principalmente todos los usuarios de la Ruta del Sol y todos los beneficiarios del ahorro en tiempo de viaje al transitar por la variante (empresas de transporte de pasajeros, mercancías, etc.).

Los impactos de cambios en la calidad y cantidad de infraestructura (+/-) son los más significativos en este aspecto; obteniendo calificaciones media y media-baja respectivamente. La variable *agentes* mide el efecto absoluto del impacto sobre los agentes identificados, mientras que las variables *vulnerabilidad de las personas afectadas* y *tamaño de las firmas afectadas* mide la vulnerabilidad de esos agentes y el número de empleos, respectivamente, afectados por los impactos correspondientes. Las calificaciones otorgadas siguen este razonamiento.

Referencias documentadas del efecto

En cuanto al criterio de *metodología*, dada la creciente preocupación global por el medio ambiente y la legislación que ha surgido al respecto, los efectos de cada impacto están referenciados a nivel global o nacional. Por esta razón, en la variable *referencias documentadas del efecto*, los impactos sobre el medio abiótico obtienen calificaciones entre medio y alto. La variación entre uno y otro se debió al conocimiento del equipo de trabajo sobre cada impacto y su literatura correspondiente. Los demás impactos obtienen calificaciones entre media y baja, según la existencia de referencias de cada efecto.

Metodologías estructuradas y válidas

Dada la creciente preocupación global por el medio ambiente y la legislación que ha surgido al respecto, se han desarrollado *metodologías estructuradas y válidas* para la valoración de los efectos de cada impacto. Se distinguen por tener metodologías menos estructuradas los cambios en la calidad de vida de la sociedad y en la calidad del suelo, del paisaje y de los ecosistemas.

Información disponible

Para la valoración del efecto del cambio en la cantidad de infraestructura, que se refiere a la afectación de predios, disponemos de estimativos de la información necesaria (precios de los predios, valor de la compensación, precio promedio por hectárea en la zona, etc.), por lo que su calificación es media-baja.

En lo que se refiere a la calidad los factores abióticos y bióticos, es decir, los efectos de cambios en el suelo, el agua, el aire y los ecosistemas, únicamente se tiene información sobre su estado antes del proyecto. Para la valoración de los efectos sobre estos factores, se necesita información de su estado durante la construcción del proyecto y una vez finalizado y en operación (por lo general, se requiere también un seguimiento de varios años para que los efectos sean

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>SAAS</small> |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 103 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

detectados). Por esta razón, sus calificaciones son similares y están entre medio y bajo. En cuanto a los cambios en la cantidad de agua, suelo y a la calidad de los ecosistemas sí se tiene estimativos del uso que se hará de los recursos naturales durante el proyecto, por lo que obtienen calificación media.

Los *cambios en la calidad de la infraestructura* incluyen la afectación a la movilidad y a las redes de servicios. Sólo se tienen estimativos a priori de las variables relevantes para medir cambios en movilidad y servicios. Dado que para una valoración más precisa del impacto de la afectación de la movilidad se necesitan datos a posteriori, la calificación de este componente es media-baja.

Para determinar el efecto de los *cambios en ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural*, se tiene información sobre los ingresos actuales de la población afectada, pero sólo se puede tener un estimado de los empleos que ofrecerá la concesionaria y su salario respectivo, así como del número de empleos que se perderán al desviar el tráfico de los centros poblados. Por esta razón, su calificación es media. Siguiendo el mismo razonamiento, el *cambio de la demanda de mano de obra y de servicios* obtiene una calificación similar.

Por último, el *cambio en la calidad de vida de la sociedad* incluye la accidentalidad y las condiciones de salud de la población. Para valorar el efecto sobre estos aspectos, sólo se cuenta con información a nivel municipal que podría no ser adecuada. Por otro lado, el *cambio en la calidad de vida de la sociedad* también incluye aspectos como las relaciones sociales o con el territorio, sobre los que se tiene muy poca información. Con base en lo anterior, su calificación es muy baja.

A continuación se presentan los resultados del modelo de inferencia de lógica difusa.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 104 / 165 |

5.3.2.11 Resultados del modelo de inferencia Mamdani

La Tabla 5-52 muestra los resultados de cada uno de los sistemas de inferencia desarrollados para cada uno de los criterios. Todos los modelos Mamdani usados se implementaron en Matlab® (The MathWorks™, 2010).

Tabla 5-52 Resultados de implementación de modelos - 1.

| Resultados de los modelos de lógica difusa para la relevancia de los impactos ambientales | | | | | | | |
|---|-------|--|--------|--|-------------|---------------|---------------------|
| No. | Signo | Impacto | VET | Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EIA | Metodología | Significancia | Relevancia Agregada |
| 1 | - | Cambio Calidad del Aire | 0,5408 | 0,4864 | 0,6574 | 0,7931 | 0,5978 |
| 10 | + | Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural | 0,3107 | 0,4867 | 0,6656 | 0,7144 | 0,5732 |
| 4 | - | Cambio en la Cantidad de Agua | 0,3765 | 0,4864 | 0,5356 | 0,6007 | 0,5627 |
| 9 | - | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 0,2650 | 0,5833 | 0,6656 | 0,6375 | 0,5522 |
| 7 | - | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 0,4905 | 0,4772 | 0,4991 | 0,7020 | 0,5432 |
| 11 | + | Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios | 0,2797 | 0,4671 | 0,4972 | 0,7501 | 0,5414 |
| 8 | - | Cambio en la Cantidad de Infraestructura | 0,2148 | 0,5772 | 0,5342 | 0,7668 | 0,5213 |
| 7 | + | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | 0,1864 | 0,4279 | 0,4991 | 0,8244 | 0,5122 |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 105 / 165 |

Tabla 5-53 Resultados de implementación de modelos - 2.

| Resultados de los modelos de lógica difusa para la relevancia de los impactos ambientales | | | | | | | |
|---|-------|---|--------|--|-------------|---------------|---------------------|
| No. | Signo | Impacto | VET | Agentes Económicos por Fuera del Área de Análisis de EIA | Metodología | Significancia | Relevancia Agregada |
| 6 | - | Cambio en la Calidad del Paisaje | 0,4088 | 0,4279 | 0,2766 | 0,9054 | 0,4839 |
| 12 | + | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 0,2069 | 0,4281 | 0,3786 | 0,7233 | 0,4640 |
| 6 | + | Cambio en la Calidad del Paisaje | 0,2782 | 0,4322 | 0,2766 | 0,8463 | 0,4529 |
| 12 | - | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad | 0,3452 | 0,4290 | 0,3478 | 0,8100 | 0,4507 |
| 9 | + | Cambio en la Calidad de la Infraestructura | 0,3011 | 0,4477 | 0,3478 | 0,6809 | 0,4492 |
| 3 | - | Cambio en la Calidad del Suelo | 0,4135 | 0,4471 | 0,3209 | 0,7243 | 0,4384 |
| 5 | + | Cambio en la Calidad del Agua | 0,4421 | 0,4864 | 0,3079 | 0,5993 | 0,4353 |
| 5 | - | Cambio en la Calidad del Agua | 0,4095 | 0,4471 | 0,3079 | 0,6101 | 0,4353 |
| 2 | - | Cambio en la Cantidad de Suelo | 0,2822 | 0,4416 | 0,2892 | 0,6685 | 0,4313 |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 106 / 165 | |

Cada una de las columnas en la tabla anterior corresponde a la implementación de un modelo respectivo. Tal y como se había mencionado, el output de los modelos es un escalar entre cero y uno, y no una combinación de conjuntos difusos. La columna de Relevancia Agregada es la que indica, en definitiva, la relevancia de cada impacto del proyecto. Para determinar los impactos relevantes, definimos un límite de 0,5 para el índice de relevancia agregada de la tabla anterior, obteniendo la siguiente caracterización.

Tabla 5-54: Impactos relevantes para valoración.

| Número Flujo | Impacto según Flujos de Bienes y Servicios | Relevancia |
|--------------|--|--------------|
| 1 | Cambio en la Calidad del Aire (-) | Relevante |
| 2 | Cambio en la Cantidad del Suelo (+) | No Relevante |
| 2 | Cambio en la Cantidad del Suelo (-) | No Relevante |
| 3 | Cambio en la Calidad del Suelo (-) | No Relevante |
| 3 | Cambio en la Calidad del Suelo (+) | No Relevante |
| 4 | Cambio en la Cantidad del Agua (-) | Relevante |
| 5 | Cambio en la Calidad del Agua (-) | No Relevante |
| 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje (-) | No Relevante |
| 6 | Cambio en la Calidad del Paisaje (+) | No Relevante |
| 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas (-) | Relevante |
| 7 | Cambio en la Calidad de los Ecosistemas (+) | Relevante |
| 8 | Cambio en la Cantidad de la Infraestructura (-) | Relevante |
| 8 | Cambio en la Cantidad de la Infraestructura (+) | No relevante |
| 9 | Cambio en la Calidad de la Infraestructura (-) | Relevante |
| 9 | Cambio en la Calidad de la Infraestructura (+) | No relevante |
| 10 | Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural (-) | No relevante |
| 10 | Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural (+) | Relevante |
| 11 | Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios (+) | Relevante |
| 12 | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad (-) | No Relevante |
| 12 | Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad (+) | No Relevante |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

La manera en que se valorará cada impacto se presentará en las siguientes secciones, según sea necesario.

5.3.2.12 Otros impactos sobre agentes económicos por fuera del área de estudio del EIA.

La valoración económica de impactos ambientales y económicos en ocasión aborda agentes socioeconómicos que se ubican geográficamente fuera de las áreas de influencia del estudio de EIA del proyecto, o en campos socioeconómicos que tampoco son objeto del EIA. Lo anterior por cuanto los beneficios y los costos ambientales y socioeconómicos del proyecto se ven reflejados

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 107 / 165 | |

sobre estos agentes, y en campos de estudio diferentes a los del EIA. En consecuencia y dada la magnitud del proyecto es importante presentar un contexto nacional del mismo.

Se cuantificarán principalmente dos tipos de impactos socioeconómicos, los impactos sobre los tiempos de desplazamiento por el corredor vial, el confort del desplazamiento y la accidentalidad; y los impactos sobre el valor de la propiedad de finca raíz por fuera del área de influencia directa del EIA.

En los siguientes numerales se muestran algunas cifras sobre el transporte de carga y pasajeros en el país y en el corredor vial del proyecto. Así mismo se presenta un análisis de la propiedad de finca raíz y sus usos residenciales y comerciales o productivos.

c. Transporte De Carga.

El transporte de carga se ha aumentado de manera considerable en el país comparando la mitad de la década pasada con la mitad de la presente, donde podemos observar que en 11 años se ha aumentado el número de toneladas transportada en un 69.3%.

Tabla 5-55. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas)

| AÑO | MILES DE TONELADAS | VARIACIÓN (%) |
|------|--------------------|---------------|
| 1994 | 82,483 | - |
| 1995 | 86,742 | 5,16 |
| 1996 | 71,168 | -17,95 |
| 1997 | 89,399 | 25,62 |
| 1998 | 84,35 | -5,65 |
| 1999 | 77,674 | -7,91 |
| 2000 | 73,034 | -5,97 |
| 2001 | 100,284 | 37,31 |
| 2002 | 84,018 | -16,22 |
| 2003 | 99,782 | 18,76 |
| 2004 | 117,597 | 17,85 |
| 2005 | 139,725 | 18,82 |

Fuente: Dirección de Transporte y Transito (Ministerio de Transporte)

Dentro de las regiones que sacan sus productos y utilizan la Ruta del Sol prioritariamente encontramos a Bogotá que, para el 2003, generaba el 10,01% de la carga del País. Santander y Boyacá, juntos producían para el mismo año el 10,22%, siendo estas regiones las más representativas en el área Andina. Sin embargo, así como la ruta es vital para la salida de productos, es igualmente importante para la entrada. En este sentido para el 2003, Bogotá es el mayor receptor de carga del país, la cual representa el 17,33%. Entre los departamentos del Caribe, que van a tener como su principal vertiente al interior del país, Atlántico, Bolívar y Magdalena representan en movimiento de carga el 7,04%, 6,02% y 3,9%, respectivamente. La carga que se mueve hacia el interior del país, no sólo está concentrada en Bogotá, sino también

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 108 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 | |

en Santander y Norte de Santander, que juntos reciben el 9,34% de la carga que se movía en el país en el 2003.

Dentro de las empresas de transporte de carga conformadas en el país en el 2003 que sumaban 1.198, el mayor porcentaje está en Cundinamarca, representando el 40,98%. Boyacá, Santander y Norte de Santander juntos suman el 12,69% de éstas empresas en el mismo año, mientras que en Atlántico se encuentra el 6,07%. Es decir, que la mayoría de los gremios utilizará la Ruta del Sol permanentemente (Ministerio de Transporte, 2005).

En general, existe una marcada afluencia de vehículos de carga que representa cerca del 67% del flujo vehicular del corredor vial Ruta del Sol. Esto evidencia la importancia de la vía tanto para el comercio exterior, como para el flujo de productos y mercancías del mercado nacional. Por tanto, la Ruta del Sol es un conector natural del centro del país con los puertos de la costa Atlántica (DNP, 2009).

Las siguientes tablas resumen en concreto por año el transporte de carga terrestre y el porcentaje que éste representa de la carga total nacional.

Tabla 5-56. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas)

| Año | Carretero | Férreo 2 | | | Fluvial | Aéreo | Cabotaje | TOTAL |
|-----|-----------|--|--------|--------|---------|-------|----------|-------------|
| | 1 | Concesiones (sin incluir carbón) | Carbón | Total | 3 | 4 | 5 | (1+2+3+4+5) |
| 94 | 82.483 | 812 | 12.833 | 13.645 | 2.890 | 140 | 3.700 | 102.858 |
| 95 | 86.742 | 882 | 13.734 | 14.616 | 2.634 | 140 | 4.000 | 108.132 |
| 96 | 71.168 | 981 | 15.354 | 16.335 | 3.062 | 142 | 4.324 | 95.031 |
| 97 | 89.399 | 836 | 16.370 | 17.206 | 2.755 | 139 | 3.997 | 113.496 |
| 98 | 84.350 | 779 | 21.842 | 22.621 | 3.049 | 119 | 4.009 | 114.148 |
| 99 | 77.674 | 367 | 25.035 | 25.402 | 3.735 | 134 | 1.385 | 108.330 |
| 00 | 73.034 | 0 | 31.170 | 31.170 | 3.802 | 100 | 797 | 108.903 |
| 01 | 100.284 | 0 | 33.457 | 33.457 | 3.069 | 104 | 720 | 137.634 |
| 02 | 84.018 | 0 | 31.032 | 31.032 | 3.480 | 122 | 532 | 119.184 |
| 03 | 99.782 | 37 | 42.744 | 42.781 | 3.725 | 132 | 928 | 147.348 |
| 04 | 117.597 | 317 | 45.865 | 46.181 | 4.211 | 129 | 588 | 168.706 |
| 05 | 139.725 | 308 | 48.919 | 49.227 | 4.863 | 135 | 400 | 194.350 |
| 06* | ND | 314 | 49.394 | 49.708 | 4.219 | 138 | 509 | NA |
| 07* | ND | 375 | 52.829 | 53.204 | 4.294 | 137 | 454 | NA |
| 08* | ND | 236 | 58.236 | 58.472 | 4.574 | 123 | 372 | NA |

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

Ahora bien, en la siguiente tabla se muestra la distribución porcentual de la carga en toneladas por año.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 109 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

Tabla 5-57 Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año.

| Año | Carretero | Férreo | | | Fluvial | Aéreo | Cabotaje | TOTAL |
|-----|-----------|--|--------|-------|---------|-------|----------|-------|
| | | Concesiones (sin incluir carbón) | Carbón | Total | | | | |
| 94 | 80,2 | 0,8 | 12,5 | 13,3 | 2,8 | 0,1 | 3,6 | 100 |
| 95 | 80,2 | 0,8 | 12,7 | 13,5 | 2,4 | 0,1 | 3,7 | 100 |
| 96 | 74,9 | 1,0 | 16,2 | 17,2 | 3,2 | 0,1 | 4,6 | 100 |
| 97 | 78,8 | 0,7 | 14,4 | 15,2 | 2,4 | 0,1 | 3,5 | 100 |
| 98 | 73,9 | 0,7 | 19,1 | 19,8 | 2,7 | 0,1 | 3,5 | 100 |
| 99 | 71,7 | 0,3 | 23,1 | 23,4 | 3,4 | 0,1 | 1,3 | 100 |
| 00 | 67,1 | 0,0 | 28,6 | 28,6 | 3,5 | 0,1 | 0,7 | 100 |
| 01 | 72,9 | 0,0 | 24,3 | 24,3 | 2,2 | 0,1 | 0,5 | 100 |
| 02 | 70,5 | 0,0 | 26,0 | 26,0 | 2,9 | 0,1 | 0,4 | 100 |
| 03 | 67,7 | 0,0 | 29,0 | 29,0 | 2,5 | 0,1 | 0,6 | 100 |
| 04 | 69,7 | 0,2 | 27,2 | 27,4 | 2,5 | 0,1 | 0,3 | 100 |
| 05 | 71,9 | 0,2 | 25,2 | 25,3 | 2,5 | 0,1 | 0,2 | 100 |
| 06 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 07 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |
| 08 | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA | NA |

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

La importancia del transporte de carga por tierra se puede sustentar en las estadísticas observadas en la Tabla **5-56** y

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 110 / 165 | | |

Tabla 5-57. La segunda muestra en porcentaje las cifras que se observan en la primera, donde se evidencia que hasta el 2005, año hasta el cual se tiene información disponible, el porcentaje de la carga transportada por carretera en ningún momento representa menos del 70% de la carga nacional anual.

d. Transporte Pasajeros.

Dentro de las empresas de cubrimiento Nacional, para el 2003, la mayoría se encontraban en Cundinamarca, representando el 14,93% del total de empresas, que eran 891 para la época. Otros departamentos que son potenciales usuarios de la ruta del Sol que tiene un número importante de empresas de transporte de pasajeros son Bolívar, Atlántico, Santander y Norte de Santander con el 3,7%, 2,92%, 3,05% y 2,02% respectivamente (Ministerio de Transporte, 2005).

Tabla 5-58. Movimiento de Pasajeros.

| Año | Pasajeros Nacionales | | | | | | |
|------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------|-----------|----------|-------------|
| | Carretera | Vía Aérea | | | Fluvial | Marítimo | Ferroviario |
| | | Aerotaxis y Regional | Empresas Regulares | TOTAL | | | |
| 94 | ND | 581.541 | 7.420.065 | 8.001.606 | 2.334.373 | ND | ND |
| 95 | 94.161.337 | 559.672 | 8.062.765 | 8.622.437 | 2.448.764 | 33.854 | 58.328 |
| 96 | 95.742.237 | 696.725 | 8.294.040 | 8.990.765 | 3.118.362 | 88.714 | 256.879 |
| 97 | 98.911.215 | 680.212 | 8.077.000 | 8.757.212 | 2.084.014 | 153.557 | 232.330 |
| 98 | 100.364.439 | 625.365 | 7.950.308 | 8.575.673 | 2.843.661 | 169.639 | 203.553 |
| 99 | 94.654.074 | 605.423 | 7.613.231 | 8.218.654 | 2.820.783 | 178.586 | 160.130 |
| 00 | 98.448.963 | 684.719 | 7.466.331 | 8.151.050 | 2.980.213 | 172.390 | 50.215 |
| 01 | 99.009.731 | 646.167 | 7.559.898 | 8.206.065 | 3.026.826 | 170.912 | 54.916 |
| 02 | 99.570.498 | 630.243 | 7.731.586 | 8.361.829 | 3.329.199 | 85.880 | 36.695 |
| 03 | 120.201.516 | 547.842 | 7.439.107 | 7.986.949 | 4.148.706 | ND | 17.363 |
| 04 | 128.893.186 | 483.467 | 7.690.762 | 8.174.229 | 3.531.395 | 38.946 | 49.400 |
| 05 | 156.568.326 | 533.883 | 7.756.875 | 8.290.758 | 3.789.419 | 40.012 | 126.219 |
| 06 | 164.118.093 | 537.124 | 8.342.928 | 8.880.052 | 3.572.263 | 42.235 | 153.470 |
| 07 | 172.127.092 | 536.144 | 8.771.998 | 9.308.142 | 3.297.786 | 108.892 | 181.390 |
| 08 * | 173.406.200 | 574.975 | 8.984.165 | 9.559.140 | 3.543.441 | 253.000 | 250.798 |

Fuente: Anuario Estadístico del transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

El transporte de pasajeros, como se observa en la Tabla 5-58, tiene también su mayor flujo por la vía terrestre, donde en ninguno de los años, dicho medio representa menos del 88% del total de viajeros movilizados al interior del país.

e. Transporte Particular.

