



TGI
Grupo Energía Bogotá

AMBIENTAL

**5.2. EVALUACIÓN ECONÓMICA
AMBIENTAL**

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|----------|---|----|
| 5. | EVALUACIÓN AMBIENTAL | 1 |
| 5.2 | Evaluación Económica Ambiental | 1 |
| 5.2.1 | Identificación de Impactos Significativos | 6 |
| 5.2.1.1 | Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos | 7 |
| 5.2.1.2 | Presencia de elementos ecológicos vulnerables | 9 |
| 5.2.2 | Cuantificación biofísica de cambios en los servicios ecosistémicos | 10 |
| 5.2.3 | Clasificación de impactos internalizados y no internalizados | 18 |
| 5.2.4 | Análisis de internalización de impactos | 21 |
| 5.2.4.1 | Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno | 21 |
| 5.2.4.2 | Activación de procesos erosivos | 22 |
| 5.2.4.3 | Generación de conflictos | 23 |
| 5.2.4.4 | Cambio en los procesos erosivos | 25 |
| 5.2.4.5 | Generación de expectativas | 26 |
| 5.2.4.6 | Cambio en la forma del terreno | 28 |
| 5.2.4.7 | Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales | 29 |
| 5.2.4.8 | Cambio de la diversidad de la hidrobiota | 30 |
| 5.2.4.9 | Incremento en la población flotante | 31 |
| 5.2.4.10 | Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular | 32 |
| 5.2.4.11 | Cambio en las actividades productivas tradicionales | 33 |
| 5.2.4.12 | Flujo de costos de impactos internalizados | 34 |
| 5.2.5 | Valoración de impactos no internalizados | 43 |
| 5.2.5.1 | Valoración económica de los impactos: Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje y Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje | 44 |
| 5.2.5.2 | Valoración económica del impacto: Cambio en los niveles de ruido | 55 |
| 5.2.5.3 | Valoración económica de los impactos: Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico | 66 |
| 5.2.5.4 | Valoración económica de los impactos: Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo y Cambio en el uso del suelo | 73 |
| 5.2.5.5 | Valoración económica del impacto: Cambio en la conectividad ecológica funcional | 81 |
| 5.2.5.6 | Valoración económica de los impactos: Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, Fragmentación de la cobertura vegetal, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea y Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento | 83 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | I |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| 5.2.5.7 | Valoración económica de los impactos: Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora, Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico, Atropellamiento de fauna silvestre y Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre..... | 89 |
| 5.2.5.8 | Valoración económica del beneficio: Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo | 94 |
| 5.2.5.9 | Valoración económica del beneficio: Cambio en la oferta de bienes y servicios locales | 98 |
| 5.2.6 | Indicadores de análisis económico | 102 |
| 5.2.6.1 | Flujo proyectado de costos y beneficios | 103 |
| 5.2.6.2 | Valor Presente Neto | 106 |
| 5.2.6.3 | Relación Beneficio Costo | 107 |
| 5.2.6.4 | Análisis de sensibilidad..... | 108 |
| 5.2.7 | Resultados | 111 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 113 |

LISTADO DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 5-1. | Localización general del proyecto | 2 |
| Figura 5-2. | Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental | 3 |
| Figura 5-3. | Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental | 7 |
| Figura 5-4. | Comportamiento del impacto según su tipología de la medida de manejo..... | 19 |
| Figura 5-5. | Pasos por seguir en la metodología de transferencia de beneficios | 46 |
| Figura 5-6. | Pasos por seguir en la metodología de transferencia de beneficios | 57 |
| Figura 5-7. | Efecto de las inversiones por contratación de mano de obra | 95 |
| Figura 5-8. | Comparación del VPN de costos y beneficios económicos de los impactos (\$ millones) | 111 |
| Figura 5-9. | Comparación De Costos Y Beneficios Económicos Ambientales | 112 |

LISTADO DE TABLAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 5-1. | Jerarquización de impactos ambientales significativos | 8 |
| Tabla 5-2. | Cuantificación biofísica de los impactos relevantes | 11 |
| Tabla 5-3. | Tipos de medidas..... | 19 |
| Tabla 5-4. | Clasificación de impactos internalizados y no internalizados | 20 |
| Tabla 5-5. | Indicadores que internalizan el impacto “Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno” | 22 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | II |

