

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO




Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	1 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

### DESCRIPCION DE LAS REVISIONES


REVISION	FECHA	DESCRIPCION DE LA MODIFICACION	OBSERVACIONES
00	Junio 2013	Primera versión de entrega a la ANLA	

<b>Elaborado por:</b> Ambiotec LTDA	<b>Revisado por:</b> Grupo Ambiental
<b>Aprobado Por:</b>  Gerente Socioambiental – Hernando Medellín	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	2 / 161	

## TABLA DE CONTENIDO

5	EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	6
5.1	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	6
5.2	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	10
5.3	ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS .....	65
5.3.1	Metodología del Análisis Económico de Impactos.....	66
5.3.2	Revisión de Literatura Sobre Impactos Relevantes.....	112
5.3.3	Valoración Monetaria de Impactos Relevantes.....	121
5.3.4	Beneficios económicos por la reducción de los costos de viaje.....	126
5.3.5	Beneficios económicos por la disminución del riesgo de accidente.....	134

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	3 / 161	

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 5-1 Atributos para la Valoración de Impactos Ambientales .....	8
Tabla 5-2 Clave cromática para identificar los Impactos ambientales negativos de mayor importancia.....	9
Tabla 5-3 Clave cromática para identificación de impactos ambientales positivos de mayor importancia.....	10
Tabla 5-4 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de material particulado .....	11
Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de gases .....	13
Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido .....	15
Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo .....	17
Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales– Generación de inestabilidad .....	18
Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo .....	19
Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos .....	21
Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua.....	23
Tabla 5-12 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen de caudales.....	25
Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico .....	26
Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica del cauce .....	27
Tabla 5-15 Evaluación de impactos ambientales– Cambio en la calidad perceptual del paisaje....	28
Tabla 5-16 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la vegetación terrestre .....	31
Tabla 5-17 Evaluación de impactos ambientales– Afectación de la biota acuática .....	34
Tabla 5-18 Evaluación de impactos ambientales– Disminución en las poblaciones de la flora y fauna nativa.....	36
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– Atropellamiento individuos de fauna silvestre ..	43
Tabla 5-22 Evaluación de impactos sociales– Afectación de predios .....	45
Tabla 5-23 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la movilidad .....	47
Tabla 5-24 Evaluación de impactos sociales– Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios .....	49
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 .....	53
Tabla 5-27 Evaluación de impactos sociales – Afectación de los ingresos .....	54
Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad.....	55
Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas .....	56
Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales .....	58
Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población.....	59
Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio .....	60
Tabla 5-33 Evaluación de impactos sociales – Generación de riesgos de accidente.....	62
Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud.....	63

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	4 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Tabla 5-35 Evaluación de impactos sociales – Afectación al patrimonio arqueológico .....	64
Tabla 5-36 Pasos Metodológicos desagregados seguidos por el equipo de AE. ....	68
Tabla 5-37. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje .....	73
Tabla 5-38. Ejemplo de dos impactos con igual puntaje. ....	74
Tabla 5-39. Actividades definidas del EIA.....	80
Tabla 5-40. Correspondencia entre medios y efectos específicos y los flujos de bienes y servicios .....	82
Tabla 5-41 Flujos de bienes y servicios ambientales a priorizar. ....	83
Tabla 5-42: Criterios y variables de entrada .....	85
Tabla 5-43 Conjuntos difusos asociados a las variables de entrada de los modelos de cada criterio. ....	87
Tabla 5-44: Función de conversión, modelo VET. ....	90
Tabla 5-45 Función de conversión, modelo Metodología.....	90
Tabla 5-46 Reglas de inferencia del modelo AE. ....	90
Tabla 5-47 Reglas de inferencia del modelo SIG.....	91
Tabla 5-48: Reglas del modelo de Relevancia Agregada. ....	94
Tabla 5-49 Mecanismo de evaluación para la obtención de los valores de entrada usados en el modelo Mamdani del criterio de VET.....	96
Tabla 5-50 Resultados del mecanismo de evaluación para variables de entrada de VET, AE y Metodología. ....	97
Tabla 5-51 Valores de entrada de las variables del modelo SIG. ....	99
Tabla 5-52: Resultados de implementación de modelos.....	105
Tabla 5-53: Impactos relevantes para valoración. ....	106
Tabla 5-54. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas) .....	107
Tabla 5-55. Movimiento de Carga Nacional por modo de Transporte (Miles de Toneladas) .....	108
Tabla 5-56: Distribución Porcentual Carga Nacional Toneladas por Año.....	108
Tabla 5-57. Movimiento de Pasajeros. ....	109
Tabla 5-58. Conteo Manual en Carreteras.....	110
Tabla 5-59. Conteo Vivienda, Hogares y Personas .....	111
Tabla 5-60. Establecimientos por Actividad Económica.....	111
Tabla 5-61. Establecimientos según escala de personal por actividad económica .....	112
Tabla 5-62. Costos y beneficios ambientales y socioeconómicos a valorar. ....	113
Tabla 5-63. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad. ....	120
Tabla 5-64. Hogares y personas expuestas (2013) .....	123
Tabla 5-65. Costos promedio por evento de enfermedad (en pesos del 2013).....	124
Tabla 5-66. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010.....	127
Tabla 5-67. Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto. ....	128
Tabla 5-68: Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos.....	131
Tabla 5-69. Variación del precio de la tierra por hectárea de acuerdo a la inflación .....	133
Tabla 5-70. Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio. ....	133
Tabla 5-71. Beneficios por aumento del precio de la vivienda. ....	134
Tabla 5-72. Datos de accidentalidad, muertes y heridos. ....	135
Tabla 5-73. Costos promedio de evento de accidente.....	135
Tabla 5-74. Beneficios por la generación de empleo .....	137
Tabla 5-75. Impuestos pagados por el proyecto.....	137
Tabla 5-76: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%. ....	138
Tabla 5-77. Valor de medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación.....	138


## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	5 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Tabla 5-78. Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.....	140
Tabla 5-79. Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.....	140
Tabla 5-80. Demanda de agua durante la construcción.....	140
Tabla 5-81. Tasas por uso de agua.....	140
Tabla 5-82. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.....	142
Tabla 5-83. Valor de los servicios ambientales de los bosques.....	142
Tabla 5-84. Costos por servicios ambientales del bosque.....	143
Tabla 5-85. Costos por servicios ambientales del bosque.....	143
Tabla 5-86 Costos de transporte de carga por kilómetro y variaciones por la operación del proyecto.....	145
Tabla 5-87. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.....	147
Tabla 5-88. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto.....	148
Tabla 5-89. Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos.....	149
Tabla 5-90. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos.....	150
Tabla 5-91. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo.....	151

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	6 / 161	

## 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 El Burro.

### 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 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	7 / 161	

Matriz de identificación de impactos ambientales sin proyecto y la Matriz de identificación de impactos ambientales con proyecto que se presentan en el Anexo 10.

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)
- D: Duración (Varía entre 0.0 y 1.0)
- a: 7.0

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	8 / 161	

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 la 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	$0,7 < D < 1,0$
	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	$0,4 < E \leq 0,6$
	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%	$0,8 < M \leq 1,0$



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	9 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

ATRIBUTOS PARA LA VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES		
CRITERIO	RANGO	VALOR
	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 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	10 / 161	

**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 10

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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	11 / 161	

## Componente Abiótico

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

<b>AIRE</b> <b>Alteración de la calidad del aire (por emisiones de material particulado)</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades que generan material particulado, están relacionadas con el flujo continuo de vehículos de carga pesada que circulan por el centro poblado y eventualmente con algunas actividades pecuarias que se desarrollan en el área de influencia.</p>	<p>Actividades de construcción de la variante El Burro asociadas con la demolición de infraestructura existente y viviendas, la relocalización de infraestructura, el descapote y remoción de la cobertura vegetal, el transporte y disposición de materiales, las excavaciones y cortes, los movimientos de tierras, disposición de material sobrante de excavación, la construcción de obras de arte, la producción colocación y transporte de concreto hidráulico, el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de pontones y otras obras de drenaje que generan este impacto como el perfilado (conformación de taludes), conformación de ataguías en sacosuelo, instalación de prefabricado con grúas.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones de la calidad del aire por la emisión de material particulado son la operación normal (tránsito en las vías y pontones), el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la recuperación de señalización vial</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>El flujo continuo de vehículos de carga pesada genera emisiones de material particulado como consecuencia de la combustión de combustible y el polvo que se acumula en la vía.</p> <p>La circulación de vehículos por caminos destapados, que comunican las fincas con la vía existente, genera material particulado por el polvo que se levanta.</p> <p>Las actividades pecuarias aportan material particulado como consecuencia de la movilización del ganado y el arrastre de material de suelo con escasa o desprovisto de cobertura vegetal (pastos).</p> <p>De acuerdo con los monitoreos realizados en la variante El Burro, se evidencia que las emisiones no superan los límites establecidos por la normatividad. Sin embargo, las concentraciones obtenidas se puede deber al alto tráfico vehicular y las vías</p>	<p>Durante la etapa de construcción de la variante, pontones y otras obras de drenaje, se altera la calidad del aire por la generación de material particulado especialmente por la manipulación de los materiales granulares y demás materiales de construcción.</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 los pontones son fuente de material particulado.</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	12 / 161	

AIRE	
Alteración de la calidad del aire (por emisiones de material particulado)	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
secundarias presentes en la zona.	
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En el centro poblado a ambos costados de la vía y en el corredor de la variante.	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 y los centros de acopio.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) -1,3 <b>Impacto ambiental de muy baja importancia</b>	Calificación ambiental construcción (CA) -2.6 Calificación ambiental operación (CA) -3.7 <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es muy baja importancia teniendo en cuenta que la zona en donde se plantea el desarrollo de la variante El Burro 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. Sin embargo en el centro poblado las emisiones de material particulado son significativas.</p> <p>Para la situación futura se presenta una intensidad un poco mayor para este impacto teniendo en cuenta que el desarrollo de las actividades de construcción y operación descritas anteriormente hacen que el impacto tenga una mayor magnitud 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. Sin embargo, se hace necesario que para mitigar el impacto de la afectación de la calidad del aire por emisión de material particulado generado por la construcción de la vía, se implementen las medidas de manejo necesarias para no causar daños en la calidad de vida de la población.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	13 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-5 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la calidad del aire por emisiones de gases**


<b>AIRE</b> <b>Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Las actividades que generan emisión de gases a la atmósfera, están relacionadas con el flujo continuo de vehículos de carga pesada que circulan por el centro poblado, y con la producción pecuaria.	<p>Actividades de construcción de la variante El Burro asociadas con la demolición de infraestructura existente y viviendas, la relocalización de infraestructura, el transporte de materiales, producción, colocación y compactación de concreto hidráulico, transporte, colocación compactación de concreto asfáltico, poda de árboles de derecho de vía, pintura y señalización.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de pontones y otras obras de drenaje que generan este impacto son el perfilado (conformación de taludes).</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones de la calidad del aire por la emisión de gases son la operación normal (tránsito en las vías y pontones), el mantenimiento de obras de arte y pontones, 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>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>El flujo continuo de vehículos de carga pesada en la vía actual ocasiona aportes de gases por la combustión de los combustibles que emplean los automotores.</p> <p>Sin embargo de acuerdo con los monitoreos realizados en la variante El Burro, las concentraciones de gases emitidas, son muy bajas y se encuentran lejos de superar los límites establecidos por la CRDS.</p>	<p>Durante la etapa de construcción, se altera la calidad del aire por la emisión de gases a la atmósfera por el uso de vehículos, equipos y maquinaria en las diferentes actividades desarrolladas durante la construcción de la vía, pontones y otras obras de drenaje.</p> <p>Este impacto también se presenta durante la etapa de operación como consecuencia del tránsito de vehículos por la vía y los pontones. 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 emisiones de gases por los equipos y maquinaria empleada para llevar a cabo las diferentes labores que ellas involucran.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la vía en donde se desarrolla el tráfico vehicular y sobre el eje del proyecto.	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 y centros de acopio.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-1.7</b>	Calificación ambiental construcción (CA) <b>-2.2</b>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	14 / 161	

AIRE	
Alteración de la calidad del aire (por emisión de gases)	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>Impacto ambiental de muy baja importancia</b>	<i>Calificación ambiental operación (CA) -4.0</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es irrelevante teniendo en cuenta que sobre la variante no se genera un impacto significativo considerando que las emisiones de gases generadas, son muy bajas.</p> <p>En la situación futura se presenta una calificación mayor teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la utilización de maquinaria, equipos y vehículos que hacen importantes aportes de emisiones de gases, más la magnitud de afectación de éstas es de baja a media, lo cual no genera cambios significativos en la calidad del aire en general. De la misma forma dichas emisiones no representan una amenaza para la salud humana de la población de El Burro.</p> <p>La baja importancia que arroja la calificación de este impacto para la etapa con proyecto se debe también a que la duración o periodo de existencia activa del impacto es corta en donde los efectos nocivos ocasionados tras la generación de gases deben ser monitoreados de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo ambiental.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	15 / 161	

**Tabla 5-6 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de los niveles de ruido**

<b>AIRE</b> <b>Alteración de los niveles de ruido</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<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.</p>	<p>Durante la etapa de preconstrucción de la variante El Burro 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 la demolición de infraestructura existente y vivienda, el descapote y remoción de vegetación, el transporte de materiales de construcción, excavaciones y cortes, movimientos de tierras, disposición de material sobrante de excavación, construcción de obras de arte, producción, colocación y transporte de concreto hidráulico, transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico, poda de árboles de derecho de vía.</p> <p>Las actividades asociadas a la construcción de pontones y otras obras de drenaje que generan este impacto son la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes, la preparación de concretos para placas, el tensionamiento de vigas en concreto.</p> <p>Durante la operación, las actividades que pueden generar alteraciones por la emisión de ruido son la operación normal (tránsito en las vías y pontones), el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>En la situación actual este impacto se presenta especialmente por la circulación de los automotores en la vía actual y el transporte que se moviliza en este sector del corredor de la vía. De la misma forma las actividades que se desarrollan en poblaciones aledañas a la vía también generan ruido.</p> <p>Teniendo en cuenta los resultados del monitoreo de los niveles de ruido realizados, los niveles de ruido diurno se encuentran dentro los límites establecidos por la normatividad, sin embargo para el caso nocturno, los niveles sobrepasan lo establecido.</p>	<p>Durante la etapa de construcción, se alteran los niveles de ruido de la zona por el funcionamiento de vehículos, equipos y maquinaria en las diferentes actividades desarrolladas durante la construcción de la vía, pontones 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 y los pontones. De la misma forma algunas actividades de mantenimiento de la vía como la recuperación vial y la construcción,</p>


## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	16 / 161	


AIRE Alteración de los niveles de ruido	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	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.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo de la vía actual en donde se desarrolla el tráfico vehicular.	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 y centros de acopio.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) <b>-4.4</b> <b>Impacto ambiental de importancia media</b>	Calificación ambiental construcción (CA) <b>-3.3</b> Calificación ambiental operación (CA) <b>-4.4</b> <b>Impacto ambiental de baja y media importancia</b>
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 son significativos en el corredor de la vía actual y para el horario nocturno los niveles de ruido en uno de los puntos sobrepasan los límites establecidos. Sin embargo la zona en donde se plantea el desarrollo de la variante actualmente tiene un carácter fundamentalmente pecuario en donde las actividades que actualmente se desarrollan no generan un impacto que represente un riesgo para la salud humana.</p> <p>En la situación futura se presenta una intensidad mayor, teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente 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 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 teniendo en cuenta que por la vía actual ya hay una representativa alteración de las condiciones de la zona por el tráfico vehicular.</p> <p>Para la etapa de operación, se tiene una calificación media, igual a la de la situación sin proyecto, teniendo en cuenta que el tráfico vehicular que transita actualmente por el centro poblado, se trasladará a la variante.</p>	



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	17 / 161	


**Tabla 5-7 Evaluación de impactos ambientales– Cambio de uso del suelo**

<b>SUELO Cambio de uso del suelo</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
El desarrollo de asentamientos humanos a los costados de la vía existente, y las actividades pecuarias.	Las actividades de construcción de la variante asociadas al impacto son la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), la disposición de material sobrante de excavación en sitios de disposición y la empedradización.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
El cambio de uso del suelo generado por las actividades antrópicas y pecuarias, ocasionado por la tendencia al desarrollo del asentamiento humano de El Burro 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.	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.  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.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Se presenta fundamentalmente a lo largo de la vía en donde se desarrolla el tráfico vehicular en el corredor vial existente.	A lo largo de todo el corredor vial en el área de influencia en donde se construirá la variante.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA) -3.3</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>	<i>Calificación ambiental (CA) -4.8</i> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la situación actual la intensidad del impacto es baja teniendo en cuenta que las actividades antrópicas y las pecuarias han generado el cambio de uso del suelo de intensidad no muy representativa teniendo en cuenta el carácter extensivo y disperso de su desarrollo.	
En la situación futura se presenta una calificación mayor teniendo en cuenta que para el desarrollo de las actividades constructivas descritas anteriormente es necesaria la reubicación de población en donde se cambiará el carácter de suelos con aptitud agropecuaria a suelo para el desarrollo de 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.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	18 / 161	

**Tabla 5-8 Evaluación de impactos ambientales– Generación de inestabilidad**

<b>SUELO</b>	
<b>Generación de inestabilidad</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto	
<b>Situación futura (Con proyecto)</b>	
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades de construcción de la variante asociadas son el descapote y remoción de vegetación, las excavaciones y cortes, movimientos de tierras, disposición de material sobrante de excavación, la construcción de obras de arte.</p> <p>En la construcción de pontones y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes).</p>	
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>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, estos impactos tendrán una mayor probabilidad al final de la variante geométrica, donde el trazado transcurre por una zona de colinas bajas.</p> <p>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.</p>	
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente al final de la variante geométrica, donde el terreno se caracteriza por colinas bajas, sitios de disposición de material sobrante de excavación, pontones y otras obras de drenaje en donde se conformen taludes o en zonas puntuales con media a alta pendiente	
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-1.9</b> <b>Impacto ambiental de muy baja importancia</b>	
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la situación futura se presenta una intensidad un poco mayor teniendo en cuenta 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 empedradización, obras de drenaje y subdrenaje, construcción de estructuras de retención y zanjas de coronación.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	19 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-9 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo**


<b>SUELO</b>	
<b>Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades que potencialmente pueden generar alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo, son las actividades pecuarias y antrópicas.</p>	<p>Las actividades de construcción de la variante vial asociadas al impacto son 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 y cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación, 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>En la construcción de pontones y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes), la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes en concreto in situ, 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 y pontones), el mantenimiento de obras de arte y pontones, e mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>La actividad antrópica genera contaminación del suelo al realizar el aporte de sustancias y residuos sin manejo. Los lixiviados provenientes de la descomposición de residuos sólidos domésticos y desechos humanos contaminan el suelo variando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, lo 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</p>	<p>Durante la etapa de preconstrucción existe la susceptibilidad de generar residuos sólidos 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 sustancias pueden ocasionar este impacto como producto de los vehículos que se movilizan por la vía.</p> <p>El movimiento y remoción del suelo a fases profundas y el vertimiento o escorrentía de</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	20 / 161	

SUELO	
Alteración de las propiedades fisicoquímicas del suelo	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
pérdida de su estructura.	materiales de construcciones como arenas, cemento y productos químicos fuera del área de trabajo designado afectan las propiedades físicas y químicas del suelo
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
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.	En la situación futura este impacto se presenta fundamentalmente a lo largo del corredor vial, pontones y otras obras de drenaje en donde se conformen taludes o en zonas puntuales con media a alta pendiente
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) <b>-2.4</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>	Calificación ambiental construcción (CA) <b>-2.2</b> Calificación ambiental operación (CA) <b>-2.8</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En la situación actual la intensidad del impacto es baja teniendo en cuenta que las actividades que ocasionan este impacto no tienen un carácter intensivo por lo que el posible cambio que se ha generado en las propiedades fisicoquímicas a lo largo de tiempo ha sido paulatino.</p> <p>El impacto tiene una valoración baja para el escenario con proyecto ya 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>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	21 / 161	