Hemos visto la importancia de las vías terrestres por el alto número de pasajeros que se transportan por este medio comparado con las alternativas. Sin embargo, tenemos que observar los otros usuarios de las carreteras que son los vehículos de transporte particular. Así pues, en la Tabla 5-59 se tiene el conteo manual que se hizo de los distintos vehículos que transitaban por las carreteras del país en los respectivos años discriminando en tres grupos, A (Autos particulares), B

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 111 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

(Buses y Busetas de transporte público) y C (Camiones o Vehículos de carga desde 2 a 6 ejes). Aunque el transporte público es el que más pasajeros mueve como observamos en la Tabla 5-58, el número nominal de vehículos particulares supera a los Buses durante todos los años, representando desde el 56,28% en el 2007 hasta el 70,21% de los vehículos que rodaron ese año por las carreteras en 1998. Cabe resaltar que en segundo lugar están los del Grupo C que en los distintos años oscilan entre el 30% del conteo total de vehículos que estuvieron en las carreteras nacionales.

Tabla 5-59. Conteo Manual en Carreteras.

| Año | Km con conteo | Miles Vehículos km-día | | | |
|-----|---------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|
| | | TOTAL | A (Autos) | B (Buses) | C (Camiones) |
| 94 | 17.780 | ND | ND | ND | ND |
| 95 | 17.720 | ND | ND | ND | ND |
| 96 | 17.663 | 35.398 | 21.991 | 2.935 | 10.472 |
| 97 | 18.015 | 36.041 | 24.628 | 3.021 | 8.392 |
| 98 | 18.304 | 41.587 | 29.198 | 3.485 | 8.904 |
| 99 | 18.292 | 36.436 | 23.465 | 3.258 | 9.713 |
| 00 | 18.596 | 36.867 | 23.631 | 3.301 | 9.935 |
| 01 | 18.591 | 38.719 | 24.191 | 4.051 | 10.478 |
| 02 | 19.281 | 38.424 | 24.038 | 4.062 | 10.325 |
| 03 | 19.125 | 36.524 | 21.934 | 2.993 | 11.598 |
| 04 | 18.846 | 42.851 | 25.209 | 5.137 | 12.504 |
| 05 | 18.412 | 43.403 | 25.712 | 5.153 | 12.539 |
| 06 | 18.532 | 49.936 | 29.044 | 5.909 | 14.982 |
| 07 | 18.914 | 48.883 | 27.510 | 5.506 | 15.867 |
| 08* | ND | ND | ND | ND | ND |

Fuente: Anuario Estadístico del Transporte (Ministerio de Transporte, 2009).

Si nos concentramos en los tramos que respectan a la Ruta del Sol, podemos ver en la tabla anterior el porcentaje del total de vehículos pequeños en una ruta de destino y origen, tenemos que Bogotá es lugar de origen con el mayor porcentaje 12,65%, dentro de los destinos de los vehículos pequeños que salen de éste origen la mayoría se dirigen a zonas que están ubicadas dentro de la Ruta del Sol. En general tenemos que el Oriente del Magdalena es el segundo destino con mayor porcentaje, el primero es Bogotá, así pues en términos generales se evidencia la importancia de la Ruta del Sol por el porcentaje de vehículos pequeños que salen y llegan a los lugares que determinan los extremos de la vía en cuestión. Sin embargo, en la tabla anterior se puede detallar también el comportamiento del flujo entre puntos intermedios del tramo total.

f. Propiedad de finca raíz y las actividades productivas y residenciales.

La tabla siguiente presenta la información del Censo Nacional – 2005 DANE relacionada con el conteo general de Viviendas, Hogares, y Personas para el municipio de Cimitarra. En la última columna se presenta una proyección de las cifras de población para el 2013.

Tabla 5-60. Conteo Vivienda, Hogares y Personas

| Municipio | Área | Viviendas Censo | Hogares General | Personas 2005 | Proyección Población 2013 |
|-----------|------|-----------------|-----------------|---------------|---------------------------|
| | | | | | |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 112 / 165 |

| | | | | | |
|--------------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|
| Cimitarra | Cabecera | 3.181 | 3.740 | 12.772 | 25.632 |
| | Resto | 5.140 | 5.333 | 21.521 | 16.831 |
| | Total | 8.321 | 9.073 | 34.293 | 42.463 |
| Dpto. Santander | Cabecera | 333.218 | 378.295 | 1.426.021 | 1.531.466 |
| | Resto | 127.615 | 131.730 | 531.768 | 509.522 |
| | Total | 460.833 | 510.025 | 1.957.789 | 2.040.988 |
| Agregado Nacional | Cabecera | 7.824.702 | 8.208.838 | 31.504.022 | 35.869.155 |
| | Resto | 2.565.505 | 2.362.061 | 9.964.362 | 11.251.615 |
| | Total | 10.390.207 | 10.570.899 | 41.468.384 | 47.120.770 |

Fuente: DANE (Censo 2005)

Con respecto a la composición por actividad económica y algunos indicadores de agricultura y ganadería se tiene la siguiente información:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 113 / 165 | |

Tabla 5-61. Establecimientos por Actividad Económica.

| Municipio | Industria | Comercio | Servicios | Otras Actividades |
|-----------|-----------|----------|-----------|-------------------|
| Cimitarra | 5,8% | 60,1% | 32,5% | 1,5% |

Fuente: DANE (Censo 2005)

En general, se observa que para el municipio la principal actividad económica de sus establecimientos es el comercio (ver Tabla 5-61) Además de esto, se analiza que la participación de la industria y servicios es del 38,3%. Esta estadística refleja en alguna medida la importancia de las vías las cuales están directamente relacionadas con los beneficios del comercio.

En el municipio Cimitarra, las empresas que tienen de 0 a 10 empleados son en su mayoría comerciales seguidas por servicios con una participación del 28,5%. Se puede inferir que estas empresas son las más influyentes económicamente. Las que tienen más de 51 empleados están situadas en su totalidad en el sector servicios. Lo que se puede concluir es que la mayoría de las personas se dedica al comercio en éstos municipios y en consecuencia no existe un desarrollo industrial significativo.

Tabla 5-62. Establecimientos según escala de personal por actividad económica

| No. Empleados | Sector Económico | Cimitarra |
|---------------|-------------------|-----------|
| 0 a 10 | Industria | 6,2% |
| | Comercio | 63,9% |
| | Servicios | 28,5% |
| | Otras Actividades | 1,4% |
| 11 a 50 | Industria | -- |
| | Comercio | 21,4% |
| | Servicios | 71,4% |
| | Otras Actividades | 7,1% |
| 51 a 200 | Industria | -- |
| | Comercio | 100% |
| | Servicios | -- |
| | Otras Actividades | -- |
| 201 o más | Industria | -- |
| | Comercio | -- |
| | Servicios | --- |
| | Otras Actividades | -- |

Fuente: DANE (Censo 2005)

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 114 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

5.3.2.13 Revisión de Literatura Sobre Impactos Relevantes.

Este numeral presenta la revisión de literatura sobre el tema usada para el primer proceso de licenciamiento (Tramos 1, 5 y 6), dicha revisión ha sido ajustada y/o ampliada para los tramos 2, 3, 4 y 7, y para el estudio en cuestión. Los impactos ambientales y socioeconómicos a evaluar son producto del análisis de impactos relevantes presentado en el capítulo anterior. De cada uno de estos impactos identificados como relevantes, se adelantó una revisión de literatura especializada con el objeto de documentar los cambios para los agentes económicos que se prevé sucederán por la construcción y operación de la variante del centro poblado. Los principales impactos a cuantificar se presentan en la siguiente tabla, ésta tabla también muestra una relación de impactos a cuantificar, cambios previstos para los agentes económicos y mecanismos para la cuantificación de los impactos.

Tabla 5-63. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.

| Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar | Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos. | Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar |
|--|---|--|
| Flujos de Bienes y Servicios Ambientales | | |
| Cambio en la Calidad del Aire | Aumento en los niveles de ruido durante la construcción de la obra. | Los habitantes del centro poblado vivirán con un menor confort durante la construcción de la variante, lo que genera costos que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad a pagar. |
| | Disminución de la contaminación en el interior del centro poblado como resultado de la variante. | Beneficios por disminución en la morbilidad y mortalidad por causa de enfermedades respiratorias. |
| Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios | Contratación de mano de obra durante la construcción del proyecto. | Beneficios por diferencial de salarios durante la construcción del proyecto. |
| Cambio en la cantidad de Agua | Reducción la cantidad de recurso hídrico por el abastecimiento para la construcción del proyecto. | Ingresos por transferencias locales por concepto de aprovechamiento del recurso hídrico. |
| Cambios en Ingresos y en la Dinámica Socioeconómica y Cultural | Afectación del comercio local relacionado con la vía. | Disminución en las utilidades de los establecimientos comerciales impactados en el área de influencia directa del proyecto. |
| Cambio en la Calidad de los Ecosistemas | Disminución de la cobertura forestal en derecho de vía. | Ingresos por transferencias locales por concepto de aprovechamiento del recurso forestal. |
| | Aumento de los niveles de CO2 en la atmósfera como resultado de la tala de árboles en el derecho de vía del proyecto. | Valor del servicio ambiental del área de bosque intervenida. |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 115 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar | Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos. | Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar |
|--|--|---|
| Flujos de Bienes y Servicios Ambientales | | |
| Cambio en la calidad de la Infraestructura | Aumento de los tiempos de viaje, restricciones de movilidad durante la construcción y su impacto sobre el costo de transporte por kilómetro. | Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo. |
| | | Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada vehículo. |
| | | Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares. |
| | Reducción en los costos de transporte como consecuencia de la reducción en los tiempos de viaje. | Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares. |

| Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar | Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos. | Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar |
|--|--|---|
| Impactos sobre Agentes Económicos por fuera del Área de Estudio del EIA | | |
| Beneficios por la reducción de los costos de viaje | Reducción de los tiempos de viaje, mejoramiento de la vía y su impacto sobre los costos de transporte por kilómetro. | Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo. |
| | | Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada vehículo. |
| | | Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares. |
| | Aumento en la demanda de viajes como consecuencia de los menores costos de viaje. | Aumento del volumen de carga transportada, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte. |
| | | Aumento del volumen de pasajeros terrestres, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte. |
| | | Aumento del número de vehículos particulares, mayor flujo de vehículos a un menor costo de transporte. |
| | Aumento en el confort al desplazarse por la vía. | Los usuarios de la vía se desplazarán con un mayor nivel de confort, lo que generara beneficios que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad de los mismos por cada recorrido. |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol
Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 116 / 165 |

| Impactos ambientales y Socioeconómicos a Valorar | Dónde se Presenta el Cambio que Generan los Impactos. | Mecanismo para Medir el Cambio en Bienestar |
|--|--|--|
| Impactos sobre Agentes Económicos por fuera del Área de Estudio del EIA | | |
| Beneficios por la disminución de los accidentes vehiculares | Disminución de los costos (públicos y privados) de atender un accidente en la vía. | Disminución de las pérdidas financieras por costos de atención en la vía de accidentes (Valores asegurados, costos para particulares) |
| | Disminución de los muertos en accidentes. | Disminución de las pérdidas financieras (valor estadístico de una vida o valor asegurado) por muertos en accidentes. |
| | Disminución de los heridos en accidentes. | Disminución de los costos de atención de heridos en el sistema público o privado de salud. |
| Costos por el aumento del tiempo de viaje durante la construcción del proyecto | Aumento de los tiempos de viaje, restricciones de movilidad durante la construcción y su impacto sobre el costo de transporte por kilómetro. | Variación de los costos de operación del transporte de carga terrestre por cada vehículo. |
| | | Variación de los costos de operación del transporte de pasajeros terrestre por cada vehículo. |
| | | Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares. |
| | Cambio de confort al desplazarse por la vía. | Los usuarios de la vía se desplazarán con un menor nivel de confort, lo que generara beneficios que pueden ser cuantificados mediante la disponibilidad apagar de los mismos por cada recorrido. |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)

De acuerdo con la tabla anterior, para el presente estudio de análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos, se evaluarán cinco temas asociados con beneficios, la reducción de costos de viaje, el aumento de la propiedad de finca raíz, la reducción de accidentes vehiculares en la vía y el cambio en salud por la reducción de contaminación en el aire. Adicionalmente se evaluarán los costos durante la fase de construcción por las restricciones de circulación y durante la fase de operación por la reducción de las utilidades en el comercio local que depende de la vía.

Como se mencionó en el análisis del primer proceso de licenciamiento las mega obras de infraestructura tales como grandes proyectos viales, dobles calzadas, autopistas, conectores viales, viaductos, entre otros, generan importantes beneficios a la sociedad en su conjunto. Tales beneficios se encuentran asociados principalmente a la reducción en los tiempos de viaje, al mejor confort en los desplazamientos, a la reducción de la accidentalidad, al aumento en la productividad de las zonas en el área de influencia del proyecto; actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas, etc., al aumento en el valor de la propiedad raíz (viviendas y propiedad rural), a mejoras en las condiciones económicas en los municipios en la zona del trazado del proyecto, y en general al mejoramiento de las condiciones de la economías locales.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 117 / 165 | |

Muchos estudios a nivel internacional y nacional, han abordado el cálculo y la cuantificación de beneficios de proyectos de infraestructura vial. Ellos, generalmente son requeridos dentro de la evaluación económica y social de este tipo de intervenciones, a fin de justificar las inversiones con recursos públicos. A Continuación se realiza una revisión de literatura que da cuenta de los principales beneficios y costos relacionados con la construcción y entrada en operación de proyectos de infraestructura vial.

5.3.2.14 Cambios en salud de los hogares que puedan verse expuestos a contaminación del aire

Existen diversos estudios epidemiológicos que concluyen que la contaminación del aire exterior es un factor determinante en el incremento de la mortalidad y la morbilidad, esto se puede constatar en el informe realizado por (Tenías Burillo, Ballester Díez, Medina, & Daponte Codina, 1999) en el cuál realizan una descripción de los diversos estudios publicados e indexados en Medline y el Índice Médico Español (IME) desde el año 1984 hasta el año 1998. En el informe presentan que en la mayoría de estudios revisados predominan las asociaciones positivas entre contaminación atmosférica y mortalidad, ya que en todos los casos el riesgo relativo obtenido fue mayor de 1 y las asociaciones encontradas fueron estadísticamente significativas en 15 de 18 casos.

De acuerdo con (Natalie Alem, Marcos Luján, & Dennis Bascopé, 2005) la contaminación del aire es responsable del 1,4% de todas las muertes en el mundo. Así mismo la exposición a contaminantes atmosféricas provenientes de emisiones vehiculares tiene consecuencias tanto en la salud como en la calidad de vida de las personas.

En un estudio realizado por (Cena, Keren, Li, Carriquiry, Pawlovich, & Freeman, 2011) se afirma que la construcción de variantes está asociado con una serie de beneficios ambientales, entre los que se destacan la reducción de los niveles de emisión sonora causado por el tráfico vehicular y reducción de la polución del aire al reducir el volumen de tráfico en las zonas urbanas.

La herramienta más utilizada, para analizar la relación entre la variación de los contaminantes del aire con la variación de las ocurrencias de una enfermedad (variable respuesta), es la regresión longilineal de Poisson, que incorpora diferentes variables de confusión. La aplicación de este modelo, presume que la variable de salud sigue una distribución de probabilidad de Poisson; con la aplicación de este modelo es posible determinar si la variable respuesta depende o no de otras variables.

5.3.2.15 Disminución de la utilidad para los agentes económicos locales por el comercio formal e informal

Durante las últimas décadas, muchos estudios han indagado por el impacto de la construcción y operación de proyectos viales en variables económicas y sociales de la población en el área de influencia. Ellos han utilizado un amplio espectro de metodologías (regresiones, estadísticas descriptivas, modelos de series de tiempo, modelos de corte transversal, modelos de panel de datos, entre otros), variables de análisis (impacto en la pobreza, el PIB, costos, índices de precios, etc.), regiones, etc. La literatura económica relacionada con el tema, data de los años 60 y 70. En general se reporta cierta dificultad para la cuantificación de los impactos económicos y sociales. Si bien los beneficios en términos de reducción de costos, ahorro en tiempos de desplazamiento y

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 118 / 165 | |

disminución de la accidentalidad son claros, el impacto de la construcción de proyectos viales sobre variables económicas y sociales de la población en sus áreas de influencia evidencia ausencia de marco teórico y empírico para enfrentarlo (Obregón, 2008). Adicionalmente, los estudios se han enfocado a impactos de los proyectos en variables macro tales como el empleo, PIB, cambios demográficos, etc. y con muy poca frecuencia se reportan estudios a nivel micro, en variables como localidad de vida, las relaciones con el territorio, precios locales, entre otras.

(Kraemer y Otros, 1991) Argumentan que las carreteras por si solas no conllevan desarrollo, más bien su aporte se enfoca a la eficiencia y disminución de costos, lo que hace que las regiones con potencial económico se vuelvan atractivas. El European Investment Bank (EIB) en su estudio "Contribution of major road and rail infraestructura projects to regional Development concluye que las carreteras pueden ayudar a desarrollar regiones impactando positivamente el ingreso per cápita de las poblaciones vulnerables (European Investment Bank (EIB), 1998). El estudio "Valoración Económica de los Efectos de la Autopista A7 en la Comunidad Valenciana reporta que esta obra llevo a incrementar el producto regional de la zona en 1.5% en el año 2002 (Universitat de Valencia, Aumar e Instituto de Economía Internaciónl, 2000). Por su parte el London School of Economics, en el año 2000, realizo un estudio para cuantificar el impacto de la construcción de infraestructura vial sobre la actividad económica. Reportan que el empleo en las áreas de influencia se incrementó entre el 0,3% y el 1,8%.

En nuestro país, son pocos los estudios que han tratado de cuantificar el impacto de las obras de infraestructura vial sobre el desempeño de la economía local. La Gobernación de Cundinamarca, en el año 2006 realizó el estudio "Impacto financiero y socio económico del Peaje Guayabal – Carretera por Concesión Los Alpes – Villeta – Chuguacal – Cambao". Dicho estudio reporta que durante el periodo 2001-2005 la instalación del peaje pudo traer consigo una reducción de 3.033 empleos de salario mínimo (Gobernación de Cundinamarca, 2006). Adicionalmente concluyen que efectivamente la instalación del peaje en la carretera redujo la movilidad vial local lo que impacto en el consumo de la economía local. De esta manera, la instalación del peaje causó una reducción de la actividad económica equivalente a 19393 empleos de salario mínimo.

5.3.2.16 Reducción de los costos de viaje.

La siguiente revisión de literatura muestra evidencia de los cambios sobre los costos de viaje, adicional a esta revisión, se estimaron econométricamente dichos cambios para el proyecto (Ver en Anexos. Estimación de DAP's). Las mejoras en infraestructura vial generan beneficios directos relacionados con los costos de transporte que comprenden ahorro en el tiempo de viaje, la reducción de costos de operación vehicular por menor consumo de insumos como combustible, lubricantes, llantas, mantenimiento, entre otros, y el aumento de la actividad del transporte debido a la reducción del costo de viaje.

