

**MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 00606 DE 2017
PARA EL PROYECTO
CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO
UF 1 Y 3 – AUTOPISTA AL MAR 1**



Para:



Elaborado por:



Medellín

Junio de 2018

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

TABLA DE CONTENIDO

10	EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	1
10.1	VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	4
10.1.1	Costos	4
10.1.2	Beneficios.....	27
10.2	ANÁLISIS BENEFICIO COSTO	34
10.3	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	39
10.3.1	Cambio en la Tasa Social de Descuento (TSD).....	39
10.3.2	Cambio en los costos ambientales	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 10-1.	Variación en los Beneficios Ambientales en Totales EIA versus Modificación de Licencia	36
Figura 10-2.	Variación en los Costos Ambientales Totales en EIA versus Modificación de Licencia	36
Figura 10-3.	Comparativo del indicador de RBC para EIA y Modificación de Licencia	37
Figura 10-4.	Comparativo del indicador de Test VPN para EIA y Modificación de Licencia	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 10-1.	Impactos Ambientales identificados y Bienes y Servicios ecosistémicos asociados	2
Tabla 10-2.	Indicador de Línea Base y Cuantificación Biofísica de los Impactos Valorados	3
Tabla 10-3.	Valor por Pérdida de Captura de CO ₂	5
Tabla 10-4.	Densidad de nutrientes contenidos en el suelo	6
Tabla 10-5.	Precio comercial de los nutrientes análogos	6
Tabla 10-6.	Valor por Alteración a la producción de nutrientes del suelo	6

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-7.	Comparativo Valor por Alteración a la producción de nutrientes del suelo	7
Tabla 10-8.	Resumen Comparativo del Impacto Cambio en las características del suelo	8
Tabla 10-9.	Costo de reparaciones por movimientos en masa.....	8
Tabla 10-10.	Valoración Económica Anual por la reparación de los movimientos en masa	9
Tabla 10-11.	Flujo de caja y Valor Económico de la Generación y/o activación de procesos denudativos	9
Tabla 10-12.	Comparativo del Valor de uso directo de la madera	10
Tabla 10-13.	Comparativo del Valor de Alteración régimen de escorrentía	11
Tabla 10-14.	Comparativo del Valor de Alteración régimen de retención de sedimentos ..	12
Tabla 10-15.	Comparativo del Valor de la Disminución capacidad de captura de CO ₂	13
Tabla 10-16.	Resumen Comparativo del Impacto Modificación de la cobertura vegetal	13
Tabla 10-17.	Valor estimado de Afectación a comunidades faunísticas y hábitats naturales	14
Tabla 10-18.	Comparativo del Valor Económico para la Afectación de hábitats para la fauna	21
Tabla 10-19.	Valoración de la Afectación sobre especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural.....	23
Tabla 10-20.	Flujo de caja de la Afectación sobre especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural.....	26
Tabla 10-21.	Comparativo del Valor Económico para el impacto total sobre la fauna	27
Tabla 10-22.	Nómina requerida para el desarrollo y administración del proyecto.....	28
Tabla 10-23.	Cálculo del beneficio anual por la Generación de empleo	30
Tabla 10-24.	Valor Presente Neto del beneficio por la Generación de empleo.....	31
Tabla 10-25.	Estimación del valor invertido correspondiente a los Municipios del AI	33
Tabla 10-26.	Valoración económica de la Dinamización de la economía local.....	34
Tabla 10-27.	Comparación de Impactos Valorados Económicamente y RBC	35
Tabla 10-28.	Análisis de sensibilidad ante cambios en la TSD.....	40
Tabla 10-29.	Sensibilidad de los resultados ante cambios en la TSD	41
Tabla 10-30.	Análisis de sensibilidad ante cambios en los Costos Ambientales	41
Tabla 10-31.	Sensibilidad de los resultados ante cambios en los costos	42

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 Devimar SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

LISTA ECUACIONES

Ecuación 1.	Estimación de la RBC	37
Ecuación 2.	Estimación del Test VPN.....	38

LISTA DE ANEXOS

Anexo 10.1 Memorias de Cálculo VEI para las UF 1 y 3

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Los proyectos de infraestructura pesada traen cambios en las condiciones físicas, bióticas y socioeconómicas de los territorios en los cuales son desarrollados. Estos cambios generan tanto efectos positivos como negativos en los ecosistemas y en la sociedad, y por tanto es importante determinar si las poblaciones que van a percibir directamente los cambios en el medio ambiente, no se verán significativamente afectadas por las actividades y obras del proyecto y si realmente considera a éste como un impulso al crecimiento económico y al desarrollo sostenible de su territorio. Para dar respuesta a estas cuestiones, es necesario el uso de técnicas y métodos de valoración para hallar una monetización de los impactos sobre los bienes y servicios ecosistémicos (BSE) que serán afectados por el emplazamiento del proyecto, para determinar el Valor Económico Total (VET), teniendo en cuenta no solo el valor de Uso Directo por el disfrute de los BSE sino también los valores de no uso derivados de la existencia y su posibilidad de legado.

De acuerdo con el análisis de las obras objeto de Modificación de la Licencia Ambiental dentro del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel – San Jerónimo UF 1 y 3 - Autopista al Mar 1”, se encontró que los impactos ya identificados en el Capítulo 10. Evaluación Económica Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), y que fueron validados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) de acuerdo con el expuesto en el numeral 9.2 “*Consideraciones sobre la Evaluación Económica de Impactos*” (páginas 189 a 197) del Concepto Técnico No. 01712 del 21 de abril de 2017, y que soporta la Resolución No. 00606 de 25 de mayo de 2017, por la cual se concede Licencia Ambiental a este proyecto. Se determina que los impactos se mantienen y no hay generación de nuevos efectos a causa de esta modificación.

Con el reconocimiento de los impactos, para la presente evaluación económica se actualizaron los indicadores económicos de acuerdo con los cambios y la manifestación de los efectos de estos impactos en los BSE relacionados, como lo sugiere ANLA, y que ha sido manifestado en reuniones de trabajo técnicas y como lo expresan los Manuales de Valoración Económica, el más reciente aprobado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con la Resolución No. 1669 de 15 de agosto de 2017¹. De esta forma, actualizar las cuantificaciones biofísicas de cada impacto permitió identificar los cambios más significativos y relevantes, objeto de la actualización de los indicadores económicos asociados al proyecto incluyendo las obras de Modificación de Licencia Ambiental expuestas en el presente documento.

Para el tramo en estudio se proyecta, en términos generales, la ocupación de mayor área en chaflanes de corte y/o relleno para el mejoramiento de la estabilidad geotécnica, ampliación del área licenciada para adecuar accesos industriales a sitios de cimentación de puentes y muros para facilitar el desplazamiento de maquinaria, reposición de accesos

¹ Reuniones técnicas entre los Grupos de Valoración Económica de la ANLA y SAG S.A. y el Manual de “Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental” aprobado mediante la Resolución No. 1669 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del 15 de agosto de 2017.

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

veredales, incorporación de nuevos ZODMES, trámite de nuevos permisos de ocupación de cauce, concesión de aguas y vertimientos, entre otros tipos de modificaciones. El análisis de valoración de la actual Modificación contempla 105,78 hectáreas adicionales al área licenciada por medio de la Resolución No. 0606 del 25 de mayo 2017 de la ANLA. Esta modificación, además considera implícitamente los ajustes realizados para las obras de modificación relacionados en La Frisola y el Polvorín, y de la cual inició su evaluación mediante el Auto No. 04600 de 13 de octubre de 2017.

Como ya se mencionó, las obras y actividades asociadas a esta Modificación de Licencia Ambiental no generan nuevos impactos y además las calificaciones de importancia ambiental se conservan, toda vez que la manifestación e intensidad de los impactos, están bien definidos en el EIA. Es por esta razón, que para la evaluación económica se retoman los impactos identificados como significativos y relevantes, tal como se muestra en la Tabla 10-1 y se conservan las metodologías de cuantificación monetaria utilizadas en el EIA.

En el Anexo 10.1 Memoria de cálculo, se sustentan los valores hallados para las obras de Modificación de Licencia y los hallados previamente en EIA; sin embargo, es importante mencionar que para los impactos que no son actualizados o que los valores monetarios se mantienen, se retoman los cálculos realizados en el primer estudio y que fueron evaluados por la ANLA mediante el Concepto Técnico No. 01712 del 21 de abril de 2017, que soporta la Resolución No. 00606 de 25 de mayo de 2017.

Tabla 10-1. Impactos Ambientales identificados y Bienes y Servicios ecosistémicos asociados

Impacto	Bien y/o Servicio Ecosistémico valorado
Cambio en las características de los suelos	Pérdida de captura de CO ₂
	Alteración a la producción de nutrientes del suelo
Generación y/o activación de procesos denudativos	Costo reparaciones por movimientos de remoción en masa
	Reducción costos generalizados de transporte
Modificación de la cobertura vegetal	Valor Uso Directo de la madera
	Alteración régimen de escorrentía
	Alteración régimen de retención de sedimentos
	Disminución capacidad de captura de CO ₂
Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural	Pérdida biodiversidad (Hábitat)
	Efectos sobre las especies
Cambios en los costos generalizados del transporte	Ahorro en costos de operación
	Ahorro en tiempos de viaje

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Impacto	Bien y/o Servicio Ecosistémico valorado
Generación de empleo	Relaciones de intercambio y comercio
Dinamización de la economía local	Relaciones de intercambio y comercio

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Una vez revisados estos impactos, se encontró que aquellos que debían actualizarse eran los relacionados con el “Cambio en las características de los suelos”, “Modificación en la cobertura vegetal” y “Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural” debido a que estos tres (3) impactos presentan cambios en la valoración de algunos de sus BSE relacionados (áreas de afectación y manifestación de los impactos) y por tanto, la valoración económica debe ajustarse a las nuevas especificaciones del proyecto. Es de anotarse que, los valores de áreas de suelo, coberturas vegetales y algunos Precios de Mercado de los BSE son actualizados como resultado de la actualización del proyecto incluyendo las obras de Modificación de Licencia Ambiental.

Por otra parte, la actualización en el impacto “Dinamización de la economía local” es producto de la atención al Requerimiento No. 14 de la ANLA de acuerdo con el Acta No. 34, soporte de la Reunión de Información Adicional del 20 de abril de 2018 en desarrollo del trámite administrativo de Modificación de Licencia Ambiental iniciado mediante Auto 00943 del 7 de marzo de 2018.

A continuación, se relacionan en la Tabla 10-2 los Indicadores de Línea Base y la respectiva Cuantificación Biofísica de los impactos identificados en los estudios ambientales; esto como el primer paso para los análisis de valoración económica. Posteriormente, se procede al uso de técnicas de evaluación económica para encontrar el valor de los impactos mencionados, especialmente de aquellos que son susceptibles de cambio por la presente Modificación.

Tabla 10-2. Indicador de Línea Base y Cuantificación Biofísica de los Impactos Valorados

Impacto	Indicador de Línea Base	Cuantificación Biofísica
Cambio en las características de los suelos	Área de suelo posible a intervenir (ha)	105,78
	Densidad de nutrientes contenidos en el suelo (Ton / ha)	Potasio (K): 4,22 Calcio (Ca): 48,46 Magnesio (Mg): 24,71
Generación y/o activación de procesos denudativos	Cantidad de derrumbes esperados en un año	3
Modificación de la cobertura vegetal	Área de vegetación a intervenir (ha)	20,35
	Volumen de madera por tipo de cobertura vegetal (m ³ / ha)	Bosque de galería: 367,191 Veg. Secundaria alta: 138,538 Veg. Secundaria baja: 7,695

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Impacto	Indicador de Línea Base	Cuantificación Biofísica
Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural	Parches de hábitats para la fauna	183 parches
	Área de hábitats naturales y seminaturales de fauna (ha)	1.907,91 ha
	Número de especies potencialmente a afectar con el proyecto	34 especies de fauna
Cambios en los costos generalizados del transporte	Número de vehículos proyectados a transitar por la vía entre el 2022 y 2045	Autos: 148.838.970 Buses: 15.142.390 Camiones: 34.139.910
Generación de empleo	Número de empleos requeridos por el proyecto	1.003
Dinamización de la economía local	Valor de la Inversión del proyecto	\$ 814.781.923.890

Fuente: SAG, 2018

Finalmente, es importante resaltar que la metodología empleada y las valoraciones de los impactos que se consideran no tienen un cambio asociado a la Modificación de Licencia Ambiental, se mantienen de acuerdo a los análisis presentados en el EIA teniendo en cuenta que estos fueron evaluados y avalados por la ANLA mediante el Concepto Técnico No. 01712 del 21 de abril de 2017, que soporta la Resolución No. 00606 de 25 de mayo de 2017.

10.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este apartado se explica la forma en que se actualizó la valoración económica de los impactos identificados en la etapa de EIA y, que son susceptibles de cambios por esta Modificación de Licencia Ambiental o por los Requerimiento de la ANLA de acuerdo con el Acta No. 34 del 20 de abril de 2018, en la Reunión de Información Adicional.

10.1.1 Costos

10.1.1.1 Cambio en las características de los suelos

Para estimar el valor monetario de las afectaciones sobre el elemento suelo, en el EIA fue empleado el Método de Precios de Mercado, con el que se determinó el valor por la pérdida en la capacidad de captura de carbono del suelo y la pérdida por la alteración en la producción de nutrientes del suelo, correspondiente a los BSE asociados a este impacto. Para el análisis de este Modificación de Licencia Ambiental, se mantienen los supuestos del Índice de Captura de Carbono y se toma el área del proyecto actualizada que incluye la nueva área objeto de licenciamiento y se actualizan los precios de mercado de las Reducciones Certificadas de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CER por

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

sus siglas en inglés), el tipo de cambio del peso colombiano con el Euro y los precios de mercado de los nutrientes del suelo hallados para el EIA.