**Tabla 5-10 Evaluación de impactos ambientales– Generación de procesos erosivos**

<b>SUELO Generación de procesos erosivos</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
La actividad antrópica y pecuaria son las que potencialmente pueden generar procesos erosivos del suelo.	Las actividades de construcción de la variante El Burro asociadas son el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), excavaciones y cortes, y el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación) y la disposición de material sobrante de excavación.  En la construcción de pontones y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado (conformación de taludes) y la conformación de ataguías en sacosuelo.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
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  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.	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 el cual deben implementarse las medidas de restauración y cubrimiento que impidan la generación de procesos erosivos por viento, lluvia y escorrentía.  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.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Se presenta a lo largo de la variante.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial, pontones y otras 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.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-1.0</b> <b>Impacto ambiental de muy baja importancia</b>	Calificación ambiental construcción (CA) <b>-2.6</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
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.  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	

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES  
TRAMO 7 – EL BURRO**



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	22 / 161


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**SUELO  
Generación de procesos erosivos**

***Situación Actual (Sin proyecto)***

***Situación futura (Con proyecto)***

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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	23 / 161	

**Tabla 5-11 Evaluación de impactos ambientales– Cambios en la calidad del agua**

<b>AGUA</b> <b>Cambios en la calidad del agua</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Las actividades que potencialmente pueden generar cambios en la calidad del agua son las actividades pecuarias y antrópicas asociadas a través de descargas puntuales o difusas de aguas residuales domésticas o industriales.</p>	<p>Las actividades de demolición de infraestructura existente y viviendas, la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de vegetación (incluye talas), las excavaciones y cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición de material sobrante de excavación, la construcción de obras de arte (muros, cunetas, protección de taludes y/o banca), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico.</p> <p>En la construcción de pontones y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por el perfilado, la conformación de ataguías en sacosuelo, la fundición de pilotes en concreto in situ, 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 y pontones), el mantenimiento de obras de arte y pontones, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la recuperación de señalización vial, y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Las actividades antrópicas asociadas a labores pecuarias 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>Estos vertimientos ocasionan el desmejoramiento de la calidad del agua, como se evidenció en los monitoreos de calidad de agua realizados a dos corrientes hídricas del área de Influencia del proyecto, donde los Coliformes fecales y oxígeno disuelto se encontraban por fuera de la normatividad ambiental.</p>	<p>Durante la etapa de construcción y operación de la segunda calzada de la variante El Burro 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, lo 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 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 de construcción de pontones y otras obras de drenaje. Estas últimas son de especial interés teniendo en cuenta que las obras</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	24 / 161	


AGUA	
Cambios en la calidad del agua	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	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.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial.	Este impacto se presentará a lo largo de todo el corredor vial en los puntos donde el proyecto cruza cuerpos de agua superficial en especial en el caño El Burro y el cuerpo hídrico sin nombre
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
Calificación ambiental (CA) <b>-1,9</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>	Calificación ambiental construcción (CA) <b>-1.9</b> Calificación ambiental operación (CA) <b>-2.5</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
En la situación actual la intensidad del impacto es baja al igual que la situación con proyecto en donde 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.	
Para las etapas de construcción y operación 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.	



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	25 / 161	


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

<b>AGUA</b> <b>Alteración del régimen de caudales</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Las actividades que potencialmente pueden generar cambios en la calidad del agua son las actividades pecuarias y antrópicas asociadas a las demandas de agua generadas por el desarrollo de estas actividades ya sea para consumo o lavado.	Este impacto puede presentarse durante el desarrollo de las actividades de construcción de la vía asociadas con la construcción de obras de arte, producción, colocación y transporte de concreto hidráulico, limpieza y entrega final. En la construcción de obras, se puede presentar durante la fundición de pilotes en concreto y la preparación de concretos para pacas y fundida de estribos. En la etapa de operación, durante el mantenimiento de obras de arte y puentes, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Las actividades antrópicas asociadas a labores pecuarias 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 para actividades productivas en sistemas de riego o cualquier uso asociado a estas.	Durante la etapa de construcción de la variante El Burro 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. En la etapa de operación, puede derivarse de la adecuación y mantenimiento de la vía o las obras.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
En las fuentes localizadas en el área de influencia directa e indirecta del corredor vial.	Para la construcción de la variante El Burro, se propone la toma de agua de la quebrada La Floresta la cual se encuentra en el corregimiento de la Floresta, es importante tener en cuenta que de este cuerpo hídrico, es de donde se abastecen los acueductos de los corregimientos, El burro y La Floresta
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
Calificación ambiental (CA) <b>-0.3</b> <b>Impacto ambiental de muy baja importancia</b>	<i>Calificación ambiental construcción (CA) -1.0</i> <i>Calificación ambiental operación (CA) -3.1</i> <b>Impacto ambiental de muy baja y baja importancia</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
El escenario sin proyecto establece que el impacto se presenta con una intensidad muy baja y a largo plazo, en la medida que por las condiciones climáticas adversas (épocas de verano fuertes) disminuyan los rendimientos hídricos de las corrientes, y la población de El Burro se abastece principalmente del acueducto de La Floresta.	
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.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	26 / 161	


**Tabla 5-13 Evaluación de impactos ambientales– Alteración del régimen sedimentológico**

<b>AGUA</b>
<b>Alteración del régimen sedimentológico</b>
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto.
<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>
Las actividades de construcción durante las cuales puede generarse este impacto son el descapote y remoción de vegetación, las excavaciones y cortes, movimiento de tierras, disposición de material sobrante de excavación. En la construcción de obras, durante las actividades de fundición de pilotes, el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones y cortes, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), y disposición de material sobrante de excavación. En la etapa de operación, las actividades relacionadas son el mantenimiento de obras de arte y puentes, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o bermas en pavimento.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>
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.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>
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 pontones y otras obras de drenaje.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>
Calificación ambiental (CA) <b>-3.3</b> <b>Impacto ambiental de baja importancia</b>
<b>RESULTADOS</b>
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 los 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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	27 / 161	

**Tabla 5-14 Evaluación de impactos ambientales– Alteración de la dinámica del cauce**

<b>AGUA</b> <b>Alteración de la dinámica del cauce</b>
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>
No se identificó este impacto dentro de los impactos ambientales generados por las actividades desarrolladas en la situación actual o sin proyecto.
<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>
En la construcción de los pontones sobre el Caño EL Burro y otras obras de drenaje este impacto se puede presentar por la conformación de ataguías en sacosuelo, especialmente en el caño el Burro y el cuerpo hídrico sin nombre, donde se propone la rectificación de los cauces.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>
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.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>
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 pontones y otras obras de drenaje.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>
Calificación ambiental (CA) <b>-5.2</b> <b>Impacto ambiental de media importancia</b>
<b>RESULTADOS</b>
En la situación con proyecto la intensidad del impacto media, teniendo en cuenta que para el paso de la variante por el caño el Burro es necesario realizar una rectificación del cauce, la cual debe ser manejada por medio de medidas constructivas y ambientales adecuadas de manera que se eviten en los posible cualquier tipo de alteración mayor 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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	28 / 161	

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Componente Biótico**

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

<b>PAISAJE</b>	
<b>Cambio de la calidad perceptual del paisaje</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>La intervención antrópica en el desarrollo de las actividades relacionadas con el uso forestal, pecuario, cuerpos de agua y antrópico. Las cuales van cogiendo fuerza a través del tiempo debido a la demanda de recursos en la zona (recursos económicos).</p>	<p>Durante la fase de pre-construcción la alteración o afectación negativa del paisaje está dada por el replanteamiento topográfico; mientras que durante la fase de construcción la afectación sobre el paisaje se dará por las actividades relacionadas con la demolición de infraestructuras, la relocalización de infraestructuras, el descapote y remoción de vegetación (incluyendo la tala), el transporte del material de construcción, las excavaciones, movimientos de tierra (cortes y rellenos-compactación), disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la construcción de obras de arte, transporte y colocación de concreto hidráulico, transporte y colocación de concreto asfáltico, la poda de árboles en el derecho de la vía, la empedradización, la pintura y señalización (definitiva) y la limpieza y la entrega final.</p> <p>Durante la etapa de operación, la actividad que pueden generar modificaciones del paisaje está asociada con la operación normal del tráfico en la vía, el mantenimiento de obras (como en este caso alcantarillas), el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía, el mantenimiento de todo tipo de fallas en el pavimento, la recuperación de la señalización y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura. Mientras que el incremento de la fragmentación de coberturas puede ser ocasionado por la operación normal de la vía.</p> <p>Por otro lado, como impactos positivos se consideran la empedradización, la entrega y limpieza final de la obra., ya que estos tienden a minimizar un poco las actividades negativas que se generan en la etapa constructiva.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>El impacto sobre la modificación del paisaje y el incremento en la fragmentación de las coberturas, se considera negativo, considerando los altos grados de intervención, la existencia de la vía actual, el desarrollo cada día más acentuado de áreas para el establecimiento de actividades pecuarias, además de la incidencia de actividades relacionadas con la</p>	<p>El paisaje es considerado como un importante recurso natural y se conceptúa como la expresión espacial y visual del medio, el cual está 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 doble calzada de la variante del centro</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	29 / 161	

<b>PAISAJE</b> <b>Cambio de la calidad perceptual del paisaje</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<p>presencia de los asentamientos humanos, el crecimiento y desarrollo territorial del Corregimiento y eliminación de la vegetación natural de la zona para mejorar el terreno para las actividades pecuarias.</p> <p>Todas estas actividades han venido generando cambios en el paisaje natural modificando y fraccionando y disminuyendo la cobertura vegetal degradando la biodiversidad faunística y florística, por ende son considerados como altos, sin embargo a pesar del impacto que se genera en la zona aún se observan individuos forestales, paisajes armoniosos y fauna asociados a estos, debido a que los cambios al no ser tan constantes y marcados en la zona, permite que el mismo ecosistema se recupere y mantenga.</p>	<p>poblado del Burro que influirá y contribuirá a la alteración del paisaje típico de la zona y a la fragmentación del hábitat conformado en el área a intervenir por extensiones de pastizales, árboles aislados, desarrollo de actividades agropecuarias, y algunas áreas con presencia de población, a un escenario de un ambiente de tipo antrópico, que aunque en la etapa de construcción traerá consigo impactos negativos significativos, en etapa de operación de la vía traerá impactos positivos relacionados con la empedricación de las zonas de los separadores y zonas de derecho de vía y mantenimiento de la vegetación ubicada sobre estas zonas, pues el diseño paisajístico para el manejo y adecuación de las franjas ambientales laterales y límites del derecho de vía, traerá un beneficio ambiental positivo mediante la continuidad de un cordón forestal “sombra” y el realce del paisaje lineal asociado a la cobertura restablecida, generando un amortiguamiento y mitigando la pérdida de la calidad perceptual del paisaje.</p> <p>En este orden de ideas, es importante mencionar que, durante la etapa de construcción de la doble calzada de la variante del Burro, será el momento donde se dará el mayor impacto visual negativo, causando el mayor malestar visual a la población y afectación a la biodiversidad.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
<p>En la situación actual este impacto se presenta a lo largo del corredor vial, siendo más perceptible en aquellos lugares donde se realizan actividades pecuarias y focos de asentamientos. Al igual que los bordes de la quebrada sin nombre.</p>	<p>El impacto se presenta sobre el corredor de influencia directa del proyecto (derecho de vía). 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, descapote, donde el impacto está determinado por la alteración e intervención de las características paisajísticas del entorno inmediato del sitio de construcción de la vía, generando grandes modificaciones, modificando los hábitats que se encuentren en la zona de influencia de las actividades constructivas mencionadas anteriormente.</p> <p>El diseño paisajístico para el manejo y adecuación de las franjas ambientales laterales y límites del derecho de vía, traerá un beneficio ambiental positivo al concepto de calidad paisajística, mediante la continuidad de un cordón forestal “sombra”; realzando el paisaje lineal asociado a la</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	30 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

PAISAJE	
Cambio de la calidad perceptual del paisaje	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
	cobertura restablecida.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La importancia ponderada para el impacto de alteración del paisaje e incremento en la fragmentación de coberturas sin proyecto es de <b>Muy Baja</b> , teniendo en cuenta que de las actividades contempladas, la asociadas a prácticas pecuarias y antrópicas son las actividad que mayor afectación causa sobre el paisaje (Impacto Bajo), todo esto relacionado con la expansión de las fronteras agrícolas y pecuarias en la zona, la baja presencia de coberturas vegetales relacionados con bosques y la contaminación de los cuerpos de agua.	La importancia ponderada para el impacto del cambio de la calidad perceptual del paisaje con proyecto en etapa de construcción y operación se considera como un impacto negativo <b>Bajo</b> y <b>Muy bajo</b> , debido a las medidas de empradización, adecuación paisajística de los separadores y mantenimiento de la vegetación del derecho de vía durante la etapa de operación el impacto se tornará positivo para la percepción paisajística de la zona de influencia de la doble calzada de la Variante del Burro.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>En general, la alteración paisajística sobre el corredor vial existente, es un escenario que ha venido presentándose y deteriorándose por la intervención de las coberturas vegetales para la instauración de cultivos y pastos en el desarrollo de actividades pecuarias y el establecimiento esporádico de viviendas asociadas al crecimiento demográfico del Centro poblado del Burro.</p> <p>Aunque el escenario con proyecto representa un impacto negativo en su fase constructiva, por las actividades propias que serán desarrolladas relacionadas con la intervención del derecho de vía, el descapote y aprovechamiento forestal de la franja de vegetación que se encuentre allí establecida y 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. De este modo, el balance sobre este componente en la comparación de los escenarios “Sin” y “Con” proyecto, se observa la tendencia al impacto positivo por la ejecución del proyecto.</p> <p>Es importante resaltar que en el sector donde se solicita la sustracción forestal las modificaciones al paisaje no tienen un carácter representativo teniendo en cuenta el grado de intervención antrópica que presenta la zona, la cual ha tenido como propósito el desarrollo de la actividad pecuaria haciendo aprovechamiento de los recurso forestales e implementado pastos para el mantenimiento del ganado, afectando a través del tiempo la calidad perceptual del paisaje, con el fin de mayor producción económica e alimenticia.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	31 / 161	

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

<b>ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>La intervención antrópica en el desarrollo de las actividades de tipo forestal, pecuario y antrópico.</p>	<p>Durante la fase de pre-construcción se puede genera un impacto en el replanteamiento topográfico debido al aumento de individuos arbóreos requeridos que se puede generar en la afectación del recurso maderable (individuos forestales) impactando negativamente la vegetación terrestre.</p> <p>Mientras que durante la fase de construcción la afectación sobre este componente se dará por las actividades relacionadas con el descapote y remoción de vegetación (incluyendo la tala), las excavaciones, cortes y voladuras, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la poda de árboles en derecho de vía, la emhradización, 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</p> <p>Sin embargo como impactos positivos, se considera la emhradización y el mantenimiento de la vegetación en el derecho de vía.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>El detrimento de la cobertura forestal para dar paso a grandes áreas para la explotación ganadera, ha incidido en las unidades de cobertura vegetal de la zonas arbustivas y boscosas, como en las asociadas a la ronda de los cuerpos hídricos en el corredor de influencia indirecta del proyecto (Cuerpo de agua sin nombre), los cuales poseen una gran importancia por la regulación hídrica y biológica que brindan al ecosistema.</p> <p>Sin embargo la implementación de algunas cercas vivas y la presencia de individuos forestales aislados en los predios que realizan las actividades agropecuarias, como en algunos establecimientos de viviendas, conforman un corredor transversal que hace las veces de conector de ecosistemas, ya que por mantener un corredor biológico, ha promovido el crecimiento de la vegetación arbórea debido a la dispersión de semillas por medio de diversos vectores biológicos (eses fecales de las aves) y abióticos (corrientes de viento).</p>	<p>De acuerdo con esta perspectiva de generación del impacto ambiental sobre este componente, en la región del Cesar, el impacto continuará negativo e irreversible.</p> <p>La actividad de remoción de la vegetación sobre la construcción de la variante al costado derecho del centro poblado del Burro, traerá parcialmente y temporalmente, la recuperación de una franja ambiental manejada con elementos arbóreos que restituirán como complemento al impacto sobre el paisaje lineal y a la fragmentación de la cobertura de conexión transversal entre unidades del paisaje local de rondas hídricas, con los individuos arbóreos aislados que se encuentran en la zona.</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	32 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<p>Sin embargo, la pérdida de cobertura vegetal que se presenta sobre la zona de estudio, ha generado que esta zona presente un grado de intervención alto, con ausencia de vegetación primaria. Adicionalmente se evidencia la intervención y afectación sobre la vegetación riparia de los cuerpos de agua de tipo permanente y efímero que son cruzados por el corredor vial.</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>	
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
<p>El impacto de la pérdida de la vegetación arbórea se manifiesta en dos aspectos básicos:</p> <p>a) Como el desequilibrio en las variables de la diversidad florística y hábitat y refugio para la fauna asociada.</p> <p>b) La disminución notable de la capacidad de regulación de aguas de escorrentía y crecientes del cuerpo de agua sin nombre causando como consecuente la desestabilización de caudales y suelos, generando la erosión hídrica de grandes proporciones.</p>	<p>El impacto se presenta sobre el corredor de influencia directa del proyecto (derecho de vía).</p> <p>De manera momentánea será uno de los impactos de mayor proporción ante la pérdida inmediata de valores paisajísticos y ambientales, asociados con los árboles como el indicador más visible en el concepto general de conservación.</p> <p>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> <p>El diseño paisajístico para el manejo y adecuación de las franjas ambientales laterales y límites del derecho de vía, traerá un beneficio ambiental positivo al concepto de la conectividad biológica (corredores biológicos) mediante la continuidad de un cordón forestal “sombra”, que se uniría a la flora asociada a la cuencas de las quebradas y afluentes; así mismo realzará el paisaje lineal asociado a la cobertura restablecida en la zona.</p>
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p>La importancia ponderada para el impacto negativo de alteración de la vegetación terrestre en la situación sin proyecto es <b>Bajo</b>.</p>	<p>La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto, se considera como un impacto negativo <b>Bajo</b>, ya que debido a la alta intervención y aprovechamiento forestal que se ha realizado en la zona, los individuos forestales afectados son mínimos.</p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En general la pérdida de la cobertura forestal en la zona donde se encuentra el centro poblado del Burro, ha generado un impacto ambiental de grandes proporciones debido a las acciones pecuarias con fines económicos y alimenticios, sumándole la expansión territorial de viviendas y predios debido al crecimiento demográfico el cual genera una expansión territorial por el incremento de la población en esta zona.</p>	



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	33 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


### ECOSISTEMAS ALTERACIÓN DE LA VEGETACIÓN TERRESTRE

#### *Situación Actual (Sin proyecto)*

#### *Situación futura (Con proyecto)*

El escenario con proyecto es ajeno a la tendencia de desarrollo y uso del suelo que se ha dado a esta, sin embargo el proyecto de ampliación vial plantea en su PMA el restablecimiento y mejora de la cobertura lineal de protección ambiental y su aporte a la conservación de la ronda hídrica del cuerpo de agua sin nombre, que drena y amortiguaría las crecientes en el corredor vial y la recuperación y conectividad de los corredores biológicos de la flora asociados.

