

**MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 00606 DE 2017  
PARA EL POLÍGONO LA FRISOLA Y POLVORÍN DENTRO DEL PROYECTO  
CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO  
UF 1 Y 3 - AUTOPISTA AL MAR 1**



**Para:**



**Elaborado por:**



**Medellín**

**Septiembre de 2017**

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

## TABLA DE CONTENIDO

10	EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL .....	1
10.1	Cambio en las características de los suelos .....	3
10.2	Modificación de la cobertura vegetal.....	6
10.3	Análisis Beneficio Costo .....	9

## LISTA DE FIGURAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 10-1.	Impactos Ambientales y Bienes y Servicios ecosistémicos asociados .....	2
Tabla 10-2.	Valor por Pérdida de Captura de CO <sub>2</sub> .....	4
Tabla 10-3.	Densidad de nutrientes contenidos en el suelo .....	4
Tabla 10-4.	Valor por Alteración a la producción de nutrientes del suelo .....	4
Tabla 10-5.	Valor por Alteración a la producción de nutrientes del suelo .....	5
Tabla 10-6.	Resumen Comparativo del Impacto Cambio en las características del suelo .	6
Tabla 10-7.	Comparativo del Valor de uso directo de la madera .....	6
Tabla 10-8.	Comparativo del Valor de Alteración régimen de escorrentía .....	7
Tabla 10-9.	Comparativo del Valor de Alteración régimen de retención de sedimentos ....	8
Tabla 10-10.	Comparativo del Valor de la Disminución capacidad de captura de CO <sub>2</sub> .....	8
Tabla 10-11.	Resumen Comparativo del Impacto Modificación de la cobertura vegetal .....	9
Tabla 10-12.	Impactos Valorados Económicamente y RBC .....	10

## LISTA FOTOGRAFÍAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

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

## 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 para el polígono La Frisola y el polvorín, 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 2017<sup>1</sup>. 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.

Como ya se mencionó, las obras y actividades asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental, no generan nuevos impactos, además las calificaciones de importancia

---

<sup>1</sup> 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.

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

ambiental se conservan, toda vez que la manifestación e intensidad de los impactos es la misma a lo indicado en el EIA; las obras de modificación corresponden a 1,34 hectáreas, ubicadas principalmente en las veredas La Frisola y La Volcana–Guayabal. Es por esta razón, que para el análisis de valoración económica se retoman los impactos identificados como significativos y relevantes en el EIA, como se muestra en la Tabla 10-1.

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

<b>Impacto</b>	<b>Bien y/o Servicio Ecosistémico valorado</b>
Cambio en las características de los suelos	Pérdida de captura de CO <sub>2</sub>
	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 <sub>2</sub>
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
Generación de empleo	Relaciones de intercambio y comercio
Dinamización de la economía local	Relaciones de intercambio y comercio

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

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

Una vez revisados estos impactos, se encontró que aquellos que debían actualizarse eran los relacionados con el “Cambio en las características de los suelos” y “Modificación en la cobertura vegetal”, debido que estos dos (2) impactos presentan cambios en la valoración de algunos de sus BSE relacionados y por tanto, la valoración económica requiere ser actualizada en estos aspectos. 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 para el polígono La Frisola y el polvorín.

A continuación se procede con el análisis de Valoración Económica para los dos impactos mencionados y susceptibles de cambio en sus valores monetarios. Es importante resaltar que la metodología empleada y las valoraciones de los demás impactos se mantienen de acuerdo a los análisis presentados en el EIA, toda vez que estos no son alterados por la presente Modificación de Licencia de Ambiental.

### 10.1 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, que fueron los BSE asociados a este impacto. Para el análisis de esta 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 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 CO<sub>2</sub>**

Con las obras y actividades de la presente Modificación de Licencia que pretenden construir un box y un terraplén sobre éste que facilitará posteriormente la ampliación de la calzada de la vía, serán afectadas unas fracciones de suelo donde se construirá dicha ampliación. 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 CO<sub>2</sub>/ha/año, como fue expuesto en el EIA. El precio promedio entre enero y agosto de 2017 del CER<sup>2</sup> y del Euro<sup>3</sup> respecto al Peso colombiano fue de 0,25€/Ton CO<sub>2</sub> y \$3.291,75, respectivamente, como puede verificarse en el Anexo 10.1 - Memorias de Cálculo, que soporta los cálculos realizados. En la Tabla 10-2 se presenta el Valor

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

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

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

Económico estimado para la pérdida de captura de CO<sub>2</sub> actualizado para el proyecto incluyendo las obras objeto de la Modificación de Licencia Ambiental.