- **Pérdida de captura de CO₂**

Con las obras y actividades de la Modificación de Licencia que pretenden ampliar la calzada de la vía, serán afectadas unas fracciones de suelo donde se construirá dicha ampliación y las obras asociadas a su construcción como son taludes y Zodmes. Por tanto, la capacidad de fijación y secuestro de carbono que tiene el suelo, será alterado negativamente. Para determinar el valor económico, se toma como base el índice de capacidad de fijación de carbono del suelo en clima cálido y de capacidad moderada de fijación referenciado en Dossman (2009) que arroja un valor de 311,95 Ton CO₂/ha/año, como fue expuesto en el EIA. El precio promedio entre enero y agosto de 2017 del CER² y del Euro³ respecto al Peso colombiano fue de 0,25€/Ton/CO₂ y \$ 3.291,75, respectivamente, como puede verificarse en el Anexo 10.1 - Memorias de Cálculo, que soporta los cálculos realizados. En la Tabla 10-3 se presenta el Valor Económico estimado para la pérdida de captura de CO₂ actualizado para el proyecto incluyendo las obras objeto de la Modificación de Licencia Ambiental.

Tabla 10-3. Valor por Pérdida de Captura de CO₂

Mar 1 UF 1 y 3	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área total (ha)	64,31	105,78
Valor Económico Anual Captura Carbono	\$ 26.845.711,37	\$ 27.155.350,05
VPN (12%; 25 años)	\$ 237.400.360	\$ 240.138.538

Fuente: SAG, 2018

Aunque el precio de los bonos CER ha experimentado un descenso de casi un 50% en relación a los datos utilizados previamente en EIA, y el tipo de cambio del peso colombiano respecto al Euro se han mantenido en valores muy cercanos a los empleados en el mismo estudio. El Valor Económico del impacto asociado al Servicio Ecosistémico de captura de CO₂ presenta un leve aumento a lo hallado en EIA; esto se explica por el aumento en el área a licenciar (de 64,31 ha a 105,78 ha) con el proyecto que corresponde a las obras complementarias (por la modificación) a la construcción de la UF 1 y 3, tal como puede contrastarse en el Anexo 10.1 – Memoria de Cálculo. Es importante resaltar que al interior de la nueva área de intervención del proyecto (105,78) se incluyen tipos de coberturas como: Ríos, Red vial y ferroviaria, Zonas industriales o comerciales y Otras explotaciones mineras.

² Precio de los bonos CER: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2> , consultado el 14 de septiembre de 2017

³ Tipo de cambio mensual EUR/COP: <https://www.investing.com/currencies/eur-cop-historical-data>, consultado el 14 de septiembre de 2017

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

- **Alteración a la producción de nutrientes del suelo**

Para determinar el nuevo valor por la Alteración a la producción de nutrientes del suelo, se toma como insumo principal el muestreo que establece la cantidad de nutrientes contenidos por hectárea de suelo a una profundidad de 50 cm presentado en el EIA y cuyos resultados se muestran en la Tabla 10-4.

Tabla 10-4. Densidad de nutrientes contenidos en el suelo

Conversión		Ton/ha
Potasio (K)	Cloruro de Potasio (KCl)	4,22
Calcio (Ca)	Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	48,46
Magnesio (Mg)	Sulfato de Magnesio (MgSO ₄)	24,71

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Para calcular el valor económico por esta afectación, se toma la cantidad potencial de nutrientes contenidos en el suelo y se multiplican por el precio comercial de los suplementos nutricionales análogos existentes en el mercado. En la Tabla 10-5 se indican los precios comerciales de los nutrientes análogos que soportan el cálculo del Valor del impacto en la etapa de Modificación de Licencia Ambiental.

Tabla 10-5. Precio comercial de los nutrientes análogos

Nombre comercial	Unidad	Precio (\$)
Cloruro de Potasio (KCl)	Ton	644.006,6 ⁴
Carbonato de Calcio (CaCO ₃)	50 kg	17.000 ⁵
Sulfato de Magnesio (MgSO ₄)	Ton	649.020 ⁶

Fuente: SAG, 2017

De esta forma, el Valor actualizado de los precios de nutrientes para 2017, generan un ajuste en las cuantificaciones monetarias como se relaciona en la Tabla 10-6.

Tabla 10-6. Valor por Alteración a la producción de nutrientes del suelo

Nutriente	Valor comercial (\$/Ton)	Valor económico (\$/ha)	Valor económico por hectárea (\$/ha)	Valor económico total del impacto (\$)	VPN (12%; 25 años)

⁴ Precio comercial del Cloruro de Potasio <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=cloruro-de-potasio&meses=12&moneda=cop>, consultado el 14 de septiembre de 2017.

⁵ Precio comercial del Carbonato de Calcio <http://www.iagros.com/>, consultado el 14 de septiembre de 2017.

⁶ Precio comercial del Sulfato de Magnesio <https://co.all.biz/sulfato-de-magnesio-sulfato-de-magnesio-g3402289UA#.WbmWosjiUk>, consultado el 14 de septiembre de 2017.

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Nutriente	Valor comercial (\$/Ton)	Valor económico (\$/ha)	Valor económico por hectárea (\$/ha)	Valor económico total del impacto (\$)	VPN (12%; 25 años)
Cloruro de potasio	\$ 644.007	\$ 2.715.499	\$ 35.225.309	\$ 3.712.043.088	\$ 32.950.714.337
Carbonato de calcio	\$ 340.000	\$ 16.475.278			
Magnesio	\$ 649.020	\$ 16.034.532			

Fuente: SAG, 2018

Con la actualización de los precios de mercado, se procede a la estimación del valor económico por la alteración a la producción de nutrientes del suelo; para ello se considera el área total a afectar, que es actualizada con las obras de la Modificación de Licencia Ambiental, tal como se presenta en la Tabla 10-7.

Tabla 10-7. Comparativo Valor por Alteración a la producción de nutrientes del suelo

Mar 1 UF 1 y 3	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área total (ha)	64,31	105,78
Valor Económico Anual pérdida de nutrientes (\$)	\$ 1.033.428.982,21	\$ 3.726.133.211
VPN (12%; 25 años)	\$ 9.077.966.542,30	\$ 32.950.714.337

Fuente: SAG, 2018

El ascenso del Costo ambiental por Alteración a la producción de nutrientes del suelo de \$ 9.077.966.542,30 a \$ 32.950.714.337, está explicado por el aumento significativo en el área de suelo a afectar de 64,31 ha a 105,78 ha en total; y a la vez, por la actualización de los precios de mercado de los nutrientes análogos del suelo que sufrieron variaciones en el último año: el precio del Cloruro de Potasio (KCl) disminuyó en 28,87% es decir, pasó de \$ 868.733 a \$ 644.006,6 (por tonelada); mientras que los precios del Carbonato de Calcio (CaCO_3) y Sulfato de Magnesio (MgSO_4), aumentaron en 126,67% y 212,03% respectivamente. El precio del Carbonato de Calcio (CaCO_3) pasó de \$ 7.500 a \$ 17.000 (por 50 kg) y el precio de Sulfato de Magnesio (MgSO_4) varió de \$ 208.000 a \$ 649.020 (por tonelada).

Finalmente, en la Tabla 10-8 se observa el cuadro comparativo para el Valor Económico del impacto de Cambio en las características fisicoquímicas de los suelos estimado en el EIA y en la actualización que incluyen las obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental. Es de resaltar, que este valor aumenta de acuerdo con las características encontradas con la Modificación de Licencia Ambiental y que fueron expuestas anteriormente, de esta forma, la estimación del valor económico de este impacto es de \$ 33.190.852.875,60.

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-8. Resumen Comparativo del Impacto Cambio en las características del suelo

BSE	Valor EIA	Modificación de Licencia
Servicio de los suelos captura de carbono	\$ 237.400.360	\$ 240.138.538
Alteración en producción de nutrientes del suelo	\$ 9.077.966.542	\$ 32.950.714.337
VPN (12%; 25 años)	\$ 9.315.366.902,53	\$ 33.190.852.875,60

Fuente: SAG, 2018

10.1.1.2 Generación y/o activación de procesos denudativos

Para la valoración de este impacto se consideraron los costos inducidos para la reparación de daños por movimientos erosivos en masa y los ingresos potenciales perdidos por los cierres de las vías, toda vez que la importancia severa, se concentra en las actividades de construcción tanto de la vía como del túnel. Por esta razón, para el cálculo del valor económico de este impacto se consideran dos (2) aspectos relevantes para la estimación: El costo de reparación por movimientos en masa y la reducción en los costos generalizados de transporte. En la Tabla 10-9 se muestra el costo unitario desagregado por actividad para la reparación por movimientos en masa, utilizando para ello los datos presentados en el EIA, los cuales fueron evaluados y aprobados por la ANLA dentro del proceso de licenciamiento ambiental del proyecto. En el Anexo 10 1_Memorias de Cálculo VEI UF 1 y 3 se encuentra el detalle de estas estimaciones.

Tabla 10-9. Costo de reparaciones por movimientos en masa

Actividades	Costo de reparación unitario	Años de mantenimiento
Remoción de derrumbes	\$ 117.532.000	20
Reparación de obras de drenaje	\$ 379.322.880	20
Reparación de vías	\$ 1.139.415.600	20
Reparación de muros de sostenimiento	\$ 957.696.000	20
Costo total	\$ 2.593.966.480	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

En la Tabla 10-10 se cuantifica el costo anual de la reparación de movimientos en masa. Para esto se retoma el valor estimado de los costos de reparación y se multiplica por el número de derrumbes o deslizamientos registrados en el último año en la zona del proyecto. De acuerdo con la información del EIA, se encontró que en promedio en el área de estudio se pueden presentar anualmente tres (3) derrumbes o deslizamientos. Al multiplicar los costos por el número de derrumbes, se encontró que el valor económico de este aspecto asciende a \$ 7.781.899.440.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-10. Valoración Económica Anual por la reparación de los movimientos en masa

Número promedio de derrumbes al año	Costo de reparaciones por movimiento en masa	Costo Total reparaciones por movimiento en masa
3	\$ 2.593.966.480	\$ 7.781.899.440

Fuente: SAG, 2018

Para el cálculo de los ingresos perdidos por el cierre de la vía, se consideró la variación del precio generalizado del transporte suponiendo una reducción de la velocidad durante la ocurrencia de un derrumbe o deslizamiento; para ello, como se expone en el EIA, es necesario tomar como referencia el flujo de vehículos proyectado para el período 2022–2042 para establecer un valor anual. En el Anexo 10 1_Memorias de Cálculo VEI UF 1 y 3 se encuentra el detalle de estas estimaciones.

En la Tabla 10-11 se muestra el flujo de caja proyectado para los dos aspectos enunciados anteriormente, así como el cálculo Valor Presente Neto (VPN) asociado a las pérdidas por el impacto de Generación y/o activación de procesos denudativos, el cual asciende a \$ 59.150.635.690.

Tabla 10-11. Flujo de caja y Valor Económico de la Generación y/o activación de procesos denudativos

Año	Reducción costos generalizados de transporte	Costo de reparaciones por movimientos en masa	Costo Total Año
2022	\$ 31.956.823	\$ 7.781.899.440	\$ 7.813.856.263
2023	\$ 33.421.072	\$ 7.781.899.440	\$ 7.815.320.512
2024	\$ 34.759.546	\$ 7.781.899.440	\$ 7.816.658.986
2025	\$ 35.980.745	\$ 7.781.899.440	\$ 7.817.880.185
2026	\$ 37.235.937	\$ 7.781.899.440	\$ 7.819.135.377
2027	\$ 38.537.019	\$ 7.781.899.440	\$ 7.820.436.459
2028	\$ 39.883.992	\$ 7.781.899.440	\$ 7.821.783.432
2029	\$ 41.281.104	\$ 7.781.899.440	\$ 7.823.180.544
2030	\$ 42.728.356	\$ 7.781.899.440	\$ 7.824.627.796
2031	\$ 44.234.247	\$ 7.781.899.440	\$ 7.826.133.687
2032	\$ 45.718.891	\$ 7.781.899.440	\$ 7.827.618.331
2033	\$ 47.166.143	\$ 7.781.899.440	\$ 7.829.065.583
2034	\$ 48.554.757	\$ 7.781.899.440	\$ 7.830.454.197
2035	\$ 49.851.591	\$ 7.781.899.440	\$ 7.831.751.031
2036	\$ 51.035.397	\$ 7.781.899.440	\$ 7.832.934.837
2037	\$ 52.064.535	\$ 7.781.899.440	\$ 7.833.963.975
2038	\$ 52.905.012	\$ 7.781.899.440	\$ 7.834.804.452
2039	\$ 53.490.542	\$ 7.781.899.440	\$ 7.835.389.982
2040	\$ 54.025.931	\$ 7.781.899.440	\$ 7.835.925.371
2041	\$ 54.565.570	\$ 7.781.899.440	\$ 7.836.465.010
2042	\$ 55.109.458	\$ 7.781.899.440	\$ 7.837.008.898
VPN (TSD 12%; 25 años)			\$ 59.150.635.690

Fuente: SAG, 2018 basado en datos de Consultoría Colombiana (2016)

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Finalmente, al analizar las obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental no se alteran las variables que influyen sobre el cálculo del Valor Económico de esta afectación, debido a que los análisis son planteados para el área total de estudio y los supuestos se aplican en el área de influencia indirecta del proyecto, por tanto, el aumento del área afectar está incluido dentro del área de estudio, no siendo necesario la actualización de las variables; por ejemplo, aunque se requiere un área mayor de intervención, el promedio de tres (3) derrumbes anuales no está influenciado por el tamaño o total de área a afectar por el proyecto. En conclusión, se conservan los datos y supuestos empleados en el EIA y por consiguiente, la valoración económica estimada coincide para los análisis de la Modificación de Licencia Ambiental, es decir, que el valor monetario del impacto Generación y/o activación de procesos denudativos no cambia con las obras de Modificación de Licencia.

10.1.1.3 Modificación de la cobertura vegetal

Con el ajuste en el área del proyecto, incluyendo las áreas asociadas a las obras objeto de la Modificación de Licencia Ambiental, las hectáreas de coberturas vegetales que serán afectadas aumentan de 11,26 ha a 20,35 ha. Para el cálculo del Valor Económico del impacto Modificación de la cobertura vegetal se mantienen los supuestos e indicadores de regulación hídrica y captura de carbono, al igual que los precios de mercado de la madera comercial y de la leña, presentados en el EIA; actualizándose las áreas de coberturas vegetales, tarifas de acueducto y precio de los bonos CER. A continuación, se presenta el análisis para los BSE afectados por la Modificación de la cobertura vegetal.