| | |
|---|----|
| Tabla 5-6. Indicadores que internalizan el impacto “Activación de procesos erosivos” | 23 |
| Tabla 5-7. Indicadores que internalizan el impacto “Generación de conflictos” | 24 |
| Tabla 5-8. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en los procesos erosivos” | 25 |
| Tabla 5-9. Indicadores que internalizan el impacto “Generación de expectativas” | 27 |
| Tabla 5-10. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en la forma del terreno” | 28 |
| Tabla 5-11. Indicadores que internalizan el impacto “Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales” | 30 |
| Tabla 5-12. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio de la diversidad de la hidrobiota” | 31 |
| Tabla 5-13. Indicadores que internalizan el impacto “Incremento en la población flotante” | 31 |
| Tabla 5-14. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular” | 32 |
| Tabla 5-15. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en las actividades productivas tradicionales” | 33 |
| Tabla 5-16. Resultado del costo en el análisis de internalización en la evaluación ex ante | 36 |
| Tabla 5-17. Impactos sujetos a valoración económica | 43 |
| Tabla 5-18. Características ecosistémicas y socioeconómicas | 49 |
| Tabla 5-19. Estudios que comparten servicio ecosistémico | 49 |
| Tabla 5-20. Valores y metodologías empleadas de los estudios en revisión | 50 |
| Tabla 5-21. Evaluación de los valores a transferir | 50 |
| Tabla 5-22. Estudio seleccionado para la transferencia de beneficios | 52 |
| Tabla 5-23. Ajuste de valores del estudio: Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco | 53 |
| Tabla 5-24. Valor estimado para el servicio ecosistémico Cultural de belleza escénica..... | 53 |
| Tabla 5-25. Estimación del valor de los impactos Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje y Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje..... | 54 |
| Tabla 5-26. Características ecosistémicas y socioeconómicas | 60 |
| Tabla 5-27. Estudios que comparten servicio ecosistémico | 60 |
| Tabla 5-28. Valores y metodología de estudios en revisión | 61 |
| Tabla 5-29. Estudio seleccionado para la transferencia de beneficios | 64 |
| Tabla 5-30. Valores del estudio seleccionado para la transferencia de beneficios | 64 |
| Tabla 5-31. Ajuste de valores del estudio: “Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)” | 65 |
| Tabla 5-32. Estimación del valor del impacto Cambio en los niveles de ruido | 66 |
| Tabla 5-33. Tipos de especie herbácea (pasto)..... | 68 |
| Tabla 5-34. Costo de semillas | 69 |
| Tabla 5-35. Estimación de costo de revegetalización por hectárea con pastos limpios..... | 70 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | III |

| | |
|--|-----|
| Tabla 5-36. Costo de siembra por hectárea..... | 71 |
| Tabla 5-37. Costo de Materiales, maquinaria y servicios | 71 |
| Tabla 5-38. Costo de personal | 72 |
| Tabla 5-39. Costo total de establecimiento | 72 |
| Tabla 5-40. Valor total de los Impactos Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico..... | 73 |
| Tabla 5-41. Territorio a intervenir por el proyecto | 75 |
| Tabla 5-42. Estimación del valor económico para la ganadería | 76 |
| Tabla 5-43. Utilidad asociada a la actividad agrícola..... | 77 |
| Tabla 5-44. Ganancia por cultivo | 77 |
| Tabla 5-45. Pérdida asociada al capital | 78 |
| Tabla 5-46. Costo de producción actividad ganadera. | 78 |
| Tabla 5-47. Pérdida asociada a la mano de obra | 79 |
| Tabla 5-48. Cálculo del promedio del sector inmobiliario. | 80 |
| Tabla 5-49. Resultado costo de oportunidad | 80 |
| Tabla 5-50. Valoración Económica Del Impacto Cambio en la conectividad ecológica funcional.... | 83 |
| Tabla 5-51. Tipos de ecosistemas en las cuales se relaciona el servicio de aprovisionamiento de madera | 84 |
| Tabla 5-52. Volumen comercial de la madera | 85 |
| Tabla 5-53. Valoración de la regulación en la capacidad de almacenamiento de CO ₂ | 87 |
| Tabla 5-54. Valor económico total de los impactos “Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, Fragmentación de la cobertura vegetal, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea y Cambio en la composición y, estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento” | 88 |
| Tabla 5-55. Valor del coeficiente biótico – estado de conservación de la especie..... | 91 |
| Tabla 5-56. Valor de la variable – tipo de caza..... | 91 |
| Tabla 5-57. Valoración económica de los impactos Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora, Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico, Atropellamiento de fauna silvestre Y Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre | 93 |
| Tabla 5-58. Mano de obra calificada y NO calificada del proyecto..... | 96 |
| Tabla 5-59. Estimación del pago salario por empleo formal..... | 96 |
| Tabla 5-60. Cálculo del valor económico del beneficio por diferencial salarial | 97 |
| Tabla 5-61. Encadenamientos hacia atrás del sector MIP con mayor participación en la demanda de bienes y servicios | 101 |
| Tabla 5-62. Inversión en el área de influencia. | 102 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | IV |

| | |
|--|-----|
| Tabla 5-63. Flujo de costos y beneficios del Proyecto..... | 103 |
| Tabla 5-64. Interpretación del VPN..... | 106 |
| Tabla 5-65. Resultados del VPN..... | 107 |
| Tabla 5-66. Interpretación del RBC..... | 107 |
| Tabla 5-67. Resultados del RBC..... | 108 |
| Tabla 5-68. Análisis de sensibilidad – Cambio en TSD..... | 109 |
| Tabla 5-69. Análisis de sensibilidad – Cambio en RBC..... | 110 |
| Tabla 5-70. Análisis de sensibilidad – Cambio en VPN..... | 110 |