En el balance sobre este componente en la comparación de los escenarios “Sin” y “Con” proyecto, se observa la tendencia al impacto positivo por la ejecución del proyecto, debido a la recuperación y unificación de un corredor biológico con la flora asociada a los cuerpos de agua, que se ubicaría paralelo al costado de la Variante del Burro.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	34 / 161	

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

<b>ECOSISTEMAS</b> <b>Afectación de la biota acuática</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actividades pecuarias y descargas puntuales o difusas de aguas residuales y basuras, sobre el cuerpo de agua del Caño el Burro, un pequeño afluente del Caño el Burro y un cuerpo de agua sin nombre.	Durante la construcción de la variante del Burro, las actividades que pueden generar un impacto negativo son la construcción de obras de arte y obras hidráulicas tales como, box-coulvert y alcantarillas, la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico y concreto asfáltico, la limpieza y entrega final, el mantenimiento de obras de arte, el tratamiento de todo tipo de fallas en el pavimento y la construcción, recuperación o refuerzo de la capa de rodadura y/o berma, la fundición de pilotes en concreto in situ y la preparación de concretos para placas y fundida de estribos.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Desmejoramiento de la calidad del agua, en especial aumentos de DBO, coliformes totales y fecales y aumento de turbidez y sólidos en el agua, impactando sobre la microfauna e ictiofauna presente en el cuerpo de agua del Caño el Burro, un pequeño afluente del Caño el Burro y un cuerpo de agua sin nombre.	Al efectuarse cambios o modificaciones al hábitat de la flora y fauna acuática, necesariamente se afectarán las comunidades que residen de manera permanente en el cauce o aquellas que transitan por él y ocurrirá en todas las corrientes mayores o menores donde se desarrollen trabajos aledaños cuyos drenajes contaminados lleguen a dicha corriente. Habrá pérdida de organismos bióticos en su mayoría invertebrados y microalgas que se adhieren a las rocas, afectando negativamente la red trófica del cuerpo de agua o los cuerpos de agua, asociados a estos.  Este impacto ocurrirá por impedimentos físicos directos o indirectos como la presencia de gente dentro del cauce, derrames de concreto hidráulico al cuerpo del agua, al igual de escombros al momento de realizar las labores de limpieza y entrega final, los cuales se pueden constituir como barreras ante el paso de los peces u otros individuos de menor tamaño.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Aguas abajo del Caño el Burro, un pequeño afluente del Caño el Burro y un cuerpo de agua sin nombre que sería cruzada en dos puntos por la variante del Burro.	Este impacto ocurrirá en la corriente del cuerpo de agua Caño el Burro, un pequeño afluente del Caño el Burro y un cuerpo de agua sin nombre, donde se desarrollen trabajos aledaños, cuyos drenajes contaminados puedan llegar a dicha corriente, como residuos sobrantes de movimientos de tierra; vertimientos líquidos (aceites, combustibles, lubricantes) y/o aguas residuales de los baños portátiles entre otros.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
La importancia ponderada para el impacto negativo de afectación de la biota acuática en la situación sin	La valoración de la calificación Ambiental en el escenario con proyecto (construcción y operación),


## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	35 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Afectación de la biota acuática</b>	
<b><i>Situación Actual (Sin proyecto)</i></b>	<b><i>Situación futura (Con proyecto)</i></b>
proyecto es <b>Muy baja</b> .	se considera como un impacto negativo <b>Bajo</b> .
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>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 el medio hídrico, el cual ya se encuentra impactado debido a las actividades antrópicas y mala disposición de basuras y aguas residuales que se maneja en el Corregimiento y los predios aledaños al Caño el Burro, un pequeño afluente del Caño el Burro y un cuerpo de agua sin nombre.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	36 / 161	

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

<b>ECOSISTEMAS</b>	
<b>Disminución en las poblaciones de la flora y fauna nativa</b>	
<b>Situación Actual (Sin proyecto)</b>	<b>Situación futura (Con proyecto)</b>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Efecto de barrera de la vía existente, desarrollo de actividades forestales, pecuarias y de tipo antrópico.</p>	<p>Las actividades que pueden y generarían alteraciones en la fauna terrestre son la demolición de infraestructura existente y vivienda, la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de la vegetación (incluyendo la tala), el transporte de material de construcción y materiales sobrantes de excavación, las excavaciones, cortes y voladuras, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), la disposición del material sobrante en ZODMES, 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 la vía, 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 berma.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>El corredor vial existente, actúa como una barrera física, lo cual incide sobre la capacidad de dispersión de animales y plantas (dispersión de semillas) entre ecosistemas adyacentes, dando como resultado constantes atropellamientos, disminución de la densidad poblacional y pérdida de interacción entre e intra específicas.</p> <p>Adicionalmente, las actividades forestales, pecuarias y antrópicas han generado un paisaje altamente fragmentado, en donde las coberturas de bosque son poco abundantes en el área de influencia de la doble calzada proyectada. Igualmente, los bosques actuales han sido sometidos a procesos de entresaca y son remanentes de bosque secundario o transformado, deteriorando cada vez más la interacción y comunicación de los parches boscosos u arbustivos en la zona.</p> <p>Así, la principal afectación a la fauna de la zona, se encuentran ligada a la intervención de los ecosistemas, para el desarrollo de actividades pecuarias, pues estas</p>	<p>Modificación de ambientes naturales como bosques protectores de cauce. Especies que requieran de las zonas boscosas transformadas, alteradas o destruidas por estas actividades, pueden verse afectadas disminuyendo su abundancia o desapareciendo de la zona. El aumento de la calzada puede afectar la capacidad de dispersión de animales entre poblaciones, bien sea porque no se atreven a cruzar la calzada o porque sufren atropellamientos.</p> <p>En las etapas de construcción, se identifica afectación sobre la fauna terrestre de la zona con un impacto negativo significativo para las actividades de descapote, remoción de la vegetación y aprovechamiento forestal, teniendo en cuenta que el desarrollo de estas actividades es de tipo intrusivo conllevando al desplazamiento de los individuos de fauna presentes en la zona, pérdida de sitios de refugio y muerte de los individuos. Además las pinturas de señalización, y los instrumentos utilizados para realizar la limpieza</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	37 / 161	

ECOSISTEMAS	
Disminución en las poblaciones de la flora y fauna nativa	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
<p>traen consigo la generación de vertimientos, residuos, cambios de coberturas vegetales, entre otros.</p>	<p>y entrega final, pueden causar molestias de tipo sonoro u químico (olores) los cuales pueden estresar algunos individuos causando cambios en sus hábitos alimenticios o reproductivos afectando negativamente a la población de estas especies, que son sensibles al ruido o a ciertas sustancias químicas difuminadas en el aire.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que, la operación de la vía representa en sí misma un impacto negativo significativo para la fauna de la zona, teniendo en cuenta que, el tránsito vehicular a altas velocidades tiene efecto sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de animales, pues los corredores viales representan un efecto barrera que incide sobre la capacidad de dispersión y movilidad de las especies animales, bien sea por que no se atreven a cruzar la calzada o por que sufren atropellamientos. Sin embargo se plantean algunos pasos de fauna en las fichas de manejo para minimizar o mitigar el efecto negativo que generaría la doble calzada.</p> <p>De este modo, el mantenimiento y enriquecimiento de la vegetación protectora de cauce, es una de las principales actividades de mitigación debido a que estas son zonas sensibles ambientalmente, teniendo en cuenta su función de interconector de la biota terrestre con los ecosistemas adyacentes a la zona.</p>
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Corredor vial	En el corredor vial y en zonas donde se lleven a cabo construcciones de obras sobre cauces naturales.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
<p>La calificación del impacto de alteración de la fauna de la zona sin proyecto es considerada como <b>Muy bajo</b> para las actividades relacionadas con aprovechamientos forestales e intervención de las coberturas boscosas existentes por pérdida de hábitats y por el desarrollo de actividades antrópicas y ganaderas en la zona, pues estas implican la pérdida de parte de la cobertura vegetal y el desplazamiento o muerte de fauna y la colonización por parte de especies de hábitos generalistas, desplazando a las especies endémicas de la zona, afectando la red trófica del ecosistema fraccionado.</p>	<p>La importancia ponderada para el impacto de afectación a la fauna, en el escenario con proyecto es <b>Bajo</b> para las actividades relacionadas con las etapas constructiva y operacional del proyecto. Esto se debe a que las acciones antrópicas han generado un alto impacto sobre la fauna de la zona por ende la afectación de esta en las etapas de construcción y operación, no es tan alta como en la etapa de valoración sin proyecto.</p>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
<p>Los impactos actuales (sin proyecto) sobre la composición, riqueza y abundancia de especies de animales y plantas incide en el efecto de barrera que tienen los corredores viales sobre la capacidad de dispersión o</p>	

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	38 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

### ECOSISTEMAS

#### Disminución en las poblaciones de la flora y fauna nativa

##### ***Situación Actual (Sin proyecto)***

##### ***Situación futura (Con proyecto)***

movimientos de las especies animales. Esto tendrá mayores repercusiones si el desarrollo del proyecto no contempla actividades de mitigación mediante programas de revegetalización y/o reforestación como el establecimiento de cercas vivas, el mantenimiento, enriquecimiento y aumento de los bosques protectores de cauce.

El mantenimiento, enriquecimiento y promoción de los bosques protectores de cauce, son las principales actividades de mitigación debido a que estas son zonas sensibles ambientalmente, en primera instancia por constituirse en la única cobertura boscosa dentro del área de estudio, a lo que se suma su función de corredor biológico.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	39 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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

ECOSISTEMAS Efecto borde y barrera	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
ACTIVIDAD QUE LO GENERA	
Efecto de barrera de la vía existente, desarrollo de actividades forestales, pecuarias y de tipo antrópico.	Las actividades que pueden y generarían efecto de borde y barrera en la fauna terrestre son la relocalización de infraestructura y servicios interceptados, el descapote y remoción de la vegetación (incluyendo la tala), las excavaciones, cortes y voladuras, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación), 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 y la operación normal (tránsito en las vías).
COMO IMPACTA EL AMBIENTE	
<p>El corredor vial existente, actúa como una barrera física, lo cual incide sobre la capacidad de dispersión de la fauna y la flora entre ecosistemas adyacentes, dando como resultado una interrupción en el flujo biótico.</p> <p>Adicionalmente, las actividades forestales, pecuarias y antrópicas han generado un paisaje con un alto nivel de efecto borde en las pocas coberturas vegetales existentes, en donde las coberturas de bosque son poco abundantes en el área de influencia de la doble calzada proyectada. Igualmente, los bosques actuales han sido sometidos a procesos de entresaca y son remanentes de bosque secundario o transformado, deteriorando cada vez más la interacción y comunicación de los parches boscosos u arbustivos en la zona, aumentando el efecto de borde y barrera.</p> <p>Así, la principal causa de efecto de borde y barrera en la zona, se encuentran ligada a la intervención de los ecosistemas, para el desarrollo de actividades pecuarias, pues estas traen consigo la generación de vertimientos, residuos, cambios de coberturas vegetales, entre otros.</p>	<p>Modificación de ambientes naturales como bosques protectores de cauce. El aumento de la calzada puede incrementar el efecto de barrera el cual indirectamente afectaría la capacidad de dispersión de la fauna y dispersión de semillas en la flora, debido a que se incrementaría la barrera actual (vía actual).</p> <p>En las etapas de construcción, se identifica afectación sobre la biota y paisaje de la zona con un impacto negativo significativo para las actividades de descapote, remoción de la vegetación y aprovechamiento forestal, teniendo en cuenta que el desarrollo de estas actividades es de tipo intrusivo conllevando a un incremento al efecto de borde en la zona.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que, la operación de la vía representa en sí misma una gran barrera que afecta indirectamente la biota en la zona, debido a que el tránsito vehicular a altas velocidades incrementa y representa un efecto barrera que incide sobre la capacidad de dispersión y movilidad de las especies animales, bien sea por que no se atreven a cruzar la calzada o por que sufren atropellamientos. Sin embargo se plantean algunos pasos de fauna en las fichas de manejo para mitigar el efecto de barrera que la doble calzada generaría en la zona.</p> <p>De este modo, el mantenimiento y enriquecimiento de la vegetación protectora de cauce, es una de las principales actividades de mitigación debido a que estas son zonas sensibles ambientalmente,</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	40 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

ECOSISTEMAS Efecto borde y barrera	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
	teniendo en cuenta su función de interconector de la biota terrestre con los ecosistemas adyacentes a la zona, podría minimizar el efecto de borde que se generaría por el aprovechamiento forestal del proyecto.
DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO	
Corredor vial y coberturas vegetales en la zona.	En el corredor vial y en zonas donde se lleven a cabo construcciones de obras sobre cauces naturales y donde se van a realizar las actividades de tala y descapote.
VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO	
La calificación del impacto de alteración de la fauna de la zona sin proyecto es considerada como <b>Bajo</b> para las actividades relacionadas con aprovechamientos forestales e intervención de las coberturas boscosas existentes por pérdida de hábitats y por el desarrollo de actividades antrópicas y ganaderas en la zona, pues estas implican la pérdida de parte de la cobertura vegetal y el desplazamiento o muerte de fauna y la colonización por parte de especies de hábitos generalistas, desplazando a las especies endémicas de la zona, afectando la red trófica del ecosistema fraccionado.	La importancia ponderada para el impacto de efecto de borde y barrera, en el escenario con proyecto es <b>Medio</b> para las actividades relacionadas con las etapas constructiva y para la parte operacional se califican con una magnitud <b>Alta</b> . Esto se debe a que las acciones antrópicas han generado un alto impacto sobre la fauna de la zona por ende la afectación de esta en las etapas de construcción no es tan alta como en la etapa de valoración sin proyecto.  Por otro lado, es importante aclarar que se presentan en estos casos un valor más alto en la etapa operacional que la etapa constructiva debido a que la barrera y el incremento de efecto de borde se mantendrían a través del tiempo en la etapa de operación dando lugar a una barrera constante en la zona e incrementando el efecto de borde en las coberturas vegetales que se aprovecharon para la ejecución del proyecto de la doble calzada.
COMPARACIÓN DE RESULTADOS	
Los impactos actuales (sin proyecto) de efecto de barrera que tienen los corredores viales sobre la capacidad de dispersión o movimientos de las especies animales, se mantienen a través del tiempo. Esto tendrá mayores repercusiones si el desarrollo del proyecto no contempla actividades de mitigación mediante programas de pasos de fauna y de revegetalización y/o reforestación como el establecimiento de cercas vivas, el mantenimiento, enriquecimiento y aumento de los bosques protectores de cauce para minimizar el efecto de barrera y borde en la zona.	



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	41 / 161	

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

<b>ECOSISTEMAS Fragmentación de hábitat</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>El desarrollo de actividades forestales, pecuarias y de tipo antrópico.</p>	<p>Las actividades que pueden y generarían fragmentación de hábitat son el descapote y remoción de la vegetación (incluyendo la tala), las excavaciones, cortes y voladuras, el movimiento de tierras (cortes y rellenos-compactación) y la operación normal (tránsito en las vías).</p> <p>Sin embargo cabe resaltar que la actividad de empedricación en la etapa constructiva generaría un impacto positivo de pequeña magnitud pero que ayudaría a mitigar a una pequeña escala los efectos negativos que genera la fragmentación de hábitat.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>El corredor vial existente, actúa como una barrera física, lo cual incide sobre la capacidad de dispersión de la fauna y la flora entre ecosistemas adyacentes, dando como resultado una interrupción en el flujo biótico y generando un efecto de fragmentación de hábitats entre los ecosistemas que se encuentran a lado y lado del corredor vial.</p> <p>Adicionalmente, las actividades forestales, pecuarias y antrópicas han generado pérdida y fragmentación de hábitat al generar un decremento en las pocas coberturas vegetales existentes, las cuales son poco abundantes en el área de influencia de la calzada proyectada. Igualmente, los bosques actuales han sido sometidos a procesos de entresaca y son remanentes de bosque secundario o transformado, deteriorando cada vez más la interacción y comunicación de los parches boscosos u arbustivos en la zona, aumentando la fragmentación del hábitat.</p>	<p>La modificación de ambientes naturales como bosques protectores de cauce, el aumento de carriles a la calzada puede incrementar la fragmentación de hábitat el cual indirectamente afectaría la capacidad de carga del ecosistema.</p> <p>En las etapas de construcción, se identifica afectación sobre la biota y paisaje de la zona con un impacto negativo significativo para las actividades de descapote, remoción de la vegetación y aprovechamiento forestal, teniendo en cuenta que el desarrollo de estas actividades es de tipo intrusivo conllevando a un incremento a la fragmentación del hábitat en la zona.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que, la operación de la vía representa en sí un impacto que genera fragmentación del hábitat la cual afecta indirectamente la biota en la zona.</p> <p>De este modo, el mantenimiento y enriquecimiento de la vegetación protectora de cauce, es una de las principales actividades de mitigación debido a que estas son zonas sensibles ambientalmente, teniendo en cuenta que le brinda a la biota en la zona refugio y alimento, lo cual ayudaría a mitigar el efecto de fragmentación de hábitat en la zona.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
<p>Corredor vial y coberturas vegetales en la zona.</p>	<p>En el corredor vial y en zonas donde se lleven a cabo construcciones de obras sobre cauces naturales y donde se van a realizar las actividades de tala y descapote.</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	42 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

### ECOSISTEMAS Fragmentación de hábitat

#### *Situación Actual (Sin proyecto)*

#### *Situación futura (Con proyecto)*

#### VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO


La calificación del impacto de fragmentación de hábitat en la zona sin proyecto es considerada como **Bajo** para las actividades relacionadas con aprovechamientos forestales e intervención de las coberturas boscosas existentes por pérdida de hábitats y por el desarrollo de actividades antrópicas en la zona, pues estas implican la pérdida de parte de la cobertura vegetal.

La importancia ponderada para el impacto de fragmentación de hábitat, en el escenario con proyecto es **Medio** para las actividades relacionadas con las etapas constructiva y para la parte operacional se califican con una magnitud **Alta**. Esto se debe a que las acciones antrópicas han generado un alto impacto sobre la flora de la zona por ende la afectación de esta en las etapas de construcción no es tan alta como en la etapa de valoración sin proyecto.

Por otro lado, es importante aclarar que se presentan en estos casos un valor más alto en la etapa operacional que la etapa constructiva debido a que la fragmentación de hábitat se mantendrá a través del tiempo en la etapa de operación dando lugar a una barrera constante en la zona e incrementando el efecto de fragmentación de hábitat en las coberturas vegetales que se aprovecharon para la ejecución del proyecto de la doble calzada.

#### COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los resultados entre la etapa sin proyecto y con proyecto se detecta un impacto de fragmentación sobre la zona mayor, esto se debe a que en la etapa constructiva se va a impactar considerablemente la biota (fauna y flora) lo cual generara un impacto negativo aumentando la fragmentación de hábitat durante las actividades constructivas, sin embargo en la parte operativa de la doble calzada se marcara mayor la fragmentación de hábitat debido a la construcción de la doble calzada la cual generara una brecha entre ecosistemas en la zona aumentando la fragmentación de hábitat. Sin embargo si se realizan las actividades de mitigación en la zona como la revegetalización de las coberturas vegetales y los pasos de fauna se puede minimizar este impacto considerablemente.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	43 / 161	

**Tabla 5-21 Evaluación de impactos ambientales– Atropellamiento individuos de fauna silvestre**

<b>ECOSISTEMAS Atropellamiento individuos de fauna silvestre</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Paso activo de vehículos sobre la vía nacional que pasa por el centro poblado del Burro.	Las actividades que pueden y generarían atropellamiento de individuos de fauna silvestre son el transporte de materiales de construcción y materiales sobrantes de excavación, la disposición de material sobrante de excavación y de descapote en sitios de disposición (ZODME), la producción, colocación y transporte de concreto hidráulico (rígido), el transporte, colocación y compactación de concreto asfáltico y la operación normal (tránsito en las vías y pontones).
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
El corredor vial existente, actualmente genera un impacto marcado sobre la fauna silvestre en la zona generando atropellamientos y pérdidas de individuos faunísticos a través del tiempo, lo cual genera una disminución de individuos en la zona alterando el número de individuos en las pocas poblaciones de especies generalistas que habitan en los ecosistemas degradados a lado y lado del centro poblado y veredas del Burro.	<p>Algunas de las actividades constructivas que se desarrollarían en el momento de la construcción de la variante podrían generar atropellamiento de la fauna silvestre debido a la manipulación de maquinaria pesada y a la intrusión invasiva en algunas de las coberturas vegetales que se van a provechar, en donde se pueden encontrar individuos faunísticos.</p> <p>Por otro lado, es importante recalcar que, la operación de la vía representa en sí un impacto que genera un alto nivel de atropellamiento de individuos lo cual afecta directamente la biota en la zona.</p> <p>De este modo, elaboración y el mantenimiento de pasos de fauna ayudarían a mitigar y a reducir la cantidad de individuos atropellados en la zona al igual que los avisos alusivos a la presencia de fauna.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Corredor vial.	En el corredor vial y en zonas donde se lleven a cabo construcciones de obras sobre cauces naturales y donde se van a realizar las actividades de tala y descapote.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
La calificación del impacto de atropellamiento de individuos de fauna silvestre en la zona sin proyecto es considerada como un impacto <b>Alto</b> para la actividad antrópica debido al paso continuo de vehículos en la vía nacional que atraviesa el centro poblado del Burro.	<p>La importancia ponderada para el impacto de atropellamiento de fauna silvestre, en el escenario con proyecto es <b>Alto</b> para las actividades relacionadas con la etapa constructiva y para la parte operacional se califican con una magnitud <b>Muy alta</b>.</p> <p>Por otro lado, es importante aclarar que se presentan en estos casos un valor más alto en la etapa operacional que la etapa constructiva debido</p>

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	44 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


### ECOSISTEMAS

#### Atropellamiento individuos de fauna silvestre

<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
	a que el atropellamiento de individuos faunísticos en la zona va ser más marcada debido al paso vehicular constante a altas velocidades por el corredor vial de doble calzada.

#### COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los resultados entre la etapa sin proyecto y con proyecto se detecta un impacto de atropellamiento de fauna silvestre marcado tanto en los dos escenarios, esto se debe a que tanto sin proyecto y con proyecto se presentara el impacto en la zona, debido al paso continuo de vehículos los cuales en la mayoría de los casos generan atropellamiento de individuos faunísticos silvestres en la zona. Sin embargo si se realizan las actividades de mitigación en la zona como los pasos de fauna se puede minimizar este impacto considerablemente.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	45 / 161	

- **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**

<b>INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>En la actualidad en un importante porcentaje de viviendas ubicadas sobre el actual corredor vial se desarrollan actividades comerciales, algunas de estas viviendas utilizan el derecho de vía, situación que se mantiene con el tiempo.</p> <p>La cercanía de las viviendas con la vía genera deterioro de las estructuras y afectación de la estabilidad de las mismas.</p>	<p>Con el proyecto 3 construcciones de vivienda y 3 corrales de ganado, las cuales serán requeridas para el paso de la variante, por lo cual requerirán traslado.</p> <p>En la zona de paso de la variante, la afectación a unidades de viviendas es mínima por lo cual se considera como bajo el impacto.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Afectación a la estructura y estabilidad de las viviendas por la constante vibración generada por los vehículos que transitan la vía y la cercanía con las mismas.	Desplazamiento y reubicación de 3 familias (19 personas en total) por demolición de las construcciones.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
La situación descrita se presenta en el actual corredor nacional en el paso por el Corregimiento de El Burro	El impacto con proyecto se produce en la zona de influencia directa del paso de la variante por El Burro, sobre el costado occidental del centro poblado.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p><i>Calificación ambiental (CA) -3,4</i> <b>Impacto ambiental baja</b></p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) -0.9</i> <b>Impacto ambiental Muy Bajo para la etapa de pre-construcción</b></p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -2.7</i> <b>Impacto ambiental Bajo para la etapa de construcción</b></p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -0.8</i> <b>Impacto ambiental muy Baja para la etapa de Operación</b></p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación actual sin proyecto se afectan algunas viviendas y comercio que se encuentran en torno al actual corredor vial por su cercanía con la misma y en algunos casos por invasión del derecho de la vía; de igual manera la constante vibración de vehículos que pasan cerca de ella, ocasionando paulatinamente desestabilidad y afectación a las mismas.</p>	

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	46 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2


### INFRAESTRUCTURA Afectación de Predios

#### **Situación Actual (Sin proyecto)**

#### **Situación futura (Con proyecto)**

En la situación con proyecto, la afectación a viviendas es bajo, se identificaron 7 construcciones en las que residen 4 familias y dos más en las que funcionan unidades productivas.

Para la fase de operación en relación a la afectación a predios esta será muy baja, ya que los predios están retirados de la vía evitando así su deterioro por causa de la vibración producida por la movilidad vehicular.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	47 / 161	

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

<b>INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Este impacto se presenta en la situación sin proyecto debido a la presencia de viviendas y negocios sobre el derecho de vía de la zona, afectando la movilidad vehicular y poniendo en riesgo la seguridad peatonal. A su vez el constante paso vehicular dificulta la movilidad de la población debido a la velocidad y la cercanía con las construcciones del centro poblado.	Desarrollo de la obra, lo que implica la intervención temporal de accesos y vías.  Dentro del desarrollo de la obra se afectara la movilidad local y regional con actividades como: demoliciones, relocalización de infraestructuras y servicios, transporte de residuos y material, excavaciones, disposición de materiales, pintura y señalización.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Congestión vehicular por ocupación del espacio público en el derecho de vía por parte de construcciones de uso residencial y comercial, así como la presencia de ventas ambulantes en el espacio público por parte de habitantes de la zona.  El constante paso de vehículos dificulta el tránsito de los peatones, de un costado al otro de la vía.	El desarrollo de la obra genera limitación al paso vehicular en el acceso que conduce al corregimiento de Palestina, al municipio de Tamalameque (César) y El Banco (Magdalena), dada la interceptación de este acceso por el paso de la variante.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
En el corredor nacional en el paso por el centro poblado de El Burro.	En el centro poblado de El Burro, principalmente en el costado occidental en donde se encuentra el acceso a Tamalameque y el Banco.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA) -5.1</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia.</b>	<i>Calificación ambiental (CA) -3.1</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) -2.7</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) 1,3</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la condición sin proyecto se presenta congestión vehicular y riesgo de accidentalidad en el paso por el El Burro, por la presencia de construcciones de uso residencial y comercial en la zona de derecho de vía y el constante tránsito de vehículos que provienen de las áreas rurales.  Para la situación con proyecto tiende aumentar la congestión vehicular por restricción temporal por la obra, lo cual puede extender los tiempos de desplazamiento del transporte local y regional, afectando a los usuarios del corredor. Se presentará interferencia a la movilidad de la población que se movilice hacia Palestina, Tamalameque y el Banco.  Para la situación con proyecto en la fase de operación se establece impacto bajo de carácter positivo, siendo este alto en relación con la operación, ya que en esta etapa se materializa el objetivo del proyecto generando una mayor movilidad del centro del país y así mismo hacia Palestina, Tamalameque y el Banco, ya que cuenta con adecuado diseño para permitir una fácil conectividad.	

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	48 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

### INFRAESTRUCTURA Afectación a la movilidad

#### *Situación Actual (Sin proyecto)*

#### *Situación futura (Con proyecto)*

En la operación se presentaran unas afectaciones a la movilidad mínimas por actividades como recuperación de señalización vial y tratamiento de fallas en el pavimento que se consideran como impactos muy bajos teniendo en cuenta que serán de carácter puntual y temporal.



<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	49 / 161	

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

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	
<b>Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la situación actual sin proyecto, se encuentra que el en el AID no se cuenta con una adecuada cobertura y calidad de los servicios públicos domiciliarios, la infraestructura existente no se encuentra en buenas condiciones y no cumple con las demandas de la población.	En la fase de pre-construcción se requerirán 7 construcciones ubicados en el centro poblado, lo que implica la respectiva intervención de las acometidas de servicios a cada una.  En la fase de construcción este tipo de afectación se puede generar por las actividades relacionadas con demoliciones, excavaciones, movimiento de tierras instalación de prefabricados y la operación de maquinaria.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Deficiente cobertura y calidad de los servicios públicos domiciliarios.	Restricción temporal en la prestación del servicio de acueducto y energía, por intervención a redes de distribución.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro poblado del corregimiento El Burro	<b>Redes:</b>  <u>Acueducto:</u> Afectación a tubería de cada una de las viviendas requeridas.  <u>Energía:</u> A lo largo del corredor se ubican redes de energía de media tensión y de baja tensión que conducen energía a las viviendas del sector.  <u>Gas:</u> interceptación de la red de gas que proviene del corregimiento La Palestina sobre el costado sur de la vía que conecta El Burro con Palestina y Tamalameque.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA) -5.2</i> <b>Impacto ambiental media</b>	<i>Calificación ambiental (CA) -2.9</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la situación sin proyecto no se identifican impactos de estos servicios ya que en la actualidad no se desarrollan proyectos de mejoramiento de infraestructura y redes, sin embargo si se presenta un impacto de media importancia debido a la precariedad de los servicios y la calidad de los mismos.  Para la situación con proyecto, se requerirá en algunos casos la suspensión temporal y la restitución del servicio de energía, por lo que el impacto se valora como de magnitud baja, situación que espera sea mitigada con adecuadas medidas de manejo, entre las que se incluyen medidas de protección para las redes	

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES  
TRAMO 7 – EL BURRO**



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	50 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

**INFRAESTRUCTURA**

**Afectación a la infraestructura existente y redes de servicios**

**Situación Actual (Sin proyecto)**

**Situación futura (Con proyecto)**

de acueducto ubicadas en el sector.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	51 / 161	

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

<b>ECONOMÍA</b> <b>Demanda de Mano de Obra y de servicios</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la zona de influencia del sector correspondiente a la variante, la demanda de mano de obra se genera en las actividades agropecuarias y comerciales, sin embargo predomina el empleo informal y el trabajo por días.	Para la ejecución del proyecto se requerirá personal operativo.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
En el corregimiento sólo se cuenta con la posibilidad de vincularse laboralmente a través de jornales a actividades agropecuarias en las fincas del sector y en actividades comerciales que se desarrollan sobre la vía.	La construcción de la segunda calzada generará una nueva opción de trabajo en la zona de influencia directa del proyecto, generando espacios para vinculación de personal operativo, situación que beneficiara a las familias por el aumento de ingresos.  De igual manera se aumentara la demanda de servicios de la zona durante el desarrollo de la obra.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro poblado de El Burro	En el centro poblado de El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<b>Calificación ambiental (CA) 4.1</b> <b>Impacto ambiental de importancia Baja de carácter positivo.</b>	<b>Calificación ambiental (CA) 3.2</b> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <b>Calificación ambiental (CA) 5.1</b> <b>Impacto ambiental baja importancia para la etapa de construcción</b> <b>Calificación ambiental (CA) 1.8</b> <b>Impacto ambiental de muy Baja importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la actualidad en la zona de influencia del proyecto, no se presenta diversidad de alternativas de empleo, las únicas con las que se cuenta son las propias de la actividad agropecuaria de las fincas y la respectiva contratación de mano de obra por jornales, pese a esto los ingresos recibidos por la población del centro poblado son inferiores o iguales a un salario mínimo ya que las condiciones de contratación son informales y por tanto bajos los niveles salariales, en algunas ocasiones la contratación es a través de jornales que no garantizan contraprestaciones.</p> <p>En la situación con proyecto se brindará una nueva alternativa laboral que vinculará un alto número de personas en la etapa de construcción y se mantendrá de manera permanente parte del personal vinculado en la fase de operación aun cuando en esta etapa será de menor proporción.</p> <p>Igualmente se generarán condiciones para la capacitación de la población en actividades operativas del proyecto, siendo éste un impacto favorable que será de carácter permanente y que se refleja en la instalación de capacidades laborales en la población local, sin embargo se presentarán impactos negativos en la demanda de mano de obra sobre el sector donde se ubica el comercio en la vía actual, debido a la disminución en la demanda de productos y servicios, esta situación espera mitigarse con adecuadas medidas de manejo.</p>	

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO




Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	52 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	53 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


**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>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la actualidad se presentan importantes niveles de productividad, generada principalmente por las actividades agropecuarias desarrolladas en la zona rural y comerciales desarrolladas sobre la troncal actual	En la etapa de construcción las actividades de demolición y relocalización de infraestructuras, la interceptación de servicios, el transporte de materiales, la operación de maquinaria, equipo pesado y la adecuación de accesos pueden generar un impacto negativo en la economía y productividad de la actividad comercial del sector.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
La condición socioeconómica y productiva de los habitantes de la zona de variante depende de las actividades agropecuarias desarrolladas sobre el sector rural y de las actividades comerciales desarrolladas hacia el costado sur de la variante y la consecuente demanda de servicios por parte de los mismos.	<p>Afectación a la movilidad e interferencia temporal en los accesos viales puede producir una baja afectación a las actividades productivas de la región, relacionadas con la actividad pecuaria y agrícola.</p> <p>La fase de operación permitirá que las actividades productivas del sector se desarrollen de manera más eficiente al garantizar la movilidad y conectividad, así como menores tiempos de desplazamiento.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro poblado de El Burro	Centro poblado de El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<b>Calificación ambiental (CA) 4.9</b> <b>Impacto ambiental de importancia Media de carácter positivo.</b>	<b>Calificación ambiental (CA) 6.2</b> <b>Impacto ambiental de alta importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto, en el corregimiento se desarrollan actividades agropecuarias en la zona rural y actividad comercial sobre el corredor vial. La productividad es baja, en su mayoría corresponde a una economía de subsistencia. La ubicación del corregimiento como punto estratégico de cruce y conexión, hace que la economía se mantenga activa, ya que la movilidad de población permite el sostenimiento de la actividad comercial. No se identificaron actividades productivas industrializadas.</p> <p>En la etapa de operación, este aspecto tendrá un impacto relevante que se espera sea de carácter positivo y alto por un mejoramiento en la movilidad y los tiempos de desplazamiento sobre el corredor nacional, así mismo la obra permite que se mantengan las condiciones de movilidad hacia Tamalameque y El Banco, con lo cual se generarán mejores condiciones para el desarrollo de las actividades productivas que se presentan en el sector teniendo en cuenta que la ubicación del centro poblado es estratégico para el desarrollo de actividades comerciales.</p>	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	54 / 161	

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

<b>ECONOMÍA Afectación de los ingresos</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la actualidad se identifica el desarrollo de actividades agropecuarias en área veredal aledaña al corregimiento, así como actividad comercial sobre el corredor vial, sobre todo en el cruce que conduce a Tamalameque y el Banco.	Durante las etapas de pre construcción, construcción y operación se generarán procesos de contratación de personal para el desarrollo de actividades de carácter operativo.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Impacta positivamente a la población de la zona, generando fuentes de empleo e ingreso.	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 inicialmente la generación de ingresos y las condiciones de empleo en la actual zona comercial por la presencia de obras en la zona. En la etapa de operación las mejores condiciones para la movilidad potencializaran la ubicación estratégica en una zona de cruce para acceder a otros centros poblados y el departamento del Magdalena.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro poblado El Burro	Centro poblado El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA) 4.4</i> <b>Impacto ambiental de importancia media de carácter positivo.</b>	<i>Calificación ambiental (CA) 3.4</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) 4.7</i> <b>Impacto ambiental de media importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) 6.1</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
En la actualidad en la zona de influencia del proyecto se identifica población que genera sus ingresos por actividades agropecuarias. También se encuentra una importante cantidad de la población que percibe sus ingresos por la prestación de servicios al usuario de la vía.	
En la situación con proyecto en la etapa de pre-construcción se afectarían los ingresos de propietarios de unidades productivas por afectación predial de la variante, impacto que se reducirá por la contratación de mano de obra del proyecto en el área de influencia del mismo produciendo un impacto bajo pero positivo para la comunidad.	
En la etapa de operación dada la ubicación estratégica del centro poblado en una zona de cruce entre departamentos y contando con el mejoramiento en las condiciones de movilidad potencializará el potencial comercial del centro poblado, permitiendo unos mejores ingresos para la población residente en la zona.	

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					<b>CONCESIONARIA</b>  <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	55 / 161	

**Tabla 5-28 Evaluación de impactos sociales – Conflicto con la comunidad**

<b>SOCIAL</b>	
<b>Conflicto con la comunidad</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
La comunidad refiere buenas relaciones entre vecinos y baja presencia de conflicto entre los mismos.	Posibles conflictos en el proceso de negociación y compra de predios, así como en los procesos de contratación de mano de obra en la zona. Actividades propias de la Construcción: Demoliciones, operación de maquinaria, transporte de material.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Ambiente tranquilo y adecuado manejo de las relaciones entre los miembros de la comunidad.  Ambiente conflictivo entre comunidades y la administración municipal.	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.  Cambios en los procesos de contratación laboral directa.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Corregimiento El Burro	Corregimiento El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA) -1.1</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia</b>	<i>Calificación ambiental (CA) -3.4</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) -2.8</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) -2.9</i> <b>Impacto ambiental de baja importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto se presentan buenas relaciones entre los miembros de la comunidad, debido a que la población se mantiene estática en la zona hay muy baja rotación de población. Las relaciones entre los miembros de la comunidad son cordiales y de confianza, presentándose una muy baja conflictividad.</p> <p>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, lo cual espera mitigarse con adecuadas medidas de manejo.</p> <p>En la etapa de operación, en el proceso de adaptación a las nuevas condiciones para una movilidad segura en la zona, se pueden presentar conflictos con la comunidad. Con adecuadas medidas de manejo y capacitación a la población espera mitigarse este impacto.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	56 / 161	

**Tabla 5-29 Evaluación de impactos sociales – Generación de expectativas**

SOCIAL Generación de Expectativas	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Actualmente la principal expectativa se da en relación a las actividades agropecuarias, así como los proyectos mineros presentes en municipios aledaños, relacionados con la vinculación laboral y aumento de ingresos.</p> <p>En el municipio también se desarrolla minería en torno a la explotación de material en las ladrilleras ubicadas en la vereda La Unión.</p>	<p>Traslado de la movilidad vehicular a la variante por una posible disminución de clientes del comercio sobre la vía actual.</p> <p>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.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
<p>Genera expectativas en la comunidad con relación a posibles vinculaciones laborales y mejoramiento de los ingresos económicos de la población</p>	<p>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 del municipio sobre la vía actual.</p> <p>De otra parte hay una expectativa positiva frente a la posibilidad de acercar el área veredal a la comercialización de sus productos con unas mejores condiciones para la movilidad.</p>
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro poblado El Burro	Centro poblado El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p><i>Calificación ambiental (CA) 4.2</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia</b></p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) 3.5</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) -1.6</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) 4.7</i> <b>Impacto ambiental de Media importancia para la etapa de operación</b></p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<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 la presencia de actividades agropecuarias que generan inquietudes de la población con relación al aumento de sus ingresos familiares. De igual manera la comunidad tiene expectativas con relación la construcción de una batería sanitaria para el centro educativo.</p> <p>En la situación con proyecto se generarán expectativas debido a la vinculación laboral y por actividades como compra de predios, y actividades propias de la obra, situación que se califica como un impacto de magnitud baja por las expectativas frente a cambios en la dinámica económica en la zona por el desarrollo de la obra.</p> <p>En la etapa de operación, las expectativas de la comunidad son positivas y altas, ya que esperan que las mejores condiciones de la vía mejoren la productividad y el nivel de ingresos de las familias y así mismo que el hecho mismo de estar más retirados de la vía les mejore sus condiciones de vida y menores riesgos para la movilidad peatonal.</p>	




## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	57 / 161



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	58 / 161	

**Tabla 5-30 Evaluación de impactos sociales – Relaciones sociales**

<b>SOCIAL Relaciones Sociales</b>	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
En la situación sin proyecto no se generan impactos negativos en las relaciones entre la comunidad, la cual refiere buenas relaciones de vecindad, centradas en el comercio y movilidad sobre la vía y la intercepción a Tamalameque.	En la situación con proyecto, los procesos de compra de predios, demolición de viviendas, la afectación a redes de servicios y la relocalización de infraestructura comercial y servicios interceptados puede provocar afectación de las relaciones en la comunidad a nivel interno y con respecto a la CRDS.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Buenas relaciones en la comunidad, ambiente adecuado para procesos de negociación	La compra de predios genera traslado de población quienes cuentan actualmente con redes sociales en su sitio de residencia. Con el traslado se puede generar desarticulación de estas redes.  La construcción de la variante puede afectar las relaciones sociales y comerciales por el desplazamiento de la movilidad vehicular.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro Poblado El Burro	Centro poblado el Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA)</i> <b>5.6 Impacto ambiental de importancia Media</b>	<i>Calificación ambiental (CA)</i> <b>-3.6 Impacto ambiental de Bajo importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA)</i> <b>-3.3 Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>La principal organización comunitaria en el corregimiento es la JAC, se cuenta también con una Administración del acueducto veredal. La JAC es la organización de representación de la comunidad y es quien gestiona ante la alcaldía la solución a las necesidades de la comunidad,</p> <p>En la situación con proyecto, las actividades como compra de predios y traslado de infraestructura pueden generar rupturas de redes sociales y comerciales, sin embargo este impacto se considera con un impacto bajo, debido a que solo se afectan 7 construcciones en las que residen 4 familias.</p> <p>En la etapa de construcción el impacto se valora como de magnitud baja, por el cambio en las relaciones comerciales y por ende sociales, debido a la reubicación de las actividades productivas afectadas.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	59 / 161	