- **Valor de uso directo de las coberturas: Valor de la madera**

Para la estimación de este valor económico se conservaron los volúmenes de madera por hectárea que cada cobertura ostenta, los precios de la madera comercial de *Ceiba Pentandra* y madera de leña planteados en el EIA, y además del supuesto de que el 20% sería vendido como madera comercial y el resto como madera de leña. En el Anexo 10.1 – Memoria de cálculo se describe el proceso operativo y se evidencia que el valor encontrado equivale al VPN ya que se considera el valor de uso directo únicamente y por ende la afectación se manifiesta en el primer año no se proyecta a los años siguientes. En la Tabla 10-12 se presenta el Valor de Uso Directo hallado para la madera en el EIA y en la actual Modificación de Licencia, junto con las hectáreas de cobertura vegetal potencialmente a afectar con las obras asociadas al proyecto.

Tabla 10-12. Comparativo del Valor de uso directo de la madera

Mar 1 UF 1 y 3		Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Cobertura Vegetal	Volumen de madera (m ³ /ha)	Área (ha)	Área (ha)
Bosque de galería	367,191	6,22	7,82
Vegetación secundaria alta	138,538	4,95	11,65
Vegetación secundaria baja	7,695	0,09	0,88
Total		11,26	20,35

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Mar 1 UF 1 y 3		Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Cobertura Vegetal	Volumen de madera (m ³ /ha)	Área (ha)	Área (ha)
VPN (12%; 1 año)		\$ 121.173.322,11	\$ 316.762.878,15

Fuente: SAG, 2018

El aumento que experimenta el Valor de Uso de la madera se debe principalmente al aumento en el área de intervención por el proyecto, ya que el volumen de madera contenido por hectárea en cada cobertura vegetal se conserva igual al empleado en el EIA.

- **Alteración régimen de escorrentía**

Para calcular el valor económico por la alteración en el régimen de escorrentía se conservó el Índice de Regulación Hídrica propuesto en el EIA que es de 3.395,68 m³/ha/año y se usó la tarifa de acueducto para el estrato socioeconómico 4 en Medellín, la cual corresponde a 1.775,61/m³ de agua en agosto de 2017⁷. Actualizando el área de coberturas vegetales afectadas y la tarifa de consumo de agua, en la Tabla 10-13 se presentan los valores obtenidos en el EIA y en la actualización del valor económico con la Modificación de Licencia.

Tabla 10-13. Comparativo del Valor de Alteración régimen de escorrentía

Mar 1 UF 1 y 3	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área de cobertura afectada (ha)	11,26	20,35
Índice de Regulación Hídrica Régimen escorrentía (m ³ /ha/año)	3.395,68	3.395,68
VPN (12%; 25 años)	\$ 366.074.036,5	\$ 1.085.038.653

Fuente: SAG, 2018

El costo por la Alteración al régimen de escorrentía se ve incrementado por la actualización de la tarifa comercial de metro cúbico (m³) de agua, que fue tomada de la tarifa de acueducto para estrato cuatro (4) en Medellín del mes de agosto y no el promedio de este municipio con Ebéjico y San Jerónimo tal como se había realizado en el EIA. Sin embargo, la principal variable que causa el incremento del Valor Económico es el aumento en el área de coberturas vegetales potencialmente afectadas con el proyecto y sus obras de Modificación de Licencia Ambiental. Es decir, que el valor hallado puede ser

⁷ Tarifa comercial de agua potable estrato 4 en Medellín <http://www.epm.com.co/site/Portals/2/documentos/tarifas/2017/tarifas-agosto-agua-2017.pdf> consultado el 13 de septiembre de 2017.

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

considerado como un límite superior para evitar subestimaciones en el costo y así entregar una medida más conservadora.

- **Alteración régimen de retención de sedimentos**

En el cálculo del Valor Económico de este BSE se mantuvo el Índice de Regulación Hídrica Régimen de Sedimentos propuesto en el EIA equivalente a 10.187 m³/ha/año, al igual que la tarifa de \$ 61,52/ m³ por tratamiento de aguas por turbiedad (sedimentos). De esta forma, la única variable que cambia, y que modifica el Valor hallado es el área de coberturas vegetales a afectar. En la Tabla 10-14 se presenta el nuevo valor estimado.

Tabla 10-14. Comparativo del Valor de Alteración régimen de retención de sedimentos

Mar 1 UF 1 y 3	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área de cobertura afectada (ha)	11,26	20,35
Índice de Regulación Hídrica Régimen retención de sedimentos (m ³ /ha/año)	10.187	10.187
VPN (12%; 25 años)	\$ 62.403.289	\$ 112.780.367

Fuente: SAG, 2018

Al mantenerse el indicador de regulación hídrica de sedimentos utilizado en el EIA, y la tarifa de costo por tratamiento de aguas por turbiedad (sedimentación), el incremento de hectáreas de cobertura vegetal a afectar causa que el valor del impacto tenga una variación proporcional al cambio en el área.

- **Disminución capacidad de captura de CO₂**

Para la valoración de la disminución de la capacidad de captura de carbono se mantuvo el indicador de carbono secuestrado propuesto en el EIA, correspondiente a 2,6 Ton/ha/año. Los datos que fueron actualizados para este BSE dentro de la Modificación de Licencia Ambiental fueron las hectáreas de coberturas vegetales a afectar y los precios (en pesos colombianos) de los bonos CER⁸, junto con el tipo de cambio EURO/COP⁹, para el BSE de capacidad de fijación de carbono del suelo. En la Tabla 10-15 se presentan los valores estimados.

⁸ Precio de los bonos CER: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>, consultado el 14 de septiembre de 2017

⁹ Tipo de cambio mensual EUR/COP: <https://www.investing.com/currencies/eur-cop-historical-data>, consultado el 14 de septiembre de 2017

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 Devimar SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-15. Comparativo del Valor de la Disminución capacidad de captura de CO₂

Mar 1 UF 1 y 3	Valor en EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área de cobertura afectada (ha)	11,26	20,35
Índice de Captura de CO ₂ (Ton/ha/año)	2,6	2,6
Tarifa Bonos CER (\$)	1.338,24	822,94
VPN (12%; 25 años)	\$ 346.460	\$ 385.045

Fuente: SAG, 2018

El costo ambiental por la Disminución en la capacidad de captura de carbono aumenta por causa del aumento en el número de hectáreas de cobertura vegetal que serán afectadas con las obras y actividades de Modificación de Licencia; sin embargo, el incremento en el Valor Económico no es proporcional al aumento en el área por el descenso en los precios internacionales de los Bonos CER.

Finalmente, tomando la información anterior sobre los valores estimados por la afectación en cada uno de los BSE relacionados con el impacto de Modificación de la cobertura vegetal, se presenta en la Tabla 10-16 los resultados agregados del análisis.

Tabla 10-16. Resumen Comparativo del Impacto Modificación de la cobertura vegetal

Bienes y servicios ecosistémicos	Valor en EIA	Valor Actualización Modificación de Licencia
Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera	\$ 121.173.322,11	\$ 316.762.878,15
Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de escorrentías	\$ 366.074.036,50	\$ 1.085.038.652,8
Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos	\$ 62.403.289,06	\$ 112.780.367
Costo ambiental por disminución en la capacidad de captura de CO ₂	\$ 346.460,34	\$ 385.044,63
VPN (12%; 25 años)	549.997.108,01	\$ 1.514.966.942,59

Fuente: SAG, 2018

10.1.1.4 Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural

Con el objetivo de estimar el valor económico por la afectación sobre las comunidades faunísticas y especies de fauna endémicas y/o amenazadas se realizó una cuantificación monetaria para las hábitats naturales y seminaturales de fauna potencialmente afectadas por las obras del Proyecto y que se relacionada con el BSE de pérdida de la

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Biodiversidad; y el otro componente, está asociado al Valor de Uso Directo de las especies de fauna halladas en el Área de Influencia.

- **Valor por la pérdida de biodiversidad**

Para la estimación del impacto sobre las hábitats de la fauna se parte de los conceptos y criterios establecidos por la Presidencia de la República de Colombia, mediante el Decreto 900 de 1997 por el cual se reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal, considerando que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar la afectación de los hábitats. Es decir, identificados los parches de cobertura vegetal como la unidad de medida que representa la magnitud del daño, bajo el supuesto que el parche de cobertura funciona como hábitat y posibilita la conectividad y la transferencia de materia y energía; se puede establecer un valor económico bajo el supuesto de lo que se estaría dispuesto a pagar para evitar esta afectación (fragmentación de hábitats).

Basado en los lineamientos del Decreto 900 de 1997, se clasifica cada parche de cobertura vegetal de acuerdo con el Factor de Tamaño del Predio (corresponde al valor según el tamaño del predio, en este caso es el parche, para la cual se define el Factor de Ajuste Regional) y Factor de Piso Térmico (corresponde al valor asignado según el rango de piso térmico, expresado en metros sobre el nivel del mar, m.s.n.m. del área de cobertura natural) para hallar el valor ajustado anual de cada parche. En total en el área actualizada del proyecto incluyendo las obras de modificación se identificaron 183 parches localizados al margen de los cursos de agua y de los humedales, y que suman un área total de 1.907,91 has.

Los valores por hectárea que se requieren en este cálculo fueron actualizados a 2017. De acuerdo con el Certificado de Incentivo Forestal, el valor por hectárea de bosque equivale a siete (7) salarios mínimos legales mensuales vigentes (SMLMV). Para las coberturas vegetales de Vegetación secundaria alta y baja y para los Herbazales densos y Arbustales densos se tomó el valor de 3,5 SMLMV, tal como se realizó en el EIA. La actualización a precios de 2017, ajusta los valores de forma ascendente dado que en el EIA los valores de referencia utilizados fueron a 2016.

En la Tabla 10-17 se presenta la estimación del valor ajustado anual para cada uno de los 183 parches, teniendo en cuenta los factores mencionados; se encontró que la afectación anual es de \$ 7.408.060.309.

Tabla 10-17. Valor estimado de Afectación a comunidades faunísticas y hábitats naturales

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FP T)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
Arid - 3221, Arbustal denso	0,00	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 9.003	\$ 13.865
Arid - 3221, Arbustal denso	7,83	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 20.215.278	\$ 20.377.000
Arid - 3221, Arbustal denso	50,43	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 5.164.019	\$ 260.423.921	\$ 164.067.070
Bf - 313, Bosque fragmentado	3,63	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 5.164.019	\$ 18.720.777	\$ 26.658.387
Bf - 313, Bosque fragmentado	0,11	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 563.911	\$ 1.003.761

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FP T)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
Bfvs - 3132, Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1,49	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 7.696.020	\$ 13.698.916
Bfvs - 3132, Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1,53	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 7.900.076	\$ 9.954.096
Bfvs - 3132, Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1,79	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 9.255.285	\$ 14.253.139
Bfvs - 3132, Bosque fragmentado con vegetación secundaria	12,77	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 65.937.541	\$ 71.080.669
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	19,99	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 103.234.462	\$ 111.286.750
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	107,63	1	1000<PT<=2000	0,77	0,77	\$ 5.164.019	\$ 555.793.357	\$ 427.960.885
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,22	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 1.111.674	\$ 1.711.978
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,58	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 2.986.223	\$ 4.598.784
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	155,96	1	1000<PT<=2000	0,77	0,77	\$ 5.164.019	\$ 805.376.969	\$ 620.140.266
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,01	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 59.608	\$ 91.797
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	2,05	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 10.594.207	\$ 16.315.079
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	1,34	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 6.920.947	\$ 10.658.259
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	6,00	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 30.964.243	\$ 38.147.947
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	3,23	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 16.662.838	\$ 20.528.617
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	5,05	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 26.078.415	\$ 32.128.607
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	5,33	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 27.523.359	\$ 33.908.778
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	14,59	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 75.349.441	\$ 81.226.697
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	8,07	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 41.648.923	\$ 51.311.474
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	1,63	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 8.399.664	\$ 12.935.483
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,06	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 312.242	\$ 480.853
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,34	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 1.763.079	\$ 2.715.141
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,38	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 1.965.395	\$ 3.026.708
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	9,06	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 46.764.483	\$ 57.613.843
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,86	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 4.435.784	\$ 6.831.107
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	1,71	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 8.816.690	\$ 13.577.702
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,12	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 609.891	\$ 939.233
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	16,54	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 85.435.451	\$ 92.099.417
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	23,86	1,2	1000<PT<=2000	0,77	0,92	\$ 5.164.019	\$ 123.223.197	\$ 113.858.234
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,13	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 652.138	\$ 1.004.293
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,07	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 377.004	\$ 580.587
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	22,34	1,2	1000<PT<=2000	0,77	0,92	\$ 5.164.019	\$ 115.351.068	\$ 106.584.387
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,23	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 1.188.731	\$ 1.830.646

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FP T)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,19	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 969.653	\$ 1.493.266
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	1,88	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 9.696.582	\$ 14.932.736
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	8,98	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 46.356.247	\$ 57.110.896
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,04	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 182.791	\$ 281.498
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	6,79	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 5.164.019	\$ 35.082.563	\$ 49.957.570
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	4,35	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 5.164.019	\$ 22.467.567	\$ 31.993.816
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	7,63	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 5.164.019	\$ 39.398.960	\$ 56.104.120
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	45,48	1	2000<PT<=2500	0,89	0,89	\$ 5.164.019	\$ 234.876.398	\$ 209.039.994
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	21,51	1,2	2000<PT<=2500	0,89	1,07	\$ 5.164.019	\$ 111.096.634	\$ 118.651.205
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	4,48	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 5.164.019	\$ 23.147.380	\$ 32.961.868
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	62,65	1	2000<PT<=2500	0,89	0,89	\$ 5.164.019	\$ 323.518.654	\$ 287.931.602
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	40,03	1	2000<PT<=2500	0,89	0,89	\$ 5.164.019	\$ 206.721.526	\$ 183.982.158
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,02	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 80.295	\$ 142.926
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,12	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 601.035	\$ 1.069.842
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,15	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 786.459	\$ 1.399.898
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	36,47	1	2000<PT<=2500	0,89	0,89	\$ 5.164.019	\$ 188.354.448	\$ 167.635.459
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	6,06	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 5.164.019	\$ 31.299.212	\$ 44.570.078
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,01	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 42.867	\$ 76.302
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,30	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 1.574.623	\$ 2.802.829
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	7,75	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 5.164.019	\$ 40.034.889	\$ 57.009.682
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,20	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 1.010.795	\$ 1.799.215
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,39	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 5.164.019	\$ 2.017.319	\$ 3.590.828
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,02	2	2500<PT	1	2,00	\$ 5.164.019	\$ 98.999	\$ 197.999
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	16,45	1,4	0<PT<=1000	0,63	0,88	\$ 5.164.019	\$ 84.968.986	\$ 74.942.645
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	8,09	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 5.164.019	\$ 41.765.326	\$ 42.099.448
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,52	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 2.694.771	\$ 3.395.411
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	21,82	1,2	0<PT<=1000	0,63	0,76	\$ 5.164.019	\$ 112.653.947	\$ 85.166.384
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	20,64	1,2	0<PT<=1000	0,63	0,76	\$ 5.164.019	\$ 106.590.702	\$ 80.582.571
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,24	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 1.232.114	\$ 1.552.464
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,14	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 745.917	\$ 939.855
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,62	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 3.223.561	\$ 4.061.687
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	7,56	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 5.164.019	\$ 39.061.130	\$ 39.373.619
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,03	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 147.216	\$ 185.492
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,02	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 121.881	\$ 153.570