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO Q. VALORACIÓN ECONOMICA

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | V |

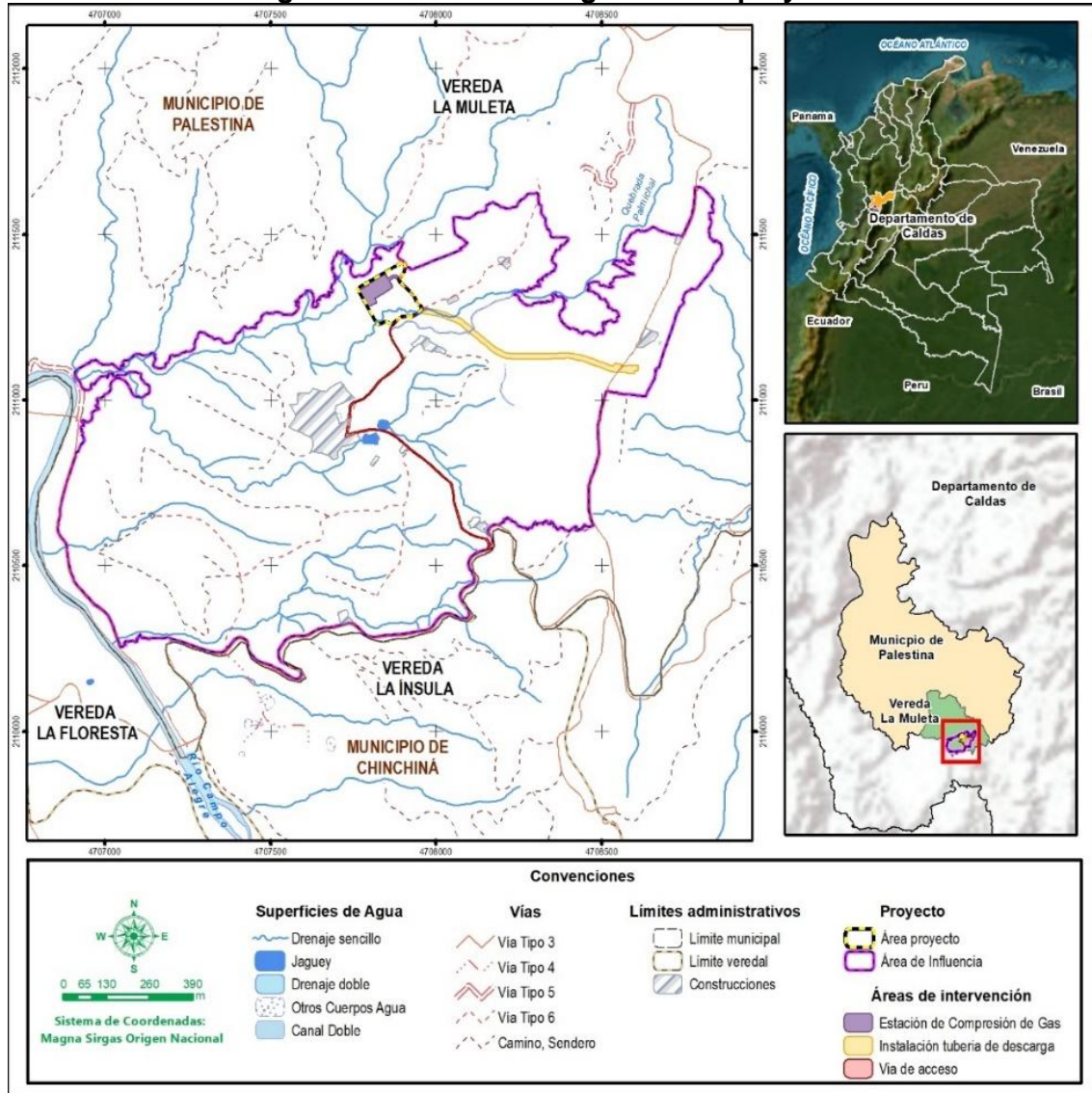
5. EVALUACIÓN AMBIENTAL

5.2 Evaluación Económica Ambiental

Para Colombia, la evaluación económica ambiental se hace necesaria dentro de los estudios de impacto ambiental como una herramienta de análisis a partir de lo establecido en el Decreto 2041 del 2014 en el numeral 6 de su artículo 21, ratificado en el Decreto 1076 de 2015 y Dispuesto en la Resolución 1669 de 2017. Las anteriores disposiciones se sustentan en la Ley 99 de 1993 por la cual se determina en el numeral 43 del artículo 5 como una función del Ministerio del Medio Ambiente, la de “(...) Establecer técnicamente las metodologías de valoración de los costos económicos del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables (...); en concordancia con la constitución política de 1991, en su artículo 80 donde se establece que “El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”. Por tanto, en el presente capítulo se desarrolla la evaluación económica de los impactos positivos y negativos relevantes de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”; el cual se encuentra ubicado en el área rural de la Vereda La Muleta aproximadamente a 2 Km al Sur del Centro Poblado principal del municipio de Palestina. En la Figura 5-1, se muestra la localización general del predio de interés.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 1 |

Figura 5-1. Localización general del proyecto



Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Ahora bien, la **valoración económica ambiental**, es un procedimiento que se vale de distintas técnicas cualitativas y/o cuantitativas, que buscan asignar un valor monetario a las alteraciones positivas y negativas generadas por el desarrollo de un proyecto¹. Convirtiéndose así, en una herramienta útil para la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del proyecto.

¹ Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Pág. 17, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 2 |

Para realizar la evaluación económica ambiental, el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible – MADS, propone diferentes metodologías que pueden utilizarse según los requerimientos y alcances de cada proyecto. Para la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, la metodología se enfoca en reconocer dentro del grupo de impactos ambientales identificados, aquellos (impactos) que toman mayor relevancia por sus efectos adversos o favorables sobre los servicios ecosistémicos existentes en el área de influencia directa del proyecto, toda vez que la alteración de algunos de estos factores podrían afectar la calidad de vida de la sociedad total o parcialmente. Entonces, el proceso de evaluación económica se realiza conforme se muestra en la Figura 5-2. Estructura que se fundamenta en la (Figura 4 del documento “*Criterios Técnicos para el uso de Herramientas Económicas en los proyectos, obras o Actividades objeto de Licenciamiento Ambiental*”).