Tabla 5-31 Evaluación de impactos sociales – Traslado de la población

SOCIAL Traslado de la población	
Situación Actual (Sin proyecto)	Situación futura (Con proyecto)
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actualmente no se identifican actividades que generen traslado de población	Compra de predios, demolición de infraestructura existente y relocalización de la misma.
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
No se genera impacto	Se genera traslado de 3 familias, las cuales requieren ser reubicadas en nueva zona.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
No se presentan	La afectación a 4 familias residentes en 4 construcciones (de 7 a afectar) que corresponden a infraestructuras ubicadas en el centro poblado de El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
No aplica.	<i>Calificación ambiental (CA) -2.7</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) -1.3</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto no se prevé relocalización de familias.</p> <p>En la etapa de pre-construcción se requiere el traslado de 4 familias, situación que genera un impacto de magnitud baja si se tiene en cuenta que hay la posibilidad de reubicarlos en el mismo centro poblado sin generar ruptura en la dinámica relacional y en sus redes.</p> <p>En la etapa de construcción, los impactos serán mínimos a las redes de servicios por su baja cobertura y presencia en el área veredal, situación por la cual no habrá interrupción para la población cercana.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	60 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-32 Evaluación de impactos sociales – Relación con el territorio**

SOCIAL Relación con el territorio	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Movilidad peatonal. Desarrollo de actividades agropecuarias y comerciales. Arraigo de la población con el territorio. Bajo costo de vida	Compra de predios. Demolición de viviendas. Relocalización y/o adecuación de redes de servicios interceptados. Movimientos de tierra Cambios en la movilidad
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Actualmente la población tiene una alta dependencia de las actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollan en la zona y que es la principal fuente de generación de ingresos, así como con la actividad comercial sobre la vía y en la intercepción a Tamalameque.  Relación con el comercio por la ubicación estratégica de conectividad regional.	Cambios en las condiciones de movilidad Traslado de población Cambios en las condiciones de habitabilidad <sup>1</sup> e ingresos para aquellas personas que serán objeto de traslado.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Centro poblado El Burro	Centro poblado El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>Calificación ambiental (CA) 5.8</i> <b>Impacto ambiental de importancia Alta de carácter positiva</b>	<i>Calificación ambiental (CA) -1.7</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de pre-construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) -3.7</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción</b> <i>Calificación ambiental (CA) 5.8</i> <b>Impacto ambiental de media importancia para la etapa de operación</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la actualidad la relación con el entorno territorial es positiva, se destaca en el sector el desarrollo de actividades económicas relacionadas con la ganadería y la agricultura así como actividades sobre la vía como oportunidad para la explotación comercial el arraigo con el territorio es alto y presentan una alta dependencia de la actividad productiva.</p> <p>En la situación con proyecto se presentarán cambios en las condiciones de la vía organizando los diferentes elementos que confluyen en el corredor (redes, accesos, comercio) generando cambios de manera permanente en las costumbres y formas de relación con la vía y percepción sobre el paisaje que tiene la comunidad y usuarios de la misma, por lo cual se considera un impacto de carácter muy bajo en la etapa de pre-construcción y en construcción se valora como medio.</p> <p>En la etapa de operación, se considera la presencia de un impacto medio alto de carácter positivo, ya que debe verse reflejado en una mayor funcionalidad por la posibilidad de potencializar la productividad aprovechando la ubicación estratégica del centro poblado en la conectividad regional con el Magdalena. La</p>	

<sup>1</sup> Entendida como las condiciones mínimas de salud, comodidad y bienestar de una vivienda

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	61 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

### SOCIAL

#### Relación con el territorio

##### **Situación Actual (Sin proyecto)**

##### **Situación futura (Con proyecto)**

comunidad tiene una tendencia a la actividad comercial y con un adecuado plan de manejo orientado a mejorar sus capacidades en este aspecto puede fortalecer la relación con el territorio.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	62 / 161	

**Tabla 5-33 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>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Por el paso de la troncal actual se presentan accidentes debido a la cercanía de viviendas y establecimientos comerciales, los cuales se ven afectados por el tránsito de vehículos actual y las altas velocidades de los mismos.	<p>Restricción al tráfico, obstrucción accesos principales.</p> <p>Transporte de materiales y presencia de maquinaria en el corredor.</p> <p>Desinformación de restricción de accesos peatonales tradicionales, cambios en la señalización y flujos vehiculares</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Choques y atropellamientos. Afectación a estabilidad de las construcciones. La presencia de la estación de policía en la última década, ha disminuido la presencia de accidentalidad, ya que hay un mayor control y más cuidado por parte de los transportadores al transitar por el centro poblado.	Aumento en la accidentalidad del corredor principalmente durante la etapa de pre-construcción y construcción.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Actual corredor vial ubicado en el centro poblado de El Burro.	Zona de proyección de la variante del centro poblado El Burro.
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p><i>Calificación ambiental (CA) – 1.7</i> <b>Impacto ambiental de importancia muy baja</b></p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) -0.9</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de pre-construcción</b></p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -0.9</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de construcción</b></p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -1.3</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de Operación</b></p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto se presenta accidentalidad debido a que la cercanía de la vía con las viviendas y la constante movilidad peatonal sobre una vía de alto tráfico, sumado a la imprudencia de peatones y exceso de velocidad de los vehículos que transitan el corredor actual, situación que se ha disminuido con la presencia de la estación de policía en la zona.</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 mitigable con adecuadas medidas de manejo, por ello se considera como impactos de carácter Muy Bajo.</p> <p>En la fase de operación cambia la condición, debido al despeje del corredor vial de invasiones y adecuación de la vía para las velocidades que actualmente utiliza el transportador, disminuyendo la accidentalidad sobre la vía y aumentando la percepción de corredor seguro en la población residente en la zona.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	63 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-34 Evaluación de impactos sociales – Cambio en las condiciones de salud**

<b>SOCIAL</b> Cambio en las condiciones de salud	
<i>Situación Actual (Sin proyecto)</i>	<i>Situación futura (Con proyecto)</i>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
<p>Polución generada por el constante paso de vehículos, gran parte de ellos de carga, los cuales generar un alto número de partículas y gases que contaminan.</p> <p>Cambios en el clima.</p>	<p>Las actividades de demolición de infraestructura existente, el transporte de materiales de construcción, excavaciones y disposición de material pueden generar material particulado que afecte las condiciones de salud.</p>
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
Afecciones respiratorias	Las emisiones de material particulado pueden generar algún tipo de afectación en las condiciones de la población
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
Corredor actual por el paso del centro poblado de El Burro	Centro poblado El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<p><i>Calificación ambiental (CA) – 3.3</i> <b>Impacto ambiental de importancia Baja</b></p>	<p><i>Calificación ambiental (CA) -3.7</i> <b>Impacto ambiental de Baja importancia para la etapa de construcción.</b></p> <p><i>Calificación ambiental (CA) -0.9</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de Operación</b></p>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<p>En la situación sin proyecto se identifica cambios en las condiciones de salud en el largo plazo debido al tránsito constante de vehículos, los cuales generan material particulado, ruido y vibraciones, las cuales generan impactos sobre la calidad de vida de la población residente en el sector.</p> <p>Teniendo en cuenta la distancia de la variante con la población residente en la zona, se considera que la magnitud del impacto es Bajo en la etapa de construcción por la presencia de material particulado y la disposición de materiales.</p> <p>En la fase de operación es muy poco probable que se presenten cambios en las condiciones de salud debido a unas adecuadas condiciones de movilidad y la distancia prudente con la población residente en la zona en comparación con la condición actual.</p>	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	64 / 161	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>
<b>ACTIVIDAD QUE LO GENERA</b>	
Actualmente no se identifican actividades que generen expectativas en la población.	Relocalización de infraestructura y servicios interceptados Excavaciones y cortes Movimiento de tierras
<b>COMO IMPACTA EL AMBIENTE</b>	
No se genera impacto	Durante los procesos de movimiento de tierras o excavaciones pueden hallarse vestigios arqueológicos.
<b>DONDE SE PRESENTA EL IMPACTO</b>	
No se presentan	En la variante del corredor vial en el centro poblado de El Burro
<b>VALORACIÓN RELATIVA DEL IMPACTO</b>	
<i>No aplica</i>	<i>Calificación ambiental (CA) -0.4</i> <b>Impacto ambiental de Muy Baja importancia para la etapa de pre-construcción</b>
<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
Se destaca de acuerdo a los estudios arqueológicos realizados en el centro poblado de El Burro, no se encuentran zonas sensibles o de interés arqueológico que puedan ser afectadas por el proyecto.	
Por lo anterior por ello se considera como un impacto de carácter muy bajo que requiere el desarrollo de labores de prospección, con el fin de determinar las áreas para el desarrollo de cortes arqueológicos que permitan un rescate de los sitios estratificados 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.	

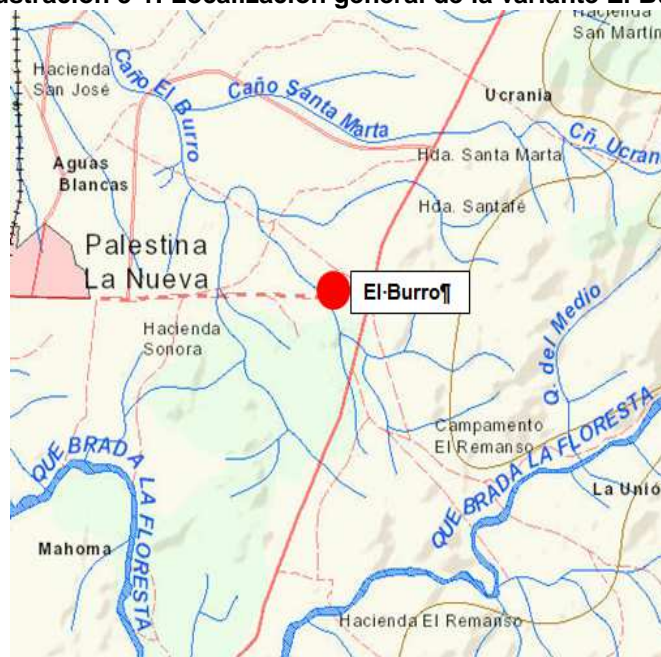


ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	65 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### 5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO DE IMPACTOS

El presente análisis económico de impactos ambientales y socioeconómicos correspondiente al retorno sur y 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 de El Burro (PR 30+364 y PR 32+566 de la Ruta 4515) en el municipio de Pailitas (Cesar). El tramo a licenciar se presenta en la siguiente ilustración:

**Ilustración 5-1: Localización general de la variante El Burro**



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 de El Burro.

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	66 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

cálculo de beneficios realizado en un cálculo conservador, los valores de beneficios calculados son el límite inferior de los beneficios esperados.

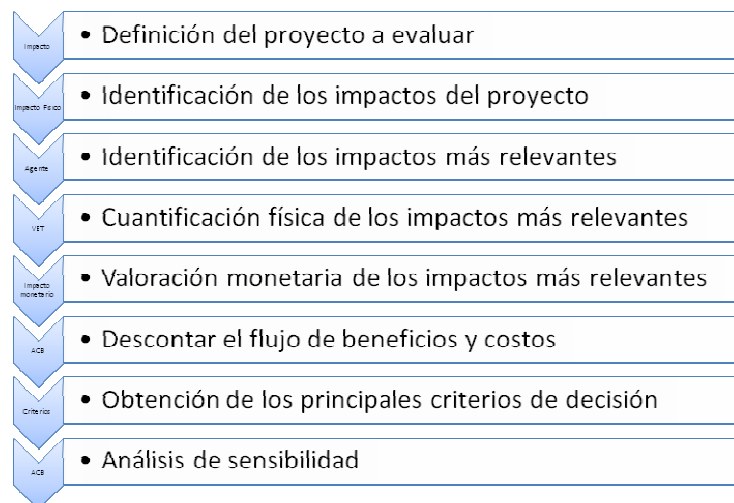
### 5.3.1 Metodología del Análisis Económico de Impactos.

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:

- 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:

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	67 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

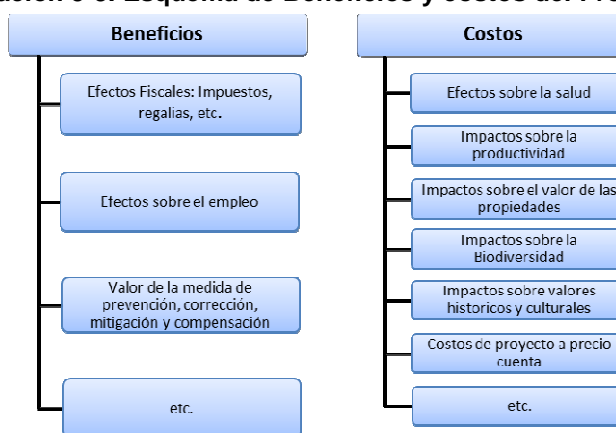
- **Definición del proyecto a evaluar:** Esta definición realizada por el equipo de EIA en el capítulo 2 consiste en el paso inicial del análisis. Tiene por objeto una descripción general del proyecto, Ruta del Sol–Tramo 2, que incluye antecedentes, justificación, ubicación, área de influencia directa, 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 5.3.1.14. 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.
- **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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					CONCESIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	68 / 161	

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:

**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 5-36 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	69 / 161	

PASOS METODOLÓGICOS	ACTIVIDADES
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 bienes y servicios provocados por los impactos relevantes del proyecto	Cuantificación física de los cambios en los flujos de bienes y servicios afectados.
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., Julio 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.

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	70 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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.

### **Quantificación 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:

- 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	71 / 161	

- 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 técnicas<sup>2</sup>: análisis conjoint 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 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.

<sup>2</sup> 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\\_quiavaloracion.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/608_quiavaloracion.pdf)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	72 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### **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 otros<sup>3</sup>. 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:

- B<sub>i</sub>*** = Beneficios Económicos, en el Periodo *i*, que para el caso son inversiones y compensaciones ambientales del proyecto.
- C<sub>i</sub>*** = Costos económicos (a precios cuenta de eficiencia) en el Periodo *i*. (los cuales surgen de la valoración económica ambiental)
- TD*** = Tasa Social de Descuento

<sup>3</sup> Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales MAVDT (2010)



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	73 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

$I_0$  = 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.

#### 5.3.1.1 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.

#### 5.3.1.2 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:

**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)

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	74 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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:

$$\text{Max}_{v_{i=1}} \quad I = f(v_i)$$

$$\text{s. a. } v_{i=1} = \bar{v}_i$$

**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	0,70	0,66	1,00	0,71
Compra de predios	Generación de Expectativas	-	0,7	0,8	1,0	0,4	0,70	0,90	1,00	0,55

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

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:

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	75 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

$$Ca_i = C_i P_i (a E_i M_i + b D_i)$$

$$\%P_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_i P_j (a E_i M_i + b D_j) \}$$

$$\%D_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_i P_i (a E_i M_i + b D_j) \}$$

$$\%E_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_i P_i (a E_j M_i + b D_i) \}$$

$$\%M_i = Ca_i / \max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ C_i P_i (a E_i M_j + b D_i) \}$$

$$\% \%_i = \%P_i + \%D_i + \%E_i + \%M_i$$

$$\% \%_i = \frac{\% \%_i - \min_{j: Fase_j = Fase_i} \{ \% \%_j \}}{\max_{j: Fase_j = Fase_i} \{ \% \%_j \} - \min_{j: Fase_j = Fase_i} \{ \% \%_j \}}$$

**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.

### 5.3.1.3 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.

### 5.3.1.4 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 (Peche & Rodríguez, 2009).

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	76 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

observaciones, lo que permite un balance entre efectos inconmensurables (i.e. sociales, ambientales y económicos) (Silvert, 2000).

### 5.3.1.5 Marco teórico

#### 5.3.1.6 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  $\mu_A$ , 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:

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	77 / 161	

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.

### 5.3.1.7 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).

#### Ilustración 5-4 Sistema de inferencia difuso (Mamdani)<sup>4</sup>

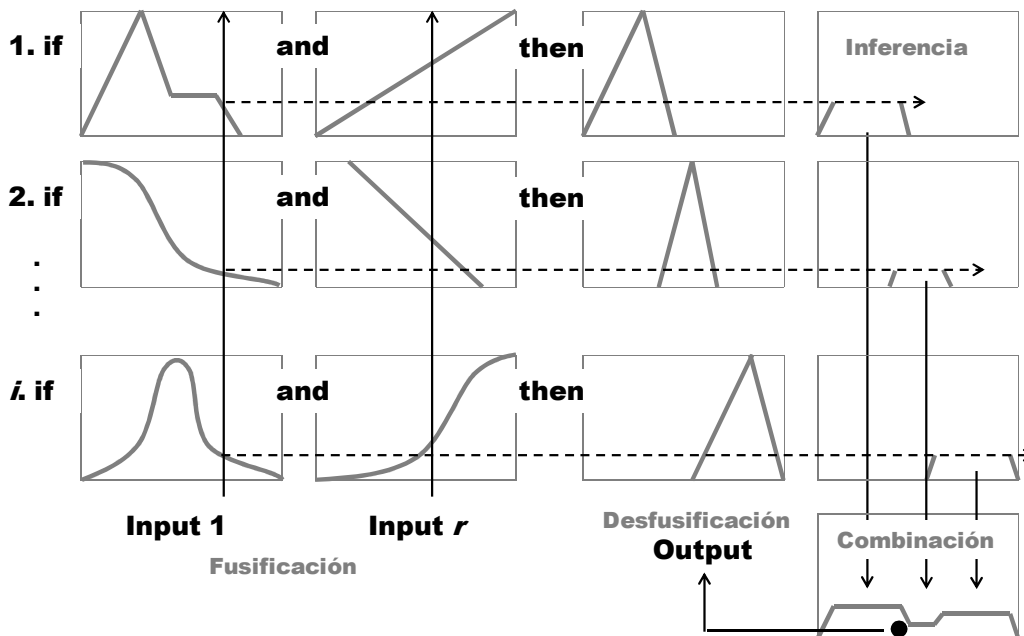
<sup>4</sup> Adaptado de The MathWorks™ (2010), "Fuzzy Logic Toolbox™: User's Guide", p. 2-29.

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	78 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2



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:

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

De la expresión (7) podemos observar que la etapa de agregación en el paso de *inferencia* se realiza mediante el operador y ( $\wedge$ ). 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,

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	79 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

1999) (ver Figura 1). Finalmente, la defusificación se realiza, usando el centroide del conjunto difuso inferido, mediante la siguiente expresión:

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


### a) 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 previsible 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  $i \in P$ ,  $\rho_i$ . 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  $A_{wk}$ . 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 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	80 / 161	

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,  $p_i$ .

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,  $p_{ij}$ . Luego, deben agruparse dichos criterios, para formar un único índice para cada impacto,  $\omega_i$ . 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,  $\omega_i$ , que agrupa los diferentes criterios de decisión.