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FP T)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,25	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 1.315.456	\$ 1.657.475
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,12	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 615.391	\$ 775.393
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	36,73	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 5.164.019	\$ 189.648.742	\$ 119.478.708
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,03	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 174.683	\$ 220.101
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	7,84	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 5.164.019	\$ 40.493.712	\$ 40.817.661
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,08	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 421.823	\$ 531.497
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	35,06	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 5.164.019	\$ 181.070.088	\$ 114.074.156
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	3,01	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 5.164.019	\$ 15.568.092	\$ 15.692.637
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,02	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 89.105	\$ 112.272
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,06	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 310.988	\$ 391.844
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	35,05	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 5.164.019	\$ 180.983.457	\$ 114.019.578
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,72	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 3.734.970	\$ 4.706.062
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	7,64	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 5.164.019	\$ 39.433.818	\$ 39.749.288
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,15	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 788.985	\$ 994.121
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,34	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 1.748.934	\$ 2.203.657
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	36,37	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 5.164.019	\$ 187.819.476	\$ 118.326.270
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	21,34	1,2	0<PT<=1000	0,63	0,76	\$ 5.164.019	\$ 110.223.409	\$ 83.328.897
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	48,49	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 5.164.019	\$ 250.394.575	\$ 157.748.582
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	2,51	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 5.164.019	\$ 12.964.972	\$ 16.335.865
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	4,00	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 5.164.019	\$ 20.661.694	\$ 20.826.988
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	18,90	1,4	0<PT<=1000	0,63	0,88	\$ 5.164.019	\$ 97.620.409	\$ 86.101.200
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	19,13	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 98.788.577	\$ 106.494.086
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	10,50	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 54.216.524	\$ 58.445.413
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	18,95	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 97.851.344	\$ 105.483.748
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	55,83	1	1000<PT<=2000	0,77	0,77	\$ 5.164.019	\$ 288.300.979	\$ 221.991.754
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	17,48	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 5.164.019	\$ 90.247.672	\$ 97.286.990
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	33,37	1	1000<PT<=2000	0,77	0,77	\$ 5.164.019	\$ 172.343.650	\$ 132.704.610
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	21,28	1,2	1000<PT<=2000	0,77	0,92	\$ 5.164.019	\$ 109.879.051	\$ 101.528.243
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	74,46	1	1000<PT<=2000	0,77	0,77	\$ 5.164.019	\$ 384.521.169	\$ 296.081.300
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	0,58	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 2.985.030	\$ 4.596.947
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	6,41	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 5.164.019	\$ 33.093.636	\$ 40.771.360
Bg - 314, Bosque de galería y/o ripario	2,79	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 5.164.019	\$ 14.415.917	\$ 22.200.512
Hdtf - 32111, Herbazal denso de tierra firme	19,46	1,4	0<PT<=1000	0,63	0,88	\$ 2.582.010	\$ 50.257.418	\$ 44.327.043
Hdtf - 32111, Herbazal denso de tierra firme	6,69	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 17.272.141	\$ 17.410.318

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FP T)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
Hdtf - 32111, Herbazal denso de tierra firme	32,17	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 2.582.010	\$ 83.056.600	\$ 52.325.658
Hdtf - 32111, Herbazal denso de tierra firme	17,59	1,4	0<PT<=1000	0,63	0,88	\$ 2.582.010	\$ 45.429.122	\$ 40.068.486
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	3,97	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 10.260.810	\$ 12.641.318
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,43	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.110.029	\$ 1.709.445
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,05	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 128.837	\$ 198.409
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	5,92	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 15.284.386	\$ 18.830.364
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	28,12	1,2	1000<PT<=2000	0,77	0,92	\$ 2.582.010	\$ 72.600.099	\$ 67.082.491
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	6,36	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 16.428.637	\$ 20.240.081
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	3,83	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 9.895.353	\$ 12.191.074
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,30	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 779.883	\$ 1.201.020
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,74	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.906.897	\$ 2.936.621
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	6,58	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 16.999.873	\$ 20.943.844
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,47	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.205.716	\$ 1.856.802
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	5,53	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 14.272.667	\$ 17.583.926
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	1,51	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 3.909.893	\$ 6.021.235
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	1,06	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 2.735.915	\$ 4.213.310
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	2,11	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 5.456.039	\$ 8.402.300
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,56	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.452.620	\$ 2.237.036
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	25,53	1,2	1000<PT<=2000	0,77	0,92	\$ 2.582.010	\$ 65.919.376	\$ 60.909.504
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,67	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.724.227	\$ 2.655.310
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	16,75	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 2.582.010	\$ 43.257.053	\$ 46.631.103
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	69,45	1	1000<PT<=2000	0,77	0,77	\$ 2.582.010	\$ 179.325.037	\$ 138.080.278
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	7,82	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 20.201.172	\$ 24.887.844

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FPT)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,44	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 1.136.944	\$ 2.023.760
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	11,25	1,4	2000<PT<=2500	0,89	1,25	\$ 2.582.010	\$ 29.046.388	\$ 36.191.800
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,76	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 1.949.590	\$ 3.470.270
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	3,23	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 2.582.010	\$ 8.345.902	\$ 11.884.564
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	5,69	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 2.582.010	\$ 14.700.524	\$ 20.933.546
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,62	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 1.608.677	\$ 2.863.445
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	5,65	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 2.582.010	\$ 14.590.683	\$ 20.777.132
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	1,03	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 2.658.778	\$ 4.732.624
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	1,29	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 2.582.010	\$ 3.342.406	\$ 4.211.432
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,43	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 2.582.010	\$ 1.119.647	\$ 1.410.755
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	9,20	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 23.759.610	\$ 23.949.687
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	9,95	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 25.703.197	\$ 25.908.823
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	7,05	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 18.194.670	\$ 18.340.227
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	11,21	1,4	0<PT<=1000	0,63	0,88	\$ 2.582.010	\$ 28.944.156	\$ 25.528.746
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	3,34	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 8.631.134	\$ 8.700.183
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	11,42	1,4	0<PT<=1000	0,63	0,88	\$ 2.582.010	\$ 29.494.478	\$ 26.014.129
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,46	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 2.582.010	\$ 1.177.807	\$ 1.484.037
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	1,25	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 2.582.010	\$ 3.218.348	\$ 4.055.119
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	17,00	1,4	0<PT<=1000	0,63	0,88	\$ 2.582.010	\$ 43.890.482	\$ 38.711.405
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,53	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 2.582.010	\$ 1.368.147	\$ 1.723.866
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,37	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 2.582.010	\$ 950.786	\$ 1.197.991
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	7,93	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 20.482.684	\$ 20.646.545
Vsa - 3231, Vegetación secundaria	37,31	1	0<PT<=1000	0,63	0,63	\$ 2.582.010	\$ 96.325.657	\$ 60.685.164

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FP T)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
alta								
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	7,41	1,6	0<PT<=1000	0,63	1,01	\$ 2.582.010	\$ 19.120.467	\$ 19.273.431
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	48,05	1	1000<PT<=2000	0,77	0,77	\$ 2.582.010	\$ 124.059.295	\$ 95.525.657
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	9,42	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 24.329.444	\$ 29.973.875
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	5,76	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 14.876.276	\$ 18.327.572
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,20	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 504.452	\$ 776.857
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	4,12	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 10.625.785	\$ 13.090.967
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	9,71	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 25.084.026	\$ 30.903.520
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,24	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 613.447	\$ 944.708
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,02	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 54.276	\$ 83.586
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	11,50	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 2.582.010	\$ 29.688.371	\$ 32.004.064
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	7,35	1,6	1000<PT<=2000	0,77	1,23	\$ 2.582.010	\$ 18.981.924	\$ 23.385.731
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	1,41	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 3.634.646	\$ 5.597.354
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	2,03	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 5.252.685	\$ 8.089.135
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	11,19	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 2.582.010	\$ 28.881.847	\$ 31.134.631
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	1,69	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 4.372.269	\$ 6.733.294
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	11,48	1,4	1000<PT<=2000	0,77	1,08	\$ 2.582.010	\$ 29.634.792	\$ 31.946.306
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,13	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 332.787	\$ 512.493
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,84	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 2.180.541	\$ 3.358.033
Vsa - 3231, Vegetación secundaria alta	0,22	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 571.048	\$ 879.413
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,21	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 547.146	\$ 842.605
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,64	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.651.794	\$ 2.543.763
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,80	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 2.065.796	\$ 3.181.326

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tipo de Cobertura Vegetal	Área Parche (ha)	Factor tamaño del predio (FT)	Rango Altitudinal (msnm)	Factor piso térmico (FPT)	FAR (FTP*FPT)	Valor por hectárea (anual)	Valor Base Anual por Parche	Valor Ajustado Anual por Parche
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,57	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.462.933	\$ 2.252.917
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,32	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 829.706	\$ 1.476.876
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	12,87	1,4	2000<PT<=2500	0,89	1,25	\$ 2.582.010	\$ 33.237.005	\$ 41.413.308
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	2,03	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 5.234.996	\$ 9.318.293
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,80	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 2.061.520	\$ 3.669.506
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	1,10	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 2.830.938	\$ 5.039.070
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	3,12	1,6	2000<PT<=2500	0,89	1,42	\$ 2.582.010	\$ 8.052.869	\$ 11.467.286
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	2,49	2	2000<PT<=2500	0,89	1,78	\$ 2.582.010	\$ 6.433.606	\$ 11.451.819
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,28	2	0<PT<=1000	0,63	1,26	\$ 2.582.010	\$ 733.520	\$ 924.236
Vsb - 3232, Vegetación secundaria baja	0,71	2	1000<PT<=2000	0,77	1,54	\$ 2.582.010	\$ 1.845.458	\$ 2.842.005
TOTAL							\$ 8.360.965.235	\$ 7.408.060.309

Fuente: SAG, 2017

Para establecer el valor económico de esta estimación, se asume que el costo de la afectación anual es constante durante la vida útil del proyecto, es decir, que se tiene un valor anual de \$ 7.408.060.309 durante los 25 años que se estima es el período de operación del proyecto. Para estimar el VPN se utilizó una Tasa Social de Descuento del 12%, encontrándose que el valor total por la pérdida de biodiversidad es de \$ 65.510.507.859. En la Tabla 10-18 se presenta la comparación entre los valores calculados en EIA y los respectivos, para la actual Modificación de Licencia Ambiental.

Tabla 10-18. Comparativo del Valor Económico para la Afectación de hábitats para la fauna

Mar 1 UF 1 y 3	Valor en EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área total Parches (ha)	935,3	1.907,91
Valor Ajustado Anual	\$ 1.886.992.594	\$ 7.408.060.309
VPN (12%; 25 años)	\$ 16.686.938.011	\$ 65.510.507.859

Fuente: SAG, 2017

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

- **Valor de económico efectos sobre las especies de fauna**

El impacto directo de Afectación a especies de fauna fue estimado a través del índice de biomasa que tiene cada especie para así obtener la masa total de fauna en el Área de Influencia y estimar su Valor de Uso Directo a través del precio comercial de la carne de monte (supuesto asumido en el EIA). Al analizar las obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental se alteran las variables que influyen sobre el cálculo de este impacto, debido a que los análisis son planteados para el área total de estudio y los supuestos se aplican en el área de influencia indirecta del proyecto; por tanto, [las afectaciones en el componente faunístico están modificadas dentro del área de estudio por los cambios en el área de las coberturas vegetales de la tierra y los parches que conforman, siendo necesario la actualización de estas variables. En conclusión, se conservan los supuestos empleados en el EIA y se actualizan los datos de las áreas, por consiguiente, la valoración económica estimada se actualiza para las nuevas áreas de Bosque Ripario, Vegetación Secundaria Alta y Vegetación Secundaria Baja, en cuanto a las especificidades de la Modificación de Licencia Ambiental. De esta forma, el nuevo valor monetario de la afectación sobre las especies de fauna es de \\$ 25.099, como se aprecia en la Tabla 10-19.](#)

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 Devimar SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-19. Valoración de la Afectación sobre especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural

No.	ORDEN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Riqueza en cobertura de la tierra		Terborgh et al. (1990) Especie equivalente	Biomasa (g)	Densidad (No. pares/100has)	Densidad (No. Pares/ ha)	Biomasa g/Ha	Biomasa kg/Ha	APROXIMACIÓN AL VALOR DE LA FAUNA			
				Bosque ripario	Vegetación secundaria							Área de bosques y vegetación secundaria afectada (Ha)	Biomasa calculada para el proyecto (kg)	Valor biomasa	VALOR TOTAL DE BIOMASA POR ÁREA A AFECTAR
1	Cathartiformes	<i>Cathartes aura</i>	Guala Cabecirroja	1	0	<i>Cathartes melambrotus</i>	1.200	0,3	0,0025	6	0,006	7,82	0,04692	\$ 10.300	\$ 483
2	Cathartiformes	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo Negro	1	1	<i>Cathartes melambrotus</i>	1.200	0,3	0,0025	6	0,006	20,35	0,1221	\$ 10.300	\$ 1.258
8	Columbiformes	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza	0	1	<i>columba plumbea</i>	210	8,5	0,085	35,7	0,0357	12,53	0,447321	\$ 10.300	\$ 4.607
9	Psittaciformes	<i>Amazona amazonica</i>	Lora Amazónica	1	0	<i>Amazona ochrocephala</i>	510	1,0	0,01	10,2	0,0102	7,82	0,079764	\$ 10.300	\$ 822
10	Coraciiformes	<i>Momotus aequatorialis</i>	Barranqueiro De Montaña, Barranquillo De Montaña	1	1	<i>Momotus momota</i>	111	6,0	0,06	13,32	0,01332	20,35	0,271062	\$ 10.300	\$ 2.792
11	Galbuliformes	<i>Malacoptila mystacalis</i>	Bigotudo Canoso	1	0	<i>Malacoptila semicineta</i>	44	2,0	0,02	1,76	0,00176	7,82	0,0137632	\$ 10.300	\$ 142
12	Piciformes	<i>Picumnus olivaceus</i>	Carpinterito Oliváceo	1	0	<i>Picumnus rufiventris</i>	21	4,0	0,04	1,68	0,00168	7,82	0,0131376	\$ 10.300	\$ 135
13	Piciformes	<i>Melanerpes rubricapillus</i>	Carpintero Habado	0	1	<i>Melanerpes cruentatus</i>	59	-	0	0	0	12,53	0	\$ 10.300	\$ 0
14	Passeriformes	<i>Thamnophilus multistriatus</i>		1	1	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	21	10,5	0,105	4,41	0,00441	20,35	0,0897435	\$ 10.300	\$ 924

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

No.	ORDEN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Riqueza en cobertura de la tierra		Terborgh et al. (1990)	Biomasa (g)	Densidad (No. pares/100has)	Densidad (No. Pares/ha)	Biomasa g/Ha	Biomasa kg/Ha	APROXIMACIÓN AL VALOR DE LA FAUNA			
				Bosque ripario	Vegetación secundaria	Especie equivalente						Área de bosques y vegetación secundaria afectada (Ha)	Biomasa calculada para el proyecto (kg)	Valor biomasa	VALOR TOTAL DE BIOMASA POR ÁREA A AFECTAR
15	Passeriformes	<i>Zimmerius chrysops</i>	Tiranuelo Cejiamarillo	1	0	<i>Zimmerius gracilipes</i>	9	2,0	0,02	0,36	0,00036	7,82	0,0028152	\$ 10.300	\$ 29
16	Passeriformes	<i>Leptopogon superciliaris</i>	Atrapamoscas Sepia	0	1	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	11	2,5	0,025	0,55	0,00055	12,53	0,0068915	\$ 10.300	\$ 71
17	Passeriformes	<i>Tolmomyias sulphureus</i>	Picoplano Azufrado	1	0	<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	11	3,0	0,03	0,66	0,00066	7,82	0,0051612	\$ 10.300	\$ 53
18	Passeriformes	<i>Vireo olivaceus</i>	Verderón Ojirrojo	1	0	<i>Vireo olivaceus</i>	15	3,0	0,03	0,9	0,0009	7,82	0,007038	\$ 10.300	\$ 72
19	Passeriformes	<i>Vireo flavoviridis</i>		1	0	<i>Vireo olivaceus</i>	15	3,0	0,03	0,9	0,0009	7,82	0,007038	\$ 10.300	\$ 72
20	Passeriformes	<i>Pheugopedius mystacalis</i>	Cucaracheo Bigotudo	0	1	<i>Thryothorus genibarbis</i>	19	0,5	0,005	0,19	0,00019	12,53	0,0023807	\$ 10.300	\$ 25
21	Passeriformes	<i>Turdus ignobilis</i>	Mayo Embarrador	1	1	<i>Turdus albicollis</i>	52	3,0	0,03	3,12	0,00312	20,35	0,063492	\$ 10.300	\$ 654
22	Passeriformes	<i>Turdus fuscater</i>	Miría Patinaranja	1	0	<i>Turdus albicollis</i>	52	3,0	0,03	3,12	0,00312	7,82	0,0243984	\$ 10.300	\$ 251
23	Passeriformes	<i>Tachyphonus rufus</i>	Parlotero Malcasado	1	1	<i>Tachyphonus luctuosus</i>	13	6,0	0,06	1,56	0,00156	20,35	0,031746	\$ 10.300	\$ 327
24	Passeriformes	<i>Tangara vitriolina</i>	Tangará Rastrojera	1	1	<i>Tangara velia</i>	21	0,0	1	0,21	0,00021	20,35	0,0042735	\$ 10.300	\$ 44
25	Passeriformes	<i>Tangara cyanicollis</i>	Tangará Real	1	1	<i>Tangara velia</i>	21	-	1	0,21	0,00021	20,35	0,0042735	\$ 10.300	\$ 44
26	Passeriformes	<i>Tangara gyrola</i>	Tangará Cabecirrufo	1	1	<i>Tangara callophrys</i>	23	-	2	0,46	0,00046	20,35	0,009361	\$ 10.300	\$ 96

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

No.	ORDEN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	Riqueza en cobertura de la tierra		Terborgh et al. (1990)	Biomasa (g)	Densidad (No. pares/100has)	Densidad (No. Pares/ha)	Biomasa g/Ha	Biomasa kg/Ha	APROXIMACIÓN AL VALOR DE LA FAUNA			
				Bosque ripario	Vegetación secundaria	Especie equivalente						Área de bosques y vegetación secundaria afectada (Ha)	Biomasa calculada para el proyecto (kg)	Valor biomasa	VALOR TOTAL DE BIOMASA POR ÁREA A AFECTAR
27	Passeriformes	<i>Tangara arthus</i>	Tangará Dorada	1	0	<i>Tangara velia</i>	21	-	1	0,21	0,00021	7,82	0,0016422	\$ 10.300	\$ 17
28	Passeriformes	<i>Tangara vassorii</i>		1	0	<i>Tangara velia</i>	21	-	1	0,21	0,00021	7,82	0,0016422	\$ 10.300	\$ 17
29	Passeriformes	<i>Dacnis cayana</i>	Dacnis Azul	1	0	<i>Dacnica cayana</i>	14	-	8	1,12	0,00112	7,82	0,0087584	\$ 10.300	\$ 90
30	Passeriformes	<i>Arremonops conirostris</i>	Pinzón Conirrostró	1	0	<i>Arremon taciturnus</i>	28	0,5	0,005	0,28	0,00028	0	0	\$ 10.300	\$ 0
31	Passeriformes	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola Variable	0	1	<i>Psarocolius angustifrons</i>	286	-	12	34,32	0,03432	12,53	0,4300296	\$ 10.300	\$ 4.429
32	Passeriformes	<i>Psarocolius decumanus</i>	Oropéndola Crestada	1	1	<i>Psarocolius angustifrons</i>	286	-	12	34,32	0,03432	20,35	0,698412	\$ 10.300	\$ 7.194
33	Passeriformes	<i>Icterus chrysater</i>	Turpial Montañero	0	1	<i>Icterus cayanensis</i>	39	1,0	0,01	0,78	0,00078	12,53	0,0097734	\$ 10.300	\$ 101
34	Passeriformes	<i>Euphonia laniirostris</i>	Eufonia Gorgiamarilla	0	1	<i>Euphonia rufiventris</i>	15	9,0	0,09	2,70	0,0027	12,53	0,033831	\$ 10.300	\$ 348
TOTAL IMPACTO															\$ 25.099

Fuente: SAG, 2018

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 Devimar SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

A continuación, en la Tabla 10-20 se presenta el flujo de caja para el impacto en cuestión, proyectado en el período de duración de las etapas de construcción y operación del proyecto.

Tabla 10-20. Flujo de caja de la Afectación sobre especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural

Año	Flujo de caja
0	\$ 25.099
1	\$ 25.099
2	\$ 25.099
3	\$ 25.099
4	\$ 25.099
5	\$ 25.099
6	\$ 25.099
7	\$ 25.099
8	\$ 25.099
9	\$ 25.099
10	\$ 25.099
11	\$ 25.099
12	\$ 25.099
13	\$ 25.099
14	\$ 25.099
15	\$ 25.099
16	\$ 25.099
17	\$ 25.099
18	\$ 25.099
19	\$ 25.099
20	\$ 25.099
21	\$ 25.099
22	\$ 25.099
23	\$ 25.099
24	\$ 25.099
25	\$ 25.099
VPN (12%; 25 años)	\$ 221.951

Fuente: SAG, 2018

- **Valor de económico de la afectación a comunidades faunísticas**

El valor económico por la afectación sobre las comunidades faunísticas y especies de fauna endémicas y/o amenazadas, corresponde a la sumatoria de los valores de los dos BSE que fueron analizados anteriormente; por tanto, en la Tabla 10-21 se muestra el valor total del impacto Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural calculado en \$ 65.510.729.811; así como los comparativas para los valores hallados en EIA y los correspondientes en la Modificación de Licencia Ambiental.

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-21. Comparativo del Valor Económico para el impacto total sobre la fauna

BSE	Valor en EIA	Valor Actualización con Modificación de Licencia
Pérdida de hábitats para la fauna	\$ 16.686.938.011	\$ 65.510.507.859
Afectación sobre especies de fauna	\$ 112.930	\$ 221.951
TOTAL	\$ 16.687.050.941	\$ 65.510.729.811

Fuente: SAG, 2017

10.1.2 Beneficios

10.1.2.1 Cambios en los costos generalizados del transporte

De acuerdo con los análisis presentados en el EIA, este impacto se relaciona con el cambio experimentado en el precio generalizado de las actividades de transporte que implican la reducción del coste de desplazar personas y bienes, es decir, en la reducción del tiempo total de viaje. Esto trae consigo una reducción en los costos de operación y en los tiempos de viaje en comparación con los costos de viaje causados con las especificaciones técnicas de la actual vía. Para la reducción de costos generalizados del transporte se considera la diferencia entre el recorrido en las condiciones actuales del trazado frente a las modificaciones propuestas, la cual se calcula para los distintos tipos de vehículo y luego es multiplicada por el número de vehículos proyectados a transitar por la vía. Se estima la diferencia en los costos de operación para vías catalogadas como rectilínea llana en estado regular con velocidad promedio de 62 km/h frente a una rectilínea llana en buen estado con velocidad promedio de 92 km/h entre las diferentes categorías vehiculares. De esta forma, el ahorro en costos de operación estimado asciende a \$ 846.844.137.429.

Por otra parte, el ahorro en tiempo se calcula como el valor del tiempo de una persona que en lugar de estar produciendo se está transportando. Se estima el ahorro de tiempo a partir del número de pasajeros promedio por tipo de vehículo (4 en autos y 28 en buses) y el factor de ocupación del vehículo (60%). El producto entre Tráfico promedio anual proyectado, el total de pasajeros, tiempo de recorrido y valor promedio de la hora de un pasajero de su salario sería el beneficio obtenido en el ahorro de tiempo de viaje. Se toma como supuesto un (1) Salario Mínimo Legal Mensual Vigente (SMMLV) para los pasajeros de los buses y 2,5 SMMLV para los pasajeros de los automóviles. El ahorro en el tiempo de viaje fue estimado en \$ 85.928.794.253. Es así, que el Valor Económico estimado por el beneficio por ahorro en los costos generalizados del transporte equivale a \$ 932.772.931.682.

Con las nuevas obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental no se alteran las variables y parámetros empleados para el cálculo de dicho beneficio, dado que las obras de Modificación de Licencia Ambiental busca cumplir de mejor forma el objetivo del proyecto y por tanto, las obras propuestas representan una mejor construcción del proyecto para garantizar las externalidades positivas en tanto a los desplazamientos y sus costos. De esta forma, la valoración económica de este impacto se mantiene para el análisis de la Modificación, de acuerdo a lo presentado en el EIA.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 Devimar SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

10.1.2.2 Generación de empleo

El desarrollo del proyecto requiere de contratación de mano de obra calificada y no calificada que contribuye a la dinamización del mercado laboral, el aumento en los niveles de ingreso de los trabajadores vinculados al proyecto tiene efectos importantes en el mejoramiento de la calidad de vida de sus familias y la consecuente demanda adicional por bienes y servicios. De acuerdo con los requerimientos de mano de obra del proyecto, para la construcción de la vía se requieren 1.003 trabajadores durante un tiempo de ejecución de cuatro (4) años entrenados en distintas ocupaciones laborales para desarrollar las diferentes labores y actividades. Los cargos necesarios para el desarrollo del proyecto se relacionan en la Tabla 10-22, así como la cantidad de vacantes, salario mensual y factor prestacional asociado a cada uno de ellos.