Muchos son los estudios cuantitativos que tratan de aproximar valores monetarios asociados al ahorro en tiempos de viaje. Tales estudios han utilizado diferentes metodologías de medición entre las que se encuentran el costo de viaje, análisis de costos de transporte, encuestas de movilidad, experimentos económicos, entre otros más. Robusté et al (2000) obtienen una estimación del costo social del valor del tiempo ahorrado por la entrada en operación de proyectos viales. El autor reporta que en promedio, el ahorro representa alrededor de 6,5 Euros/hora/vehículo, asumiendo una ocupación promedio de 2,1 personas/vehículo. Por su parte, Carpintero (2005) reporta que la

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 119 / 165 | |

valoración del tiempo ahorrado en carreteras de España es en promedio de 5,91 euros/hora para vehículos pequeños y de alrededor de 34,13 euros/hora para vehículos de carga. Los anteriores valores son reportados por el autor a precios del 2000. Por su parte Miller (1989)⁴ encuentra que el valor del tiempo –para usos de trabajo- en los viajeros se encuentra en función del salario de los individuos y de los beneficios conexos. En ese sentido expresa que es posible expresar el ahorro en términos de una proporción del salario. De esta manera el autor reporta que el valor de una hora ahorrada de un viajero en un camión asciende a 23,56 US\$, mientras que para un automóvil es de 16,16 US\$. El Asia Development Bank estima que los ahorros en tiempos de viaje en las provincias de la India Donara, Lava Ghorí, Temmi Khurd, Mahinikhapa, Raheepura, Ichhapur, Peeparhati superan el 50% (Asia Development Bank, 2007).

En el estudio de evaluación económica ex ante realizado por (Romero Hernández, 1999) para la construcción de una vía en torno a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, encontró que el ahorro de los costos de operación van desde el 18% hasta el 25%.

Como parte de los beneficios generados por la construcción de la doble calzada en una vía se encuentra la reducción de los costos de viaje, que se presentan tanto por el ahorro en el tiempo de viaje como por el ahorro de los costos operacionales, de acuerdo con (Steer Davies Gleave, 2009, Julio) en el informe realizado para las cinco alternativas posibles para el trazado de construcción de una nueva carretera Tobiagrande - Villeta y Puerto Salgar, que corresponde al Sector 1 de la Ruta del Sol.

En el estudio mencionado la reducción en costos operacionales para vehículos livianos se calculó entre el 16% y 33%, siendo en promedio el 26%, en cuando a vehículos pesados dicha reducción es entre el 9% y el 29% con un promedio de 21%.

La reducción en el tiempo de viaje y el costo operacional constituye el beneficio obtenido con cada trazado; para su cálculo el estudio consideró el tráfico discriminado año a año durante un horizonte de 30 años, teniendo en cuenta el inicio de operación de cada alternativa. Los costos incluidos en el análisis son de Pre-inversión y Construcción, Operación y Mantenimiento, Sociales y prediales y Costos Ambientales. Estos costos van desde 0,91 billones a 1.42 billones de pesos colombianos. El Valor Presente Neto de los Beneficios Marginales va desde 1,35 billones a 1,95 billones de pesos colombianos.

El estudio de demanda del Proyecto Ruta del Sol estimó los volúmenes de tráfico y recaudo por concepto de peajes a lo largo de todo el trazado, a partir de la construcción de un modelo de transporte para simular las condiciones futuras de oferta y demanda de transporte en el país, utilizando información oficial del INVIAS e INCO e información primaria recolectada dentro del estudio, incluidas Encuestas Origen – Destino y Encuestas de Preferencias Declaradas para estimar tanto los valores del tiempo de viaje como la preferencia por la carretera en simple o doble calzada (Steer Davies Gleave, 2009, Febrero).

⁴ Citado en Economic Impact of Interstate Highways in Kentucky

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 120 / 165 | |

Como resultado de las encuestas se encontró que la Disponibilidad A Pagar por ahorrarse una hora en el viaje va desde US\$2,8 hasta US\$6,4, dependiendo si está en un tramo montañoso o plano, si es usuario de vehículo pesado o liviano y del tiempo de recorrido del viaje.

En cuanto a las condiciones de la vía, se encontró que en un tramo montañoso la Disponibilidad a Pagar sin tener en cuenta los ahorros en tiempo, en la actual vía por mejores condiciones de seguridad y comodidad (pavimento y geometría) es de US\$1,50, en la vía actual pero de doble calzada sin mejoras en seguridad y comodidad es de US\$1,05 y en una vía de doble calzada con mejoras en las condiciones de seguridad y comodidad es de US\$2,55.

En cuanto al Sector 2, el estudio determinó que la tasa de crecimiento media anual de las transacciones de los peajes para vehículos Livianos va de 4,6% para los años 2011 - 2012 a 2,8% entre los años 2018-2021; esta tasa de crecimiento para los vehículos pesados va de 4.3% para los años 2011 - 2012 a 28% entre los años 2018-2021. Dicho crecimiento se calculó a partir de la suma del número de veces que los vehículos circulan por los peajes.

5.3.2.17 Aumento en el valor de la propiedad de finca raíz.

De acuerdo con Hoesli, Thion y Watkins (1997), el precio de la propiedad de finca raíz sufre cambios importantes por temas como el vial, ambiental, y otros desarrollos que hacen que el mercado de la finca raíz cambie. La metodología de Precios Hedónicos se ha utilizado para diversos propósitos de análisis en este tema. Derycke y Pierre-Henri (1971) establecen que factores como la accesibilidad, crecimiento urbano y dinámicas económicas, distancia geográfica a los polos de desarrollo y menores costos de transporte, relacionados con proyectos viales, inciden en los precios del suelo en las áreas de influencia. Huang (1994), en su estudio “The Effects of Transportation Infrastructure on Nearby Property Values: A Review of the Literature”, realiza una recopilación de los principales estudios al respecto en la década de los 50 y 60 encontrando que la cercanía a los proyectos de carreteras tienen impacto positivo en el precio de las viviendas. Los estudios de Langley Jr. (1981) y Giuliano (1989), (1995) llegan a conclusiones similares.

Boarnet et al (2000) expresan que la construcción y operación de proyectos viales influyen en los precios de la tierra y en la dinámica urbana y geográfica en las áreas de influencia. En otra investigación del mismo autor - (Boarnet y Otros, 2001)- realizada en el Orange Country, utilizando una función de precios hedónicos, se reporta que la construcción de redes de carreteras afecta positivamente el precio de las casas. Específicamente, en un periodo de 4 años, el precio de venta de las casas se incrementó en un 5% anual aproximadamente, asociado a los beneficios de la red de carreteras. El Asia Development Bank (2007) reporta en su estudio Socioeconomic Effects of Road Improvements realizado en varias provincias de la India que luego de la construcción de la carretera los precios de la tierra en las provincias de Donara, Lava Ghorí, Temmi Khurd, Mahinikhapa, Raheepura, Ichhapur, Peeparhati, aumentaron en promedio en un 141% por unidad de área (acre).

Por su parte, el estudio “The Impact of Transportation Improvements on Housing Values in the Lower Mainland and Fraser Valley” reporta para el año 2008 que cuando los proyectos viales mejoran la accesibilidad y traen consigo reducciones en los tiempos de viaje, los precios de las propiedades en el área de influencia beneficiada aumentan entre un 12% a un 15% respecto a aquellas propiedades que no están afectadas por el proyecto (Campbell D., Tennant M., 2008).

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 121 / 165 | |

En Colombia un estudio previo de valoración de predios en el que se empleó la metodología hedónica, (Goyeneche, 2003) incluye temas como la comunicación vial y su relación directa con el precio de la tierra en una región del Valle del Cauca. Respecto a valoración económica en precios urbanos (Carriazo, 1999) establece que la cercanía a una vía principal tiene efectos positivos sobre el precio de la vivienda.

El análisis hedónico permite ver los bienes diferenciados como compuestos por partes agregadas. Aunque el agregado de la canasta puede no tener un precio único, los atributos como el de la comunicación vial, horas de distancia desde centros poblados que la componen sí, o por lo menos tienen una estructura de precios común (Sheppard, 1999). La Función de Precios Hedónicos permite diferenciar todos los atributos que posee un bien, tratar de valorarlos independientemente y estimar cuánto inciden en el precio total del bien. Por esta razón sería posible mirar la demanda para las viviendas, basados no en las unidades construidas como un todo, sino en sus características (Hernandez Hernandez, 2004).

De acuerdo con (Goyeneche, 2003) el precio de la hectárea se ve influenciado por la distancia a vías principales, el precio de las hectáreas en un rango de distancia inferior a 500 metros es de 8% más alto que el precio de la hectárea de predios ubicados a más de 2000 metros de distancia de la vía.

5.3.2.18 Disminución del riesgo de accidente.

Diferentes Estudios han abordado los beneficios de la construcción de autopistas y en general de infraestructura vial específicamente relacionados con la disminución del riesgo de accidentalidad. Los cambios en el nivel de riesgo producto del mejoramiento de las carreteras conducen a disminuciones de costos en los rubros administrativos, hospitalarios, pérdidas de productividad, pérdidas de salario, costos de infraestructura, entre otros. La Organización Mundial de la Salud – OMS estima que el costo económico de la accidentalidad representa el 1.0% del PIB de las economías de ingreso bajo, el 1.5% del PIB de las economías de ingreso medio y hasta el 2% de las economías desarrolladas (OMS, 2004). El estudio “Socio-Economic Benefits of the A92 Motorway in Spain” realizado en el año 2000, reporta que los beneficios económicos de la autopista A92 en España en un horizonte de 30 años ascienden a alrededor de 39 billones de euros, explicados en su mayor proporción en la reducción de la congestión del tráfico y en la caída en el número de accidentes y muertos (Junta de Andalucía, Conserjería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla, 2000).

Cuando se habla de beneficios por reducción de accidentalidad, la literatura internacional acude frecuentemente al concepto de “valor de una vida estadística”. El Valor Estadístico de la Vida (VED) puede entenderse como la disponibilidad de un individuo en términos monetarios por reducir la probabilidad de muerte (Ashenfelter Orley, 2005). Estudios sobre el valor de la vida estadística han sido utilizados por los diseñadores de política en los campos de la salud, el transporte, el mercado laboral, entre otros. Las valoraciones de la vida estadística generalmente se realizan a través de experimentos con preferencias declaradas en las que los individuos están dispuestos a recibir ingreso, por aceptar incrementos moderados en los niveles de riesgo. Adicionalmente, muchos estudios emplean la estimación de funciones hedónicas, utilizando datos reales de los mercados laborales, de salud, entre otros.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 122 / 165 | |

Martínez et al (2004), utilizando experimentos económicos del tipo valoración contingente, encontraron que el valor de una vida estadística en España varía entre 1.0 y 2.7 millones de Euros. Por su parte Riera (2004), utilizando distintos estudios a nivel de Europa reporta en 6.3 millones de euros del 2002 el valor de una vida estadística. Es de resaltar que tales estimaciones no tienen por objetivo asignar un valor a la vida⁵. Más bien la metodología del valor de la vida estadística trata de valorar económicamente, pequeños cambios de riesgo a los que se enfrentan los individuos. Blaeij et al (2003) realizaron una recopilación de más de 30 estudios donde se estimaban valores estadísticos de la vida encontrando que estas variaban desde los 200.000 euros hasta los 3.000.000 de euros (del año 1997). Por su parte, en el año 2008, el Department of Transportation (DOT) de los Estados Unidos reporta valores entre los 2.6 hasta los 8.5 millones de dólares (Department of Transportation (DOT), 2009) - (Valores ajustados a precios del 2007). Lo reportes anuales estiman el valor estadístico de la vida en 5.8 millones de dólares y recomienda utilizar esta cifra como medida monetaria de los beneficios por reducción de accidentes fatales. También recomienda la utilización de los llamados “Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad”, los cuales se listan a continuación:

Tabla 5-64. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.

| Evento | Fracción del valor estadístico de la vida |
|----------|---|
| MENOR | 0.002 |
| MODERADO | 0.0155 |
| SERIO | 0.0575 |
| SEVERO | 0.1875 |
| CRITICO | 0.7625 |
| FATAL | 10.000 |

Fuente: Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in Departmental Analyses – 2009 Annual Revision

Según Sánchez Ordóñez (2008) y Gouvêa y Tamayo (Gouvêa Campos & Sampedro Tamayo) los riesgos de ocurrencia de accidente disminuyen cuando las condiciones geométricas de la vía mejoran, así mismo lo hacen cuando mejora la amplitud de la vía. Gouvêa y Tamayo (*ibid*) Comparan cifras de accidentalidad en carreteras teniendo en cuenta el ancho de la vía, se encuentran mejoras del 5% al 21% para ensanches que van de 0,3 metros hasta 1,2 metros. Como parte de los beneficios indirectos (Romero Hernández, 1999) incluye el costo en término de accidentes, encontrando que el ahorro por este factor es del orden del 2%, utilizando como valores monetarios estándar establecidos por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de España, que para año 1992 era de 30 millones de pesetas para un accidente mortal y 4 millones de pesetas para un accidente no mortal.

Para Colombia, según (Fondo de Prevención Vial, 2002) y (Salud Colombia, 2005) para el año 2003 un accidente de tránsito generó un costo promedio por evento de \$4.6 millones de pesos, si el evento involucra heridos el costo es de \$20,8 millones de pesos y con muertos es de \$118,5 millones.

Por otra parte, Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito SOAT, que ampara los daños corporales que se causen a las personas en accidentes de tránsito, cubre un máximo de 500

⁵ No hay un precio o valor para la vida.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> |
|---|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 123 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

veces el salario mínimo legal diario vigente al momento del accidente por la prestación de los servicios quirúrgicos y un máximo de 10 veces el salario mínimo legal diario vigente al momento del accidente por los gastos de transporte y movilización de la víctima (Superintendencia Nacional de Salud, 2002) (Superintendencia Nacional de Salud, 2002).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 124 / 165 |

Tabla 5-65. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.

| Concepto | Categoría Vehículo | | | | | Cambios Porcentuales por Categoría | | | | | Cambios por Categoría | | | | |
|---|---------------------------------|---|--------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V |
| | Automóvil, campero y camioneta | Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes | Camiones de tres y cuatro ejes | Camiones de cinco ejes | Camiones de seis ejes | % $\Delta k_{c=1}$ | % $\Delta k_{c=2}$ | % $\Delta k_{c=3}$ | % $\Delta k_{c=4}$ | % $\Delta k_{c=5}$ | $\Delta k_{c=1}$ | $\Delta k_{c=2}$ | $\Delta k_{c=3}$ | $\Delta k_{c=4}$ | $\Delta k_{c=5}$ |
| Costos Variables (por KM) | Consumo promedio de combustible | | 603,87 | 521,52 | 935,96 | | | 21% | 21% | 21% | | | 126,81 | 109,52 | 196,55 |
| | Consumo de llantas | | 188,35 | 306,19 | 511,40 | | | 21% | 21% | 21% | | | 39,55 | 64,30 | 107,39 |
| | Consumo de lubricantes | | 46,72 | 72,18 | 87,75 | | | 21% | 21% | 21% | | | 9,81 | 15,16 | 18,43 |
| | Consumo de filtros | | 12,91 | 29,76 | 47,92 | | | 21% | 21% | 21% | | | 2,71 | ,25 | 10,06 |
| | Mantenimiento | | 271,13 | 446,67 | 519,07 | | | 21% | 21% | 21% | | | 56,94 | 93,80 | 109,00 |
| | Lavado y engrase | | 32,95 | 42,25 | 51,78 | | | 21% | 21% | 21% | | | 6,92 | 8,87 | 10,87 |
| | Imprevistos | | 41,41 | 67,28 | 91,35 | | | 21% | 21% | 21% | | | 8,70 | 14,13 | 19,18 |
| | Costo variable promedio | | | 1.197,33 | 1.485,83 | 2.245,22 | | | | | | | | 251,44 | 312,03 |
| Costos Fijos (Mes) | Seguros | | 991.029,92 | 2.152.536,35 | 2.206.511,59 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Salarios y Prestaciones básicas | | 1.479.548,81 | 1.479.548,81 | 1.479.548,81 | | | 21% | 21% | 21% | | | 310.705,25 | 310.705,25 | 310.705,25 |
| | Parqueadero | | 115.879,35 | 138.666,60 | 169.775,82 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Impuestos de rodamiento | | 14.437,64 | 25.698,94 | 43.885,87 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Recuperación de Capital | | 1.160.495,40 | 3.044.446,13 | 3.381.994,99 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Costo Total Fijo | | 3.761.391,11 | 6.840.896,83 | 7.281.717,07 | | | | | | | | | 310.705 | 310.705 |
| Costo Total (por Km conducido por Mes) | 891,47 | 2.800,42 | 1.589,14 | 2.198,43 | 3.003,73 | 26% | 16% | | | | 232 | 448 | 283,80 | 344,39 | 503,86 |

1. Valores en pesos a precios del 2013

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2008), Cálculos del autor.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 125 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

5.3.3 Valoración Monetaria de Impactos Relevantes.

En este capítulo se presenta un análisis cuantitativo de cada uno de los impactos ambientales y socioeconómicos del proyecto, mediante los instrumentos de valoración correspondientes. La relación entre los diferentes impactos e instrumentos de valoración fue presentada en la Tabla 5-63. *Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar.* (pág. 113).

En cada uno de los sub numerales siguientes, se encontrará la descripción del cálculo y la información que se utilizó para dicho cálculo. En cada uno de los sub numerales también se encontrarán los resultados de agregación de costos y beneficios ambientales y socioeconómicos que se analizarán en detalle en el siguiente capítulo. La tasa de descuento utilizada para calcular los indicadores de valor presente neto y razón beneficio costo fue del 8,5% anual, siguiendo a (Rodríguez Hernández, 2007).

5.3.3.1 Beneficios por reducción de la exposición a gases contaminantes

Dado que se trata de un cambio en el cual el nivel de hogares expuestos en el paso vial actual se reduce por un paso vial alejado de la concentración urbana, el cambio es evaluado como un beneficio. Para medir los efectos de un cambio en la morbilidad, asociados a cambios ambientales producto de la intervención humana del medio ambiente, se deben tener en cuenta los diferentes medios a través de los cuales una persona puede resultar afectada o beneficiada por los cambios en la incidencia o prevalencia de una enfermedad. En el cálculo de los costos por exposición a gases contaminantes, la enfermedad asociada a los cambios ambientales, producto de la construcción y operación del proyecto para el paso vial de San Pedro de la Paz, son las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA).

Para el cálculo de estos beneficios se usa el enfoque de función de producción de salud. El objetivo es estimar la reducción de los costos de prevención y tratamiento, los costos de oportunidad asociados a la pérdida de ingreso y por último el costo de muerte, durante la fase de operación del paso vial. El cálculo de los costos por exposición a gases contaminantes y material particulado, se realizó mediante el uso de la siguiente expresión:

$$cs_a = he_a * cpp_a + nc_a(cpt_a + ppi_a) + nm_a * vve$$

Dónde:

- cs_a = Costos totales por efectos sobre la salud en el año a .
- he_a = Hogares expuestos a gases contaminantes en el año a .
- cpp_a = Costo promedio de prevención en el año a .
- nc_a = Número de casos de IRA en el año a .
- cpt_a = Costo promedio de tratamiento en el año a .
- ppi_a = Pérdida promedio de ingreso en el año a .
- nm_a = Número de muertes por IRA en el año a .

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 126 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

vve = Valor de una vida estadística.

Los beneficios por reducción de la exposición a gases contaminantes se calcularon utilizando la siguiente expresión:

$$bs_a = CS_{a,Actual} - CS_{a,Variante}$$

Dónde:

$CS_{a,Actual}$ = Proyección de los costos totales por efectos sobre la salud en el año a bajo el escenario Sin Proyecto.

$CS_{a,Variante}$ = Proyección de los costos totales por efectos sobre la salud en el año a bajo el escenario Con Proyecto.

El número de personas y hogares en San Pedro de la Paz para el año 2013 se presenta en la tabla siguiente. La población expuesta corresponde a todos aquellos hogares que están dentro de un buffer de 250 metros alrededor del paso vial actual y de la variante tal y como se muestra en la siguiente figura.

Ilustración 5-5: Buffer de 250 m alrededor de la variante (naranja).



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (Agosto 2013).

El cálculo del número de personas expuestas se realizó con base a las estadísticas de población reportadas por el DANE en el censo del 2005 y teniendo en cuenta que el promedio de personas por hogar en el casco urbano del municipio de San Pedro la Paz es de 3,7 personas por hogar (DANE, 2005).