#### b) 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.

#### 5.3.1.8 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:

**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



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	81 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Fase	Con Proyecto	Actividad	Número Actividad
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
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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	82 / 161	

Fase	Con Proyecto	Actividad	Número Actividad
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 Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Flujos de bienes y servicios	Número Flujo
Abiótico	Aire	Alteración de la calidad del aire por emisión de PM <sub>10</sub> , NOx, SO <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> 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 fluvial del cauce	11	Cantidad	Cambio en la Cantidad del Agua	5
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

DOCUMENTO PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DE LA CONCESIONARIA



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	83 / 161	

Dimensión	Elemento	Impacto Específico	Número Impacto	Factores de Interés	Flujos de bienes y servicios	Número Flujo
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
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., Julio 2013)

### 5.3.1.9 Definición de los criterios de decisión, las variables de entrada y de salida

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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	84 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	85 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**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 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.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	86 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

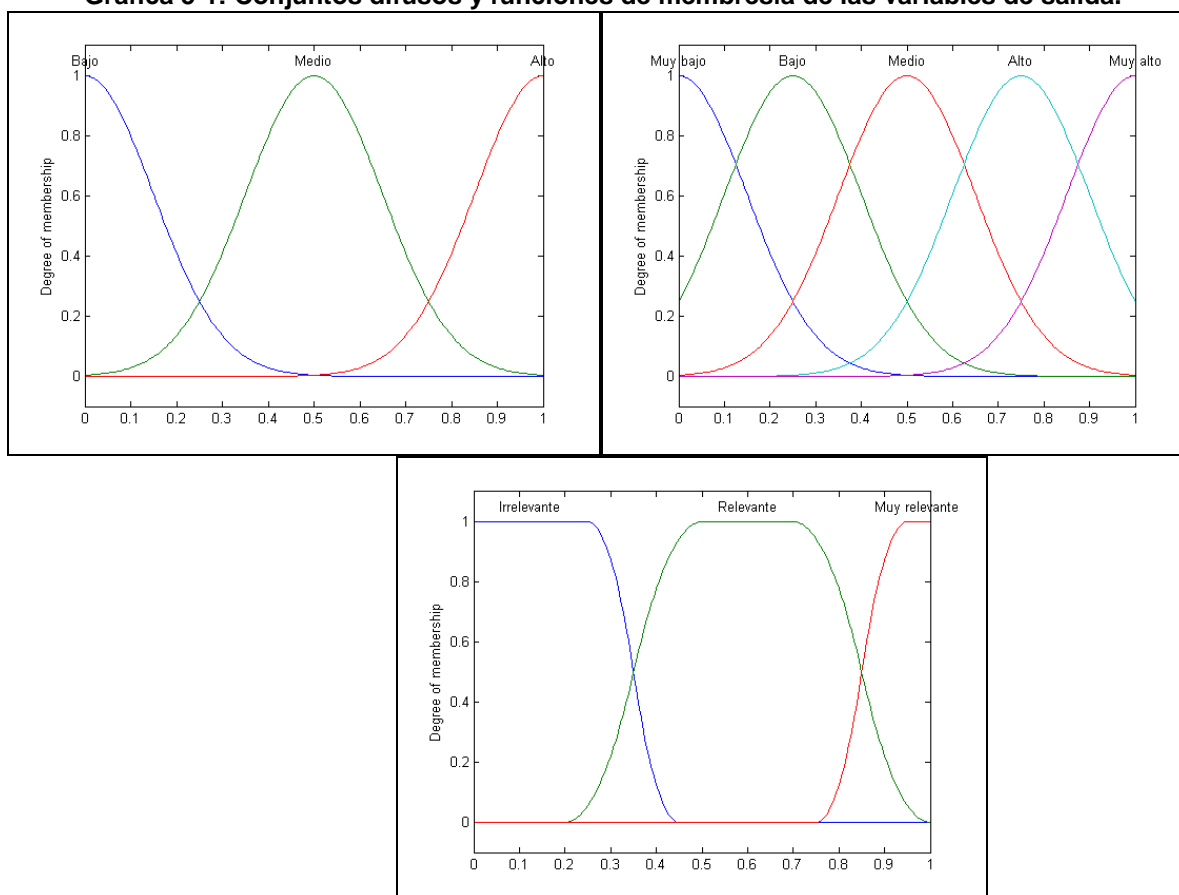
Por último, la significancia de cada impacto refleja su importancia de acuerdo a las calificaciones obtenidas en el proceso de evaluación ambiental y el análisis ETR.

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.

### 5.3.1.10 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*.

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



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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	87 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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:

**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)

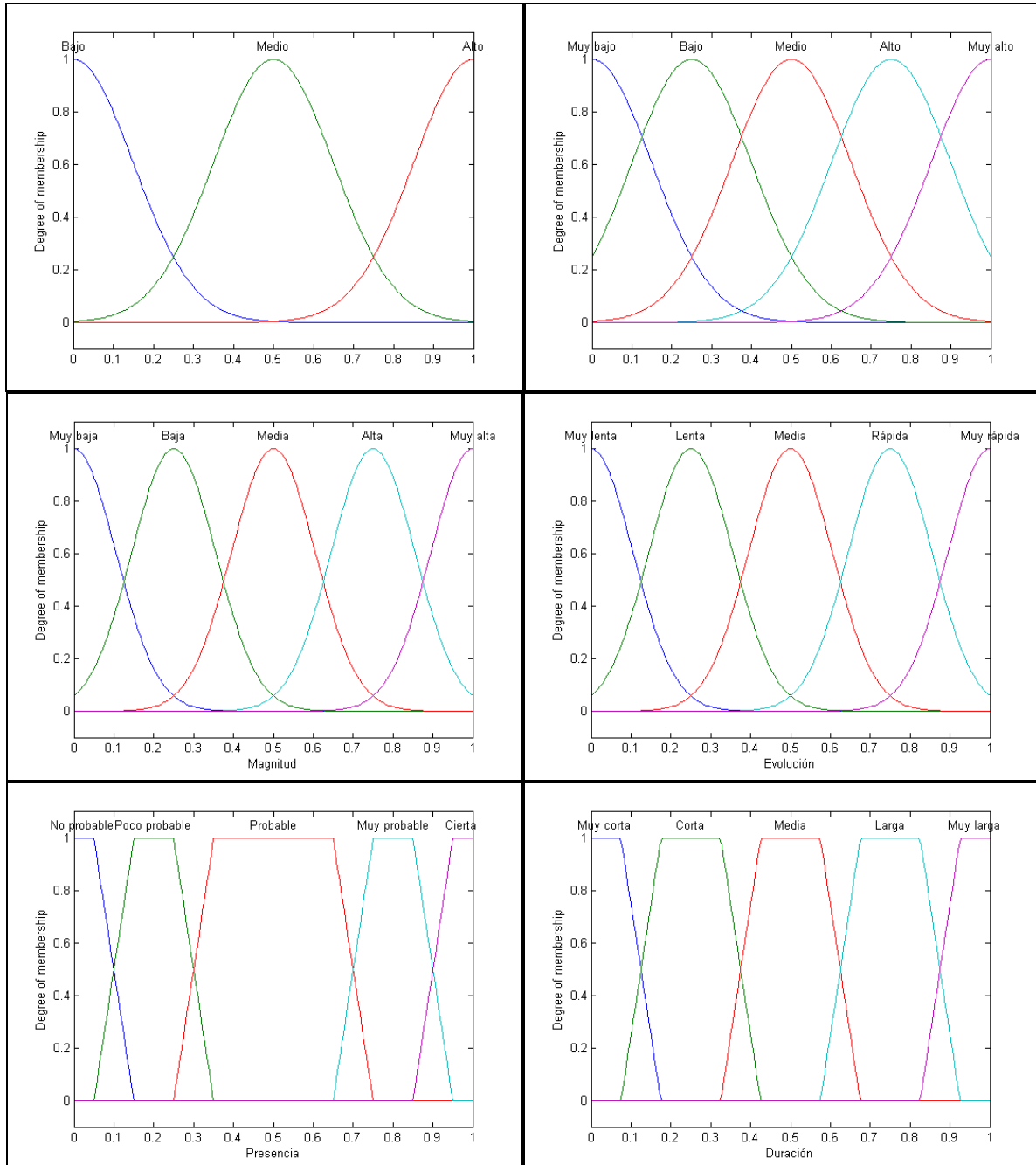
# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	88 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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

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



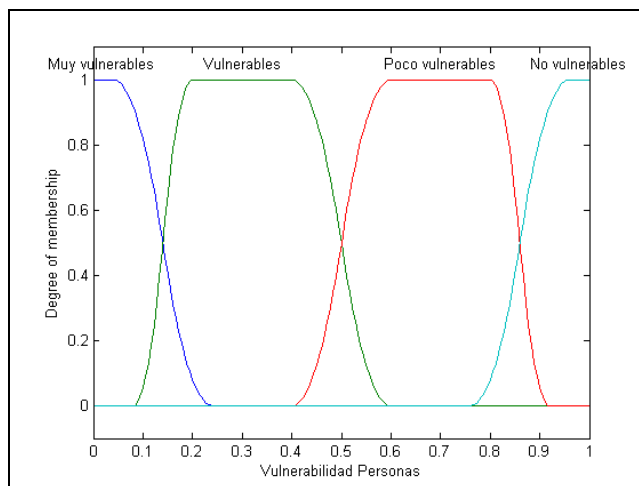


## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	89 / 161

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.

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	90 / 161	

**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:

**Tabla 5-46 Reglas de inferencia del modelo AE.**

Antecedentes			Operador	Consecuente
Agentes	Personas	Tamaño		Significancia
.	Muy vulnerables	.	AND	Relevante
Muy alto	.	.	AND	Relevante

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	91 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Antecedentes			Operador	Consecuente
Agentes	Personas	Tamaño		Significancia
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.

**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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	92 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Antecedentes				Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud		Significancia
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
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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	93 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Antecedentes				Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud		Significancia
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
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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	94 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Antecedentes				Operador	Consecuente
Presencia	Duración	Evolución	Magnitud		Significancia
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)

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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	95 / 161	

Antecedentes				Operador	Consecuente
VET	AE	M	SIG		Relevancia Agregada
.	.	.	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.

### 5.3.1.12 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 (Tabla 5-49). Para los 10 Flujos de bienes y servicios que incluyen impactos positivos (Cambio Calidad del aire, Cambio en la calidad del paisaje, Cambio en la calidad de los ecosistemas, Cambio en la calidad de la infraestructura, Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural, Cambio en la demanda de Mano de Obra y de Servicios) 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 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	96 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**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	Criterios de Decisión y Variables de Entrada para el Ejercicio de Lógica Difusa		
		VET		
		Valores de Mercado	Valores No Mercadeables	Valores de Funciones Ecológicas
<b>NEGATIVOS</b>	1 Cambio Calidad del Aire	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	2 Cambio en la Cantidad de Suelo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	3 Cambio en la Calidad del Suelo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	4 Cambio en la Cantidad de Agua	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	5 Cambio en la Calidad del Agua	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	6 Cambio en la Calidad del Paisaje	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	7 Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	8 Cambio en la Cantidad de Infraestructura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	9 Cambio en la Calidad de la Infraestructura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	12 Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>POSITIVO</b>	1 Cambio Calidad del Aire	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	6 Cambio en la Calidad del Paisaje	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	7 Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	12 Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	9 Cambio en la Calidad de la Infraestructura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	10 Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	11 Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	97 / 161

ecualizadores del 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	0,191	0,171	0,302	0,016	0,000	0,000	0,277	0,518	0,196
POSITIVO	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
	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

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	98 / 161

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		
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	0,292	0,744	0,614
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	0,608	0,744	0,589
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	0,277	0,518	0,196
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	0,839	0,735	0,443

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	99 / 161	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	0,950	0,689	0,798	0,553
	2	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,783	0,780	0,823	0,553
	3	Cambio en la Calidad del Suelo	0,638	0,668	0,804	0,565
	4	Cambio en la Cantidad de Agua	1,000	0,631	0,714	0,682
	5	Cambio en la Calidad del Agua	0,779	0,686	0,747	0,563
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,773	0,762	0,761	0,721
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,651	0,834	0,835	0,799
	8	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,783	0,609	0,702	0,568
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,823	0,551	0,968	0,390
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,485	0,637	0,953	0,537
POSITIVO	1	Cambio Calidad del Aire	1,000	0,345	0,835	0,241
	6	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,740	0,655	0,753	0,579
	7	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,567	0,697	0,528	0,675
	9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	1,000	1,000	0,790	1,000
	10	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,940	0,813	0,932	0,675
	11	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,864	0,700	1,000	0,549
	12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,700	0,719	1,000	0,616

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 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	100 / 161	

### **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, 2010), 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 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					 CONCESSIONARIA <b>RUTA DEL SOL</b> S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	101 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

área de influencia del proyecto como resultado del incremento del flujo vehicular por el corredor vial (-), la calificación de este elemento es media-alta.

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					 <b>CONCESIONARIA</b> <b>RUTA DEL SOL</b> <small>S.A.S.</small>
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	102 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 (-), 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 empujado 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 aire (-), en la calidad del paisaje (+), en la calidad del agua (-) y en la calidad del suelo (-) por su influencia sobre el

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	103 / 161	

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 (+/-) 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.

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 (-) y la cantidad y calidad del suelo (+/-). 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	104 / 161	

### ***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 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.

DOCUMENTO PARA USO INTERNO - PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN PREVIA AUTORIZACION DE LA CONCESIONARIA





## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO

Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	105 / 161



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### 5.3.1.13 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.**

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
9	+	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,3107	0,4867	0,5320	0,9221	0,6254
1	-	Cambio Calidad del Aire	0,5408	0,4864	0,6574	0,6085	0,5946
12	+	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,3011	0,4477	0,6656	0,6439	0,5695
4	-	Cambio en la Cantidad de Agua	0,3765	0,4864	0,5356	0,7084	0,5627
10	+	Cambios en Ingresos y en la dinámica socioeconómica y cultural	0,2797	0,4671	0,5804	0,7260	0,5596
9	-	Cambio en la Calidad de la Infraestructura	0,2650	0,5833	0,6656	0,4795	0,5522
7	-	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,4905	0,4772	0,4991	0,6076	0,5432
8	-	Cambio en la Cantidad de Infraestructura	0,2148	0,5772	0,5342	0,6120	0,5211
7	+	Cambio en la Calidad de los Ecosistemas	0,1864	0,4279	0,4991	0,6001	0,5015
1	+	Cambio Calidad del Aire	0,5408	0,4864	0,6574	0,3211	0,4570
12	-	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad	0,3452	0,4290	0,3478	0,5927	0,4492
11	+	Cambio en la Demanda de Mano de Obra y de Servicios	0,2069	0,4281	0,3478	0,6078	0,4492
3	-	Cambio en la Calidad del Suelo	0,4135	0,4471	0,3209	0,5973	0,4391
5	-	Cambio en la Calidad del Agua	0,4095	0,4471	0,3079	0,6112	0,4353
2	-	Cambio en la Cantidad de Suelo	0,2822	0,4416	0,2892	0,6085	0,4313
6	+	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,2782	0,4322	0,2766	0,6152	0,4294
6	-	Cambio en la Calidad del Paisaje	0,4088	0,4279	0,2766	0,8083	0,4294

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	106 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 5-53: 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
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
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura (-)	Relevante
9	Cambio en la Calidad de la Infraestructura (+)	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 (+)	No Relevante
12	Cambio en la Calidad de Vida de la Sociedad (-)	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.

#### 5.3.1.14 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 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	107 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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.

### 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 5-54. Movimiento de Carga Nacional (Miles de Toneladas)**

AÑO	MILES DE TONELADAS	VARIACION (%)
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 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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	108 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 5-55. 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.

**Tabla 5-56: 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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	109 / 161	

Año	Carretero	Férreo			Fluvial	Aéreo	Cabotaje	TOTAL
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 5-55 y Tabla 5-56. 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.

### 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 5-57. 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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	110 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Año	Pasajeros Nacionales						
	Carretera	Vía Aérea			Fluvial	Marítimo	Ferroviario
		Aerotaxis y Regional	Empresas Regulares	TOTAL			
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 5-57, 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.

### 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 5-58 se tiene el conteo manual que se hizo de los distintos vehículos que transitaron por las carreteras del país en los respectivos años discriminando en tres grupos, A (Autos particulares), B (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 5-57, 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 5-58. 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).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	111 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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.

### 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 Pailitas. En la última columna se presenta una proyección de las cifras de población para el 2013.

**Tabla 5-59. Conteo Vivienda, Hogares y Personas**

Municipio	Área	Viviendas Censo	Hogares General	Personas 2005	Proyección Población 2013
Pailitas	Cabecera	2.768	2.848	11.669	13.031
	Resto	1.029	1.048	4.233	3.915
	<b>Total</b>	<b>3.797</b>	<b>3.896</b>	<b>15.902</b>	<b>16.946</b>
Dpto. del Cesar	Cabecera	145.637	143.938	625.775	742.526
	Resto	58.754	55.172	252.662	261.538
	<b>Total</b>	<b>204.391</b>	<b>199.110</b>	<b>878.437</b>	<b>1.004.064</b>
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
	<b>Total</b>	<b>10.390.207</b>	<b>10.570.899</b>	<b>41.468.384</b>	<b>47.120.770</b>

Fuente: DANE (Censo 2005)

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

**Tabla 5-60. Establecimientos por Actividad Económica.**

Municipio	Industria	Comercio	Servicios	Otras Actividades
Pailitas	12,2%	54,4%	33,2%	0,3%

Fuente: DANE (Censo 2005)

En general, se observa que para el municipio la principal actividad económica de sus establecimientos es el comercio (ver Tabla 5-60) Además de esto, se analiza que la participación de la industria y servicios es del 45,4%. Esta estadística refleja en alguna

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	112 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

medida la importancia de las vías las cuales están directamente relacionadas con los beneficios del comercio.

En el municipio Pailitas, las empresas que tienen de 0 a 10 empleados son en su mayoría comerciales seguidas por servicios con una participación del 28,4%. 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 5-61. Establecimientos según escala de personal por actividad económica**

No. Empleados	Sector Económico	Pailitas
0 a 10	Industria	13,1%
	Comercio	58,4%
	Servicios	28,4%
	Otras Actividades	0,2%
11 a 50	Industria	9,1%
	Comercio	27,3%
	Servicios	63,6%
	Otras Actividades	--
51 a 200	Industria	--
	Comercio	--
	Servicios	100%
	Otras Actividades	--
201 o más	Industria	--
	Comercio	--
	Servicios	--
	Otras Actividades	--

**Fuente: DANE (Censo 2005)**

### 5.3.2 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.



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	113 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-62. 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
<b>Flujos de Bienes y Servicios Ambientales</b>		
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.
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
<b>Impactos sobre Agentes Económicos por fuera del Área de Estudio del EIA</b>		
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.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	114 / 161


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
<b>Impactos sobre Agentes Económicos por fuera del Área de Estudio del EIA</b>		
	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 apagar de los mismos por cada recorrido.
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.
	Cambio de confort al desplazarse por la vía.	Variación en los costos de desplazamiento de vehículos particulares. 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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	115 / 161	

económicas en los municipios en la zona del trazado del proyecto, y en general al mejoramiento de las condiciones de la economías locales.

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.

### **5.3.2.1 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.

### **5.3.2.2 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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	116 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


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 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 Internaciónal, 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.

### **5.3.2.3 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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	117 / 161	

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 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)<sup>5</sup> 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

<sup>5</sup> Citado en Economic Impact of Interstate Highways in Kentucky

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	118 / 161	

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).


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.

#### **5.3.2.4 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.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	119 / 161	

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).

En Colombia un estudios 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 comunicaciones 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 cuanto 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.

### **5.3.2.5 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,

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	120 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

hospitalarios, pérdidas de productividad, perdidas 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 económicas de ingreso bajo, el 1.5% del PIB de las económicas de ingreso medio y hasta el 2% de las económicas 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.

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 vida<sup>6</sup>. 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 5-63. Factores relativos de des-utilidad por lesiones nivel de gravedad.**

Evento	Fracción del valor estadístico de la vida
<b>MENOR</b>	0.002
<b>MODERADO</b>	0.0155

<sup>6</sup> No hay un precio o valor para la vida.



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	121 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

Evento	Fracción del valor estadístico de la vida
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 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).

### 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 5-62. *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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	122 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 El Burro, 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  $a$ .
- $vve$  = 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	123 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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

El número de personas y hogares en El Burro 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 del paso vial actual (rojo) y de la variante (naranja).**



Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S. (Julio 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 El Burro es de 4,1 personas por hogar (DANE, 2005).