Tabla 10-22. Nómina requerida para el desarrollo y administración del proyecto

Cargo	Cantidad	Ocupación al mes	Salario mensual	Factor Prestacional	Salario mensual + prestaciones
Personal Profesional					
Director de Obra	3	100%	\$ 8.342.404	1,540	\$ 38.541.906
Residente proyecto	133	100%	\$ 4.928.000	1,500	\$ 983.136.000
Especialista Pavimentos	11	50%	\$ 6.214.000	1,500	\$ 102.531.000
Especialista Ambiental	22	50%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 195.162.000
Especialista predial	22	25%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 195.162.000
Profesional social	35	25%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 310.485.000
Profesional forestal	12	25%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 106.452.000
Especialista en salud ocupacional	33	100%	\$ 3.300.000	1,500	\$ 163.350.000
Especialista en Estructuras	22	50%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 195.162.000
Especialista en Geotecnia	22	50%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 195.162.000
Especialista en Hidráulica	22	25%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 195.162.000
Auditor en Calidad	22	50%	\$ 5.914.000	1,500	\$ 195.162.000
Especialista en Aseguramiento de la Calidad	44	100%	\$ 3.300.000	1,500	\$ 217.800.000
Personal Técnico					
Auxiliar de Ingeniería Titulado	37	100%	\$ 2.500.000	1,820	\$ 170.100.000
Inspectores	62	100%	\$ 1.848.000	1,820	\$ 209.563.200
Topógrafo Inspector	50	100%	\$ 2.500.000	1,820	\$ 226.800.000
Cadenero 1	50	100%	\$ 1.540.000	1,820	\$ 139.708.800
Cadenero 2	50	100%	\$ 1.248.000	1,820	\$ 113.218.560
Maestro de obra	100	100%	\$ 2.000.000	1,820	\$ 362.880.000
Oficial de 1a	75	100%	\$ 1.500.000	1,820	\$ 204.120.000

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Cargo	Cantidad	Ocupación al mes	Salario mensual	Factor Prestacional	Salario mensual + prestaciones
Ayudantes	75	100%	\$ 1.000.000	1,820	\$ 136.080.000
Almacenista	42	100%	\$ 1.000.000	1,820	\$ 75.600.000
Personal Administrativo					
Celador	20	100%	\$ 1.500.000	1,820	\$ 54.600.000
Mensajero	3	100%	\$ 1.000.000	1,820	\$ 5.460.000
Conductor	19	100%	\$ 1.000.000	1,820	\$ 34.580.000
Administrador	3	100%	\$ 4.000.000	1,820	\$ 21.840.000
Contador	2	100%	\$ 4.000.000	1,820	\$ 14.560.000
Campamentera	7	100%	\$ 1.000.000	1,820	\$ 12.740.000
Secretaria	6	100%	\$ 1.200.000	1,820	\$ 13.104.000
Total mensual					\$ 4.888.222.467
Total anual					\$ 58.658.669.598

Fuente: SAG, 2018

Es importante anotar, que las obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental no contemplan una mayor demanda de mano de obra, dado que el proyecto contempla tecnologías constructivas que permiten optimizar los requerimientos de recurso para la construcción del mismo. De esta forma, es adecuado que mantener la metodología y resultados para la valoración económica de este impacto, que fue evaluado por la ANLA mediante el Concepto Técnico No. 01712 del 21 de abril de 2017, y que soporta la Resolución No. 00606 de 25 de mayo de 2017; la cual se expone a continuación:

El valor económico del beneficio por la generación temporal de empleo fue calculado a partir del bienestar generado a los trabajadores que anteriormente se encontraban laborando, más el beneficio total generado a los que no estaban ocupados antes del proyecto.

Para calcular el beneficio a los trabajadores que previamente estaban laborando, se calcula la cantidad de trabajadores con empleo previo, a partir de la tasa nacional de desempleo en junio de 2016 (8,9%). De esta forma, se multiplica el número de vacantes de cada cargo por la tasa de desempleo, para hallar el número de personas que no estaban laborando antes del proyecto. El monto salarial con desempleo descontado es el producto de las variables de análisis (número de vacantes, dedicación, salario y factor prestacional) para los trabajadores con empleo previo.

Para calcular el costo de oportunidad de colocarse en un empleo nuevo, se recurrió al estudio de López (2012), quien considera un 20% como el factor de aumento salarial para cada cargo de mano de obra calificada. Este factor fue aplicado a la base salarial con desempleo descontado, y por tanto, el costo de oportunidad equivale al 80% de la misma base. La diferencia entre la Base Salarial con descuento de desempleo y el costo de oportunidad corresponde al beneficio total generado a cada empleado.

Para la mano de obra no calificada, se realiza el mismo cálculo con el fin de encontrar la cantidad de empleados con empleo previo, sin embargo, para calcular el monto salarial

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

con desempleo descontado, el salario mensual tomado para realizar el cálculo es el equivalente a los jornales mensuales de obrero (\$ 459.636) y al salario de oficiales que asciende a \$ 1.200.000 (como se aprecia en el Anexo 10.1 Memorias de Cálculo). El costo de oportunidad calculado para la mano de obra no calificada fue estimado como el 100% de la base salarial total con desempleo descontado. De esta forma, el beneficio generado a personas que estaban laborando anteriormente es la diferencia entre el nuevo salario (incluidas las prestaciones sociales) y el costo de oportunidad generado a las personas que se encontraban laborando.

Para hallar el beneficio total a personas que no se encontraban laborando, se realiza el producto simple de cantidad de personas sin empleo previo, salario mensual (con prestaciones sociales incluidas) y ocupación horaria del cargo (medio tiempo o tiempo completo); el costo de oportunidad en el que incurren es equivalente a cero (0) dado que dichas personas estaban desempleadas y no incurren en costo de oportunidad alguno por emplearse en el proyecto. En la Tabla 10-23 se muestra el cálculo del beneficio anual por la generación temporal de empleo

Tabla 10-23. Cálculo del beneficio anual por la Generación de empleo

Cargo	Trabajadores con empleo previo	Salario con desempleo descontado	Costo de Oportunidad generado a personas que estaba laborando	Beneficio generado a personas que estaban anteriormente laborando	Trabajadores que estaban desempleados	Beneficio generado por el empleo a personas que estaban desempleadas
Personal Profesional						
Director de Obra	3	\$ 38.541.906	\$ 30.833.525	\$ 7.708.381	0	\$ 0
Residente proyecto	122	\$ 901.824.000	\$ 721.459.200	\$ 180.364.800	11	\$ 81.312.000
Especialista Pavimentos	11	\$ 51.265.500	\$ 41.012.400	\$ 10.253.100	0	\$ 0
Especialista Ambiental	20	\$ 88.710.000	\$ 70.968.000	\$ 17.742.000	2	\$ 8.871.000
Especialista predial	20	\$ 44.355.000	\$ 35.484.000	\$ 8.871.000	2	\$ 4.435.500
Profesional social	31	\$ 68.750.250	\$ 55.000.200	\$ 13.750.050	4	\$ 8.871.000
Profesional forestal	10	\$ 22.177.500	\$ 17.742.000	\$ 4.435.500	2	\$ 4.435.500
Especialista en salud ocupacional	30	\$ 148.500.000	\$ 118.800.000	\$ 29.700.000	3	\$ 14.850.000
Especialista en Estructuras	20	\$ 88.710.000	\$ 70.968.000	\$ 17.742.000	2	\$ 8.871.000
Especialista en Geotecnia	20	\$ 88.710.000	\$ 70.968.000	\$ 17.742.000	2	\$ 8.871.000
Especialista en Hidráulica	20	\$ 44.355.000	\$ 35.484.000	\$ 8.871.000	2	\$ 4.435.500
Auditor en Calidad	20	\$ 88.710.000	\$ 70.968.000	\$ 17.742.000	2	\$ 8.871.000
Especialista en Aseguramiento de la Calidad	40	\$ 198.000.000	\$ 158.400.000	\$ 39.600.000	4	\$ 19.800.000
Personal Técnico						

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Cargo	Trabajadores con empleo previo	Salario con desempleo descontado	Costo de Oportunidad generado a personas que estaba laborando	Beneficio generado a personas que estaban anteriormente laborando	Trabajadores que estaban desempleados	Beneficio generado por el empleo a personas que estaban desempleadas
Auxiliar de Ingeniería Titulado	33	\$ 150.150.000	\$ 120.120.000	\$ 30.030.000	4,38	\$ 19.950.000
Inspectores	56	\$ 188.348.160	\$ 150.678.528	\$ 37.669.632	6,31	\$ 21.215.040
Topógrafo Inspector	45	\$ 204.750.000	\$ 163.800.000	\$ 40.950.000	4,85	\$ 22.050.000
Cadenero 1	45	\$ 98.280.000	\$ 98.280.000	\$ 27.846.000	4,85	\$ 13.582.800
Cadenero 2	45	\$ 98.280.000	\$ 98.280.000	\$ 3.931.200	4,85	\$ 11.007.360
Maestro de obra	90	\$ 196.560.000	\$ 196.560.000	\$ 131.040.000	9,69	\$ 35.280.000
Oficial de 1a	67	\$ 146.328.000	\$ 146.328.000	\$ 36.582.000	7,77	\$ 21.210.000
Ayudantes	67	\$ 56.048.014	\$ 56.048.014	\$ 65.891.986	7,77	\$ 14.140.000
Almacenista	37	\$ 30.951.888	\$ 30.951.888	\$ 36.388.112	4,54	\$ 8.260.000
Personal Administrativo						
Celador	18	\$ 15.057.675	\$ 15.057.675	\$ 34.082.325	2	\$ 5.460.000
Mensajero	2	\$ 1.673.075	\$ 1.673.075	\$ 1.966.925	1	\$ 1.820.000
Conductor	17	\$ 14.221.138	\$ 14.221.138	\$ 16.718.862	2	\$ 3.640.000
Administrador	2	\$ 14.560.000	\$ 11.648.000	\$ 2.912.000	1	\$ 7.280.000
Contador	1	\$ 7.280.000	\$ 5.824.000	\$ 1.456.000	1	\$ 7.280.000
Campamentera	6	\$ 5.019.225	\$ 5.019.225	\$ 5.900.775	1	\$ 1.820.000
Secretaria	5	\$ 4.182.688	\$ 4.182.688	\$ 6.737.312	1	\$ 2.184.000
Total mensual	903	\$ 3.104.299.020	\$ 2.616.759.556	\$ 854.624.960	100	\$ 369.802.700
Total anual				\$ 10.255.499.523		\$ 4.437.632.400
				\$ 14.693.131.923		

Fuente: SAG, 2018

Los beneficios de empleo total generado con el proyecto son discriminados en: los empleados que incurren en un costo de oportunidad ya que se encontraban laborando previamente y que son estimados en \$ 10.255.499.523 anuales; y los empleados que no incurren en un costos de oportunidad, dado que no estaban laborando anteriormente, corresponde a \$ 4.437.632.400 anuales. De esta forma, el valor económico del beneficio del impacto de generación de empleo alcanza un monto de \$ 14.693.131.923 por cada año de construcción. El beneficio por la generación de empleo se proyecta para los años de la etapa de construcción del proyecto, los cuales son los primeros cuatro (4) años y medio de la duración del proyecto. El Valor Presente, descontado a una Tasa Social de Descuento del 12%, es de \$ 54.652.431.087 y se presenta su flujo de caja en la Tabla 10-24.

Tabla 10-24. Valor Presente Neto del beneficio por la Generación de empleo

Año	Flujo de caja
1	\$ 14.693.131.923
2	\$ 14.693.131.923

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Año	Flujo de caja
3	\$ 14.693.131.923
4	\$ 14.693.131.923
5	\$ 7.346.565.962
VPN (12%; 4,5 años)	\$ 54.652.431.087

Fuente: SAG, 2018

10.1.2.3 Dinamización de la economía local

La construcción de la segunda calzada desde el Túnel hasta San Jerónimo del Proyecto Autopista al Mar 1 puede generar un efecto dinamizador en la economía del área de influencia del proyecto por medio del incremento en la demanda de bienes y servicios tales como alimentación, hospedaje, transporte, combustible, entre otros, y que son provistos, en muchas ocasiones, por las comunidades del AID (o área de intervención). El impulso a la economía, aunque es temporal, tiene efectos sobre el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes gracias al incremento en el poder adquisitivo de éstos y permite a las familias satisfacer sus necesidades básicas. Además, la llegada del proyecto contribuye al crecimiento económico ya que genera aumento en la variable macroeconómica de Demanda Agregada, producto de la inversión privada para el desarrollo de este proyecto. Es importante anotar que, en la actualidad, existen programas en el AI relacionados con la dotación de bienes públicos (vías, gas, acueducto), programas productivos (agricultura) y programas sociales (educación), los cuales buscan mejorar las condiciones de vida de la población; estos factores externos al proyecto también contribuyen a dinamizar la economía local y de la región.

Para determinar el efecto de la externalidad positiva en la economía local, se utilizó el método de Precios de Mercado para valorar este impacto considerando el peso relativo que tienen en el PIB regional y nacional los municipios del Área de influencia del proyecto. Sobre la inversión en bienes y servicios que debe hacer el desarrollador de proyecto, se puede estimar el efecto multiplicador que tiene en la economía local, para lo que se siguieron los análisis de la Matriz Insumo-Producto (MIP) realizados por Hernández (2012)¹⁰, quien estima un factor multiplicador de 2,212 en Colombia por la demanda de bienes y servicios del sector de Obras civiles. La cuantificación monetaria de este impacto se incluye en el Análisis Beneficio Costo, cuya memoria de cálculo se presenta en el Anexo 10.1 Memoria de cálculo de la valoración económica de impactos.

Teniendo en cuenta que este proyecto hace parte del megaproyecto “Autopistas para la Prosperidad”, considerado como de interés y prioridad nacional, es claro que puede generar efectos dinamizadores en la economía del país y en las regiones por donde cruza el proyecto. Para estimar el valor correspondiente a los efectos generados en los municipios del Área de Influencia del proyecto, se parte de la ponderación y peso relativo de cada municipio en el PIB departamental y nacional. El departamento de Antioquia tiene un peso relativo de 13,9% en el PIB del país y los municipios de Medellín y San Jerónimo

¹⁰ Hernández, G. (2012). Matriz Insumo-Producto y análisis de multiplicadores: una aplicación para Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 14(6), pp. 203-221.

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

un peso relativo en el PIB departamental equivalente a 45,4686%¹¹ y 0,1370%¹², respectivamente. De esta forma, para estimar un equivalente proporcional de los efectos del monto invertido por el proyecto en los municipios del AI, se calcula la proporción para el departamento de Antioquia y posteriormente, la equivalencia proporcional para los municipios del AI. El valor obtenido fue \$ 51.650.479.726, tal como se aprecia en la Tabla 10-25.

Tabla 10-25. Estimación del valor invertido correspondiente a los Municipios del AI

Valor de la inversión en el proyecto	Valor Relativo en Departamento de Antioquia	Valor Relativo en municipios del AI
\$ 814.781.923.890	\$ 113.254.687.421	\$ 51.650.479.726

Fuente: SAG, 2018

Ahora bien, para calcular el efecto en la Dinamización de la economía local generado por el incremento en la demanda y oferta de bienes y servicios, es necesario considerar que en la economía existe un conjunto de relaciones de oferta y demanda intersectoriales, de tal forma que no es posible analizar aisladamente el cambio de un sector sin tener en cuenta los efectos sobre la oferta y demanda de los demás sectores o sobre la economía en su conjunto. Así, para estimar la dinamización de la economía generada por el proyecto “Autopista al Mar 1 – Construcción de la Segunda Calzada Túnel – San Jerónimo - UF 1 y 3” y que fue solicitada por la ANLA en el Requerimiento 14 del Acta 34 de 20 de abril de 2018; es necesario tener en cuenta no solo la inversión de la demanda de bienes y servicios, sino también los encadenamientos directos e indirectos que afectan a los demás sectores de la economía. Para esto, se toma como referencia el trabajo de Hernández (2012) quien a través de la construcción de la Matriz Insumo-Producto (MIP) para Colombia calculó los efectos multiplicadores de la oferta y la demanda para 23 sectores, incorporando los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás. En el caso del sector de Obras civiles encontró que ante un incremento de \$ 100 en la demanda del sector, los encadenamientos producen un incremento de \$ 121,20 en la demanda total de la economía, \$ 53,06 por los encadenamientos directos y \$ 68,14 por encadenamientos indirectos.