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 127 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

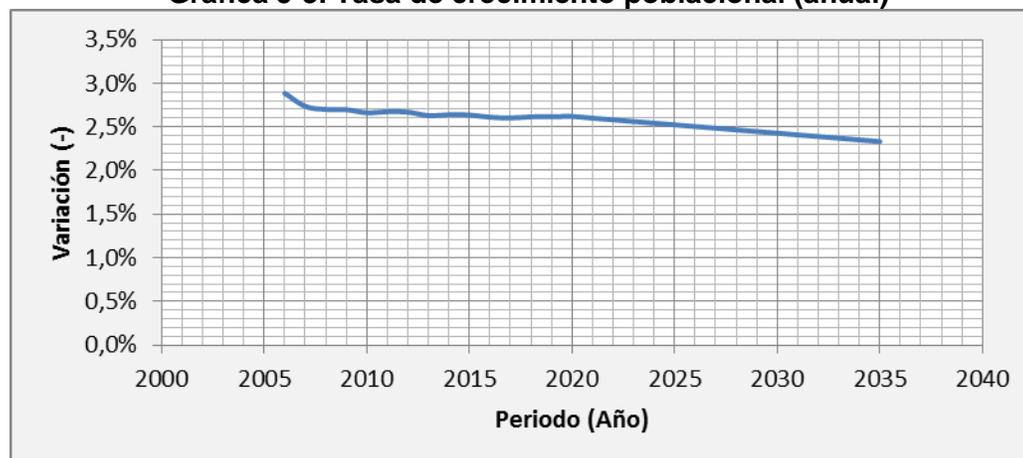
Tabla 5-66. Hogares y personas expuestas (2013)

| Alternativa | Personas expuestas | Hogares expuestos |
|------------------|--------------------|-------------------|
| Variante | 47 | 13 |
| Paso Vial Actual | 47 | 13 |

Fuente: DANE. Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Para estimar la reducción en el número de casos anuales por IRA fue necesario tener en cuenta la variación en la población de San Pedro la Paz y de los hogares que dejan de estar expuestos como resultado de la construcción de la variante, a lo largo del periodo de evaluación (2013-2035). Las tasas de crecimiento utilizadas se calcularon con base en las proyecciones poblacionales del DANE para Cimitarra (Proyecciones de población 2005-2020 total por sexo y grupos de edad, 2005) y se presentan en la siguiente gráfica. Esta tasa de crecimiento fue aplicada al número de personas y hogares que reciben beneficios en su salud por la construcción de la variante.

Gráfica 5-3. Tasa de crecimiento poblacional (anual)



Fuente: (DANE, 2005), (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

En la estimación de los costos de prevención, tratamiento y pérdida de ingreso se asumió que el total de los hogares expuestos incurre en costos de prevención (los costos de prevención son por hogar). Para el caso de muerte, se supuso que no hay muertes por IRA durante el periodo analizado. De la tabla anterior, se puede ver que la reducción en personas y hogares expuestos como resultado de la variante es nula. Esto se debe a que la alternativa elegida se encuentra considerablemente cerca al área urbana del corregimiento. Los costos de prevención, tratamiento y pérdida de ingreso disminuyen en la misma medida.

Los datos de costos de prevención y tratamiento son promedios por hogares y por casos, respectivamente. El valor de prevención es el reportado por (Rodríguez, 1999), y el valor de tratamiento es el promedio de los gastos en que incurrieron las personas encuestadas que reportaron haber presentado Enfermedades Respiratorias Agudas en el último año (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011). En el caso del costo por muerte, el valor es igual al reportado por las aseguradoras. Por último, la pérdida de ingreso corresponde al salario promedio que deja

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 128 / 165 | |

de recibir un enfermo de IRA, durante el tiempo de incapacidad. Tanto el salario promedio como el número de días de incapacidad fueron determinados con base en la información recolectada en la encuesta urbana (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011). Dichos costos se resumen en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla 5-67. Costos promedio por evento de enfermedad (en pesos del 2013)

| Impacto | Costo |
|--------------------|----------------|
| Prevención | \$ 37.427,9 |
| Tratamiento | \$ 65.595,6 |
| Pérdida de Ingreso | \$ 83.906 |
| Muerte | \$ 135.972.289 |

Fuente: (Rodríguez, 1999); (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013) ; FASECOLDA

Al estimar los casos nuevos anuales de enfermos, se usó la tasa morbilidad estimada por Rodríguez (1999), ante cambios en la exposición a gases contaminantes, como es el caso del dióxido de azufre. El valor estimado por este autor es de una disminución en la morbilidad por IRA de 0,002361 ante una disminución de una unidad en la concentración de dióxido de azufre. Por último, con base en las mediciones de la calidad del aire en San Pedro de la Paz, tenemos que la concentración de dióxido de azufre actual en el centro poblado es de 17,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ver capítulo 3 - Características área de influencia). Nuevamente, para mantener un cálculo conservador, suponemos que la reducción en la concentración de dióxido de azufre en el centro poblado como resultado de la variante será del 50%.

De acuerdo con la información anterior, no se obtienen beneficios por reducción en exposición a gases contaminantes debido a que su valor presente neto es igual a cero dado que no existe reducción de personas y hogares por la alternativa elegida.

5.3.3.2 Beneficios por la reducción de las molestias causadas por ruido durante la operación

Las grandes obras de infraestructura vial frecuentemente traen asociados beneficios, los cuales son transferidos a las comunidades mediante la modificación de flujo de bienes y servicios que no tienen mercado como el caso de las molestias causadas por el ruido. Ahora bien, usando las metodologías de valoración económica ambiental es posible incluir la cuantificación monetaria de las molestias causadas a las viviendas en el área de influencia del proyecto por eventos de ruido. Para la cuantificación de este impacto será empleada la transferencia de beneficios basada en el estudio “Valoración de las Pérdidas de Bienestar Causadas por el Ruido en la Población Usando Métodos de Valoración Contingente” (Hernández & Carrillo, 2003). En dicho estudio se aplica la mencionada metodología a una muestra de hogares en una población de aproximadamente 50.000 habitantes en Murcia –España, a fin de evaluar su disponibilidad a pagar por reducción de ruido asociado al tráfico a la mitad. El estudio encuentra una DAP de 13,69 Euros/habitante para el año 2002. Aplicando la metodología de transferencia de beneficios e incorporando el poder de paridad de compra, se obtiene una DAP por habitante de \$7.357 pesos/habitante para el año 2013. La expresión matemática del costo por las molestias causadas por ruido durante la operación está dada por:

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 129 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

$$cmr_a = np_a * DAPR_a$$

Dónde:

- cmr_a = Costos de molestia por ruido en el año a .
 np_a = Número de personas expuestas en el año a .
 $DAPR_a$ = Disponibilidad a pagar (por habitante) por reducción en las emisiones sonoras en el año a .

Nuevamente, los beneficios por reducción de la exposición a ruido se calculan como:

$$br_a = cmr_{a,Actual} - cmr_{a,Variante}$$

Dónde:

- $cmr_{a,Actual}$ = Proyección de los costos totales por efectos de ruido en el año a bajo el escenario "Sin Proyecto".
 $cmr_{a,Variante}$ = Proyección de los costos totales por efectos de ruido en el año a bajo el escenario "Con Proyecto".

De acuerdo con la información anterior, no se obtienen beneficios por molestias causadas por ruido durante la fase de operación debido a que su valor presente neto es igual a cero dado que no existe reducción de personas y hogares por la alternativa elegida.

5.3.3.3 Beneficios económicos por la reducción de los costos de viaje.

Se trata de un cálculo que involucra la reducción de costos de operación por kilómetro que se derivan del aumento de la velocidad promedio y mejora de las condiciones generales de la vía, por ende el menor tiempo en la variante y el menor costo de transporte de carga y pasajeros.

La forma de cálculo usada para los beneficios por cambios en los costos de operación por kilómetro fue:

$$btc_a = \sum_{c=1}^{c=C} [\Delta K_{a,c} * k * v_{c,a}] - \sum_{c=1}^{c=C} [(K_{a,c} - \Delta K_{a,c}) * (k_0 - k) * v_{c,a}]$$

Donde:

- btc_a = Beneficios por la reducción de costos por kilómetro en el transporte de carga en el año a .
 $\Delta K_{a,c}$ = Variación en los costos de transporte por Km de la categoría c en el año a .
 $K_{a,c}$ = Costos originales de transporte por Km de la categoría c en el año a .
 k_0 = Número de Km del tramo sin proyecto.
 k = Número de Km del tramo con proyecto.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 130 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

$v_{c,a}$ = Número de viajes de la categoría c en el tramo para el año a .

La ecuación anterior toma en cuenta los viajes anuales por categoría, las variaciones de costos por kilómetro producto del aumento de la velocidad promedio. En la tabla siguiente, se presentan los viajes por categoría en el centro poblado, según el tráfico registrado en el peaje Zambito en el 2010.

Tabla 5-68. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010.

| Categoría | No de viajes |
|-----------|--------------|
| I | 306359 |
| II | 299142 |
| III | 80336 |
| IV | 97170 |
| V | 238917 |

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos.

En la siguiente tabla se presenta el cálculo de las variaciones de los costos por kilómetro como resultado de la construcción de la variante:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 131 / 165 |

Tabla 5-69. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.

| Concepto | Categoría Vehículo | | | | | Cambios Porcentuales por Categoría | | | | | Cambios por Categoría | | | | |
|---|---------------------------------|---|--------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | I | II | III | IV | V | Beneficios | | | | | Beneficios | | | | |
| | Automóvil, campero y camioneta | Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes | Camiones de tres y cuatro ejes | Camiones de cinco ejes | Camiones de seis ejes | % $\Delta k_{c=1}$ | % $\Delta k_{c=2}$ | % $\Delta k_{c=3}$ | % $\Delta k_{c=4}$ | % $\Delta k_{c=5}$ | $\Delta k_{c=1}$ | $\Delta k_{c=2}$ | $\Delta k_{c=3}$ | $\Delta k_{c=4}$ | $\Delta k_{c=5}$ |
| Costos Variables (por KM) | Consumo promedio de combustible | | 603,87 | 521,52 | 935,96 | | | 21% | 21% | 21% | | | 126,81 | 109,52 | 196,55 |
| | Consumo de llantas | | 188,35 | 306,19 | 511,40 | | | 21% | 21% | 21% | | | 39,55 | 64,30 | 107,39 |
| | Consumo de lubricantes | | 46,72 | 72,18 | 87,75 | | | 21% | 21% | 21% | | | 9,81 | 15,16 | 18,43 |
| | Consumo de filtros | | 12,91 | 29,76 | 47,92 | | | 21% | 21% | 21% | | | 2,71 | ,25 | 10,06 |
| | Mantenimiento | | 271,13 | 446,67 | 519,07 | | | 21% | 21% | 21% | | | 56,94 | 93,80 | 109,00 |
| | Lavado y engrase | | 32,95 | 42,25 | 51,78 | | | 21% | 21% | 21% | | | 6,92 | 8,87 | 10,87 |
| | Imprevistos | | 41,41 | 67,28 | 91,35 | | | 21% | 21% | 21% | | | 8,70 | 14,13 | 19,18 |
| | Costo variable promedio | | 1.197,33 | 1.485,83 | 2.245,22 | | | | | | | | | 251,44 | 312,03 |
| Costos Fijos (Mes) | Seguros | | 991.029,92 | 2.152.536,35 | 2.206.511,59 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Salarios y Prestaciones básicas | | 1.479.548,81 | 1.479.548,81 | 1.479.548,81 | | | 21% | 21% | 21% | | | 310.705,25 | 310.705,25 | 310.705,25 |
| | Parqueadero | | 115.879,35 | 138.666,60 | 169.775,82 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Impuestos de rodamiento | | 14.437,64 | 25.698,94 | 43.885,87 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Recuperación de Capital | | 1.160.495,40 | 3.044.446,13 | 3.381.994,99 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | |
| | Costo Total Fijo | | 3.761.391,11 | 6.840.896,83 | 7.281.717,07 | | | | | | | | | 310.705 | 310.705 |
| Costo Total (por Km conducido por Mes) | 891,47 | 2.800,42 | 1.589,14 | 2.198,43 | 3.003,73 | 26% | 16% | | | | 232 | 448 | 283,80 | 344,39 | 503,86 |

1. Valores en pesos a precios del 2013

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2008), Cálculos del autor.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 132 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

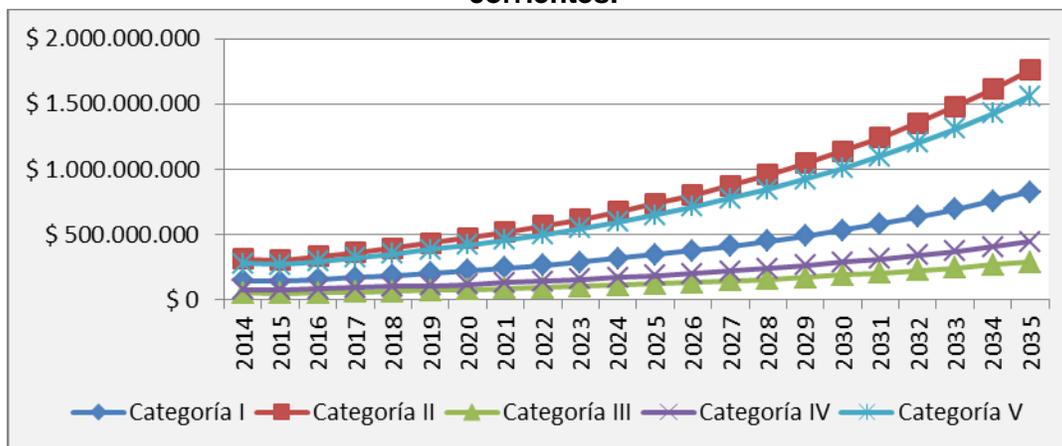
En la tabla anterior se muestra los costos variables y fijos de transporte de carga por kilómetro. Adicionalmente, en la tabla se presentan las variaciones para las categorías 3, 4 y 5 de peaje ($\Delta K_{a,c=3}, \Delta K_{a,c=4}, \Delta K_{a,c=5}$) en los rubros de consumo de combustible, consumo de llantas, consumo de lubricantes, de filtros, de mantenimiento, engrase e imprevistos. Estas variaciones, como se explicó anteriormente, son ocasionadas por motivos de mejora en los promedios de velocidad, circulación por carril en único sentido y de las mejores condiciones generales de la vía. La variación de costos para las categorías de carga, tal como se puede apreciar en la tabla anterior son fijos para todas las categorías y provienen del estudio para la ruta del sol realizado por (Steer Davies Gleave, 2009, Julio).

Para las categorías uno y dos no se identificó una fuente confiable con la información de costos de transporte por kilómetro desagregados por los rubros mostrados en la tabla anterior, en consecuencia se aplicó una variación porcentual de 26% para categoría uno sobre el costos total por kilómetro y del 16% para la categoría dos, de acuerdo con Steer Davies Gleave (2009), obteniendo variaciones por kilómetro de \$ 231,78 y \$ 448,07 pesos de 2012, respectivamente.

Adicionalmente, en la tabla anterior se presenta una variación al rubro de salarios y prestaciones básicas que proviene de un cálculo que divide el monto del rubro total por el número de kilómetros conducidos al mes (8 Horas de conducción diaria * 60 km/h en promedio de velocidad * 20 días al mes).

Las proyecciones de los ahorros en costos de transporte por kilómetro se realizaron usando el índice de precios al productor para el sector de transporte en Colombia. Los beneficios netos por disminución de los costos de transporte se calcularon incorporando el aumento en los costos por el aumento en la longitud del paso vial. Los beneficios netos anuales se presentan en la siguiente gráfica; la tendencia creciente corresponde al comportamiento de las proyecciones de precios utilizando el pronóstico del IPP de transporte del Banco de la República.

Gráfica 5-4. Beneficios netos por disminución de costos de transporte en pesos corrientes.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 133 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

El valor presente de los beneficios por ahorros de costos en transporte asciende a 16.853,3 millones de pesos colombianos de 2013.

Adicionalmente, se tiene el beneficio de los conductores en cuanto al mayor confort de la vía y a la sensación de más seguridad por tránsito en calzadas de sentido único. Estos beneficios han sido también ampliamente estudiados en otros proyectos. Se trata de una medida que surge del análisis directo mediante estudios de Valoración Contingente, Costos de Viaje Contingente o Análisis *Conjoint*. En el presente análisis no se adelantó un estudio particular para el proyecto. La medida de beneficio o Disponibilidad a Pagar (DAP) de un conductor típico de cada categoría se estimó con información primaria recopilada en el tramo dos de la Ruta del Sol. La forma de cálculo usada para los beneficios por cambios en la DAP fue:

$$bdap_a = \sum_{c=1}^c DAP_{a,c} * v_{a,c}$$

Donde:

- $bdap_a$ = Beneficios por disponibilidad a pagar en el año a .
- $DAP_{a,c}$ = Disponibilidad a pagar por mayor confort y sensación de más seguridad en un paso vial en el año a y en un vehículo de la categoría c .
- $v_{a,c}$ = Número de viajes de la categoría c en el año a .

Para el cálculo de los beneficios, se utilizaron datos del estudio “Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)” (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011a). Siguiendo la recomendación del panel NOAA, se utilizó el 50% de la medida estimada del DAP. En la siguiente tabla se presentan los valores estimados (100%) por la disponibilidad a pagar por la construcción de variantes que rodeen todos los pasos urbanos en la Ruta del Sol Sector II. Los valores utilizados en el cálculo son el 50% de los valores promedio de la tabla, dividido por el número de pasos urbanos de la Ruta del Sol Sector II⁶.

⁶ Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotec, 2012).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 134 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Tabla 5-70: Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos.

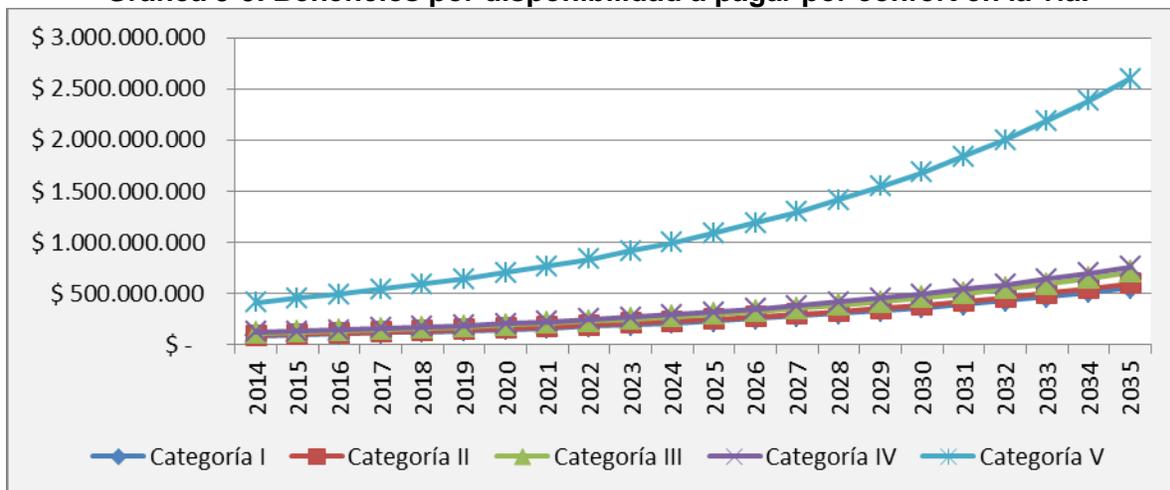
| Categoría vehicular | Promedio | Cortos | Medianos | Largos |
|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| I | \$ 7.086 | \$ 3.187 | \$ 5.609 | \$ 9.939 |
| II a | \$ 6.716 | \$ 4.238 | \$ 4.994 | \$ 10.867 |
| II b | \$ 8.889 | \$ 3.608 | \$ 4.180 | \$ 11.705 |
| III | \$ 34.459 | \$ - | \$ 8.281 | \$ 36.641 |
| IV | \$ 30.719 | \$ - | \$ 17.173 | \$ 32.726 |
| V | \$ 42.624 | \$ - | \$ 25.557 | \$ 44.618 |
| Promedio | \$ 17.133 | \$ 4.666 | \$ 7.385 | \$ 23.858 |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011a).

Los datos de viajes por tramo por categoría utilizados para el cálculo de los beneficios son estimaciones a partir de datos de facturación de los peajes de la Ruta del Sol entre junio 2009 y junio 2010.

Los beneficios por DAP por mayor confort y sensación de seguridad en la vía se presentan en la siguiente gráfica. Estos llegan a 2.599 millones de pesos en el año 2035 para el caso de la categoría V:

Gráfica 5-5. Beneficios por disponibilidad a pagar por confort en la vía.



Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos, Cálculos del autor.