Figura 5-2. Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental



Fuente: Criterios técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental, Adaptado; CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Para el desarrollo de la evaluación económica ambiental se parte de la identificación de impactos significativos. Este **primer paso** se subdivide en el uso de dos criterios de selección:

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 3 |

Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos: A partir de la elaboración de la matriz de aspectos e impactos ambientales se organizan los impactos de manera jerárquica según su nivel de importancia ambiental. Con esto se seleccionan los impactos que generan las mayores pérdidas o beneficios, también llamados impactos relevantes, entendiendo que los impactos restantes (los irrelevantes) generan de igual forma pérdidas y beneficios, pero en menor proporción.

El segundo criterio corresponde a la **presencia de elementos ecológicos vulnerables**, que hace referencia a la vulnerabilidad que presentan ciertos componentes ambientales de algunas zonas o regiones del territorio a intervenir, dada su escasez o fragilidad. Este criterio, establece los impactos que pueden presentarse en las zonas identificadas como vulnerables dentro del proyecto y que por principio de precaución deban ser sometidos a los siguientes pasos de la evaluación económica ambiental.

Para el **segundo paso** se presenta la cuantificación biofísica de impactos, en la cual se parte de la identificación de cada uno de los servicios ecosistémicos que prestan a la comunidad los recursos ambientales presentes en la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, (FAO- Ecosystems Services & Biodiversity); una vez identificados, se calcula en unidades biofísicas los flujos de beneficios y costos. Se identifica tanto el indicador de línea base como su cambio en la cuantificación biofísica, ambas estimaciones expresadas en las mismas unidades del impacto, es decir: hectáreas, toneladas de producción de un bien por hectárea, usuarios, entre otras.

El **tercer paso**, se relaciona con la **clasificación de los impactos internalizables y los no internalizables**, por la cual se identifican aquellos impactos que, a través de las medidas de manejo establecidas por el plan de manejo ambiental, pueden ser prevenidos o corregidos. Esto determina el modo en que se evitan los impactos identificados como significativos de carácter negativo. Por otro lado, se identifican los impactos no internalizados, dadas las medidas de manejo de tipo: mitigación y/o compensaciones asociadas, teniendo en cuenta que dichas medidas no internalizan los impactos, debido a las externalidades que presentan a pesar de la aplicación de las medidas de manejo.

Una vez clasificados los impactos internalizables, definiendo el cambio en sus características ambientales, se procede al **cuarto paso el análisis de internalización**. En

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 4 |

este se toman aquellos impactos que se determinaron como internalizados y se presenta la proyección de costos estipulados en cada medida para la etapa ex ante de cada impacto que es capaz de prevenir o corregir su efecto; de esta manera se conoce el costo y temporalidad de la internalización.

El **quinto paso** se enfoca en la valoración económica de los impactos relevantes no internalizables o análisis costo beneficio. En este se toma como insumo la relación de los impactos relevantes con los servicios ecosistémicos asociados y su cambio biofísico para así, por medio de la aplicación de diferentes metodologías es posible cuantificar dichos cambios ambientales en términos monetarios. Para poder determinar esta alteración, se toma en consideración elementos de la economía del bienestar para valorar todas las externalidades negativas, que se asumen como costos, y los beneficios o externalidades positivas.

Para el **sexto paso**, se toman en consideración los resultados de las valoraciones económicas, a partir de estos se efectúa el cálculo de los indicadores económicos. Con esta información también se crea el flujo de costos y beneficios, a este flujo le es aplicada la tasa social de descuento propuesta por la ANLA, mediante la “*Guía para la Definición de la tasa de Descuento: Aspectos relevantes en el marco del Licenciamiento Ambiental en Colombia*” (2018). Dicha tasa es seleccionada a partir de la temporalidad del proyecto y es fundamental para calcular el valor presente neto (**VPN**) de los costos y beneficios, junto con la relación beneficio costo (**RBC**) del proyecto. Luego de hallar estos indicadores económicos se lleva a cabo el análisis de sensibilidad, este evalúa la viabilidad del proyecto en escenarios alternos donde se presenten cambios en los niveles de percepción Inter temporal del bienestar, lo anterior de acuerdo con cambios en la tasa social de descuento o modificaciones en la percepción del bienestar que pueda presentar la sociedad por factores externos al proyecto.

El **último paso** se encarga de integrar los resultados obtenidos en el análisis costo beneficio con los demás aspectos estudiados en el estudio de impacto ambiental para el la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, para que de esta forma se tenga una idea más cercana a la realidad de los cambios generados por el proyecto sobre las relaciones entre

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 5 |

la comunidad y el ecosistema. Es decir, se determina si el desarrollo y/o ejecución del proyecto genera o no ganancias al bienestar social.

5.2.1 Identificación de Impactos Significativos

En el contexto del licenciamiento ambiental, la evaluación económica ambiental (EEA) de un proyecto, obra o actividad se sustenta en la identificación y selección de los impactos ambientales significativos, su cuantificación biofísica y el análisis de internalización². Determinar la relevancia de los impactos ambientales es fundamental para mantener control y manejo de estos. De esta manera, se desarrolla la búsqueda del bienestar social y ambiental ya que al identificar, reconocer y priorizar los impactos tanto positivos como negativos, se inicia la evaluación económica ambiental. En tal sentido, la definición de los impactos ambientales relevantes de un proyecto se traduce en la identificación de aquellos que deben ser incluidos en el análisis económico (Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, 2017). Es decir, considerando dentro de este análisis de relevancia, y como primer criterio de selección, todos aquellos impactos que se encuentren dentro de las tres (3) primeras categorías de mayor significancia. Esta identificación de relevancia permite orientar el análisis de internalización y a la selección de las metodologías más apropiadas para la construcción de los cálculos y la valoración económica de las externalidades.