**Tabla 5-64. Hogares y personas expuestas (2013)**

Alternativa	Personas expuestas	Hogares expuestos
Variante	373	91
Paso Vial Actual	373	91

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 El Burro 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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO

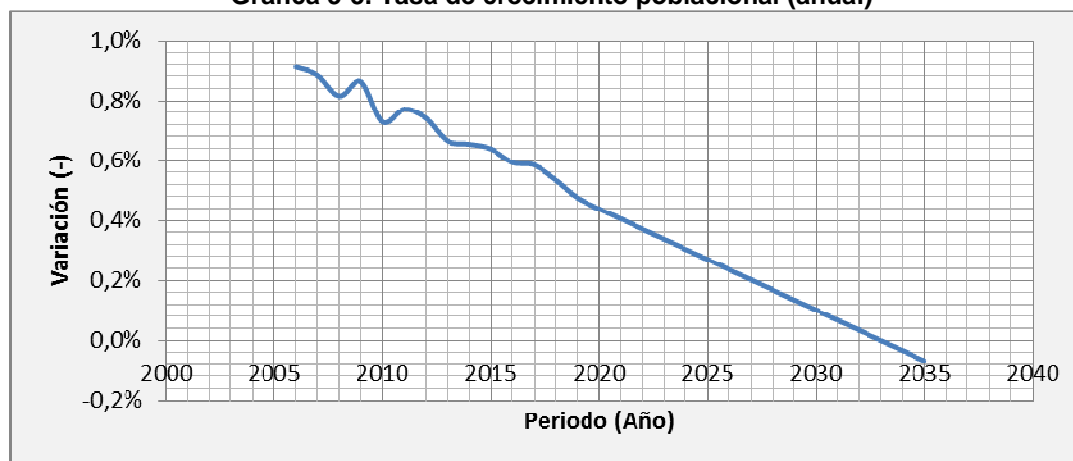


Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	124 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

proyecciones poblacionales del DANE para Pailitas (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., Julio 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 no existe reducción en personas y hogares expuestos como resultado de la variante. 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 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 5-65. 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., Julio 2013) ; FASECOLDA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	125 / 161	

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 El Burro, tenemos que la concentración de dióxido de azufre actual en el centro poblado es de 21,91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (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, el valor presente neto de los beneficios por la reducción en exposición a gases contaminantes es igual a cero debido que no existe reducción en el número de personas expuestas.

### 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 caudas por ruido durante la operación está dada por:

$$cmr_{\alpha} = np_{\alpha} * DAPR_{\alpha}$$

Dónde:

- $cmr_{\alpha}$  = Costos de molestia por ruido en el año  $\alpha$ .
- $np_{\alpha}$  = Número de personas expuestas en el año  $\alpha$ .
- $DAPR_{\alpha}$  = Disponibilidad a pagar (por habitante) por reducción en las emisiones sonoras en el año  $\alpha$ .

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	126 / 161	

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".

No existen beneficios por la reducción de las molestias causadas por ruido durante la operación debido que no existe una disminución en la población expuesta.

#### 5.3.4 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.
- $v_{c,a}$  = 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 Pailitas en el 2010.

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
<b>Código</b>	<b>Revisión</b>	<b>Fecha Aprobación</b>	<b>Acceso</b>	<b>(Hoja / Hojas)</b>	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	127 / 161	

**Tabla 5-66. Viajes anuales por categoría de vehículo, para el año 2010.**

<b>Categoría</b>	<b>No de viajes</b>
I	540440
II	414180
III	107966
IV	104396
V	417790

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 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	128 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


**Tabla 5-67. 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 Automóvil, campero y camioneta	II Buses, busetas, microbuses con eje trasero de doble llanta y camiones de dos ejes	III Camiones de tres y cuatro ejes	IV Camiones de cinco ejes	V Camiones de seis ejes	Beneficios					Beneficios				
						I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
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
	<b>Costo variable promedio</b>			<b>1.197,33</b>	<b>1.485,83</b>	<b>2.245,22</b>								<b>251,44</b>	<b>312,03</b>
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%					
<b>Costo Total Fijo</b>			<b>3.761.391,11</b>	<b>6.840.896,83</b>	<b>7.281.717,07</b>								<b>310.705</b>	<b>310.705</b>	<b>310.705</b>
<b>Costo Total (por Km conducido por Mes)</b>	<b>891,47</b>	<b>2.800,42</b>	<b>1.589,14</b>	<b>2.198,43</b>	<b>3.003,73</b>	<b>26%</b>	<b>16%</b>				<b>232</b>	<b>448</b>	<b>283,80</b>	<b>344,39</b>	<b>503,86</b>

1. Valores en pesos a precios del 2013

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



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	129 / 161	

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.

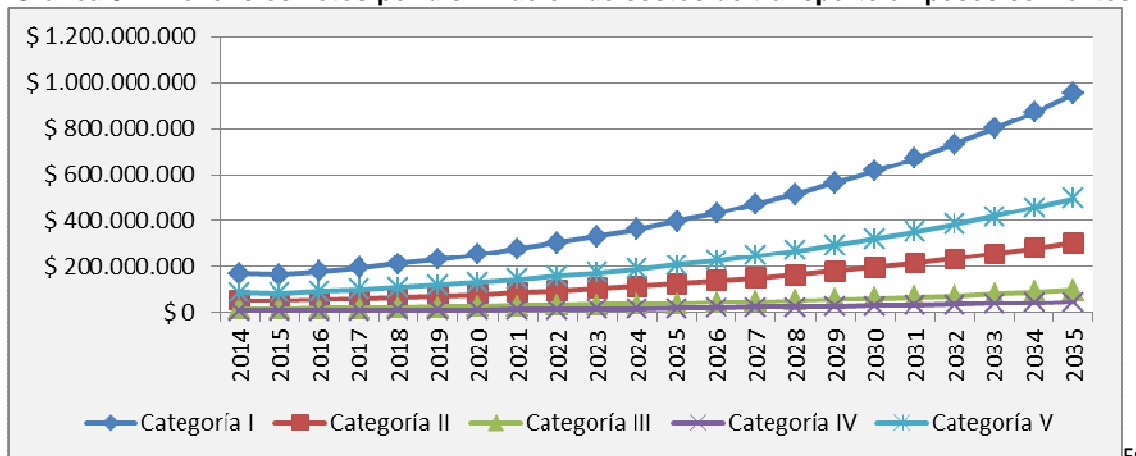
## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	130 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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



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

El valor presente de los beneficios por ahorros de costos en transporte asciende a 6.590,7 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

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	131 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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 II<sup>7</sup>.

**Tabla 5-68:** Disponibilidad a pagar por categoría y tamaño de los viajes, para mayor confort y seguridad en los pasos viales por los centros urbanos.

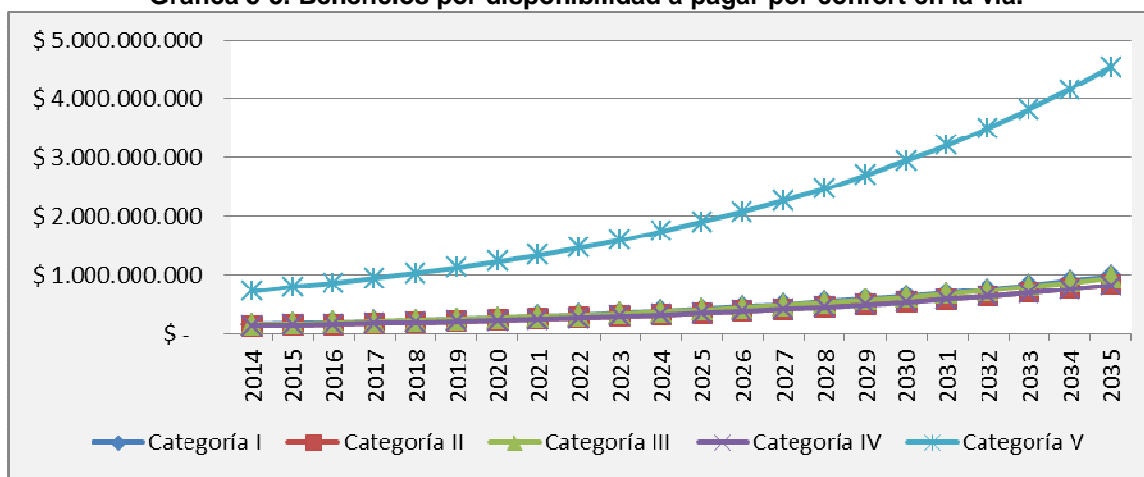
Categoría vehicular	Promedio	Cortos	Medianos	Largos
<i>I</i>	\$ 7.086	\$ 3.187	\$ 5.609	\$ 9.939
<i>II a</i>	\$ 6.716	\$ 4.238	\$ 4.994	\$ 10.867
<i>II b</i>	\$ 8.889	\$ 3.608	\$ 4.180	\$ 11.705
<i>III</i>	\$ 34.459	\$ -	\$ 8.281	\$ 36.641
<i>IV</i>	\$ 30.719	\$ -	\$ 17.173	\$ 32.726
<i>v</i>	\$ 42.624	\$ -	\$ 25.557	\$ 44.618
<b>Promedio</b>	\$ 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 4.546 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 27.957,8 millones de pesos colombianos de 2013.

<sup>7</sup> Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotec, 2012).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	132 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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

#### a) Cambios en el valor de la tierra.

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:

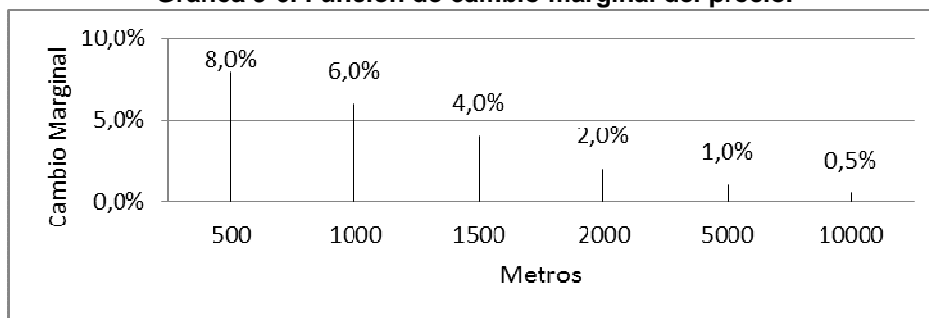
$$bvt = \sum_{rd=1}^{rd=RD} mrgt_{rd} * vt_{rd} * ut_{m,rd}$$

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	133 / 161	

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.

**Tabla 5-69. 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 5-70. Número de hectáreas en cada rango de distancia en cada municipio.**

Rango (m)	Área (Ha)	Beneficios
500	110,1	\$ 93.943.789
1000	110,1	\$ 70.457.842
1500	110,1	\$ 46.971.895
2000	110,1	\$ 23.485.947
5000	660,6	\$ 70.457.842
10000	1101,0	\$ 58.714.868
<b>Total</b>	<b>2202</b>	<b>\$ 364.032.183</b>

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

Los resultados del análisis de aumento de precio de la tierra arrojan que los beneficios serán de 364,03 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	134 / 161	

Teniendo en cuenta que en el centro poblado El Burro hay un promedio 4,1 de personas por hogar (DANE, 2005), obtenemos un estimado de 91 viviendas en el centro poblado. 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 136,45 millones de pesos a precios del 2013, ver la siguiente tabla.

**Tabla 5-71. Beneficios por aumento del precio de la vivienda.**

Viviendas Estimadas	Valor estimado por Vivienda	Aumento en el valor	Beneficios
91	\$ 50.000.000	3%	\$ 136.455.454

Fuente: Valoración Económica Ambiental S.A.S.

### 5.3.5 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

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	135 / 161	

eventos por cada 100.000 habitantes. Así, teniendo en cuenta la población afectada en el centro poblado, fue posible construir la tabla que se presenta a continuación, con el número de eventos estimado para el centro poblado.

**Tabla 5-72. Datos de accidentalidad, muertes y heridos.**

Evento	Por cada 100.000 habitantes	El Burro
Accidentes	435,5	1,62
Víctimas fatales	12,8	0,05
Heridos	81,3	0,30

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 1 y 2 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 31% 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 5-73. 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 143,0 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.

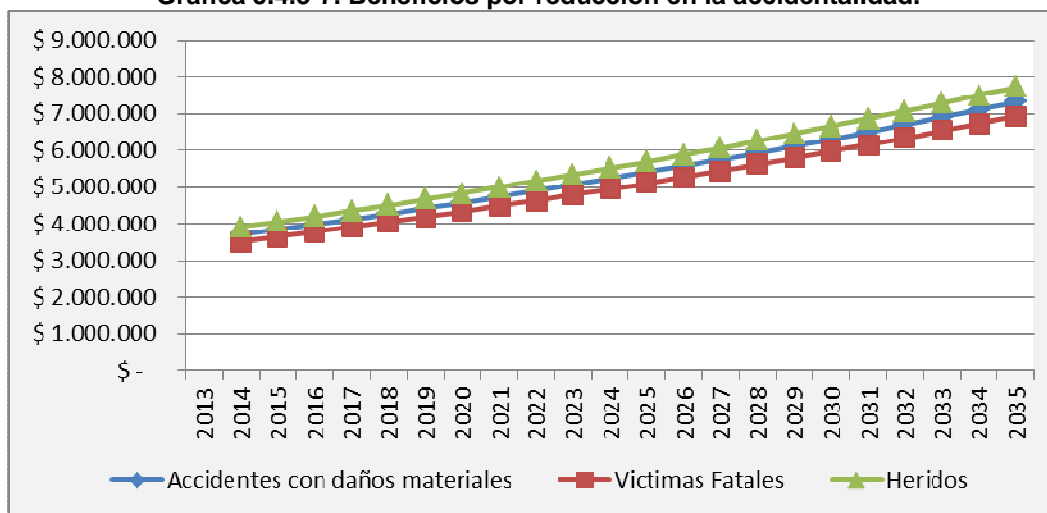
## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	136 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Gráfica 5.4.5-7. Beneficios por reducción en la accidentalidad.**



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

### 5.3.5.1 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 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	137 / 161	

**Tabla 5-74. 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.

### 5.3.5.2 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 5-75. Impuestos pagados por el proyecto.**

Impuestos	
Valor Total Básico	\$ 6.164.833.592
Porcentaje Utilidad	10%
Utilidad	\$ 616.483.359
Aportes Parafiscales	\$ 49.318.669
IVA	\$ 986.373.375
Total Impuestos	\$ 1.035.692.044

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	138 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por efectos fiscales asciende a 1.035,69 millones de pesos colombianos del 2013.

### 5.3.5.3 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”<sup>8</sup>.

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

**Tabla 5-76: Beneficios según programas del plan de inversión del 1%.**

Construcción de la variante	Costo en pesos
Variante El Burro	6.164.833.592
<b>Total para inversión (1%)</b>	<b>61.648.336</b>

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

De acuerdo con la tabla anterior, los beneficios del proyecto por el Plan de Inversión del 1%, ascienden a 61,64 millones de pesos a precios del 2013.

### 5.3.5.4 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 a precios del 2012.

**Tabla 5-77. 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*
<b>GESTIÓN AMBIENTAL</b>			
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**
	GA-04	manejo de residuos sólidos domésticos, industriales y peligrosos	\$ 144.000
	GA-05	Manejo morfológico y paisajístico	P.O**

<sup>8</sup> Parágrafo del artículo 43 de la Ley de 1993

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	139 / 161	

PROGRAMAS	FICHA	COSTOS	
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 144.000</b>	
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**
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 10.800.000</b>	
MANEJO DEL RECURSO AIRE (ABIÓTICO)	GA-10	Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	P.O**
<b>Subtotal</b>		<b>P.O**</b>	
MANEJO DEL SUELO (BIÓTICO)	GA-11	Manejo de remoción de cobertura vegetal, y descapote	P.O**
	GA-12	Salvamento de fauna silvestre	\$ 32.400.000
	GA-13	Manejo del aprovechamiento forestal	\$ 28.520.000
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 60.920.000</b>	
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	\$ 27.058.330
COMPENSACIÓN (BIÓTICO)	GA-16	Manejo de la compensación forestal	\$ 44.073.303
	GA-17	Pasos de fauna y señalización	\$ 33.200.000
	GA-18	Manejo hidrobiológico de peces	P.O**
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 104.331.633</b>	
GESTIÓN SOCIO-ECONÓMICA			
GESTIÓN SOCIAL	GS-19	Educación y capacitación ambiental al personal vinculado al proyecto	\$ 10.000.000
	GS-20	Información y participación comunitaria	\$ 15.280.000
	GS-21	Adquisición predial y traslado de población	P.O**
	GS-22	Apoyo a la capacidad de gestión institucional	P.O**
	GS-23	Capacitación y educación ambiental a la comunidad aledaña al proyecto	\$ 5.500.000
	GS-24	Contratación de mano de obra local	P.O**
	GS-25	Accesibilidad y seguridad de la población del área de influencia del proyecto	\$ 12.000.000
	GS-26	Apoyo al comercio local	\$ 12.000.000
	GS-27	Fomento a la seguridad vial	\$ 15.000.000
	GS-28	Restablecimiento de infraestructura	\$ 400.000
	GS-29	Manejo de redes de servicios públicos	\$ 40.000.000
<b>Subtotal</b>		<b>\$ 110.180.000</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>579.784.633</b>	

\*Los costos del personal aquí incluidos corresponden a la gestión socio-ambiental de la construcción de la variante El Burro.

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

Fuente: (Ambiotec Ltda., 2013)

### 5.3.5.5 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.

#### 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.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	140 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-78.** Volumen de aprovechamiento forestal por tramos.

	Volumen total	Volumen comercial
Aprovechamiento forestal	478,76 m <sup>3</sup>	340,08 m <sup>3</sup>

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 5-79.** Valor de las transferencias por aprovechamiento forestal.

	Valor total de las transferencias por tasa de aprovechamiento forestal.
Beneficios por aprovechamiento forestal	\$ 6.121.440

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 5-80.** Demanda de agua durante la construcción.

Caudal unitario (m <sup>3</sup> /día/km)	Distancia (Km)	Tiempo de Obra		% del tiempo de Suministro	Volumen total (m <sup>3</sup> )
		Meses	Días		
2	2,21	9	270	60%	716
Volumen total de agua (m <sup>3</sup> ) para dos calzadas					1.432

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 CORPOCESAR.

**Tabla 5-81.** Tasas por uso de agua.

Recurso	Tasa de Uso (\$/m <sup>3</sup> )	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Beneficios
Demanda de Agua durante Construcción	4,23	1.432	\$ 6.056

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

De acuerdo a lo anterior, el valor de los beneficios por este concepto es de \$6.056 pesos a precios del 2013.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					 RUTA DEL SOL S.A.S.
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	141 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### 5.3.5.6 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 hidrológico 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 las emisiones de CO<sub>2</sub> 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 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	142 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-82. Principales mercados de servicios ambientales de los bosques.**

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

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 5-83. 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
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>41</b>

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL., 2003)

<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO</b>					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	143 / 161	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 (478,76 metros cúbicos), el área total de aprovechamiento es aproximadamente 1,79 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 5-84. Costos por servicios ambientales del bosque**

Servicios Ambientales	Valores a 2003 (dólares/ha/año)	Valores a 2011 (dólares/ha/año)	Valores a 2013 (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
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>57</b>	<b>\$ 115.448,96</b>

Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2003) y cálculos (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Julio 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 5-85. Costos por servicios ambientales del bosque**

	M3 Aprovechamiento Forestal	Hectáreas	Costo por servicios ambientales
Variante El Burro	478,76	1,79	\$ 207.013

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

### 5.3.5.7 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 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	144 / 161

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 15,12% (Valoración Económica Ambiental S.A.S., Julio 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 53,6 millones de pesos de 2013.