A partir de la información anterior, se calcula el valor económico del impacto positivo Dinamización de la economía local como el producto entre la inversión en demanda de bienes y servicios en los municipios del AI y el multiplicador de 2,221 estimado por Hernández (2012) para Obras civiles. La cifra obtenida es \$ 114.715.715.472, que representa tanto el efecto dinamizador por la demanda de bienes y servicios como los efectos positivos de los encadenamientos directos e indirectos (ver Tabla 10-26).

¹¹ Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), (2016). Cuentas Departamentales – CD. Producto Interno Bruto. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/departamentales/B_2005/Bol_dptal_2016preliminar.pdf

¹² Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), (octubre de 2015). Metodología para calcular el Indicador de Importancia Económica Municipal Cuentas Departamentales – CD. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/Met_indicador_import_economica_mpal.pdf

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-26. Valoración económica de la Dinamización de la economía local

Inversión en bienes y servicios en el AID	Efecto multiplicador	Total Dinamización de la economía
\$ 51.650.479.726	2,221	\$ 114.715.715.472

Fuente: SAG, 2018

La generación temporal de empleo e ingresos económicos asociados al desarrollo del proyecto tendrá un impacto positivo en la dinámica económica local, que se verá reflejado en el incremento en la oferta y demanda de bienes y servicios; es así como fue analizado este impacto dentro del EIA. Sin embargo, los efectos se proyectan sólo para el primer año de la etapa de construcción del proyecto, dado que los efectos del beneficio por la Generación de empleo fueron ya calculados y se caería en una doble contabilidad.

10.2 ANÁLISIS BENEFICIO COSTO

Desde el punto de vista de la evaluación de proyectos, es importante realizar un balance entre los beneficios y costos del proyecto para determinar qué le conviene a la sociedad a la hora de maximizar el bienestar económico. En este caso, se estimó el indicador de la Relación Beneficio Costo (RBC) que está dado por el cociente entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos, de los impactos que pudieron valorarse económicamente; así como el Test de VPN que corresponde a la diferencia del valor actual neto entre los beneficios menos los costos. El resultado de ambos indicadores representa la viabilidad del proyecto.

Una vez actualizados los calculados de los costos ambientales (impactos o externalidades negativas del proyecto) y beneficios ambientales (impactos o externalidades positivas del proyecto) de acuerdo con las obras y actividades asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental, se procede a recalcular la Relación Beneficio Costo (RBC) del proyecto para evaluar su factibilidad y el beneficio ambiental y social que puede tener sobre la comunidad de la zona.

En el presente análisis, como ya se ha expresado, considera el recalcu en tres (3) impactos negativos (o costos) debido a que en el análisis de los demás impactos se identificó que no generan cambios ni se relacionan con las variables alteradas en los BSE por la Modificación de Licencia, debido que en el EIA estos análisis fueron planteados para el área objeto de estudio, donde se incluye las áreas posibles de modificación y por tanto, los resultados de la valoración se mantienen acorde al EIA. Es decir, la actualización del proyecto de acuerdo con las obras asociadas a la Modificación se centra en los impactos de “Cambio en las características de los suelos”, “Modificación en la cobertura vegetal” y “Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas”. Además, En la Tabla 10-27 se presenta la actualización, impacto por impacto, de los valores económicos obtenidos en cada uno de ellos, tanto en la etapa de EIA como en la actualización de los análisis objeto de la presente Modificación de Licencia Ambiental.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-27. Comparación de Impactos Valorados Económicamente y RBC

Impactos Mar 1 UF 1 y 3		EIA	Actualización con Modificación de Licencia
BENEFICIOS	Dinamización de la economía local	\$ 12.221.728.858	\$ 114.715.715.472
	Generación de empleo	\$ 54.652.431.087	\$ 54.652.431.087
	Cambio en los costos generalizados del transporte	\$ 932.772.931.682	\$ 932.772.931.682
	Beneficios Totales	\$ 999.647.091.627	\$ 1.102.141.078.241
COSTOS	Cambio en las características Físico-Químicas del suelo	\$ 9.315.366.903	\$ 33.190.852.876
	Generación y/o activación de procesos denudativos	\$ 59.150.635.690	\$ 59.150.635.690
	Modificación de la cobertura vegetal	\$ 549.997.108	\$ 1.514.966.943
	Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas, amenazadas, migratorias o de importancia ecológica, económica y cultural	\$ 16.687.050.941	\$ 65.510.729.811
	Costos Totales	\$ 85.703.050.642	\$ 159.367.185.319
RBC		11,66	6,92

Fuente: SAG, 2018

Como puede verse, los beneficios ambientales totales tienen una variación debido al cambio en el cálculo del impacto Dinamización de la economía local, mientras que los costos ambientales, fueron ajustados de acuerdo al cambio en las variables donde se presentan efectos relacionadas con las actividades de la Modificación de Licencia Ambiental; en la Figura 10-2 y la Figura 10-2 se representan estas actualizaciones.

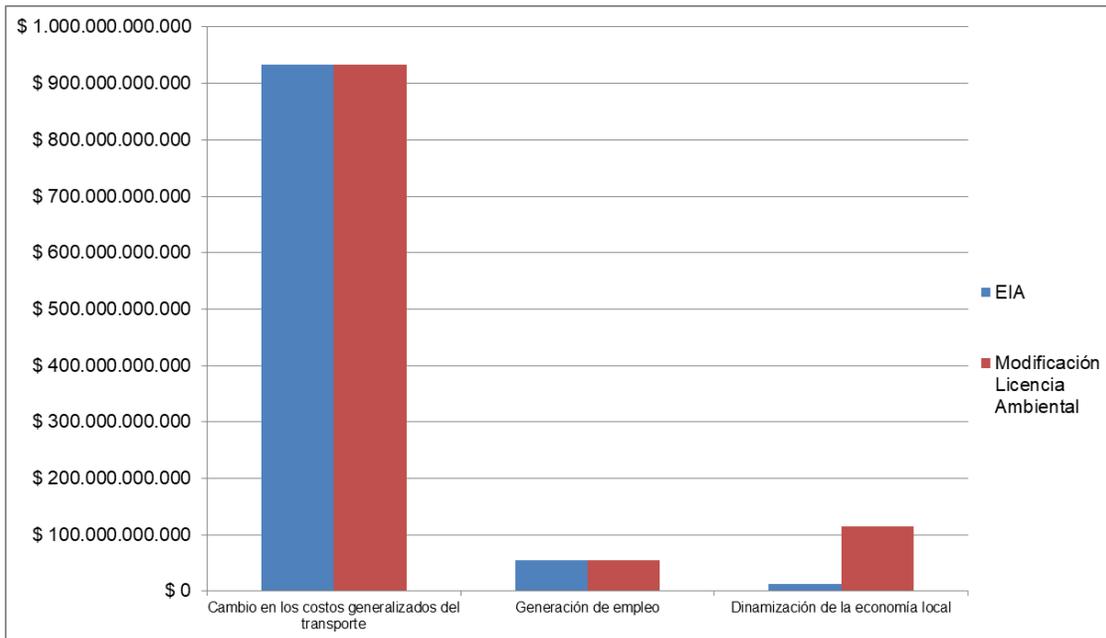


Figura 10-1. Variación en los Beneficios Ambientales en Totales EIA versus Modificación de Licencia

Fuente: SAG, 2018

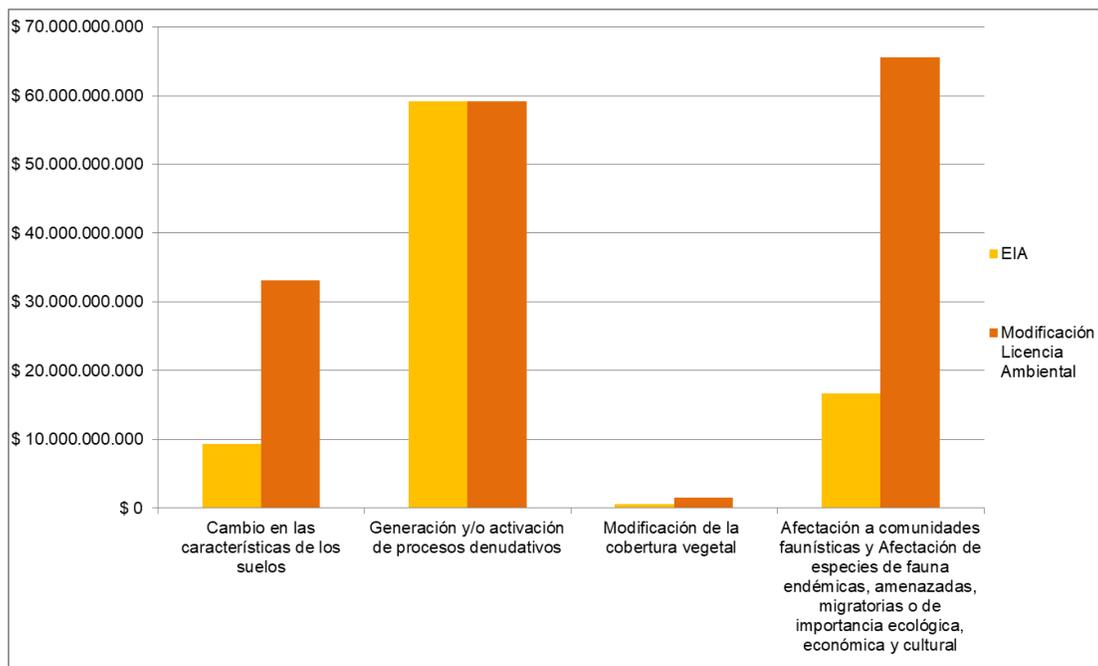


Figura 10-2. Variación en los Costos Ambientales Totales en EIA versus Modificación de Licencia

Fuente: SAG, 2018

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

De esta forma, la estimación y actualización de la Relación Beneficio Costo del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel – San Jerónimo UF 1 y 3 - Autopista al Mar 1”, incluyendo la Modificación de Licencia Ambiental, se presenta en la Ecuación 1:

$$RBC = \frac{\sum_{i=1}^{25} \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^{25} \frac{C_i}{(1+r)^i}} = \frac{VPN_{beneficios}}{VPN_{costos}} = \frac{\$ 1.102.141.078.241}{\$ 159.367.185.319} = 6,92$$

Ecuación 1. Estimación de la RBC

Con los nuevos valores estimados para los costos ambientales de los impactos “Cambio en las características de los suelos”, “Modificación en la cobertura vegetal”, “Afectación a comunidades faunísticas y afectación a especies de fauna” y para el beneficio ambiental de “Dinamización de la economía local”, se encontró que la RBC es de 6,92; este resultado indica que el proyecto con la actualización de las obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental, sigue siendo viable en términos del bienestar social y ambiental que este puede generar a las poblaciones del área de influencia y que tiene repercusiones positivas que justifican su desarrollo. Vale la pena resaltar que debido a la actualización de los costos ambientales, se nota un efecto de disminución en la RBC en cerca de 5 unidades (40,71%), debido a que pasó de 11,66 en EIA a 6,92 en la Modificación de Licencia Ambiental, como se muestra en la Figura 10-3. En ambos casos la RBC es mayor a uno (1), manteniéndose el argumento de viabilidad e impacto positivo del proyecto en el bienestar social de las comunidades del área de influencia.

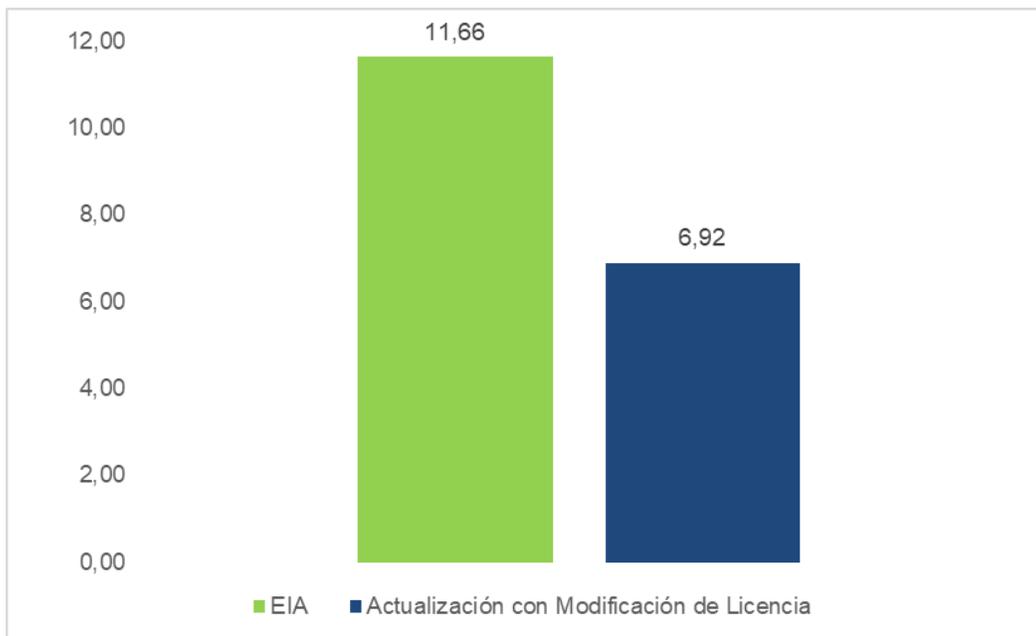


Figura 10-3. Comparativo del indicador de RBC para EIA y Modificación de Licencia

Fuente: SAG, 2018

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Se actualiza también el indicador Test de VPN como puede verse en la Ecuación 2, que da como resultado una cifra positiva de \$ 942.773.892.922; este indicador muestra un aumento de \$ 28.829.851.937 que equivale al 3,15%. Continuando con el análisis, dado que es mayor que cero, permite inferir que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera incrementos en el bienestar social, lo que justifica su construcción y posterior operación.

$$VPN = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Ecuación 2. Estimación del Test VPN

$$VPN = \$ 1.102.141.078.241 - \$ 159.367.185.319$$

$$VPN = \$ 942.773.892.922$$

En la Figura 10-4 puede observarse que, tanto en la evaluación económica ambiental en el EIA como en los ajustes en la presente Modificación de Licencia Ambiental, el proyecto presenta resultados positivos (mayores a cero (0)).