La relevancia de un impacto hace referencia a la mayor importancia que representa frente a los instrumentos de la evaluación ambiental de un proyecto, obra o actividad (dada la afectación y deterioro que produce sobre el ambiente, los recursos naturales y/o el paisaje); es decir, que un impacto es relevante en la medida que su manejo o control requiere un mayor esfuerzo o presenta una mayor complejidad³. Por consiguiente, se hacen visibles las variables ambientales más vulnerables a los efectos de dichos impactos y se establecen los instrumentos de manejo que están orientados a prevenir, corregir, mitigar o compensar los impactos. Luego, se procede a la aplicación de los siguientes criterios enlistados en la

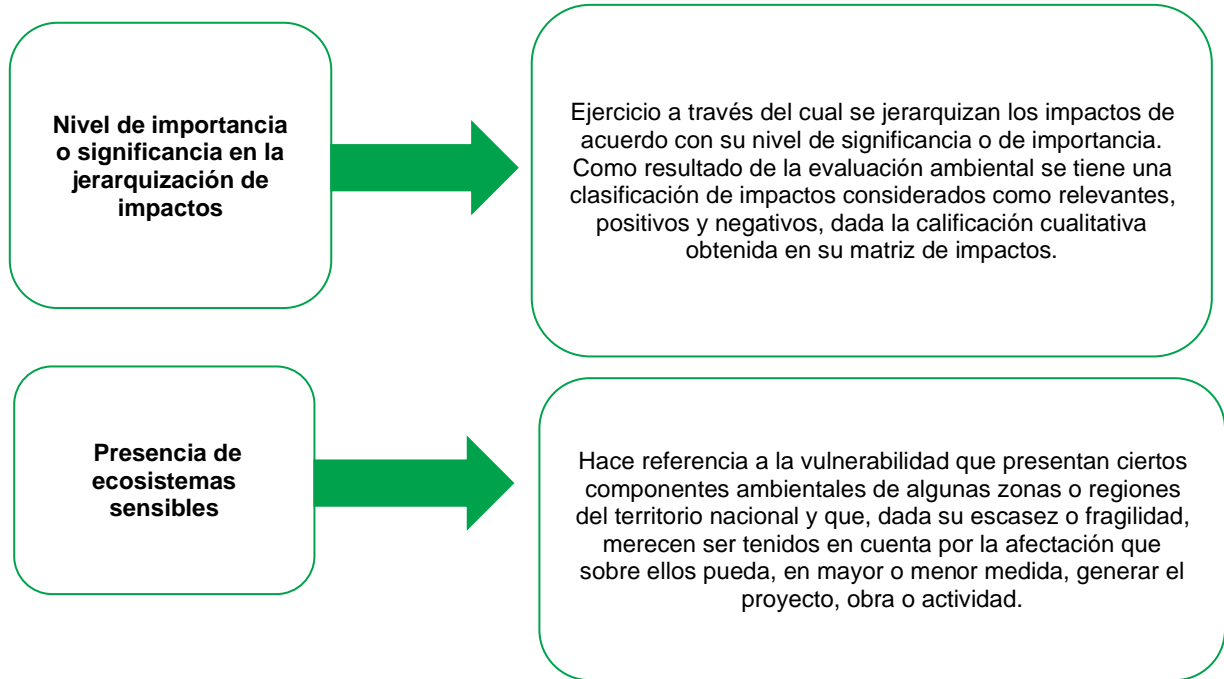
² Estrategia para el desarrollo de la Evaluación Económica Ambiental, Pág. 46, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017

³ Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Pág. 20, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 6 |

Figura 5-3 para identificar los impactos relevantes que deben ser llevados a análisis de internalización y/o ser valorados económicamente.

Figura 5-3. Estructura metodológica en el desarrollo de la evaluación económica ambiental



Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.1.1 Nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos

El nivel de importancia o significancia en la jerarquización de impactos es un análisis estructurado de impactos, de bienes y servicios ecosistémicos, de valores y métodos, que determina específicamente el elemento y forma de valorar a través de la selección de impactos relevantes. En la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)”, se clasificaron los impactos teniendo en cuenta los criterios que proceden de la evaluación ambiental.

Dicha evaluación, arrojó la calificación tomando en consideración la alteración potencial de los impactos y se jerarquizaron según la información presentada en la evaluación de impactos ambientales de la siguiente manera: Crítico, Severo, Moderado e Irrelevante, para las alteraciones de carácter negativo. Para las alteraciones de características positivas, se estableció como Muy Importante, Importante y Poco Importante (ver Tabla 5-1).

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 7 |

Teniendo en cuenta la existencia de múltiples metodologías de valoración de impacto ambiental, para este proyecto se utilizó la metodología descrita por Vicente Conesa Fernández, el cual parte de una matriz de interacciones de actividad versus aspecto, se tomó la calificación más alta reportada de cada impacto, entendiendo que esa era su mayor magnitud y, por tanto, requiere la atención de medidas de manejo, para no alterar el bienestar social y el equilibrio ambiental. Se consideran significativos los impactos que resulten clasificados en los tres niveles que revistan mayor gravedad (Crítico, Severo y Moderado) en este caso para los impactos de carácter negativo, (Muy Importante, Importante y Poco Importante) para los impactos positivos.