**Tabla 10-2. Valor por Pérdida de Captura de CO<sub>2</sub>**

Mar 1 UF 1 y 3	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área total (ha)	64,31	65,33
Valor Económico Captura Carbono	\$ 26.845.711,37	\$ 16.771.733,10
<b>VPN (12%; 25 años)</b>	<b>\$ 237.400.360,23</b>	<b>\$ 148.314.768,94</b>

Fuente: SAG, 2017

La reducción del valor calculado para el servicio ecosistémico de captura de carbono se debe al descenso experimentado por los bonos CER en el último año de casi un 50%, pues las hectáreas de suelo a afectar y el tipo de cambio del peso colombiano respecto al Euro se han mantenido en proporciones similares a las de los datos empleados en el EIA, tal como puede contrastarse en el Anexo 10.1 – Memoria de Cálculo.

- **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 10-3.

**Tabla 10-3. Densidad de nutrientes contenidos en el suelo**

Conversión		Ton/ha
K	KCl	4,22
Ca	CaCO <sub>3</sub>	48,46
Mg	MgSO <sub>4</sub>	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. De esta forma, el Valor actualizado de los precios de nutrientes consultados para 2017, generan un cambio en los valores base como se relaciona en la Tabla 10-4.

**Tabla 10-4. Valor por Alteración a la producción de nutrientes del suelo**

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

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

Nutriente	Valor comercial (\$/Ton)	Valor económico (\$/ha)	Valor económico Total (\$/ha)	Valor económico total del impacto (\$)	VPN (12%; 25 años)
Cloruro de potasio <sup>4</sup>	644.007	2.715.499	35.225.309	2.301.340.678	20.351.075.761,1
Carbonato de calcio <sup>5</sup>	340.000	16.475.278			
Magnesio <sup>6</sup>	649.020	16.034.532			

Fuente: SAG, 2017

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 10-5.

**Tabla 10-5. 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	65,33
Valor Económico pérdida de nutrientes (\$)	\$ 1.033.428.982,21	\$ 2.301.340.678,15
<b>VPN (12%; 25 años)</b>	<b>\$ 9.077.966.542,30</b>	<b>\$ 20.351.075.761,10</b>

Fuente: SAG, 2017

El ascenso del Costo ambiental por Alteración a la producción de nutrientes del suelo de \$9.077.966.542,30 a \$ 20.351.075.761,10, está explicado por el aumento en el área de suelo a afectar (terraplén) y, especialmente, por la actualización de los precios de mercado de los nutrientes análogos del suelo que sufrieron reducción para el Cloruro de potasio pero aumentaron significativamente para el Carbonato de calcio y el Magnesio.

Finalmente, en la Tabla 10-6 se observa el cuadro comparativo para el Valor total del impacto de Cambio en las características fisicoquímicas de los suelos estimado en el EIA y en la actualización incluyendo las obras asociadas a la presente 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

<sup>4</sup> Valores de referencia de acuerdo con: <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=cloruro-de-potasio&meses=12&moneda=cop>, consultado el 15 de septiembre de 2017

<sup>5</sup> Valores de referencia de acuerdo con: [www.iagros.com](http://www.iagros.com), consultado el 15 de septiembre de 2017

<sup>6</sup> Valores de referencia de acuerdo con: <https://co.all.biz/sulfato-de-magnesio-sulfato-de-magnesio-g3402289UA#.WbmWosjiUk>, consultado el 15 de septiembre de 2017

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

expuestas anteriormente, de esta forma, la estimación del valor económico de este impacto es de \$ 20.499.390.530,04

**Tabla 10-6. Resumen Comparativo del Impacto Cambio en las características del suelo**

BSE	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Servicio de los suelos captura de carbono	\$ 237.400.360,2	\$ 148.314.768,94
Cambio en producción de nutrientes del suelo	\$ 9.077.966.542,3	\$ 20.351.075.761
<b>VPN (12%; 25 años)</b>	<b>\$ 9.315.366.902,5</b>	<b>\$ 20.499.390.530,04</b>

Fuente: SAG, 2017

## 10.2 MODIFICACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

Con los cambios en las áreas asociadas a las obras objeto de la Modificación de Licencia Ambiental, las hectáreas de coberturas vegetales que serán afectadas tienen una reducción de 11,26 ha a 10,94 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 presentados en el EIA y sólo se tendrá en cuenta cambios en áreas de coberturas y tarifas de acueducto y 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.