El valor presente neto de los beneficios por DAP de confort, mostrados en la anterior gráfica, asciende a 17.973,9 millones de pesos colombianos de 2013.

5.3.3.4 Beneficios económicos por el aumento en el valor de la propiedad de finca raíz.

a. Cambios en el valor de la tierra.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 135 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

La forma de cálculo usada para los beneficios por cambios en el valor de la propiedad de finca raíz, incluyen cambios en el valor de la tierra agrícola o pecuaria y en el valor de las viviendas de los cascos urbanos ubicados sobre el corredor vial. Para el caso del precio de la tierra se usó la siguiente ecuación de cálculo:

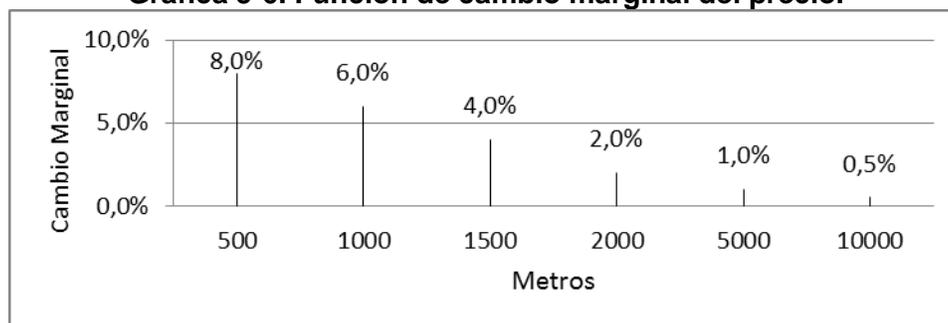
$$bvt = \sum_{rd=1}^{rd=RD} mrgt_{rd} * vt_{rd} * ut_{m,rd}$$

Donde:

- bvt = Beneficios por cambio en el valor total de la tierra.
- $mrgt_{rd}$ = Cambio marginal del valor de cada unidad de tierra a un rango de distancia rd de la vía.
- vt_{rd} = Valor de cada unidad de tierra a un rango de distancia rd de la vía.
- ut_{rd} = Unidades de tierra a un rango de distancia rd de la vía.

Se estimaron los buffer de la variante con rangos de 30, 50, 500, 1.000, 1.500, 2.000, 5.000 y 10.000 metros de distancia. Según Goyeneche (2003), el precio de la hectárea se ve influenciado por la distancia a vías principales. Ahora bien el mayor valor por hectárea decrece a medida que aumenta la distancia en relación a la vía. Los cambios marginales usados para el cálculo corresponden a los valores sobre la función de cambio marginal presentada en la siguiente gráfica.

Gráfica 5-6. Función de cambio marginal del precio.



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S.

Adicionalmente se usó un valor promedio por hectárea de 8,2 millones de pesos. Lo anterior siguiendo el trabajo de (Caballero Quintero, 2006), sobre valorización de la tierra agrícola en Colombia. Cabe notar que este valor se actualizó a tiempo presente por medio de la variación anual del IPC obteniendo así el precio promedio por hectárea de 10,67 millones de pesos. En la siguiente tabla se presentan las hectáreas en cada rango de distancia junto con los beneficios asociados por el incremento en el valor de la tierra.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 136 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-71. Variación del precio de la tierra por hectárea de acuerdo a la inflación

| Año | Valor promedio / Ha | Inflación |
|------|---------------------|-----------|
| 2006 | \$ 8.200.000 | |
| 2007 | \$ 8.666.580 | 5,7% |
| 2008 | \$ 9.099.909 | 5,0% |
| 2009 | \$ 9.482.105 | 4,2% |
| 2010 | \$ 9.776.050 | 3,1% |
| 2011 | \$ 10.108.436 | 3,4% |
| 2012 | \$ 10.355.082 | 2,4% |
| 2013 | \$ 10.665.734 | 3,0% |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Tabla 55-72. Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio.

| Rango (m) | Área (Ha) | Beneficios |
|--------------|-------------|-----------------------|
| 500 | 74,0 | \$ 63.141.148 |
| 1000 | 74,0 | \$ 47.355.861 |
| 1500 | 74,0 | \$ 31.570.574 |
| 2000 | 74,0 | \$ 15.785.287 |
| 5000 | 444,0 | \$ 47.355.861 |
| 10000 | 740,0 | \$ 39.463.217 |
| Total | 1480 | \$ 244.671.948 |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

Los resultados del análisis de aumento de precio de la tierra arrojan que los beneficios serán de 244,67 millones de pesos colombianos de 2013.

b. Cambios en el valor de la vivienda.

En el caso del beneficio por aumento del valor de la propiedad de finca raíz, se tiene la siguiente ecuación:

$$bvv = mrgv * vv * nv$$

Donde:

- bvv* = Beneficios por cambio en el valor total de las viviendas.
- mrgv* = Cambio marginal del valor de cada vivienda en el centro poblado.
- vv* = Valor de cada vivienda en el centro poblado.
- nv* = Número de viviendas en el centro poblado.

Teniendo en cuenta que en el centro poblado de San Pedro la Paz hay un promedio 3,7 de personas por hogar (DANE, 2005), obtenemos un estimado de 13 viviendas en el centro poblado.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 137 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Los valores de aumento marginal de estudios de precios hedónicos en viviendas sugieren que los aumentos por proximidad a proyectos de ingeniería, de transporte o ambientales (parques y demás) van desde un 3% hasta un 18% (Hernández, 2004; Carriazo, 1999; Losada, Neira & Jiménez (S.A.)). Para el caso del presente análisis preliminar se usó el aumento mínimo 3%. Este aumento arrojará la valoración de beneficios en su límite inferior. Para el valor promedio de la vivienda se utilizó la cifra de 50 millones de pesos, que corresponde a un valor promedio de la vivienda (Clavijo & Muñoz, 2004).

Los resultados del análisis de beneficios por aumento del precio de la propiedad de finca raíz urbana estiman un beneficio que asciende a 19,07 millones de pesos, ver la siguiente tabla.

Tabla 5-73. Beneficios por aumento del precio de la vivienda.

| Viviendas Estimadas | Valor estimado por Vivienda | Aumento en el valor | Beneficios |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------------|
| 13 | \$ 50.000.000 | 3% | \$ 19.075.605 |

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S.

5.3.3.5 Beneficios económicos por la disminución del riesgo de accidente.

Como consecuencia de la doble calzada habrá una disminución en los riesgos de accidentes, los beneficios económicos por esta disminución se calcularon como reducción los costos de dichos accidentes, reducción en la atención en la vía, reducción en la atención de heridos en el sistema de salud, reducción por la pérdida de vidas y reducción por la pérdida de vehículos y carga. Para el cálculo del beneficio por la reducción del riesgo de accidentes, se utilizó la siguiente ecuación:

$$bra = (\Delta na * vaa) + (\Delta vf * vve) + (\Delta ne * vae)$$

Donde:

- bra* = Beneficios anuales por la reducción de accidentes.
- Δna* = Reducción en el número anual de accidentes en el tramo.
- vaa* = Valor de atención de cada accidente en el tramo.
- Δvf* = Reducción en el número anual de víctimas fatales en el tramo.
- vve* = Valor de una vida estadística.
- Δne* = Reducción en el número anual de heridos en el tramo.
- vae* = Valor de atención de un herido.

Las cifras de número de accidentes, víctimas fatales, heridos y vehículos perdidos en la zona de estudio, se construyeron a partir de las cifras registradas en el estudio de "Accidentalidad Vial en Colombia-2006", realizado por el fondo de prevención vial. En este documento las estadísticas utilizadas fueron aquellas que presentan el número de eventos por cada 100.000 habitantes. Así, teniendo en cuenta la población afectada en el

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 138 / 165 | |

centro poblado, fue posible construir la tabla que se presenta a continuación, con el número de eventos estimado para el centro poblado.

Tabla5-74. Datos de accidentalidad, muertes y heridos.

| Evento | Por cada 100.000 habitantes | San Pedro |
|------------------|-----------------------------|-----------|
| Accidentes | 435,5 | 0,20 |
| Víctimas fatales | 12,8 | 0,01 |
| Heridos | 81,3 | 0,04 |

Fuente: (DANE, 2005), cálculos (Valoración Económica Ambiental S.A.S, 2011)

Como puede apreciarse en la tabla anterior, por cada 10.000 vehículos en la vía se presentan entre 0 y 1 accidentes. La disminución en el número de accidentes fue estimado con base en la tasa de presentada en la revisión de la literatura (según la cual el número de accidentes al año se reduce en un 8,1% por la construcción de variantes). Ahora bien los valores de daño utilizados para el cálculo se muestran en la siguiente tabla, esto valores corresponden a valores de pago promedio de las aseguradoras por cada tipo de evento.

Tabla 5-75. Costos promedio de evento de accidente.

| Costos Anuales | 2003 | 2013 |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Accidente Con daños materiales | \$ 4.600.000 | \$ 6.839.555 |
| Accidente Con muertos | \$ 118.500.000 | \$ 176.192.878 |
| Accidente Con heridos | \$ 20.800.000 | \$ 30.926.682 |

Fuente: FACECOLDA.

Los resultados del análisis de beneficios por la reducción de la accidentalidad, arrojan un valor presente neto de 22,7 millones de pesos colombianos de 2013, para el periodo de análisis del 2013 al 2035. Los beneficios anuales se presentan en la siguiente gráfica. Nótese que los beneficios tienen lugar a partir de la finalización del proyecto en el 2014.

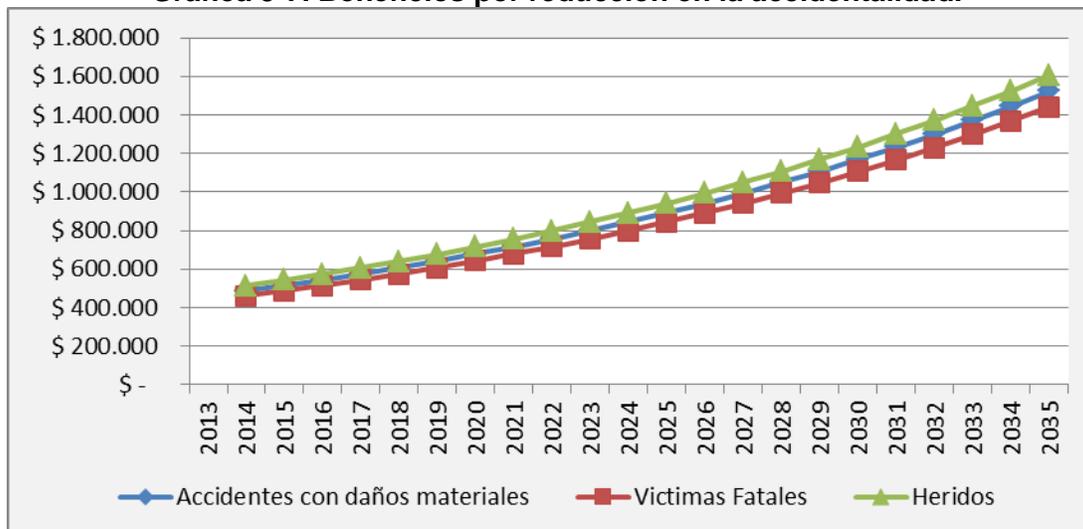
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 139 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Gráfica 5-7. Beneficios por reducción en la accidentalidad.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

5.3.3.6 Beneficios por el salario diferencial en la generación de empleos en la zona

El proyecto generará empleo durante su fase de construcción. Estos nuevos empleos serán remunerados a una tarifa más alta que el salario de oportunidad de la zona, que para efectos de este estudio se ha asumido como el salario mínimo legal vigente. La diferencia entre el salario mínimo y el salario del proyecto, es el beneficio económico social que se contabilizará en este sub numeral.

La forma de cálculo usada para los beneficios por el salario diferencial en la generación de empleo del proyecto, contempla el salario de oportunidad y el número de empleos generados durante la construcción del proyecto. Para el caso del beneficio por la generación de empleo se usó la siguiente relación matemática:

$$bsd_a = n_a(sp - so)$$

Donde:

- bsd_a = Beneficios por la generación de empleo en el año a .
- sp = Salario del proyecto.
- so = Salario de oportunidad.
- n_a = Número de empleos generados por el proyecto en el año a .

El valor del salario del proyecto utilizado para el cálculo fue de \$728.140 pesos para el año 2013. El salario incremental se obtuvo de la diferencia entre el salario del proyecto y el SMMLV del año 2013. La siguiente tabla presenta los beneficios del diferencial salarial de la variante.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 140 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-76. Beneficios por la generación de empleo

| Beneficios generación de empleo | |
|---------------------------------|----------------|
| Trabajadores | 40 |
| SMLV 2013 | 589.500 |
| Salario RS 2013 | 728.140 |
| Meses | 9 |
| Valor Nómina | \$ 262.130.400 |
| Valor Salario de Oportunidad | \$ 212.220.000 |
| Beneficios Diferencial Salarial | \$ 49.910.400 |

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

El valor presente neto de los beneficios por el diferencial salarial asciende a 49,91 millones de pesos colombianos de 2013.

5.3.3.7 Beneficios por efectos fiscales: Impuestos.

De acuerdo a la metodología del MAVDT los valores de regalías, impuestos, etc. que el gobierno local o nacional perciba durante la construcción u operación del proyecto, se constituyen en beneficios que deben ser cuantificados. En esta sección se analiza el valor de los impuestos durante la etapa de construcción del proyecto.

Los impuestos pagados por el proyecto se componen de los aportes para el CREE (Impuesto sobre la renta para la equidad) y el Impuesto al Valor Agregado (IVA). El primero de estos, corresponde al pago del 8% de sobre las utilidades para empleados con un sueldo por debajo de 10 SMMLV. El IVA por su parte corresponde al pago del 16% del valor total básico del proyecto.

La siguiente tabla presenta los resultados de los impuestos pagados durante la construcción del proyecto. El IVA se calcula sobre el valor del costo de construcción (Valor Total Básico), presentado en el informe del plan de inversión del 1%. Mientras que el CREE se calculó sobre el 8% de la utilidad del proyecto.

Tabla 5-77. Impuestos pagados por el proyecto.

| Impuestos | |
|----------------------|------------------|
| Valor Total Básico | \$ 4.401.574.220 |
| Porcentaje Utilidad | 10% |
| Utilidad | \$ 440.157.422 |
| Aportes Parafiscales | \$ 35.212.594 |
| IVA | \$ 704.251.875 |
| Total Impuestos | \$ 739.464.469 |

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 141 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por efectos fiscales asciende a 739,46 millones de pesos colombianos del 2013.

5.3.3.8 Plan del 1%

De conformidad con lo establecido en el artículo 43 de la Ley 99 de 1993, “todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográficas que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto”⁷.

En la tabla que se presenta a continuación se encuentran consignados los beneficios del proyecto asociados al Plan de Inversión del 1%.

Tabla 5-78: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%.

| Construcción de la variante | Costo en pesos |
|----------------------------------|-------------------|
| Variante San Pedro | 4.401.574.220 |
| Total para inversión (1%) | 44.015.742 |

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

De acuerdo con la tabla anterior, los beneficios del proyecto por el Plan de Inversión del 1%, ascienden a 44,01 millones de pesos a precios del 2013.

5.3.3.9 Beneficios por el valor de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación

A continuación, se calcula el valor monetario de las estrategias de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto durante las etapas de construcción y operación. Estos valores proceden del Plan de Manejo Ambiental (Ver Capítulo 7 de la Evaluación de Impacto Ambiental). La siguiente tabla, presenta el valor de cada una de las estrategias de manejo ambiental, junto con su valor.

Tabla 5-79. Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación

| PROGRAMAS | FICHA | | COSTOS |
|---|-------|--|-----------------|
| PROGRAMA DE DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL | GA-00 | Programa de gestión socio-ambiental | \$ 293.409.000* |
| GESTIÓN AMBIENTAL | | | |
| MANEJO DEL SUELO (ABIÓTICO) | GA-01 | Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación | P.O** |
| | GA-02 | Manejo de taludes | P.O** |
| | GA-03 | manejo de materiales y equipos de construcción | P.O** |

⁷ Parágrafo del artículo 43 de la Ley de 1993

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 142 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| PROGRAMAS | FICHA | | COSTOS |
|---|--------------|---|-----------------------|
| | GA-04 | manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos | \$ 144.000 |
| | GA-05 | Manejo morfológico y paisajístico | P.O** |
| Subtotal | | | \$ 144.000 |
| MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO (ABIÓTICO) | GA-06 | Manejo de residuos líquidos | \$ 10.800.000 |
| | GA-07 | Manejo de cruces de cuerpos de agua | P.O** |
| | GA-08 | Manejo de la captación | P.O** |
| | GA-09 | Manejo de escorrentía | P.O** |
| Subtotal | | | \$ 10.800.000 |
| MANEJO DEL RECURSO AIRE (ABIÓTICO) | GA-10 | Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido | P.O** |
| Subtotal | | | P.O** |
| MANEJO DEL SUELO (BIÓTICO) | GA-11 | Manejo de remoción de cobertura vegetal, y descapote | P.O** |
| | GA-12 | Ahuyentamiento de fauna silvestre | \$ 32.400.000 |
| | GA-13 | Manejo del aprovechamiento forestal | \$ 13.480.000 |
| Subtotal | | | \$ 45.880.000 |
| PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE HABITATS (BIÓTICO) | GA-14 | Protección y conservación de hábitats | P.O** |
| REVEGETALIZACIÓN Y PAISAJISMO (BIÓTICO) | GA-15 | Revegetalización, reforestación y adecuación por afectación paisajística | \$ 31.437.358 |
| COMPENSACIÓN (BIÓTICO) | GA-16 | Manejo de la compensación forestal por pérdida de biodiversidad | \$ 6.773.482 |
| | | Conservación de especies vegetales vulnerables | P.O** |
| Subtotal | | | \$ 38.210.840 |
| GESTIÓN SOCIO-ECONÓMICA | | | |
| GESTIÓN SOCIAL | GS-18 | Educación y capacitación ambiental al personal vinculado al proyecto | \$ 20.000.000 |
| | GS-19 | Información y participación comunitaria | \$ 21.500.000 |
| | GS-20 | Adquisición predial y traslado de población | P.O** |
| | GS-21 | Apoyo a la capacidad de gestión institucional | P.O** |
| | GS-22 | Capacitación y educación ambiental a la comunidad aledaña al proyecto | \$ 13.000.000 |
| | GS-23 | Contratación de mano de obra local | P.O** |
| | GS-24 | Accesibilidad y seguridad de la población del área de influencia del proyecto | \$ 18.000.000 |
| | GS-25 | Apoyo al comercio local | \$ 20.000.000 |
| | GS-26 | Fomento a la seguridad vial | \$ 15.000.000 |
| | GS-27 | Restablecimiento de infraestructura | \$ 400.000 |
| | GS-28 | Manejo de redes de servicios públicos | \$ 40.000.000 |
| Subtotal | | | \$ 147.900.000 |
| TOTAL | | | \$ 536.343.840 |

*Los costos del personal aquí incluidos corresponden a la gestión socio-ambiental de la construcción de la variante San Pedro de la Paz.

**P.O: Costos incluidos en el Presupuesto de Obra

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

5.3.3.10 Beneficios por transferencias locales: uso de recursos naturales durante la construcción y operación del proyecto.

Siguiendo la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del MAVDT, el valor de las transferencias locales que se perciben durante la construcción u operación del proyecto, constituyen beneficios que deben incorporarse dentro del análisis económico. Por tal motivo, esta sección estudia el valor de las transferencias locales por el uso de agua y el aprovechamiento forestal durante la etapa de construcción del proyecto.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 143 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

a. Beneficios por Transferencias locales en el Aprovechamiento forestal.

Como medida de beneficios asociada al aprovechamiento forestal se usará el recaudo por concepto de la tasa de aprovechamiento forestal. Los volúmenes estimados de aprovechamiento forestal se presentan a continuación.

Tabla 5-80. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.

| | Volumen total | Volumen comercial |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| Aprovechamiento forestal | 197,22 m ³ | 96,81 m ³ |

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

Se utilizó un valor promedio de tasa de aprovechamiento de \$18.000 pesos por metro cúbico de aprovechamiento forestal. El valor de los beneficios por concepto de aprovechamiento forestal del **volumen comercial** aprovechado durante el proyecto, se presenta a continuación.