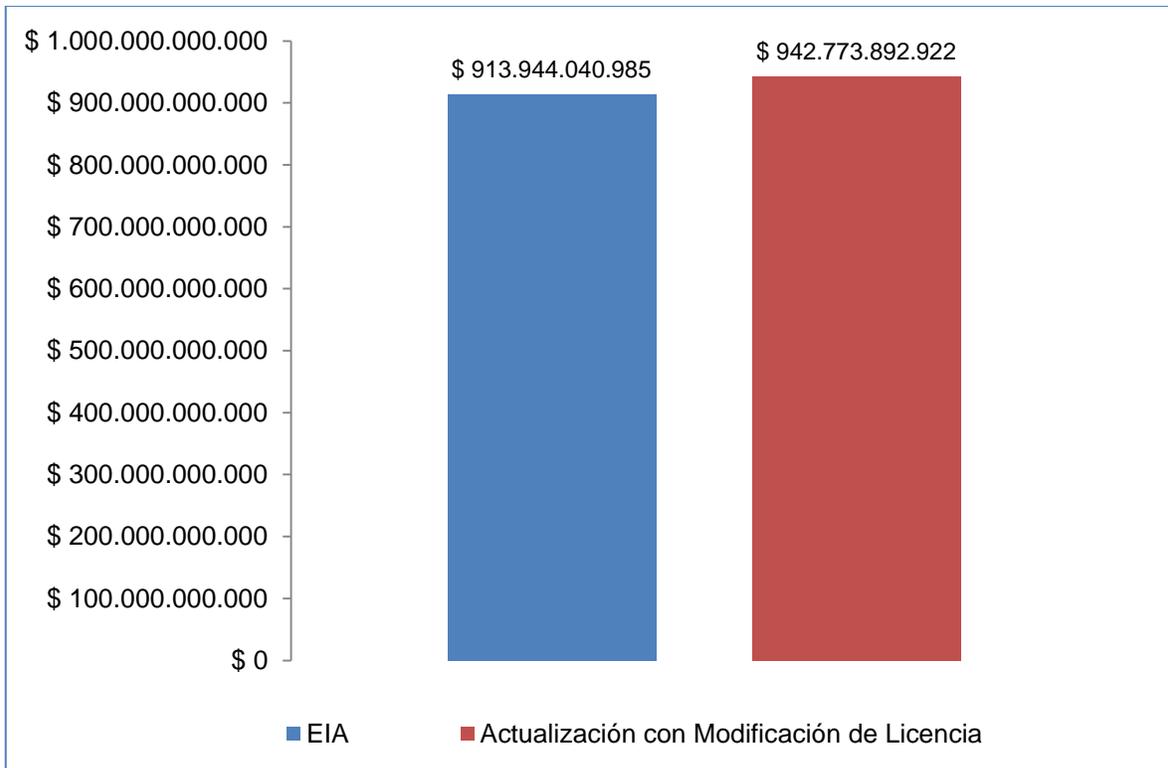


Figura 10-4. Comparativo del indicador de Test VPN para EIA y Modificación de Licencia

Fuente: SAG, 2018

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

10.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

La valoración económica de los impactos ambientales de la Modificación de Licencia del Proyecto Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo UF 1 y 3 – Autopista Mar 1, se realiza bajo el supuesto de que es posible predecir adecuadamente el desempeño de los impactos durante el horizonte de tiempo del proyecto. Sin embargo, para garantizar la robustez y estabilidad de los resultados ante cambios imprevistos, es necesario tener en cuenta dentro del proceso, la incertidumbre que se puede generar por el desconocimiento de los escenarios futuros. De esta forma, el análisis de sensibilidad se convierte en una herramienta útil para anticipar los posibles cambios en los escenarios futuros e investigar el efecto sobre los resultados de los principales indicadores económicos que soportan la toma de decisiones para un proyecto de infraestructura y desarrollo.

En este apartado y para esta Modificación de Licencia Ambiental, se realiza el análisis de sensibilidad considerando el cambio en dos variables fundamentales del análisis beneficio costo: la Tasa Social de Descuento y los costos ambientales del proyecto, como se explica a continuación:

- Se considera el análisis de valoración con TSD de 5% y 20%. Estos dos valores se proponen debido a que permiten construir escenarios extremos en los cuales es posible estudiar la sensibilidad de los indicadores del proyecto. Por ejemplo, la TSD más baja concentra la inversión en períodos más próximos en el tiempo, lo que indica que los recursos se agotarían más rápidamente en las etapas más tempranas; una TSD más alta indica que los individuos prefieren trasladar el gasto hacia el futuro y trasladan de manera intergeneracional los efectos de la inversión en el proyecto.
- Se considera el análisis con aumentos del 30% y 50% en el costo ambiental total, considerando que los costos son más susceptibles de aumentar como resultado de una inadecuada gestión de las medidas de manejo del proyecto de infraestructura o por efectos externos, como causas naturales, de orden social y político, crisis económicas, entre otros.

Este análisis concuerda con lo presentado en el EIA, para este documento se propone analizar específicamente estas variables, dado que representan un efecto directo de acuerdo con las actualizaciones presentadas en los costos ambientales producto de la Modificación Ambiental expuesta.

10.3.1 Cambio en la Tasa Social de Descuento (TSD)

En la Tabla 10-28 se presentan los resultados de la valoración económica de impactos considerando los cambios en la TSD del 5% y del 20% en comparación con la TSD sugerida por el Departamento Nacional de Planeación en Colombia, que es del 12%. Los resultados muestran que en los tres escenarios los beneficios ambientales superan a los costos ambientales y por ende la RBC es mayor que uno (1) y el Test VPN es mayor a cero (0); es decir, que en cualquiera de estos casos el proyecto puede considerarse viable, ya que genera impactos económicos y ambientalmente positivos para la sociedad, independiente de los cambios en la TSD. Adicionalmente, se observa que a medida que la

	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

TSD aumenta, la RBC disminuye, es decir que cuando los individuos prefieren transferir los beneficios a generaciones futuras, los resultados en términos de bienestar se reducen.

Tabla 10-28. Análisis de sensibilidad ante cambios en la TSD

Impactos ambientales		VPN (TSD 12%)	VPN (TSD 5%)	VPN (TSD 20%)
Costos Ambientales	Cambio características Físico-Químicas del suelo	\$ 33.190.852.876	\$ 56.651.929.485	\$ 22.323.010.330
	Modificación en la cobertura vegetal	\$ 1.514.966.943	\$ 2.361.921.899	\$ 1.122.633.152
	Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas	\$ 65.510.729.811	\$ 111.817.230.478	\$ 44.060.232.611
	Generación y/o activación de procesos denudativos	\$ 59.150.635.690	\$ 82.534.806.293	\$ 18.446.067.391
	Costos Totales	\$ 159.367.185.319	\$ 253.365.888.156	\$ 85.951.943.484
Beneficios Ambientales	Efecto del proyecto en la dinámica local	\$ 114.715.715.472	\$ 114.715.715.472	\$ 114.715.715.472
	Beneficios generación de empleos	\$ 54.652.431.087	\$ 60.750.212.476	\$ 49.186.846.334
	Beneficio ahorro costo generalizado	\$ 932.772.931.682	\$ 2.310.238.089.640	\$ 413.640.782.876
	Beneficios Totales	\$ 1.102.141.078.241	\$ 2.485.704.017.588	\$ 577.543.344.682
RBC		6,92	9,81	6,72
Test VPN		\$ 942.773.892.922	\$ 2.232.338.129.432	\$ 491.591.401.198

Fuente: SAG, 2018

En la Tabla 10-29 se muestran los resultados de la sensibilidad de los costos, los beneficios y la RBC ante los cambios en la TSD propuestos. Como se observa, en valor absoluto, las variaciones en la RBC son más significativas en el escenario de una TSD equivalente a 5% que en el escenario de TSD igual a 20%. Esto obedece a que los beneficios ambientales del proyecto se elevan de forma considerable con una TSD menor ya que los individuos transfieren menos beneficios a las generaciones futuras causando esto mayores efectos positivos en las generaciones presentes; cabe recordar que el beneficio por la generación de empleo se manifiesta solo en la etapa de construcción del proyecto que se estima con una duración de cuatro (4) años y el beneficio de dinamización de la economía local sólo se manifiesta en el primer año del proyecto, es así que al darle mayor peso a los flujos de caja de los beneficios presentes, se obtiene una mayor RBC. Al evaluarse el escenario con TSD igual a 20%, se obtiene una reducción del 12% en la RBC (de 6,92 a 6,72) sustentado por el hecho de transferir los flujos de caja de los beneficios presentes (que son mucho más altos que los costos) a las generaciones futuras. Respecto al Test de VPN, se presentan también mayores variaciones en el escenario de TSD igual a 5% que en el escenario de 20%; todo esto explicado por el hecho de trasladar los impactos del proyecto (en especial los beneficios) a las generaciones presentes.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Tabla 10-29. Sensibilidad de los resultados ante cambios en la TSD

Sensibilidad	Variación (Tasa de descuento 5%)	Variación (Tasa de descuento 20%)
Costos Totales Ambientales	59%	-46%
Beneficios Totales Ambientales	126%	-48%
RBC	42%	-3%
Test VPN	137%	-48%

Fuente: SAG, 2018

10.3.2 Cambio en los costos ambientales

En la Tabla 10-30 se presentan los resultados de la valoración económica para la Modificación de Licencia Ambiental del Proyecto Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo UF 1 y 3 - Autopista al Mar 1, considerando incrementos en el Costo Ambiental Total del 30% y 50%. Los resultados indican que la RBC decrece ante aumentos en los costos, lo que implica que, si el proyecto incurre en mayores costos ambientales debido, por ejemplo a: una inadecuada gestión del Plan de Manejo, catástrofes naturales, demoras en los tiempos de ejecución, condiciones de orden público, entre otras; tienen un efecto de reducción en el bienestar social que genera sobre la comunidad. No obstante, es necesario resaltar que, aunque los costos se incrementen en un 50%, el Proyecto no deja de ser conveniente desde el punto de vista social y económico debido a que la RBC sigue siendo mayor que uno (1) y el Test VPN es mayor a cero (0).

Tabla 10-30. Análisis de sensibilidad ante cambios en los Costos Ambientales

Impactos ambientales		VPN (Costo Inicial)	VPN (Aumento del costo 30%)	VPN (Aumento del costo 50%)
Costos Ambientales	Cambio características Físico-Químicas del suelo	\$ 33.190.852.876	\$ 43.148.108.738	\$ 49.786.279.313
	Modificación en la cobertura vegetal	\$ 1.514.966.943	\$ 1.969.457.025	\$ 2.272.450.414
	Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas	\$ 65.510.729.811	\$ 85.163.948.754	\$ 98.266.094.716
	Generación y/o activación de procesos denudativos	\$ 59.150.635.690	\$ 76.895.826.397	\$ 88.725.953.535
	Costos Totales	\$ 159.367.185.319	\$ 207.177.340.915	\$ 239.050.777.978
Beneficios Ambientales	Efecto del proyecto en la dinámica local	\$ 114.715.715.472	\$ 114.715.715.472	\$ 114.715.715.472

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1	 SOMOS TU VÍA
	MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL	
	VERSIÓN 4	

Impactos ambientales		VPN (Costo Inicial)	VPN (Aumento del costo 30%)	VPN (Aumento del costo 50%)
	Beneficios generación de empleos	\$ 54.652.431.087	\$ 54.652.431.087	\$ 54.652.431.087
	Beneficio ahorro costo generalizado	\$ 932.772.931.682	\$ 932.772.931.682	\$ 932.772.931.682
	Beneficios Totales	\$ 1.102.141.078.241	\$ 1.102.141.078.241	\$ 1.102.141.078.241
	RBC	6,92	5,32	4,61
	Test VPN	\$ 942.773.892.922	\$ 894.963.737.326	\$ 863.090.300.263

Fuente: SAG, 2018

Las medidas de sensibilidad de la valoración económica del Proyecto Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo UF 1 y 3 – Autopista al Mar 1, con respecto a cambios en los costos ambientales se presentan en la Tabla 10-31. Como se observa, los resultados del proyecto son sensibles cuando se incrementan los costos ambientales; puntualmente, el incremento en el 30% de los costos reduce la RBC en un 23,08% mientras que el incremento del 50% de los costos reduce este indicador en 33,3%. En relación al Test VPN, los incrementos de 30% y 50% en los Costos Ambientales provocan disminuciones de 5,07% y 8,45%, respectivamente en el indicador. Por lo tanto, es necesario que la empresa ejecutora del proyecto realice una adecuada gestión de los Planes de Manejo e intente tener control sobre imprevistos (naturales, políticos, sociales, económicos, entre otros), de forma que la variación en los costos ambientales sea lo más pequeña posible, garantizando así los efectos positivos que el emplazamiento del proyecto puede generar sobre el bienestar de la comunidad.

Tabla 10-31. Sensibilidad de los resultados ante cambios en los costos

Sensibilidad	Variación (Aumento del costo 30%)	Variación (Aumento del costo 50%)
Costos Totales Ambientales	30%	50%
Beneficios Totales Ambientales	0%	0%
RBC	-23,08%	-33,33%
Test VPN	-5,07%	-8,45%

Fuente: SAG, 2018

El análisis de Valoración Económica de los impactos ambientales del Proyecto Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo UF 1 y 3 - Autopista al Mar 1, que se realiza en este capítulo permite concluir que en términos generales el proyecto es conveniente para la sociedad en términos del bienestar económico y ambiental que genera, aun considerando las obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental.

Debe entonces buscarse la puesta en marcha de estrategias efectivas que permitan el control, monitoreo y seguimiento a los costos ambientales totales del proyecto. Así, se podrá administrar de forma más óptima los recursos y garantizar el impacto positivo en el bienestar social, reconociendo que éstos son una variable sensible que puede alterar la toma de decisiones para la viabilidad y sostenibilidad del proyecto.