**Tabla 10-7. 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 <sup>3</sup> /ha)	Área (ha)	Área (ha)
Bosque de galería	367,191	6,22	2,35
Vegetación secundaria alta	138,538	4,95	7,72
Vegetación secundaria baja	7,695	0,09	0,87

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

Mar 1 UF 1 y 3	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
<b>Total</b>	<b>11,26</b>	<b>10,94</b>
<b>VPN (12%; 1 año)</b>	<b>\$ 121.173.322,11</b>	<b>\$ 136.705.066,67</b>

Fuente: SAG, 2017

El pequeño aumento que experimenta el Valor de Uso de la madera se debe al aumento en el área del proyecto ya que los precios de mercado de la madera comercial y la madera de leña se mantuvieron iguales a los del EIA, además de mantener los supuestos en la distribución de la comercialización entre madera de leña y comercial.

- **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 m<sup>3</sup>/ha/año y se usó la tarifa de estrato 4 establecida en Medellín para el m<sup>3</sup> de agua en agosto de 2017 que asciende a \$ 1.775,61/m<sup>3</sup>. Actualizando el área de coberturas afectadas y la tarifa de consumo de agua, se presenta en la Tabla 10-8 los valores obtenidos y comparados en el EIA y en la actualización del valor económico con la Modificación de Licencia.

**Tabla 10-8. 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	10,94
Índice de Regulación Hídrica Régimen escorrentía (m <sup>3</sup> /ha/año)	3.395,68	3.395,68
<b>VPN (12%; 25 años)</b>	<b>\$ 366.074.036,5</b>	<b>\$ 583.042.934,12</b>

Fuente: SAG, 2017

A pesar de que las hectáreas de cobertura vegetal a afectar fueron levemente reducidas, el costo por la Alteración al régimen de escorrentía se ve incrementado por la actualización de la tarifa comercial de metro cúbico (m<sup>3</sup>) de agua; ya que fue tomada la tarifa 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. Es decir, que el valor hallado puede ser 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 m<sup>3</sup>/ha/año, al igual que la tarifa de \$ 61,52/ m<sup>3</sup> 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 10-9 se presenta el nuevo valor estimado.

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

**Tabla 10-9. 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	10,94
<b>VPN (12%; 25 años)</b>	<b>\$ 62.403.289,06</b>	<b>\$ 60.602.261,42</b>

Fuente: SAG, 2017

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), la reducción de hectáreas de cobertura vegetal a afectar causa que el valor del impacto tenga una disminución proporcional al cambio en el área.

- **Disminución capacidad de captura de CO<sub>2</sub>**

Para la valoración de la disminución de la capacidad de captura de carbono se mantuvo el indicador propuesto en el EIA de 2,6 Ton/ha/año. Los datos que fueron actualizados para esta Modificación de Licencia Ambiental fueron las hectáreas de coberturas vegetales a afectar y los precios (en pesos colombianos) de los bonos CER<sup>7</sup>, junto con el tipo de cambio EURO/COP<sup>8</sup>, para el BSE de capacidad de fijación de carbono del suelo. En la Tabla 10-10 se presentan los valores estimados.

**Tabla 10-10. Comparativo del Valor de la Disminución capacidad de captura de CO<sub>2</sub>**

Mar 1 UF 1 y 3	Valor EIA	Valor actualización con Modificación de Licencia
Área de cobertura afectada (ha)	11,26	10,94
Índice de Captura de CO <sub>2</sub> (Ton/ha/año)	2,6	2,6
Tarifa Bonos CER (\$)	1.338,24	822,94
<b>VPN (12%; 25 años)</b>	<b>\$ 346.460,34</b>	<b>\$ 206.902,81</b>

Fuente: SAG, 2017

El costo ambiental por la Disminución en la capacidad de captura de carbono se reduce debido a que se reduce ligeramente el número de hectáreas de cobertura vegetal que serán afectadas con las obras de Modificación de Licencia; sin embargo, la causa

<sup>7</sup> Precio de los bonos CER: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>, consultado el 14 de septiembre de 2017

<sup>8</sup> Tipo de cambio mensual EUR/COP: <https://www.investing.com/currencies/eur-cop-historical-data>, consultado el 14 de septiembre de 2017

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

principal de esta reducción, se atribuye al descenso en los precios internacionales de los Bonos CER.