En la Tabla 5-1 según los resultados de la matriz de impacto ambiental y la información contenida en el presente capítulo, referente a la evaluación ambiental del proyecto, se da la importancia ambiental para cada impacto, mostrando la cuantificación de las interacciones de actividades versus aspecto, identificando los impactos de mayor relevancia y/o significancia.

Tabla 5-1. Jerarquización de impactos ambientales significativos

| N° | IMPACTO | CRÍTICO | SEVERO | MODERADO | IRRELEVANTE | POCO IMPORTANTE | MUY IMPORTANTE |
|----|---|---------|--------|----------|-------------|-----------------|----------------|
| | | | | | | | |
| 1 | Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje | | 2 | 11 | 1 | | 2 |
| 2 | Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje | | 2 | 10 | | | 1 |
| 3 | Cambio en los niveles de ruido | | 1 | 17 | 13 | | |
| 4 | Cambio en las características físicoquímicas del suelo | | | 14 | 7 | | 3 |
| 5 | Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno | | | 13 | 1 | | 4 |
| 6 | Activación de procesos erosivos | | | 11 | | | |
| 7 | Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo | | | 10 | | | |
| 8 | Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre | | | 7 | | | 2 |
| 9 | Generación de conflictos | | | 7 | | | |
| 10 | Cambio en los procesos erosivos | | | 6 | 4 | | 7 |
| 11 | Generación de expectativas | | | 6 | 1 | | |
| 12 | Cambio en el uso del suelo | | | 5 | | | 1 |
| 13 | Cambio en la forma del terreno | | | 5 | | | 1 |
| 14 | Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arborea | | | 5 | | | 1 |
| 15 | Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento | | | 5 | | | 1 |
| 16 | Pérdida del horizonte orgánico | | | 4 | | | 1 |
| 17 | Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal | | | 4 | | | 1 |
| 18 | Cambios en las características físicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales. | | | 3 | 11 | | |
| 19 | Cambio de la diversidad de la hidrobiota | | | 3 | 4 | | 2 |

| N° | IMPACTO | CRÍTICO | SEVERO | MODERADO | IRRELEVANTE | POCO IMPORTANTE | MUY IMPORTANTE | MUY |
|----|--|---------|--------|----------|-------------|-----------------|----------------|-----|
| | | | | | | | | |
| 20 | Cambio en la conectividad ecológica funcional | | | 3 | | | 2 | |
| 21 | Fragmentación de la cobertura vegetal | | | 3 | | | 1 | |
| 22 | Incremento en la población flotante | | | 3 | | | | |
| 23 | Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular | | | 2 | 4 | | | |
| 24 | Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora. | | | 2 | 3 | | | |
| 25 | Cambio de las áreas de conservación y protección del patrimonio cultural | | | 2 | | | | |
| 26 | Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico | | | 1 | 2 | | | |
| 27 | Atropellamiento de fauna silvestre | | | 1 | | | | |
| 28 | Cambio en las actividades productivas tradicionales | | | 1 | | | | |
| 29 | Cambios en la concentración de contaminantes criterio (NO2, CO2, SO2, CO) | | | | 30 | | | |
| 30 | Cambios en la concentración de material particulado de 10 y 2,5 micras (PM10, PM2.5) | | | | 28 | | 1 | |
| 31 | Cambios en las características fisicoquímicas y/microbiológicas de las aguas subterráneas o su zona de recarga | | | | 5 | | | |
| 32 | Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo | | | | | | 2 | |
| 33 | Cambio en la oferta de bienes y servicios locales | | | | | | 1 | |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

De acuerdo con los criterios definidos anteriormente, de los treinta y tres (33) impactos analizados se identificaron **veintiocho (28)** como se puede evidenciar en la Tabla 5-1, como los impactos de mayor relevancia y/o significancia, correspondientes a los que obtuvieron calificaciones Crítico, Severo y Moderado en su análisis de evaluación ambiental. De igual manera se encontraron dos (2) impactos del medio socioeconómico con calificación positiva por lo cual se consideran relevantes, para el proceso de valoración económica como beneficio social, los 3 que son irrelevantes no se analizaron.

No obstante, es importante aclarar que el impacto “**Cambio de las áreas de conservación y protección del patrimonio cultural**” no aplica al análisis de la Evaluación Económica Ambiental, puesto que su análisis es competencia del Instituto Colombiano de Antropología e Historia -ICANH. Por tanto, dentro de la selección de impactos relevantes se consolida un total de **veintisiete (27)** impactos negativos significativos y dos (2) impactos positivos.

5.2.1.2 Presencia de elementos ecológicos vulnerables

Ninguno de los impactos ambientales negativos identificados en la evaluación ambiental para la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, no revisten alguna importancia en ecosistemas

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|---|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 9 |

sensibles, dado que el área de intervención del estudio está delimitada de tal forma que no afecta componentes ambientales frágiles, del área de influencia del proyecto (ver *Capítulo 03.7.ZONIF AMB*).

Así mismo, a través de la aplicación de medidas de manejo registradas en los planes de manejo ambiental se brinda la protección especial de estas zonas de vulnerabilidad ecológica, por medio de medidas preventivas y correctivas que se acojan al principio de precaución, procurando que la intervención del proyecto no genere externalidades residuales o acumulativas en estas zonas.