Tabla 5-81. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.

| | Valor total de las transferencias por tasa de aprovechamiento forestal. |
|---|---|
| Beneficios por aprovechamiento forestal | \$ 1.742.580 |

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013). Cálculos de Valoración Económica Ambiental S.A.S.

b. Beneficios por transferencias locales, tasa de uso del agua.

Como medida de beneficios asociada al aprovechamiento forestal se usará el recaudo por concepto de la tasa de uso del agua. Los volúmenes de agua que se utilizarán durante la fase de construcción se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5-82. Demanda de agua durante la construcción.

| Caudal unitario (m ³ /día/km) | Distancia (Km) | Tiempo de Obra | | % del tiempo de Suministro | Volumen total (m ³) |
|---|----------------|----------------|------|----------------------------|---------------------------------|
| | | Meses | Días | | |
| 2 | 1,575 | 9 | 270 | 60% | 510,3 |
| Volumen total de agua (m ³) para dos calzadas | | | | | 1020,6 |

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

Los valores de las tasas por uso de agua se presentan en la siguiente tabla. Se ha asumido un factor regional igual a 6, el cual es aplicado por CAS⁸.

Tabla 5-83. Tasas por uso de agua.

| Recurso | Tasa de Uso (\$/m ³) | Cantidad (m ³) | Beneficios |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------|
| Demanda de Agua durante | 6,82 | 1.020,6 | \$ 6.962 |

⁸ Corporación Autónoma Regional de Santander

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 144 / 165 | |

| | | | |
|--------------|--|--|--|
| Construcción | | | |
|--------------|--|--|--|

Fuente: CAS, CAR. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por este concepto es de \$ 6.962 pesos a precios del 2013.

5.3.3.11 Costos por servicios ambientales de los bosques

La afectación de los servicios ambientales del bosque se incluye en los costos de la valoración económica de impactos debido a la presencia de zonas con alta densidad de vegetación y zonas de bosque de galería al borde del cauce de los ríos a intervenir, las cuales se constituyen en zonas ambientalmente sensibles por albergar algunas especies bajo riesgo de amenaza, por su función de corredor biológico e interconector de la biota y porque corresponden a la única cobertura boscosa dentro del área de estudio. En esta sección se presenta una revisión de la literatura internacional, acerca de los servicios ambientales que prestan los bosques y se resume la metodología de cálculo para determinar los costos por afectar las zonas de bosque que se encuentran en el área intervenida.

Pérez, García & Sayer (2007) afirman que los bosques, además de ser los sistemas terrestres más extensos, tienen un gran valor en términos de biodiversidad y desempeñan funciones ambientales importantes, tanto a nivel local como a nivel global.

De acuerdo con Beer et al (2003), dentro de los principales servicios de los bosques se encuentran el mantenimiento de la fertilidad del suelo, reducción de la erosión, fijación de nitrógeno, reciclaje de nutrientes, conservación de la calidad y cantidad de agua, captura de carbono y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados. Adicional a eso, los autores hacen énfasis en los productos de uso comercial o familiar, como es el caso de la leña, la madera y los frutos.

Por su parte, Pérez, García & Sayer (2007) y la CEPAL (2003) centran la evaluación económica de servicios ambientales de los bosques en cuatro componentes fundamentales: biodiversidad, fijación de carbono, ciclo hidrogeológico y educación/recreación. De los anteriores, los servicios de educación y recreación se han ido incorporando gracias a la creciente conciencia ambiental en las poblaciones; la fijación de carbono se ha vuelto un componente relevante dada la importancia de la emisiones de CO₂ y su relación con el cambio climático; y la conservación de la biodiversidad y las funciones sobre las cuencas hidrográficas, son los servicios ambientales de los bosques que llevan más tiempo siendo reconocidos (Pérez, García, & Sayer, 2007). En la tabla que se presenta a continuación se encuentran resumidos los principales mercados ambientales para cada uno de los cuatro componentes nombrados anteriormente.

| | | | | | |
|---|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---|
| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 145 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Tabla 5-84. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.

| Mercado de Servicio | Producto Ofrecido | Oportunidades |
|----------------------------|---|--|
| Biodiversidad | <ul style="list-style-type: none"> • Áreas protegidas • Derecho de Bioprospección • Concesiones para la conservación | <ul style="list-style-type: none"> • Conciencia creciente • Aumento y diversificación de mercados • Innovación en diseño de productos y sistemas de pago • Mercados Nacionales e internacionales |
| Carbono | <ul style="list-style-type: none"> • Certificado de reducción de emisiones • Créditos de compensación de emisiones • Volumen asignado de emisiones | <ul style="list-style-type: none"> • Evolución desde acuerdos individuales a pequeña escala hasta acuerdos internacionales a gran escala • Mercados Nacionales e internacionales |
| Agua | <ul style="list-style-type: none"> • Contrato de gestión de cuencas • Créditos de calidad de aguas • Derechos de aguas | <ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de identificar proveedores y beneficiarios • Mercados Nacionales |
| Escénico-Recreativo | <ul style="list-style-type: none"> • Derechos de entrada • Servicios de ecoturismo • Acuerdos de gestión de recursos naturales | <ul style="list-style-type: none"> • Vínculo entre biodiversidad y valor escénico • Mercados Nacionales e Internacionales |

Fuente: (Pérez, García, & Sayer, 2007)

En la tabla que se presenta a continuación se encuentra consignado el valor de cada uno de los servicios ambientales principales prestados por los bosques:

Tabla 5-85. Valor de los servicios ambientales de los bosques

| Servicio Ambiental | Bosque Primario | Bosque Secundario |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | (dólares/ha/año) | (dólares/ha/año) |
| Fijación de Carbono | 38 | 29 |
| Protección de Agua | 5 | 3 |
| Protección de Biodiversidad | 10 | 6 |
| Recreación | 5 | 3 |
| Total | 58 | 41 |

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003)

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 146 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

En la tabla anterior, la columna de bosque primario hace referencia a los bosques compuestos por especies nativas de árboles en los que no ha habido alteraciones a causa de actividades antrópicas, y el bosque secundario hace referencia a aquel que se regenera después de ser despejado por causas naturales o como producto de actividades como la ganadería y la agricultura.

Los costos por servicios ambientales del bosque en el proyecto están relacionados con el área de aprovechamiento forestal. Teniendo en cuenta el volumen de aprovechamiento del proyecto (197,22 metros cúbicos), el área total de aprovechamiento es aproximadamente 0,74 hectáreas (una hectárea de bosque densamente poblado tiene aproximadamente 267 metros cúbicos).

Para el cálculo de los costos por los servicios ambientales del bosque, se escogió el valor correspondiente a los costos de servicios ambientales del bosque primario que se encuentran en la tabla anterior. Dicho valor se transformó a valor presente y a pesos colombianos teniendo en cuenta la tasa de cambio y el IPP. Dicha información se encuentra resumida en la siguiente tabla.

Tabla 5-86. Costos por servicios ambientales del bosque

| Servicios Ambientales | Valores a 2003 | Valores a 2011 | Valores a 2013 |
|-----------------------------|------------------|------------------|----------------------|
| | (dólares/ha/año) | (dólares/ha/año) | (pesos/ha/año) |
| Fijación de Carbono | 29 | 41 | 81.659,02 |
| Protección de Agua | 3 | 4 | 8.447,48 |
| Protección de Biodiversidad | 6 | 8 | 16.894,98 |
| Recreación | 3 | 4 | 8.447,48 |
| Total | 41 | 57 | \$ 115.448,96 |

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003) y cálculos (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

Con base en los valores de la tabla anterior y teniendo en cuenta el área de aprovechamiento forestal autorizada para diferentes actividades en el centro poblado, se calcularon los costos por los servicios ambientales del bosque durante los nueve meses que dura la construcción del proyecto, cuando aún no se observan los beneficios de los programas incluidos en el Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 5-87. Costos por servicios ambientales del bosque

| | M3 Aprovechamiento Forestal | Hectáreas | Costo por servicios ambientales |
|--------------------|-----------------------------|-----------|---------------------------------|
| Variante San Pedro | 197,22 | 0,74 | \$ 85.277 |

Fuente: Cálculos de (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011)

5.3.3.12 Costos por restricción de la movilidad durante la fase de construcción.

El cálculo de los costos en que incurrirán los usuarios del corredor vial por los mayores tiempos de viaje dadas las restricciones durante la fase de construcción, se realizó usando la siguiente expresión:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 147 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

$$crm_a = \sum_{c=1}^{c=C} k * v_{a,c} * \Delta K_{a,c} * vs$$

Donde:

- crm_a = Costos por restricción de la movilidad del paso vial en el año a .
- k = Número de Km del paso vial.
- $v_{a,c}$ = Número de viajes en el año a de la categoría de peaje c .
- $\Delta K_{a,c}$ = Aumento en los costos de transporte por Km de la categoría c en el año a .
- vs = Porcentaje de vía nueva sobrepuesta en la vía actual del paso vial.

Dado que el corredor vial existente se intervendrá de manera alternativa, los costos de viajes por los mayores tiempos de viaje durante la fase de construcción se calcularon para un aumento en los costos de viaje del 5%. Se pondera por el porcentaje de vía sobrepuesta porque parte de las obras tendrán lugar por fuera del corredor actual y, por tanto, no generarán restricciones en la movilidad. El valor utilizado para vs fue del 26,42% (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013).

Los costos por kilómetro calculados se presentan en la tabla de la página siguiente. El valor total de los costos por la restricción a la movilidad durante la construcción de la variante asciende a 41,5 millones de pesos de 2013.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 148 / 165 |

Tabla 5-88 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.

| | Concepto | Categoría Vehículo | | | | | Cambios Porcentuales por Categoría | | | | | Cambios por Categoría | | | | |
|---|---------------------------------|---|--------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | I | II | III | IV | V | Costos | | | | | Costos | | | | |
| | | | | | | | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V |
| | Automóvil, campero y camioneta | Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes | Camiones de tres y cuatro ejes | Camiones de cinco ejes | Camiones de seis ejes | % $\Delta k_{c=1}$ | % $\Delta k_{c=2}$ | % $\Delta k_{c=3}$ | % $\Delta k_{c=4}$ | % $\Delta k_{c=5}$ | % $\Delta k_{c=1}$ | % $\Delta k_{c=2}$ | % $\Delta k_{c=3}$ | % $\Delta k_{c=4}$ | % $\Delta k_{c=5}$ | |
| Costos Variables (por KM) | Consumo promedio de combustible | | \$ 603,87 | \$ 521,52 | \$ 935,96 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 30,19 | \$ 26,08 | \$ 46,80 | |
| | Consumo de llantas | | \$ 188,35 | \$ 306,19 | \$ 511,40 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 9,42 | \$ 15,31 | \$ 25,57 | |
| | Consumo de lubricantes | | \$ 46,72 | \$ 72,18 | \$ 87,75 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 2,34 | \$ 3,61 | \$ 4,39 | |
| | Consumo de filtros | | \$ 12,91 | \$ 29,76 | \$ 47,92 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 0,65 | \$ 1,49 | \$ 2,40 | |
| | Mantenimiento | | \$ 271,13 | \$ 446,67 | \$ 519,07 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 13,56 | \$ 22,33 | \$ 25,95 | |
| | Lavado y engrase | | \$ 32,95 | \$ 42,25 | \$ 51,78 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 1,65 | \$ 2,11 | \$ 2,59 | |
| | Imprevistos | | \$ 41,41 | \$ 67,28 | \$ 91,35 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 2,07 | \$ 3,36 | \$ 4,57 | |
| | Costo variable promedio | | \$ 1.197,33 | \$ 1.485,83 | \$ 2.245,22 | | | | | | | | | \$ 59,87 | \$ 74,29 | \$ 112,26 |
| Costos Fijos (Mes) | Seguros | | \$ 991.029,92 | \$ 2.152.536,35 | \$ 2.206.511,59 | | | 0% | 0% | 0% | | | | | | |
| | Salarios y Prestaciones básicas | | \$ 1.479.548,81 | \$ 1.479.548,81 | \$ 1.479.548,81 | | | 5% | 5% | 5% | | | \$ 73.977,44 | \$ 73.977,44 | \$ 73.977,44 | |
| | Parqueadero | | \$ 115.879,35 | \$ 138.666,60 | \$ 169.775,82 | | | 0% | 0% | 0% | | | \$ - | \$ - | \$ - | |
| | Impuestos de rodamiento | | \$ 14.437,64 | \$ 25.698,94 | \$ 43.885,87 | | | 0% | 0% | 0% | | | \$ - | \$ - | \$ - | |
| | Recuperación de Capital | | \$ 1.160.495,40 | \$ 3.044.446,13 | \$ 3.381.994,99 | | | 0% | 0% | 0% | | | \$ - | \$ - | \$ - | |
| | Costo Total Fijo | | \$ 3.761.391,11 | \$ 6.840.896,83 | \$ 7.281.717,07 | | | | | | | | | \$ 73.977,44 | \$ 73.977,44 | \$ 73.977,44 |
| Costo Total (por Km conducido por Mes) | \$ 891,47 | \$ 2.800,42 | \$ 1.589,14 | \$ 2.198,43 | \$ 3.003,73 | 5% | 5% | | | | \$ 44,57 | \$ 140,02 | \$ 67,57 | \$ 82,00 | \$ 119,97 | |

1. Valores a precios del 2013

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2008), Cálculos del autor.



| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 149 / 165 | |

Adicionalmente, se tiene el costo de los conductores en cuanto al menor confort de la vía y a la sensación de menor seguridad durante la construcción de la variante. La estimación de estos costos sigue el razonamiento de la estimación de los beneficios por mayor confort una vez que la variante entre en operación. La medida de beneficio o Disponibilidad a Pagar (DAP) de un conductor típico de cada categoría se estimó con información primaria recopilada en el tramo dos de la Ruta del Sol. Dado que las obras se realizarán de manera intermitente, se supuso que los costos en DAP durante la construcción de la variante corresponden al 35% de los beneficios en la fase de operación. Así, la forma de cálculo usada para los costos por cambios en la DAP fue:

$$cdap_a = \sum_{c=1}^c 35\% * DAP_{a,c} * v_{a,c}$$

Donde:

- $cdap_a$ = Beneficios por disponibilidad a pagar en el año a .
- $DAP_{a,c}$ = Disponibilidad a pagar por mayor confort y sensación de más seguridad en un paso vial en el año a y en un vehículo de la categoría c .
- $v_{a,c}$ = Número de viajes de la categoría c en el año a .

Para el cálculo de los costos, se utilizaron datos del estudio “Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)” (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2011a) presentados en la Tabla 5-70. Siguiendo la recomendación del panel NOAA, se utilizó el 50% de la medida estimada del DAP. Los valores utilizados en el cálculo son el 50% de los valores promedio de la tabla, dividido por el número de pasos urbanos de la Ruta del Sol Sector II⁹. Se ajustó además por el 35%, para incorporar la naturaleza intermitente de las obras en el análisis. Los datos de viajes por tramo por categoría utilizados para el cálculo de los beneficios son estimaciones a partir de datos de facturación de los peajes de la Ruta del Sol entre junio 2009 y junio 2010.

Los costos por DAP por incomodidades durante la construcción de la variante ocurren durante la fase de Construcción (Agosto de 2013 – Mayo de 2014) y ascienden a 265 millones de pesos colombianos a precios del 2013.

5.3.3.13 Costos de construcción del proyecto

Los costos de construcción corresponden a los calculados como parte del Plan de Inversión del 1%. Así, los costos de construcción de la variante ascienden a 4.401.574.220 pesos de 2013. El valor en precios cuenta de los costos de construcción es de 3.369,7 millones de pesos.

5.3.3.14 Costos por pérdida de ingresos del comercio local

De la base de datos que contiene los negocios identificados durante la fase de recolección primaria por parte del equipo del EIA fue posible obtener aquellos establecimientos comerciales

⁹ Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotec, 2012).

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------|----------------|--|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 150 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

instalados en el centro poblado. En dicha base de datos, se identificaron las unidades de negocios que prestan servicios asociados directamente con la vía. Las principales actividades asociadas a ellas son la venta de comidas y bebidas, restaurantes y cafeterías, venta de artículos y artesanías, hoteles y monta llantas.

Tabla 5-89. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.

| Procedencia de los clientes | Frecuencia | Porcentaje |
|-----------------------------|------------|---------------|
| De la vía | 31 | 32,6% |
| Del poblado | 7 | 7,4% |
| Del poblado y de la vía | 48 | 50,5% |
| N.R. | 9 | 9,5% |
| Total | 95 | 100,0% |

Fuente: (Concesionaria Ruta Del Sol , 2010)

Según se observa en la tabla anterior el 83,1% de los clientes en establecimientos comerciales y de servicios en el corregimiento de San Pedro de la Paz provienen tanto del poblado como de la vía.

En el flujo de bienes y servicios se incluirá un posible impacto sobre la dinámica económica de los pequeños negocios del centro poblado, teniendo en cuenta que el 83,1% de los clientes de los negocios afectados son usuarios de la vía (Procedentes de la vía y procedentes del poblado) y que la construcción de la variante se constituye en una forma de aislamiento de los establecimientos comerciales. El cálculo se llevará a cabo asumiendo que estos establecimientos ven deterioradas sus utilidades en un 20% en el primer año, en un 10% en el segundo y en un 5% en el tercero. Del cuarto año en adelante, el impacto sobre las utilidades se anula. Lo anterior en la medida en que los estudios de referencia en otros países han mostrado que el impacto de las derivaciones y circunvalares sobre pequeñas poblaciones es de carácter transitorio, ajustándose las unidades de negocio a la nueva dinámica económica en el largo plazo.

Con base en la utilidad promedio anual de una unidad de negocio típica de la zona¹⁰, el número de unidades comerciales que depende de los usuarios de la vía y el porcentaje de pérdidas en los primeros tres años de operación del proyecto, se obtuvo que el Valor Presente de dichas pérdidas, a precios del 2013 y con una tasa de descuento del 8,5%, asciende a \$ 12.610.522 pesos. La siguiente tabla presenta el valor de las pérdidas entre el año 2013 y el 2016, a precios corrientes.