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	145 / 161


Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-86 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			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
	<b>Costo variable promedio</b>		<b>\$ 1.197,33</b>	<b>\$ 1.485,83</b>	<b>\$ 2.245,22</b>									<b>\$ 59,87</b>	<b>\$ 74,29</b>
Costos Fijos (Mes)	Seguros		\$ 991.029,92	\$ 2.152.536,35	\$ 2.206.511,5			0%	0%	0%					
	Salarios y Prestaciones básicas		\$ 1.479.548,81	\$ 1.479.548,81	\$ 1.479.548,8			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	\$ 3.381.995			0%	0%	0%			\$ -	\$ -	\$ -
<b>Costo Total Fijo</b>		<b>\$ 3.761.391,11</b>	<b>\$ 6.840.896,83</b>	<b>\$ 7.281.717,0</b>									<b>\$ 73.977,44</b>	<b>\$ 73.977,44</b>	<b>\$ 73.977,44</b>
<b>Costo Total (por Km conducido por Mes)</b>	<b>\$ 891,47</b>	<b>\$ 2.800,42</b>	<b>\$ 1.589,14</b>	<b>\$ 2.198,43</b>	<b>\$ 3.003,73</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>				<b>\$ 44,57</b>	<b>\$ 140,02</b>	<b>\$ 67,57</b>	<b>\$ 82,00</b>	<b>\$ 119,97</b>

1. Valores a precios del 2013

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

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	146 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

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:

$$cdap_{\alpha} = \sum_{c=1}^c 35\% * DAP_{\alpha,c} * v_{\alpha,c}$$

Donde:

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


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 5-68. 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 II<sup>9</sup>. 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 412,2 millones de pesos colombianos a precios del 2013.

### 5.3.5.8 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 \$ 6.164.833.592 pesos de 2013. El valor en precios cuenta de los costos de construcción es de 4.719,6 millones de pesos.

<sup>9</sup> Se utiliza un valor de 16 pasos urbanos con base en las variantes a licenciar (Ambiotec, 2012).

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	147 / 161	

### 5.3.5.9 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 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 5-87. Procedencia de los clientes de la unidad de negocio.**


Procedencia de los clientes	Frecuencia	Porcentaje
De la vía	2	18,2%
Del poblado	0	0,0%
Del poblado y de la vía	9	81,8%
N.R.	0	0,0%
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: (Concesionaria Ruta Del Sol , 2010)

Según se observa en la tabla anterior el 81,8% de los clientes en establecimientos comerciales y de servicios en el municipio de El Burro provienen tanto del poblado como de la vía y el 18,2% proviene 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 100,0% de los clientes de los negocios afectados son usuarios de la vía (Procedentes de la vía y procedentes del poblado y de la vía) 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 zona<sup>10</sup>, 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 \$ 10.109.701 pesos. La siguiente tabla presenta el valor de las pérdidas entre el año 2013 y el 2016, a precios corrientes.

<sup>10</sup> 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 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	148 / 161	

**Tabla 5-88. Valor de las pérdidas de los pequeños negocios durante los primeros tres años de operación del proyecto.**

Año	2013	2014	2015	2016
Variante	\$ -	\$ 6.477.557,81	\$ 3.335.942,27	\$ 1.667.971,14

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

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 \$12.000.000, 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 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	149 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

### 5.3.5.10 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 5-89. Flujo de Costos del Proyecto en millones de pesos.**

Año	Costos del Proyecto (millones de pesos)																						
	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	0,207	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	53,6	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	412,2	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	4.720	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	6,5	3,3	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Costos	5.186	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Beneficios-Costos</b>	<b>-2.938</b>	<b>1.633</b>	<b>1.745</b>	<b>1.908</b>	<b>2.086</b>	<b>2.278</b>	<b>2.488</b>	<b>2.717</b>	<b>2.966</b>	<b>3.238</b>	<b>3.535</b>	<b>3.858</b>	<b>4.210</b>	<b>4.594</b>	<b>5.013</b>	<b>5.469</b>	<b>5.967</b>	<b>6.509</b>	<b>7.100</b>	<b>7.744</b>	<b>8.447</b>	<b>9.212</b>	<b>10.046</b>

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 5.195,6 millones de pesos. A continuación, se presentan los beneficios del proyecto:

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	150 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Tabla 5-90. Flujo de Beneficios por rubro del Proyecto en millones de pesos.**

Año	Beneficios del Proyecto (millones de pesos)																						
	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	340	329	360	393	430	470	513	560	612	668	730	797	870	949	1.036	1.131	1.234	1.346	1.469	1.602	1.748	1.907
Beneficios por Aumento de Confort en la Variante	0	1.288	1.407	1.538	1.680	1.836	2.005	2.190	2.392	2.611	2.851	3.112	3.397	3.708	4.046	4.415	4.818	5.256	5.734	6.255	6.824	7.443	8.118
Beneficios por aumento en el precio de la finca raíz	500	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	11,1	11,5	12,0	12,4	12,8	13,3	13,7	14,2	14,7	15,2	15,7	16,2	16,7	17,3	17,8	18,4	18,9	19,5	20,1	20,7	21,3	22,0
Beneficios de Efectos Fiscales	1.036	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%	61,6	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	594	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	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Beneficios</b>	<b>2.248</b>	<b>1.639</b>	<b>1.748</b>	<b>1.910</b>	<b>2.086</b>	<b>2.278</b>	<b>2.488</b>	<b>2.717</b>	<b>2.966</b>	<b>3.238</b>	<b>3.535</b>	<b>3.858</b>	<b>4.210</b>	<b>4.594</b>	<b>5.013</b>	<b>5.469</b>	<b>5.967</b>	<b>6.509</b>	<b>7.100</b>	<b>7.744</b>	<b>8.447</b>	<b>9.212</b>	<b>10.046</b>

Fuente: Concesión Ruta del Sol – Sector Dos. Cálculos Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7 – EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	151 / 161	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 10.046 millones de pesos. El valor presente neto de estos beneficios con una tasa de descuento del 8,5% asciende a 36.939,3 millones de pesos colombianos del 2013. La relación costo beneficio del proyecto con una tasa de descuento de 8,5% es de 7,11. Su cálculo se resume en la siguiente tabla:

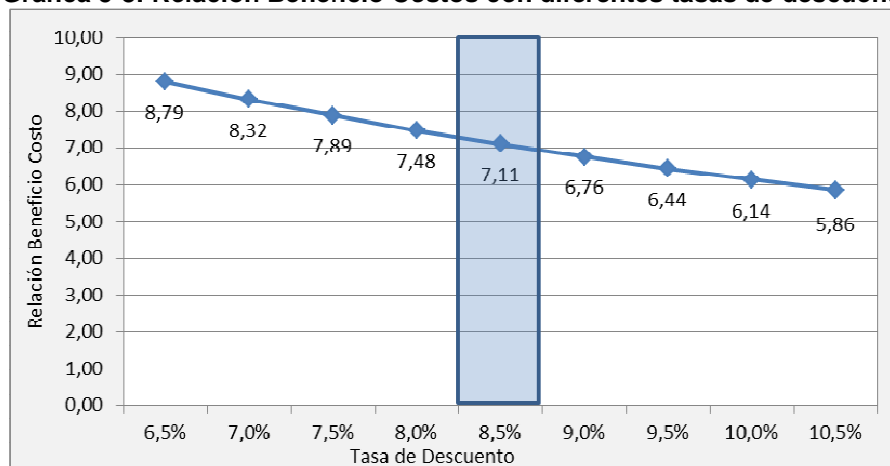
**Tabla 5-91. Cálculo de la Relación Beneficio/Costo.**

VP Beneficios del Proyecto (en millones de pesos)	VP Costos del Proyecto (en millones de pesos)	Tasa	RB/C
36.939,29	5.195,62	8,5%	7,11

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 5,86. La relación beneficio costos utilizando una tasa de descuento de 6,5% es de 8,79.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	152 / 161	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 8,79 a 5,86. Con una tasa del 8,5% el indicador costos beneficio es de 7,11. Es decir, por cada peso invertido en el proyecto la sociedad recibe 7,11 pesos. Usando la tasa de descuento más alta (10,5%), el proyecto sigue siendo rentable socioeconómicamente con un indicador costos beneficio de 5,86.

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., Julio 2013)

El valor presente neto de los beneficios del proyecto asciende a 36.939,3 millones de pesos de 2013. De los 36.939,3 millones de pesos a 2013 que constituyen los beneficios del proyecto, el 93,5% está representado por el ahorro en los costos de transporte y los beneficios por aumento en confort, el 0,4% por los beneficios en la reducción de la accidentalidad y el 1,4% por el aumento en los precios de la finca raíz. El 4,7% 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 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 5.195,6 millones de pesos de 2013. El 90,8% de estos costos corresponden a los costos de construcción de la variante. El 0,2% de los costos corresponden al impacto sobre el comercio local asociado con la vía, el 1,0% a las restricciones a la movilidad y el 7,9% a la reducción en el confort durante la construcción.



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	153 / 161

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 7*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variantes Tramo 7*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variante El Burro*. Bogotá.
- Ambiotec Ltda. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental Variante El Burro*. 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.
- Blaeijs 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](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/12707/lcmexg5e_TOMO_IVe.pdf)
- Concesionaria Ruta Del Sol . (2010). *Base de datos Unidades productivas*. Bogotá.
- 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](http://users.wpi.edu/~jzhu/dea/hbchapter1.pdf)
- DANE. (2005). *Boletín Censo General 2005 Perfil Pailitas, Cesar*. Recuperado el 05 de Febrero de 2012, de <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/cesar/pailitas.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):

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	154 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- [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.
- 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.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	155 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- 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 INSTITUTO 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: [http://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Usos%20de%20Recursos/Instrumentos%20economicos/20111007\\_guiavaloracion%20MAVDT%202003.pdf](http://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Usos%20de%20Recursos/Instrumentos%20economicos/20111007_guiavaloracion%20MAVDT%202003.pdf)
- Ministerio de Transporte. (2005). *Caracterización del Transporte en Colombia Diagnostico 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 Bascopé. (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.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	156 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

- 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.doc](http://www.mintransporte.gov.co/...vial/...ACCIDENTALIDAD_VIAL/.../A_Sem_Internac.doc). 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.
- 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](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*.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO					
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)	
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	157 / 161	Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

- 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. (Julio 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 7- EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	158 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

### 5.3.5.11 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 7- EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	159 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2


**Anexo 2. Matriz vehículos livianos hora máxima demanda día típico.**

Origen/Destino	Bogotá	Or M/lleña	Or Stider	Norte Cesar	Sur Cesar	F Boyacá	AMVA	Dorada	Guativala	Honda	Tolima	Arauca	Occ Stider	F Salgar	Norte Sinder	Atlántico	Bolívar	Berrio-Triunfo	Eje Cafetero	C/marca	Boyacá	M/lleña	Pácfico	Occ Atlántico	Or Ant	Gualjira	Cordoba-Sucre	Venezuela	Total
Bogotá	0.00%	1.73%	0.11%	1.90%	0.31%	0.43%	0.43%	0.43%	0.89%	0.43%	0.43%	0.43%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	0.89%	12.65%
P Boyacá	1.68%	0.04%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.58%
Norte Cesar	0.27%	1.52%	0.28%	3.39%	0.82%	0.00%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.10%
AMVA	6.67%	0.32%	0.19%	0.09%	0.00%	0.10%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	8.93%
Or M/lleña	0.94%	3.24%	0.89%	1.02%	0.23%	0.00%	0.03%	0.44%	0.00%	0.00%	0.12%	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%	7.74%
Occ Stider	0.72%	0.06%	1.94%	0.00%	0.16%	0.04%	0.59%	0.26%	0.00%	0.17%	0.63%	1.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.23%
Or Stider	0.86%	0.96%	0.29%	0.41%	0.90%	0.12%	0.28%	0.23%	0.00%	0.23%	0.00%	0.07%	1.01%	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%	5.93%
Sur Cesar	0.03%	0.10%	0.75%	1.17%	3.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.07%	0.00%	0.04%	0.06%	0.04%	0.04%	0.10%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.28%
Guativala	1.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.16%	0.44%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.36%
Atlántico	1.13%	0.40%	0.73%	0.65%	0.19%	0.00%	0.08%	0.13%	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%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.40%
Tolima-Amazonia	0.45%	0.15%	0.30%	0.11%	0.63%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.94%
Eje Cafetero	1.06%	0.00%	0.14%	0.00%	0.21%	0.31%	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%	2.33%
Bolívar	1.35%	0.28%	0.10%	0.05%	0.51%	0.00%	0.00%	0.12%	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%	2.27%
Or Ant	0.05%	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%	2.23%
Honda	0.48%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.15%	0.04%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.63%
Berrio-Triunfo	0.39%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	0.47%	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%	1.34%
Pácfico	0.10%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.09%	0.16%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.17%	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%	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%	0.00%	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	0.03%	0.00%	0.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	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%	0.67%
M/lleña	0.00%	0.35%	0.00%	0.14%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.53%
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%	0.04%	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%	0.39%
P Saiger	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%
Oriñoquia	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	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%	0.00%	0.00%	0.28%
Occ Atlántico	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%
Gualjira	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	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%	0.00%	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%	0.04%
Total	18.19%	9.70%	7.62%	7.52%	7.17%	6.22%	5.46%	4.77%	4.58%	3.71%	3.33%	3.46%	3.27%	2.55%	2.11%	1.99%	1.84%	1.46%	1.40%	1.00%	0.84%	0.56%	0.50%	0.46%	0.43%	0.36%	0.18%	100.00%	

Fuente: Steer Davies Gleave



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO				
Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	160 / 161



Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol Sector 2

**Anexo 3. Matriz Camiones pequeños hora máxima demanda día típico.**

Origen/Destino	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	Berrio-Triunfo	M/léna	Honda	Boyacá	Córdoba-Sucre	Gualira	Occ Ant	Or Ant	P Salgar	Orinoquia	Total
	10.13%	0.38%	1.27%	0.00%	0.00%	0.13%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	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%	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%	0.62%	1.18%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.39%	0.00%	0.00%	0.29%	0.00%	0.00%	0.00%	11.59%
	0.77%	0.65%	0.13%	0.72%	2.04%	0.78%	2.04%	0.26%	0.16%	0.26%	0.68%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.53%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	9.90%
	0.41%	4.24%	0.47%	1.28%	0.19%	0.00%	0.00%	0.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.65%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%	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%	0.55%	0.64%	1.11%	0.00%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	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%	0.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	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%	0.33%	0.09%	0.22%	0.00%	0.00%	0.19%	0.00%	0.13%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.84%
	2.69%	0.33%	0.32%	1.38%	0.00%	0.00%	0.07%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.81%
	0.38%	0.65%	0.26%	0.12%	0.31%	0.06%	0.34%	0.18%	0.69%	0.48%	0.00%	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.20%	0.17%	0.12%	0.00%	0.00%	0.37%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.09%
	0.08%	0.24%	0.25%	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.23%	0.43%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.74%
	0.40%	0.00%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.56%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.26%	0.21%	0.24%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	2.99%
	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.44%	0.00%	0.44%	0.13%	0.00%	0.86%	0.00%	0.05%	0.09%	0.81%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.17%	0.00%	0.00%	2.64%
	0.00%	0.14%	0.64%	0.40%	0.13%	0.30%	0.00%	0.00%	0.06%	0.00%	0.00%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.37%
	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%	0.09%	0.00%	0.09%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.16%
	1.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.20%	0.00%	0.32%	0.00%	0.00%	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%	2.12%
	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%	0.00%	0.13%	0.00%	0.10%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.92%
	0.14%	0.00%	0.34%	0.00%	0.00%	0.78%	0.00%	0.00%	0.11%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	1.83%
	0.00%	0.40%	0.50%	0.00%	0.12%	0.00%	0.44%	0.10%	0.00%	0.00%	0.13%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	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%
	0.00%	0.09%	0.00%	0.08%	0.21%	0.43%	0.04%	0.08%	0.00%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.27%
	0.34%	0.00%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	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%
	0.33%	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%	0.08%	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%	0.27%	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%	0.38%
	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	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%	0.00%	0.11%	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%
	0.06%	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%	0.00%	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%	0.08%	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%	8.07%	8.46%	8.24%	6.51%	6.38%	5.39%	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

**Anexo 4. Matriz Camiones Grandes hora máxima demanda día típico.**



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) VARIANTES TRAMO 7- EL BURRO



Código	Revisión	Fecha Aprobación	Acceso	(Hoja / Hojas)
PR-RS-GAM-0078	00	Julio 2013	Sin restricción	161 / 161

Proyecto Autopista Vial Ruta del Sol  
Sector 2

Origen/Destino	Or/M/lena	Bogotá	Or/M/lena	Norte Cesar	Bolívar	Atlántico	AMVA	Tolima-Amazonia	Or Snder	Occ Snder	Pacifico	Norte Snder	Dorada	Eje Cafetero	Orinoquia	Sur Cesar	P Boyacá	Gualjira	Berrio-Triunfo	Gualjira	Or Ant	Córdoba-Sure	Occ Ant	C/marca	Venezuela	P Salgar	Honda	M/lena	Total
Or/M/lena	2.73%	0.61%	9.57%	0.68%	0.09%	0.28%	0.50%	0.78%	0.26%	0.12%	0.18%	0.77%	0.07%	0.42%	0.19%	0.15%	0.05%	0.06%	0.15%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	17.65%
Bogotá	0.00%	0.51%	0.39%	4.29%	2.96%	1.93%	0.21%	0.32%	1.12%	0.09%	0.00%	0.12%	0.19%	0.07%	0.35%	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.18%	0.00%	0.35%	0.04%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	14.47%
Norte Cesar	0.28%	10.49%	0.56%	0.00%	0.47%	0.00%	0.68%	0.00%	0.00%	0.00%	0.35%	0.03%	0.16%	0.07%	0.48%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.88%
Bolívar	7.92%	0.00%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.32%	0.26%	0.65%	0.31%	0.60%	0.00%	0.00%	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.25%	0.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	9.98%
Atlántico	4.80%	0.15%	0.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.38%	0.10%	0.07%	0.73%	0.08%	0.20%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	7.13%
Occ Snder	1.19%	0.38%	0.00%	0.00%	0.35%	0.47%	0.77%	0.13%	0.28%	0.48%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.13%	0.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.91%
AMVA	2.30%	0.15%	0.07%	0.23%	0.00%	0.00%	0.90%	0.10%	0.23%	0.00%	0.15%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	0.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.83%
Or Snder	0.00%	0.24%	0.38%	0.69%	0.28%	0.03%	0.51%	0.00%	0.79%	0.46%	0.09%	1.11%	0.07%	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.58%
Pacifico	0.00%	0.24%	0.38%	0.69%	0.28%	0.03%	0.51%	0.00%	0.79%	0.46%	0.09%	1.11%	0.07%	0.24%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.88%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.07%
Tolima-Amazonia	0.21%	0.00%	0.00%	0.60%	0.46%	0.64%	0.12%	0.66%	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%	3.69%
Orinoquia	0.00%	0.00%	0.97%	1.16%	0.03%	0.06%	0.00%	0.00%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.66%
Eje Cafetero	0.20%	0.24%	0.09%	0.00%	0.46%	0.00%	0.00%	0.68%	0.28%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	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%
Norte Snder	0.00%	0.48%	0.00%	0.00%	0.15%	0.00%	0.00%	0.15%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.76%
C/marca	0.19%	0.00%	0.00%	0.46%	0.38%	0.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.55%
Berrio-Triunfo	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.69%	0.03%	0.08%	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%	1.29%
Sur Cesar	0.68%	0.42%	0.69%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.68%	0.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.26%
Gualjira	0.90%	0.00%	0.00%	0.00%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.18%
Boyacá	0.00%	0.00%	0.03%	0.20%	0.41%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.92%
P Boyacá	0.16%	0.00%	0.00%	0.09%	0.05%	0.04%	0.68%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	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%	0.92%
Honda	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	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%	0.77%
Gualjira	0.41%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.58%
Occ Ant	0.11%	0.00%	0.00%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.38%
Dorada	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	0.00%	0.11%	0.03%	0.03%	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%	0.38%
P Salgar	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%	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%	0.21%
Córdoba-Sure	0.00%	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%
M/lena	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%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%
Total	22.04%	14.84%	14.17%	8.03%	6.76%	4.77%	4.19%	3.75%	3.55%	2.54%	2.51%	1.69%	1.44%	1.28%	1.18%	1.18%	1.15%	1.08%	0.98%	0.92%	0.60%	0.56%	0.53%	0.47%	0.22%	0.21%	0.19%	100.00%	

Fuente: Steer Davies Gleave