Finalmente, tomando la información anterior sobre los valores estimados por la afectación a los BSE relacionados con el impacto de Modificación de la cobertura vegetal, se presenta en la Tabla 10-11 los resultados en este análisis.

**Tabla 10-11. Resumen Comparativo del Impacto Modificación de la cobertura vegetal**

<b>Servicios y Bienes Ambientales</b>	<b>Valor EIA</b>	<b>Valor actualización con Modificación de Licencia</b>
Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera	\$ 121.173.322,11	\$ 136.705.066,67
Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de escorrentías	\$ 366.074.036,50	\$ 583.042.934,12
Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos	\$ 62.403.289,06	\$ 60.602.261,42
Costo ambiental por disminución en la capacidad de captura de CO <sub>2</sub>	\$ 346.460,34	\$ 206.902,81
<b>VPN (12%; 25 años)</b>	<b>\$ 549.997.108,01</b>	<b>\$ 780.557.165,03</b>

Fuente: SAG, 2017

### 10.3 ANÁLISIS BENEFICIO COSTO

Una vez actualizados los calculados de los costos ambientales (impactos o externalidades negativas del proyecto) susceptibles de cambio por 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, sólo se recalcularon dos (2) impactos negativos (o costos) debido a que los demás impactos no generan un cambio ni se relacionan con las variables alteradas en los BSE; es decir, la actualización del proyecto de acuerdo con las obras asociadas a la Modificación de Licencia Ambiental se centran en los impactos de “Cambio en las características de los suelos” y “Modificación en la cobertura vegetal”. Con respecto a los demás impactos, los cambios en los BSE se mantienen y no se manifiestan alteraciones de forma significativa, que generen una

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

actualización a lo ya evaluado y presentado en el EIA. De esta forma, la Relación Beneficio Costo se presenta en la Tabla 10-12.

**Tabla 10-12. Impactos Valorados Económicamente y RBC**

<b>Impactos Mar 1 UF 1 y 3</b>	<b>Valor EIA</b>	<b>Valor actualización con Modificación de Licencia</b>
<b>Beneficios</b>		
Efecto del proyecto en la dinámica local	\$ 12.221.728.858,35	\$ 12.221.728.858,35
Beneficios generación de empleos	\$ 54.652.431.086,76	\$ 54.652.431.086,76
Beneficio ahorro costo generalizado	\$ 932.772.931.681,94	\$ 932.772.931.681,94
<b>Beneficios Totales</b>	<b>\$ 999.647.091.627,05</b>	<b>\$ 999.647.091.627,05</b>
<b>Costos</b>		
Cambio en las características de los suelos	\$ 9.315.366.902,53	\$ 20.499.390.530,04
Modificación en la cobertura vegetal	\$ 549.997.108,01	\$ 780.557.165,03
Afectación a comunidades faunísticas y Afectación de especies de fauna endémicas	\$ 16.687.050.941,45	\$ 16.687.050.941,45
Activación de procesos denudativos	\$ 59.150.635.689,88	\$ 59.150.635.689,88
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 85.703.050.641,88</b>	<b>\$ 97.117.634.326,40</b>
<b>RBC</b>	<b>11,66</b>	<b>10,29</b>

Fuente: SAG, 2017

Con los nuevos valores estimados para los costos ambientales de los impactos “Cambio en las características de los suelos” y “Modificación en la cobertura vegetal”, se encontró una RBC de 10,29, es decir, 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. Vale la pena resaltar que debido a la actualización de áreas a afectar y de los precios de mercado, se nota un efecto de disminución en la RBC de 1,37 unidades, es decir pasó de 11,66 en EIA, a 10,29. En todo caso, el proyecto sigue con un indicador positivo, que puede

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

traducirse en que la generación de beneficios ambientales y sociales es mayor a los costos y por tanto, debe continuarse con su construcción y posterior operación.

Dado que el cambio en la RBC es leve y que el comportamiento en la valoración económica de los impactos se mantiene de forma cercana a las estimaciones obtenidas en el EIA. Se considera que el análisis de sensibilidad presentado en el EIA aplica a los resultados de la actualización de los indicadores económicos para el proyecto incluyendo las obras de modificación y por tanto, los resultados ya validados aplican para esta actualización de la evaluación económica ambiental, toda vez que fueron aprobados por la ANLA, de acuerdo con 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.