Tabla 5-90. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto.

| Año | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------|------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Variante | \$ - | \$ 8.079.901,06 | \$ 4.161.149,05 | \$ 2.080.574,52 |

Fuente: Cálculos de (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

¹⁰ Con base en la información primaria recolectada por Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010b), las utilidades mensuales típicas fueron estimadas en \$ 1'201.013,51 pesos del 2010, que equivale a utilidades anuales de \$ 15.722.228 a precios del 2013.

| ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ | | | | |  CONCESIONARIA RUTA DEL SOL <small>S.A.S.</small> |
|---|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|---|
| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) | |
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 151 / 165 | Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2 |

Por último, el Plan de Manejo Ambiental del proyecto tiene contemplado en la ficha GS-25 un programa de “APOYO AL COMERCIO LOCAL” el cual tiene como objetivo la Implementación de estrategias de acompañamiento a los comerciantes ubicados en corredor vial existente para mitigar los impactos económicos de su aislamiento con parte de los clientes que provienen de la vía. Si bien el monto de inversión de este programa es de \$20.000.000, se espera que en el mediano y largo plazo ayude a “evitar la disminución de ingreso económico de las unidades sociales afectadas por el proyecto” y mejore su calidad de vida y sus habilidades comerciales y empresariales. Este beneficio no se incluye en esta sección pues ya se tuvo en cuenta en los beneficios por el valor de las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 152 / 165 |

5.3.3.15 Flujos de costos y beneficios, cálculo de indicadores de rentabilidad social.

En este numeral se presenta el análisis de los flujos de costos y de beneficios del proyecto, este análisis se realizó a precios corrientes y también a precios cuenta en el caso de los costos de construcción y operación. También, se presentan en este capítulo los resultados del cálculo de la relación costos beneficio y un análisis de sensibilidad de dicha relación para diferentes tasas de descuento. En la siguiente tabla se presentan los costos del proyecto en millones de pesos. A continuación se presentan los flujos de costos del proyecto:

Tabla 5-91 Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos.

| Costos del Proyecto (millones de pesos) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Año | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
| Costo por Servicios Ambientales de los Bosques | 0,085 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costos Restricción Movilidad Durante la Construcción | 41,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costos por Reducción en Confort durante la Construcción | 265,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costos de Construcción a Precios Cuenta | 3.370 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costos por pérdida en el comercio local relacionado con la vía | 0 | 8,1 | 4,2 | 2,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total Costos | 3.676 | 8 | 4 | 2 | 0 |
| Total Beneficios-Costos | -1.832 | 1.692 | 1.744 | 1.908 | 2.088 | 2.281 | 2.492 | 2.722 | 2.973 | 3.246 | 3.544 | 3.869 | 4.224 | 4.610 | 5.032 | 5.491 | 5.992 | 6.538 | 7.133 | 7.781 | 8.488 | 9.259 | 10.099 |

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

El valor presente a una tasa de descuento del 8,5% de los costos del proyecto, a precios del 2013, asciende a 3.688,8 millones de pesos. A continuación, se presentan los beneficios del proyecto



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 153 / 165 |

Tabla 5.4.5-92. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos.

| Beneficios del Proyecto (millones de pesos) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Año | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 |
| Beneficios reducción población expuesta a contaminación del aire | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Beneficios por Reducción Población expuesta a Ruido | 0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Beneficios por Reducción de los Costos de Transporte | 0 | 871 | 842 | 920 | 1.006 | 1.099 | 1.201 | 1.312 | 1.433 | 1.565 | 1.709 | 1.866 | 2.037 | 2.224 | 2.427 | 2.649 | 2.891 | 3.155 | 3.442 | 3.756 | 4.097 | 4.470 | 4.876 |
| Beneficios por Aumento de Confort en la Variante | 0 | 828 | 905 | 989 | 1.080 | 1.180 | 1.289 | 1.408 | 1.538 | 1.679 | 1.833 | 2.001 | 2.184 | 2.384 | 2.601 | 2.839 | 3.097 | 3.379 | 3.687 | 4.022 | 4.387 | 4.785 | 5.219 |
| Beneficios por aumento en el precio de la finca raíz | 264 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Beneficios por Disminución en el Riesgo de Accidente | 0 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 2,8 | 3,0 | 3,2 | 3,3 | 3,5 | 3,7 | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 4,6 |
| Beneficios de Efectos Fiscales | 739 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Beneficios Salario Diferencial | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Beneficios por Plan de Inversión del 1% | 44,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Beneficios Estrategia Manejo Ambiental | 549 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Beneficios de Transferencias Locales | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total Beneficios | 1.648 | 1.700 | 1.748 | 1.910 | 2.088 | 2.281 | 2.492 | 2.722 | 2.973 | 3.246 | 3.544 | 3.869 | 4.224 | 4.610 | 5.032 | 5.491 | 5.992 | 6.538 | 7.133 | 7.781 | 8.488 | 9.259 | 10.099 |

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 154 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

La anterior tabla muestra que el flujo de beneficios es siempre creciente y para el último año de análisis alcanza 10.099 millones de pesos. El valor presente neto de estos beneficios con una tasa de descuento del 8,5% asciende a 36.498,26 millones de pesos colombianos del 2013. La relación costo beneficio del proyecto con una tasa de descuento de 8,5% es de 9,89. Su cálculo se resume en la siguiente tabla:

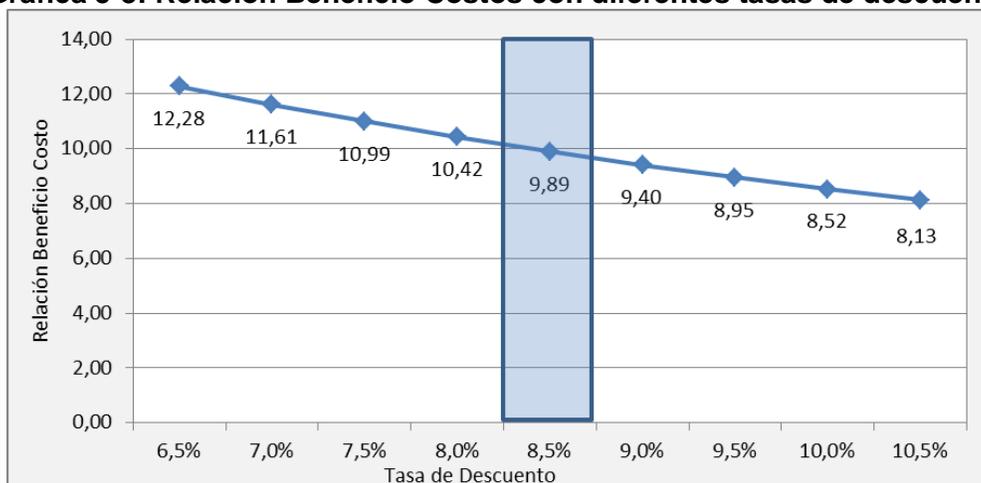
Tabla 5-93. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo.

| VP Beneficios del Proyecto (en millones de pesos) | VP Costos del Proyecto (en millones de pesos) | Tasa | RB/C |
|---|---|------|------|
| 36.498,26 | 3.688,82 | 8,5% | 9,89 |

Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., 2013)

Un análisis de sensibilidad de la relación costo beneficio se presenta en la siguiente gráfica.

Gráfica 5-8: Relación Beneficio Costos con diferentes tasas de descuento.



Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

De acuerdo con la gráfica anterior, la relación beneficio costo del proyecto utilizando una tasa de descuento del 10,5% es de 8,13. La relación beneficio costos utilizando una tasa de descuento de 6,5% es de 12,28.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 155 / 165 |



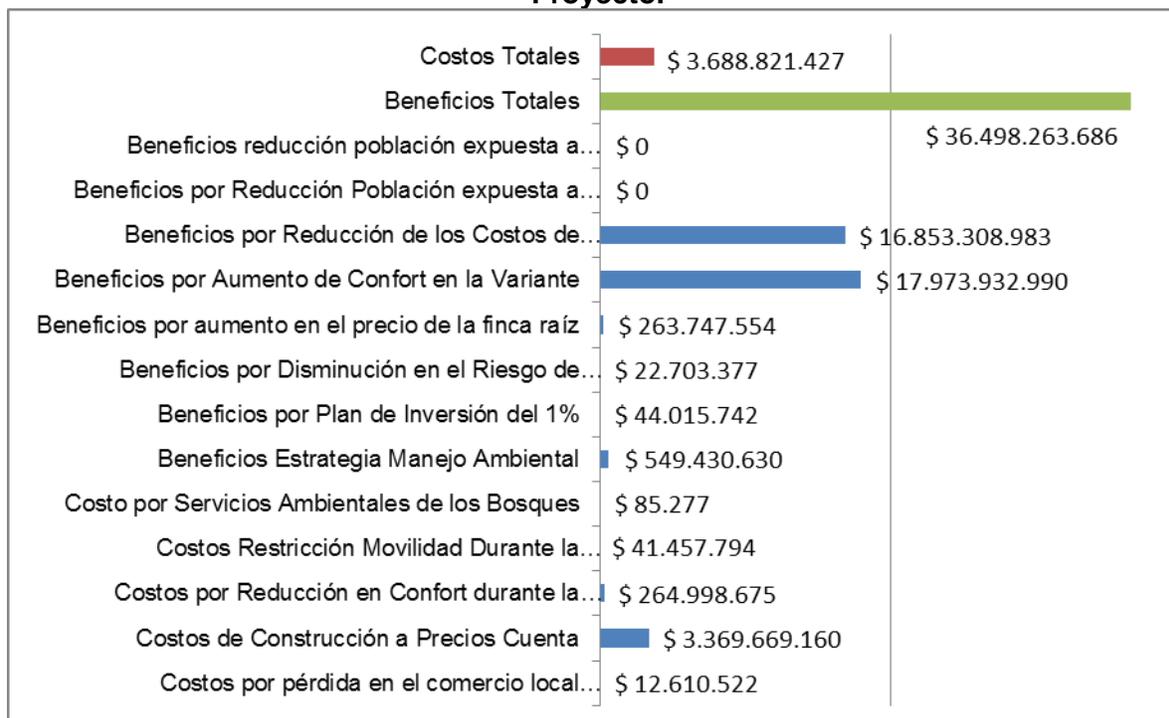
Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Conclusiones y recomendaciones.

El proyecto es rentable socioeconómicamente, el análisis de sensibilidad del indicador costos beneficio del proyecto a las diferentes tasas de descuento, muestra que con tasas que oscilan entre 6,5% y 10,5%, el indicador costos beneficio va de 12,28 a 8,13. Con una tasa del 8,5% el indicador costos beneficio es de 9,89. Es decir, por cada peso invertido en el proyecto la sociedad recibe 9,89 pesos. Usando la tasa de descuento más alta (10,5%), el proyecto sigue siendo rentable socioeconómicamente con un indicador costos beneficio de 8,13.

El aporte de cada costo y cada beneficio se presenta en la siguiente gráfica:

Gráfica 5-9: Distribución del Valor Presente de los Beneficios y costos en el Proyecto.



Fuente: (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Agosto 2013)

El valor presente neto de los beneficios del proyecto asciende a 36.498,3 millones de pesos de 2013. De los 36.498,3 millones de pesos a 2013 que constituyen los beneficios del proyecto, el 95,4% está representado por el ahorro en los costos de transporte y los beneficios por aumento en confort, el 0,1% por los beneficios en la reducción de la accidentalidad y el 0,7% por el aumento en los precios de la finca raíz. El 3,8% restante corresponde a la suma de los beneficios fiscales, los beneficios por la reducción en los niveles de contaminación en el aire y de ruido, el diferencial salarial, las transferencias

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 156 / 165 |



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

locales por uso de recursos y el valor del plan de manejo ambiental y del plan de inversión del 1%.

Los costos totales del proyecto (incluidos los costos ambientales y sociales) ascienden a 3.688,8 millones de pesos de 2013. El 91,3% de estos costos corresponden a los costos de construcción de la variante. El 0,3% de los costos corresponden al impacto sobre el comercio local asociado con la vía, el 1,1% a las restricciones a la movilidad y el 7,2% a la reducción en el confort durante la construcción.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 157 / 165 |



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Bibliografía.

- Campbell D., Tennant M. (2008). *The Impact of Transportation Improvements on Housing Values in the Lower Mainland and Fraser Valley*. Real Estate Investment Network.
- Adriaenssens, V., Baets, B. D., Goethals, P. L., & Pauw, N. D. (2004). Fuzzy Rule-based Models for Decision Support in Ecosystem Management. *The Science of the Total Environment*, 319(1-3), 1-12.
- Ambiotec. (2012). *Estudio de Impacto Ambiental Variante Líbano*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variantes Tramo 2*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variante San Pedro*. Bogotá.
- Ashenfelter Orley . (2005). *Measuring the Value of a Statistical Life: Problems and Prospects*.
- Asia Development Bank. (2007). *Socioeconomic Effects of Road Improvements*.
- Basili, M., & Zappia, C. (2009). Shackle and Modern Decision Theory. *Metroeconomica*, 60(2), 245-282.
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios Ambientales de los Sistemas Agroforestales. *Agroforestería en las Américas*, 10, 80-87.
- BIODESA LTDA. (2011). *Estudio de Impacto Ambiental para la Modificación de la Licencia de Exploración Bloque Llanos 16 a Licencia de Explotación Bloque Llanos 16*. Bogotá.
- Blaeij y otros. (2003). *The value of statistical life in road safety: A meta-analysis, accident analysis and prevention*.
- Boarnet y Otros. (2001). *News Highways, houses price and Urban development*.
- Boarnet, Marlon y otros . (2000). *New Highways, Urban Development, And Induced Travel*.
- Bojórquez-Tapia, L., Juárez, L., & Cruz-Bello, G. (2002). Integrating Fuzzy Logic, Optimization, and GIS for Ecological Impact Assessments. *Environmental Management*, 30(3), 418-433.
- Caballero Quintero, Y. (2006). *Revista electrónica de difusión científica – Universidad Sergio Arboleda Bogotá – Colombia*. Recuperado el 2010, de Valorización De La Tierra Rural En Colombia.
- Campos, A. d., & Mello, R. d. (2006). A Decision Support Method for Environmental Impact Assessment using a Fuzzy Logic Approach. *Ecological Economics*, 58(1), 170-181.
- Carpintero. (2005). *Infraestructuras de transporte y desarrollo económico*.
- Carriazo, F. (1999). *Impactos de la contaminación del Aire en el precio de la Vivienda*. Bogotá: UNIANDES.
- Cena, L., Keren, N., Li, W., Carriquiry, A., Pawlovich, M., & Freeman, S. (2011). A Bayesian assesment of the effect of highway bypasses in Iowa on crashes and crash rate. *Journal of Safety Research*, 241-252.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. (2003). *Ejemplo de cálculo de los daños ambientales*. Recuperado el 20 de Mayo de 2011, de http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/12707/lcmexg5e_TOMO_IVe.pdf
- Concesionaria Ruta Del Sol . (2010). *Base de datos Unidades productivas*. Bogotá.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 158 / 165 |

- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (N.A.). *Chapter 1: Data Envelopment Analysis, History, Models and Interpretations*. Recuperado el 21 de 11 de 2011, de www.wpi.edu: <http://users.wpi.edu/~jzhu/dea/hbchapter1.pdf>
- DANE. (2005). *Boletín Censo General 2005 Perfil San Pedro de la Paz, Santander*. Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/santander/sanpedro.pdf>
- DANE. (2005). *Proyecciones de población 2005-2020 total por sexo y grupos de edad*. Recuperado el 4 de Enero de 2012, de [www.dane.gov.co: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/VisorCertificaPPO_Oct11.xls](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/VisorCertificaPPO_Oct11.xls)
- Department of Transportation (DOT). (2009). *Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in Departmental Analyses – Annual Revision*.
- Derycke, Pierre-Henri. (1971). *La economía urbana; Colección nuevo urbanismo*.
- DNP. (2009). *Documento CONPES 3571: IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO VIAL “AUTOPISTA RUTA DEL SOL”*.
- European Investment Bank (EIB). (1998). *Contribution of major road and rail infraestructura projects to regional development*.
- Filippo, S., Martins, P., & Kahn, S. (2007). A Fuzzy Multi-Criteria Model applied to the Management of the Environmental Restoration of Paved Highways. *Transportation Research. Part D, Transport and Environment*, 12(6), 423-436.
- Fondo de Prevención Vial. (2002). *Ministerio de Transporte*. Recuperado el 1 de Julio de 2010, de <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/PDF/ACCIDENTALIDAD.pdf>
- Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez. (2010). *Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez*. Recuperado el 13 de Mayo de 2010, de <http://www.accionambiental.org/index.php>
- Gallego Losada, R., Alonso Neira, M. Á., & Pires Jiménez, L. (s.f.). *La ampliación del transporte público en Madrid y su impacto sobre el precio de la propiedad residencial: un análisis a partir del modelo de “precios hedónicos”*.
- Giuliano, G. (1989). *Research and Policy Review 27: New Directions for Understanding Transportation and Land Use*.
- Giuliano, G. (1995). *The Weakening Transportation-Land Use Connection*.
- Gobernación de Cundinamarca. (2006). *Análisis financiero e impacto socioeconómico del peaje Guayabal. Carretera por concesión Los Alpes-Villeta-Chuguacal-Cambao*.
- González, B., Adenso-Díaz, B., & González-Torre, P. (2002). A Fuzzy Logic Approach for the Impact Assessment in LCA. *Resources, Conservation and Recycling*, 37(1), 61-79.
- Goodland, R. (1995). The Concept of Environmental Sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26(Annual Reviews), 1-24.
- Gouvêa Campos, V. B., & Sampedro Tamayo, A. (s.f.). *Efecto de los elementos de la infraestructura viaria sobre la seguridad de la circulación*. Recuperado el 2010, de [www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(1\).pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(1).pdf)
- Goyeneche, F. (2003). *Efecto de la Erosión en el Precio de la Tierra y sus implicaciones de Política*. Bogotá: UNIANDES.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 159 / 165 |

- Hernandez Hernandez, D. (2004). *Impacto de las políticas de recuperación de cuerpos de agua sobre el valor del arrendamiento de la vivienda en Bogotá*. Bogotá.
- Hernández, E., & Carrillo, M. D. (2003). Valoración de las Pérdidas de Bienestar Causadas por el Ruido en la Población Usando Métodos de Valoración Contingente. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 60-65.
- Hoesli, M., Thion, B., & Watkins, C. (1997). A Hedonic Investigation of the rental value of Apartments in Central Bordeaux. . *Journal of Property Research* , 15-26.
- Huang, W. . (1994). *The Effects of Transportation Infrastructure on Nearby Property Values: A Review of the Literature*. . Institute of Urban and Regional Development (IURD) Working Paper #620.
- Hung, M.-L., Yang, W.-F., Ma, H.-W., & Yang, Y.-M. (2006). A Novel Multiobjective Programming Approach dealing with Qualitative and Quantitative Objectives for Environmental Management. *Ecological Economics*, 56(4), 584-593.
- INVIAS. (2010). *TRAFICO Y RECAUDO POR ESTACIONES DE PEAJE, ZONA ORIENTE - VIPSA S.A*. Recuperado el 31 de 01 de 2012, de INSTITITUTO NACIONAL DE VIAS, SECERTARIA GENERAL ADMINISTRATIVA AREA DE PEAJE: <http://www.docstoc.com/docs/53076576/TRAFICO-RUTAS-DEL-SOL-2008>
- Jaime Rueda, H. (2010). *Evaluación Socioeconómica Preliminar del Sector II del proyecto Ruta del Sol*. Bogotá.: Valoración Económica Ambiental S.A.S.
- Jaime Rueda, H., & Coronado Arango, H. (2009). *Valoración de Costos Ambientales Asociados al Transporte y Embarque del Carbón en Santa Marta*. Contraloría General de la República.
- Junta de Andalucía, Conserjería de Obras Públicas y Transportes, Sevilla. (2000). *Socio-Economic Benefits of the A92 Motorway in Spain - Research Report*.
- Klir, G., & Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- Kraemer y Otros. (1991). *Elementos de Ingeniería de Tráfico*.
- Langley, Jr., C. J. (1981). *Highways and Property Values: The Washington Beltway Revisited*.
- Martínez, J. y otros. (2004). *El valor estadístico de la vida humana en España*.
- MAVDT. (2010). *Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales*. Bogotá.
- Medaglia, A. L., Fang, S.-C., Nuttle, H. L., & Wilson, J. R. (2002). An Efficient and Flexible Mechanism for Constructing Membership Functions. *European Journal of Operational Research*, 139(1), 84-95.
- Medaglia, A., Hueth, D., Mendieta, J. C., & Sefair, J. (2008). A Multiobjective Model for the Selection and Timing of Public Enterprise Projects. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(1), 31-45.
- Medina, S., & Moreno, J. (2007). Risk Evaluation in Colombian Electricity Market using Fuzzy Logic. *Energy Economics*, 29(5), 999-1009.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, d. C. (2003). *Metodologías para la Valoración Económica de Bienes, Servicios Ambientales y Recursos Naturales*. Recuperado el 10 de 11 de 2011, de Sistema de Información Ambiental de Colombia:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 160 / 165 |



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- http://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Uso%20de%20Recursos/Instrumentos%20economicos/20111007_guiavaloracion%20MAVDT%202003.pdf
- Ministerio de Transporte. (2005). *Caracterización del Transporte en Colombia Diagnóstico y Proyectos de Transporte e Infraestructura*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (2008). *Diagnóstico del Sector Transporte*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte. (2009). *Anuario Estadístico de Transporte*. Bogotá.
- Natalie Alem, Marcos Luján, & Dennis Bascope. (2005). *Impacto de la Contaminación del Aire en Enfermedades Respiratorias Atendidas en el Centro Pediátrico Albina Patiño*. Bolivia: Acta Nova.
- Obregón. (2008). *Impactos sociales y económicos de las infraestructuras de transporte viario: estudio comparativo de dos ejes, el "Eix Transversal de Catalunya" y la carretera MEX120 en México*.
- OMS. (2004). *INFORME MUNDIAL SOBRE PREVENCIÓN DE LOS TRAUMATISMOS CAUSADOS POR EL TRÁNSITO*.
- Peche, R., & Rodríguez, E. (2009). Environmental Impact Assessment Procedure: A New Approach based on Fuzzy Logic. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(5), 275-283.
- Pérez, M., García, C., & Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas. Revista científica y técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 81-90.
- Piegat, A. (2001). *Fuzzy Modeling and Control*. Heidelberg; New York: Physica Verlag.
- Riera, P. (2004). *El valor del tiempo de desplazamiento recreativo al campo español*.
- Ringuest, J. L., & Graves, S. B. (1989). The Linear Multi-Objective R&D Project Selection Problem. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 36(1), 54-57.
- Robusté, F. et al.: (2000). *Els comptes del transport de viatgers a la Regió Metropolitana de Barcelona ; Autoritat del Transport Metropolità*. Barcelona, España. .
- Rodríguez Hernández, R. (2007). Reestimación de la Tasa Social de Descuento en Colombia a Partir del Desarrollo de su Mercado de Capitales durante el Período 1995-2005. *Equidad y Desarrollo, Universidad de la Salle*, 55-81.
- Rodríguez, A. (1999). *Valoración Económica de los efectos de los efectos de la contaminación del aire sobre la salud en los habitantes de Santafé de Bogotá*. . Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.
- Romero Hernández, M. (1999). Análisis Coste-Beneficio de un Proyecto de Inversión en Infraestructura de Carreteras. *Investigaciones Económicas, vol VVIII (2)*, 251-265.
- S. Clavijo, M. J., & Muñoz, S. (2004). Recuperado el 2010, de LA VIVIENDA EN COLOMBIA: Sus Determinantes Socio-Económicos y Financieros.
- Salud Colombia. (2005). *Informe Especial. Colombia Lesiones y muertes en Accidentes de Tránsito*. Recuperado el 30 de Junio de 2010, de <http://www.saludcolombia.com/actual/salud76/informe.htm>
- Sánchez Ordóñez, J. F. (2008). www.mintransporte.gov.co/...vial/...ACCIDENTALIDAD_VIAL/.../A_Sem_Internac.d oc. Recuperado el 2010, de La evaluación de la consistencia del diseño geométrico de carreteras: un aporte a la seguridad vial.
- Shepard, R. B. (2005). *Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic*. New York: Springer.
- Sheppard, S. (1999). *Hedonic Análisis of Housing Markets*. Handbook of Regional and Urban Economics.