5.2.2 Cuantificación biofísica de cambios en los servicios ecosistémicos

El ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, (MAVDT 2017) plantea la determinación de los servicios ecosistémicos – SSEE asociados a los impactos significativos junto con su cuantificación de línea base, para luego proceder a la determinación del cambio que se puede presentar en dichos SSEE. De este modo, los servicios ecosistémicos son los beneficios directos e indirectos que la humanidad recibe de la biodiversidad y que son el resultado de la interacción entre los diferentes componentes, estructuras y funciones que constituyen la biodiversidad. Los servicios ecosistémicos han sido reconocidos como el puente de unión entre la biodiversidad y el ser humano. En términos generales se pueden identificar cuatro tipos de servicios ecosistémicos, tales como: Aprovechamiento, Regulación, Soporte y Cultural.

En la Tabla 5-2, se muestra la relación cuantificable de los impactos entre un estado inicial de los servicios ecosistémicos (indicador de línea base) y un estado final de los mismos (cuantificación biofísica), con su respectiva subcategoría, en este caso se realiza para los **veintisiete (27)** impactos identificados como negativos y dos (2) impactos calificados como positivos.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 10 |

Tabla 5-2. Cuantificación biofísica de los impactos relevantes

| IMPACTO | SSEE | SUB SERVICIO | LÍNEA BASE | CAMBIO BIOFÍSICO | JUSTIFICACIÓN | FUENTE |
|--|----------|-----------------------|--|---|--|---|
| INTERNALIZADOS | | | | | | |
| Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno | Soporte | Suelo | Área de influencia: 159,99 ha | Área de intervención: 3,78 ha | Para la cuantificación biofísica se tomó el área de intervención, debido a que por la ejecución de actividades para el desarrollo del proyecto se pueden generar cambios en las características geomecánicas de la estabilidad del terreno, llegando a ver afectadas dichas hectáreas. | 04.APROV REC - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal |
| Activación de procesos erosivos | Soporte | Suelo | Área de influencia: 159,99 ha | Área de intervención: 3,78 ha | Para la cuantificación biofísica, se toma como valor cuantificable del cambio, el área de intervención, ya que por las actividades ejecutadas se pueden generar o activar procesos erosivos y morfodinámicos afectando el terreno. | 04.APROV REC - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal |
| Generación de conflictos | Cultural | Convivencia ciudadana | Población total (Vereda La Muleta): 369 habitantes | Población en edad de trabajar (Predios intervenidos por el proyecto): 107 habitantes | Para la cuantificación biofísica se toma la población total y la PET, debido a que por la llegada del proyecto se pueden presentar conflictos | 03.4.SOC-0 -Inciso 3.4.2.2.2 Predios intervenidos por el proyecto |
| Cambio en los procesos erosivos | Soporte | Suelo | Área de influencia: 159,99 ha | Área de intervención: 3,78 ha | Para la cuantificación biofísica se tomó el área de intervención, debido a que por la ejecución de actividades para el desarrollo del proyecto se pueden generar cambios en los procesos erosivos, llegando a ver afectada la zona | 04.APROV REC - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal |
| Generación de expectativas | Cultural | Convivencia ciudadana | Población total (Vereda La Muleta): 369 habitantes | Población en edad de trabajar (Predios intervenidos por el proyecto): 107 habitantes | Para la identificación del delta del cambio biofísico del impacto, se toma la PET debido a que por la llegada del proyecto se pueden llegar a generar expectativas e incertidumbre sobre la población. | 03.4.SOC-0 -Inciso 3.4.2.2.2 Predios intervenidos por el proyecto |
| Cambio en la forma del terreno | Soporte | Formación del suelo | Área de influencia: 159,99 ha | Área de intervención: 3,78 ha | Para la cuantificación biofísica del impacto se establece el área de intervención, ya que, por el desarrollo de las actividades del proyecto, se puede llegar a ocasionar un cambio en la forma del terreno | 04.APROV REC - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal |

| | | | | | | |
|--|-------------------|------|---|---|--|---|
| Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales | Aprovisionamiento | Agua | <p>Monitoreos de calidad de agua superficial Época seca Aguas Arriba pH (Unidades): Ocupación 2: (6,52) Ocupación 3: (7,00) Turbiedad (NTU): Ocupación 2: (29,0) Ocupación 3: (36,4) Solidos totales (mg/L): Ocupación 2: (65) Ocupación 3: (69) Coliformes totales (NMP/100ML): Ocupación 2: (3380) Ocupación 3: (3020)</p> <p>Aguas Abajo pH (Unidades): Ocupación 2: (6,78) Ocupación 3: (7,34) Turbiedad (NTU): Ocupación 2: (9,81) Ocupación 3: (25,6) Solidos totales (mg/L): Ocupación 2: (71) Ocupación 3: (81) Coliformes totales (NMP/100ML): Ocupación 2: (3790) Ocupación 3: (3580)</p> <p>Época de lluvia Aguas Arriba pH (Unidades): Ocupación 2: (6,51) Ocupación 3: (6,64) Turbiedad (NTU): Ocupación 2: (13,3) Ocupación 3: (27,5) Solidos totales (mg/L): Ocupación 2: (48) Ocupación 3: (65) Coliformes totales (NMP/100ML): Ocupación 2: (2720) Ocupación 3: (3360)</p> <p>Aguas Abajo pH (Unidades): Ocupación 2: (4,62) Ocupación 3: (6,89) Turbiedad (NTU): Ocupación 2: (467) Ocupación 3: (5,81) Solidos totales (mg/L): Ocupación 2: (1070) Ocupación 3: (63) Coliformes totales (NMP/100ML): Ocupación 2: (3280) Ocupación 3: (3790)</p> | <p>Límites máximos permisibles según el Decreto 1076 de 2015 - Art. 2.2.3.3.9.3 pH (Unidades): 5,0 - 9,0 Turbiedad (NTU): N.E Solidos totales (mg/L): N.E Coliformes totales (NMP/100ML): 20000</p> | <p>Para la cuantificación biofísica del impacto se toman los resultados del monitoreo realizado a la calidad del agua superficial, tomando variables significativas, con el fin de evidenciar si frente a los límites máximos permisibles establecidos el decreto 1076 de 2015, estas variables no están sobrepasando la normatividad anteriormente nombrada</p> | <p align="center">Anexo MCS_24_3751_3752_ASUP_HB_ECG_PALESTINA_V0.pdf y Anexo MCS_24_1901_1902_ASUP_HB_ECG_PALESTINA_V0.pdf – Inciso 5.1.1 Presentación de los resultados y comparación con las normas de calidad del agua.</p> |
|--|-------------------|------|---|---|--|---|