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 161 / 165 |



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- Silvert, W. (1997). Ecological Impact Classification with Fuzzy Sets. *Ecological Modelling*, 96(1-3), 1-10.
- Silvert, W. (2000). Fuzzy Indices of Environmental Conditions. *Ecological Modelling*, 130(1-3), 111-119.
- Steer Davies Gleave. (2009, Febrero). *Estudio de demanda*.
- Steer Davies Gleave. (2009, Julio). *Análisis Costo - Beneficio de alternativas del nuevo corredor Tobiagrande/Villeta – Puerto Salgar*.
- Superintendencia Nacional de Salud. (Febrero de 2002). *Manual preguntas sobre derechos y deberes del régimen contributivo del sistema general de seguridad social en salud*.
- Tenías Burillo, J. M., Ballester Díez, F., Medina, S., & Daponte Codina, A. (1999). *Revisión de los trabajos originales que analizan los efectos de la contaminación atmosférica en la mortalidad*. Valencia.
- The MathWorks™. (2010, March). *Fuzzy Logic Toolbox: User's Guide*. Retrieved April 2010, from The MathWorks™: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/fuzzy/fuzzy_product_page.html
- Universitat de Valencia, Aumar e Instituto de Economía Internaciónl. (2000). *"Valoración Económica de los Efectos de la Autopista A7 en la Comunidad Valenciana"*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011). Primer informe de aplicación y validación de la(s) metodología(s) para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los impactos ambientales, mediante un operativo de campo en cada uno de los estudios solicitados. En C. R. S.A.S., *Evaluación Económica de Impactos Ambientales Ruta del Sol – Sector 2 (Puerto Salgar – San Roque)*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010). *Evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental*. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2010b). Encuestas para el Análisis Económico de Impactos Ambientales Ruta del Sol Sector II. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2011a). *Determinación de las Disponibilidades a Pagar por Mejoras en la Vía Existente, Construcción de la Segunda Calzada y Variantes en los Pasos Urbanos de la Ruta del Sol Sector Dos (Puerto Salgar – San Roque)*. Bogotá.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2013).
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (2013). *Cálculos de*.
- Valoración Económica Ambiental S.A.S. (Agosto 2013). *Cálculos de*.
- Vitousek, P. (1994, October). Beyond Global Warming: Ecology and Global Change. *Ecology*, 75(7), 1862-1876.
- Yen, J., & Langari, R. (1999). *Fuzzy Logic: Intelligence, Control, and Information*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Young, R. A. (2001). *Uncertainty and the Environment: Implications for Decision Making and Environmental Policy*. Northampton: Edward Elgar Publishing Limited.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information And Control*, 8(3), 338-353.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 162 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Anexos.

Anexo 1. Variación diaria del tránsito en la ruta del sol.

| ESTACIÓN | RAMAL | LUNES | MARTES | MIÉRCOLES | JUEVES | VIERNES | SÁBADO | DOMINGO | Promedio |
|--------------|-----------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|----------|
| HONDA | BOGOTÁ | 4106 | 5085 | 5232 | 5342 | 5940 | 5969 | 5472 | 5307 |
| | DORADA | 4646 | 5944 | 6200 | 6524 | 7109 | 6307 | 6518 | 6178 |
| CAÑO ALEGRE | BOGOTÁ | 3941 | 5101 | 5507 | 5586 | 5731 | 5384 | 5610 | 5266 |
| | STA MARTA | 2722 | 3184 | 3653 | 3603 | 3540 | 3551 | 3781 | 3433 |
| PUERTO OLAYA | BOGOTÁ | 2108 | 2327 | 2745 | 2877 | 2682 | 2735 | 2962 | 2634 |
| | STA MARTA | 2355 | 3010 | 3577 | 3609 | 3476 | 4010 | 3815 | 3407 |
| LA LIZAMA | BOGOTÁ | 1969 | 2712 | 3115 | 3206 | 2996 | 2927 | 3200 | 2875 |
| | STA MARTA | 3830 | 4751 | 5381 | 5386 | 5760 | 5560 | 4775 | 5063 |
| SAN ALBERTO | BOGOTÁ | 2618 | 3242 | 3174 | 3856 | 3889 | 3302 | 3279 | 3337 |
| | STA MARTA | 3815 | 4814 | 5270 | 5434 | 5070 | 4484 | 4961 | 4835 |
| BOSCONIA | BOGOTÁ | 5794 | 6527 | 6954 | 7605 | 7487 | 5776 | 4451 | 6371 |
| | STA MARTA | 5273 | 4930 | 5532 | 5725 | 5740 | 3956 | 3461 | 4945 |
| Y DE CIÉNAGA | BOGOTÁ | 6389 | 6894 | 7245 | 7192 | 6553 | 4257 | 3497 | 6004 |
| | STA MARTA | 9062 | 9995 | 9352 | 9582 | 9552 | 5802 | 5605 | 8421 |

Fuente: Steer Davies Gleave

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 163 / 165 |

Anexo 2. Matriz vehículos livianos hora máxima demanda día típico.

| Origen/Dtno | Bogotá | Or M/lena | Or Sider | Norte Cesar | Sur Cesar | P Boyacá | AMVA | Dorada | Gualivie | Honda | Toyota | Amazonia | Occ Sider | P Salgar | Norte Sinder | Atlántico | Bolívar | Berrio-Triunfo | Eje Cafetero | C/marca | Boyacá | M/lena | Páfcico | Occ Atlántico | Orinogua | Guajira | Or Ant | Guajira | Cordoba-Sucre | Venezuela | Total |
|-----------------|--------|-----------|----------|-------------|-----------|----------|-------|--------|----------|-------|--------|----------|-----------|----------|--------------|-----------|---------|----------------|--------------|---------|--------|--------|---------|---------------|----------|---------|--------|---------|---------------|-----------|-------|
| Bogotá | 0.00% | 1.73% | 0.11% | 0.14% | 0.31% | 1.29% | 3.02% | 0.10% | 1.53% | 0.43% | 0.55% | 0.38% | 0.15% | 0.00% | 0.80% | 0.88% | 0.03% | 0.02% | 0.00% | 0.11% | 0.04% | 0.11% | 0.00% | 0.07% | 0.00% | 0.23% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 12.65% | |
| P Boyacá | 1.68% | 0.06% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 1.75% | 0.08% | 2.37% | 0.08% | 0.08% | 0.15% | 0.00% | 0.00% | 2.51% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.13% | 0.00% | 0.00% | 0.23% | 0.00% | 0.15% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.38% | |
| Norte Cesar | 0.37% | 1.57% | 0.28% | 0.39% | 0.82% | 0.00% | 0.15% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.63% | 0.58% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.03% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.10% | |
| AMVA | 6.67% | 0.32% | 0.19% | 0.09% | 0.06% | 0.10% | 0.06% | 0.24% | 0.10% | 0.06% | 0.36% | 0.16% | 0.16% | 0.15% | 0.09% | 0.00% | 0.06% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.20% | 0.00% | 0.15% | 0.07% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.93% | |
| Or M/lena | 0.94% | 3.24% | 0.89% | 1.02% | 0.33% | 0.00% | 0.03% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.12% | 0.04% | 0.00% | 0.07% | 0.33% | 0.86% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.18% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 7.74% | |
| Occ Sider | 0.72% | 0.06% | 1.94% | 0.00% | 0.16% | 0.04% | 0.59% | 0.26% | 0.00% | 0.00% | 0.63% | 1.03% | 0.00% | 0.00% | 0.08% | 0.4% | 0.38% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 6.23% | |
| Or Sider | 0.36% | 0.96% | 0.29% | 0.41% | 0.00% | 0.12% | 0.28% | 0.23% | 0.00% | 0.00% | 0.07% | 1.01% | 0.00% | 0.46% | 0.06% | 0.20% | 0.29% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.12% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.93% | |
| Sur Cesar | 0.03% | 0.10% | 0.75% | 1.17% | 3.12% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.74% | |
| Dorada | 0.64% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.00% | 2.01% | 0.40% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.33% | 0.06% | 0.28% | 0.00% | 0.05% | 0.00% | 0.55% | 0.00% | 0.45% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.28% | |
| Gualivie | 1.38% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.15% | 2.11% | 0.16% | 0.14% | 0.03% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.27% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 4.56% | |
| Atlántico | 1.15% | 0.40% | 0.73% | 0.65% | 0.19% | 0.00% | 0.08% | 0.15% | 0.00% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 3.54% | |
| Norte Sinder | 0.34% | 0.06% | 1.94% | 0.21% | 1.06% | 0.00% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.00% | 0.06% | 0.66% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 3.40% | |
| Toyota-Amazonia | 0.45% | 0.15% | 0.30% | 0.12% | 0.03% | 0.15% | 0.21% | 0.25% | 0.03% | 0.65% | 0.07% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.08% | 0.14% | 0.00% | 0.23% | 0.03% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.94% | |
| Eje Cafetero | 1.06% | 0.00% | 0.14% | 0.00% | 0.17% | 0.31% | 0.00% | 0.15% | 0.00% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.03% | 0.00% | 0.14% | 0.04% | 0.07% | 0.00% | 0.11% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.35% | |
| Bolívar | 1.35% | 0.28% | 0.10% | 0.05% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.27% | |
| Or Ant | 0.06% | 0.05% | 0.00% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.99% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.22% | |
| Honda | 0.48% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.15% | 0.04% | 0.00% | 0.13% | 0.00% | 0.78% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.63% | |
| Berrio-Triunfo | 0.03% | 0.00% | 0.41% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.12% | 0.47% | 0.00% | 0.00% | 0.15% | 0.04% | 0.29% | 0.15% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.67% | |
| Páfcico | 0.10% | 0.21% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.14% | 0.03% | 0.16% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.17% | 0.00% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.13% | |
| C/marca | 0.06% | 0.06% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.51% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.94% | |
| Cordoba-Sucre | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.67% | |
| M/lena | 0.00% | 0.35% | 0.00% | 0.14% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.59% | |
| Boyacá | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.08% | 0.08% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.05% | 0.04% | 0.22% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.53% | |
| P Salgar | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.15% | 0.00% | 0.30% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.48% | |
| Orinogua | 0.00% | 0.14% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.28% | |
| Occ Atlántico | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.03% | 0.03% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.15% | |
| Guajira | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.05% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.14% | |
| Venezuela | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | |
| Total | 18.19% | 9.70% | 7.62% | 7.52% | 17.71% | 6.22% | 5.46% | 4.77% | 4.58% | 3.71% | 5.53% | 3.46% | 3.27% | 2.59% | 2.21% | 1.99% | 1.84% | 1.40% | 1.00% | 0.84% | 0.56% | 0.50% | 0.46% | 0.43% | 0.36% | 0.33% | 0.36% | 0.18% | 0.03% | 100.00% | |

Fuente: Steer Davies Gleave



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ

CONCESIONARIA



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 164 / 165 |

Anexo 3. Matriz Camiones pequeños hora máxima demanda día típico.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|-------|-----------|--------|----------|-----------------|-------------|---------|---------|----------|--------------|---------|---------------|--------|-------|--------|---------------|----------|---------|--------|----------|-----------|---------|
| Origen/Dño | Bogotá | Or M/léna | Or Snder | Norte Cesar | Atlántico | Occ Snder | AMVA | Sur Cesar | Dorada | P Boyacá | Tolima-Amazonia | Norte Snder | Gualiva | Bolívar | Pacífico | Eje Cafetero | C/marca | Berro-Triunfo | M/léna | Honda | Boyacá | Córdoba-Sucre | Gualjira | Occ Ant | Or Ant | P Salgar | Orinoquia | Total |
| | 10.13% | 0.38% | 1.27% | 0.00% | 2.36% | 0.13% | 2.66% | 0.12% | 0.00% | 0.27% | 0.36% | 0.28% | 0.00% | 1.18% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.20% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 12.35% |
| | 0.00% | 0.68% | 0.19% | 0.61% | 2.36% | 0.85% | 2.66% | 0.12% | 0.42% | 0.23% | 0.36% | 0.28% | 0.00% | 1.18% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.20% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 11.59% |
| | 0.77% | 0.65% | 0.13% | 0.72% | 0.74% | 2.04% | 0.49% | 1.25% | 0.26% | 0.16% | 0.26% | 0.69% | 0.00% | 0.38% | 0.53% | 0.14% | 0.00% | 0.24% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 9.90% |
| | 0.41% | 4.24% | 0.47% | 1.28% | 1.00% | 0.00% | 0.30% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.16% | 0.65% | 0.13% | 0.00% | 0.52% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 8.46% |
| | 3.40% | 0.12% | 0.29% | 0.33% | 0.11% | 0.49% | 0.00% | 0.00% | 0.80% | 0.00% | 0.35% | 0.19% | 0.11% | 0.11% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.22% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 7.00% |
| | 0.00% | 0.90% | 0.38% | 2.79% | 1.61% | 0.00% | 0.25% | 0.44% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.36% | 0.00% | 0.09% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 6.96% |
| | 1.06% | 0.00% | 1.72% | 0.00% | 0.38% | 0.81% | 0.33% | 0.11% | 0.35% | 0.09% | 0.22% | 0.00% | 0.19% | 0.00% | 0.13% | 0.00% | 0.00% | 0.26% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.84% |
| | 0.38% | 0.65% | 0.26% | 0.12% | 0.31% | 0.06% | 0.34% | 0.48% | 0.69% | 0.46% | 0.00% | 0.00% | 0.16% | 0.00% | 0.20% | 0.17% | 0.00% | 0.17% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.84% |
| | 0.08% | 0.29% | 0.25% | 0.24% | 0.00% | 0.00% | 0.07% | 0.22% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.19% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.51% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 5.84% |
| | 0.00% | 0.00% | 0.21% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.15% | 0.00% | 0.00% | 0.59% | 0.17% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 4.09% |
| | 0.22% | 0.00% | 0.64% | 0.40% | 0.13% | 0.30% | 0.00% | 0.00% | 0.14% | 0.00% | 0.13% | 0.00% | 0.86% | 0.00% | 0.52% | 0.09% | 0.18% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 3.74% |
| | 0.21% | 0.00% | 0.00% | 0.20% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.83% | 0.60% | 0.00% | 0.11% | 0.00% | 0.26% | 0.21% | 0.44% | 0.00% | 0.11% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.99% |
| | 0.00% | 0.14% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.64% |
| | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.37% |
| | 1.45% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.16% |
| | 0.20% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.31% | 0.09% | 0.62% | 0.08% | 0.25% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.13% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.12% |
| | 0.14% | 0.00% | 0.34% | 0.00% | 0.00% | 0.78% | 0.00% | 0.00% | 0.11% | 0.22% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.92% |
| | 0.00% | 0.40% | 0.50% | 0.00% | 0.12% | 0.00% | 0.14% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.13% | 0.18% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.83% |
| | 0.00% | 0.09% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.43% | 0.04% | 0.08% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.49% |
| | 0.34% | 0.00% | 0.07% | 0.00% | 0.00% | 0.33% | 0.00% | 0.00% | 0.04% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.24% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.03% |
| | 0.32% | 0.00% | 0.13% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.54% |
| | 0.00% | 0.19% | 0.00% | 0.00% | 0.19% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.46% |
| | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.38% |
| | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.11% | 0.00% | 0.00% | 0.13% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.34% |
| | 0.00% | 0.11% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.11% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.21% |
| | 0.00% | 0.06% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.19% |
| | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.08% |
| | 22.30% | 8.67% | 8.46% | 8.34% | 6.61% | 6.38% | 5.93% | 4.58% | 3.81% | 3.17% | 3.02% | 2.52% | 2.24% | 2.21% | 2.16% | 2.04% | 1.52% | 1.27% | 1.19% | 1.06% | 0.81% | 0.58% | 0.41% | 0.37% | 0.34% | 0.31% | 0.24% | 100.00% |

Fuente: Steer Davies Gleave



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 2 – SAN PEDRO DE LA PAZ



| Código | Revisión | Fecha Aprobación | Acceso | (Hoja / Hojas) |
|-----------------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| PR-RS-GAM-0084. | 01 | Abril 2014 | Sin restricción | 165 / 165 |

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Anexo 4. Matriz Camiones Grandes hora máxima demanda día típico.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|--------|--------|----------|-----------|---------|---------|---------------|--------|---------|---------------|--------|---------|----------|-----------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|-----------|----------|-----------------|-------|-----------|---------|-------------|-----------|--------|-------|
| Origen/Orno | Total | M/lena | Honda | P Saigar | Venezuela | C/marca | Occ Ant | Córdoba-Sucre | Or Ant | Gualiva | Berrio-Trunfo | Boyaca | Gualira | P Boyaca | Sur Cesar | Orinoquia | El Cafetero | Dorada | Norte Snder | Padico | Occ Snder | Or Snder | Tolima-Amazonia | AMVA | Atlántico | Bolivar | Norte Cesar | Or M/lena | Bogota | |
| Or M/lena | 17.05% | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.15% | 0.06% | 0.05% | 0.19% | 0.42% | 0.07% | 0.77% | 0.18% | 0.12% | 0.26% | 0.78% | 0.50% | 0.28% | 0.09% | 0.08% | 9.57% | 0.61% | 2.73% | |
| Bogota | 14.47% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | |
| Norte Cesar | 12.88% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Bolivar | 9.93% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Atlántico | 7.13% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Occ Snder | 4.91% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| AMVA | 4.83% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Or Snder | 4.53% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Padico | 4.07% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Tolima-Amazonia | 3.69% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Orinoquia | 2.86% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| El Cafetero | 2.86% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Norte Snder | 2.16% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| C/marca | 1.76% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Berrio-Trunfo | 1.29% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Sur Cesar | 1.26% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Gualira | 1.16% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Boyaca | 0.92% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| P Boyaca | 0.92% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Honda | 0.77% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Gualiva | 0.58% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Occ Ant | 0.38% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Dorada | 0.38% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| P Saigar | 0.21% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Córdoba-Sucre | 0.12% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| M/lena | 0.08% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Total | 100.00% | 22.04% | 14.84% | 14.17% | 8.03% | 6.79% | 4.13% | 3.23% | 2.54% | 2.31% | 1.69% | 1.44% | 1.28% | 1.18% | 1.15% | 1.08% | 0.92% | 0.86% | 0.77% | 0.69% | 0.56% | 0.53% | 0.47% | 0.22% | 0.21% | 0.19% | 0.08% | 0.08% | 0.00% | |

Fuente: Steer Davies Gleave