| IMPACTO | SSEE | SUB SERVICIO | LÍNEA BASE | CAMBIO BIOFÍSICO | JUSTIFICACIÓN | FUENTE |
|--|----------|--|--|--|---|--|
| Cambio de la diversidad de la hidrobiota | Soprote | Hábitat para especies | Comunidades hidrobiológicas afectadas Perifiton: 0 Fitoplancton: 0 Zooplancton: 0 | <p>Comunidades hidrobiológicas afectadas Época seca Aguas Arriba: (Numero de taxones abundantes) Perifiton: Ocupación 2:(4,6) Ocupación 3:(5,3) Fitoplancton: Ocupación 2:(6,5) Ocupación 3:(8,9) Zooplancton: Ocupación 2:(3,5) Ocupación 3:(4,3) Aguas Abajo: Perifiton: Ocupación 2:(5,0) Ocupación 3:(4,7) Fitoplancton: Ocupación 2:(5,0) Ocupación 3:(8,4) Zooplancton: Ocupación 2:(5,3) Ocupación 3:(4,6)</p> <p>Época de Lluvia Aguas Arriba: Perifiton: Ocupación 2:(-) Ocupación 3:(2,82) Fitoplancton: Ocupación 2:(-) Ocupación 3:(-) Zooplancton: Ocupación 2:(-) Ocupación 3:(-) Aguas Abajo: Perifiton: Ocupación 2:(-) Ocupación 3:(-) Fitoplancton: Ocupación 2:(-) Ocupación 3:(-) Zooplancton: Ocupación 2:(-) Ocupación 3:(4)</p> | Para la cuantificación biofísica del impacto se tomó los monitoreos de ecosistemas acuáticos, debido a que el desarrollo de las actividades del proyecto puede generar un cambio en la composición y diversidad de las especies de la hidrobiota | <p>Anexo MCS_24_3751_3752_ASUP_HB_ECG_PALESTINA_V0.pdf y Anexo MCS_24_1901_1902_ASUP_HB_ECG_PALESTINA_V0.pdf – Inciso 5.2 Comunidades hidrobiológicas.</p> |
| Incremento en la población flotante | Cultural | Convivencia ciudadana e interacción de | Población total (Vereda La Muleta): 369 habitantes | Población en edad de trabajar (Predios intervenidos por el proyecto): 107 habitantes | Para la cuantificación del cambio del impacto se toma la PET, debido a que por el desarrollo del proyecto se puede incrementar la migración de población extranjera, generando inconformidades a los habitantes del área de intervención del proyecto | 03.4.SOC-0 -Inciso 3.4.2.2.2 Predios intervenidos por el proyecto |

| IMPACTO | SSEE | SUB SERVICIO | LÍNEA BASE | CAMBIO BIOFÍSICO | JUSTIFICACIÓN | FUENTE |
|---|----------|--|--|---|--|---|
| Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular | Cultural | Convivencia ciudadana e interacción de | Población total (Vereda La Muleta): 369 habitantes | Población en edad de trabajar (Predios intervenidos por el proyecto): 107 habitantes | Para la cuantificación biofísica del impacto se establece la población en edad de trabajar, ya que el aumento de tránsito vehicular debido a la movilización de maquinaria, equipos, materiales y personal modifica la movilidad y los tiempos de desplazamiento, lo que a su vez afecta a la población del área | 03.4.SOC-0 -Inciso 3.4.2.2.2 Predios intervenidos por el proyecto |
| Cambio en las actividades productivas tradicionales | Cultural | Convivencia ciudadana e interacción de | Población total (Vereda La Muleta): 369 habitantes | Población en edad de trabajar (Predios intervenidos por el proyecto): 107 habitantes | Para la cuantificación biofísica del impacto se tomó la PET, debido a que por ejecución del proyecto se pueden generar cambios en las actividades productivas tradicionales de la zona afectando directamente a la población | 03.4.SOC-0 -Inciso 3.4.2.2.2 Predios intervenidos por el proyecto |
| NO INTERNALIZADOS | | | | | | |
| Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje | Cultural | Belleza escénica | Población total (Vereda La Muleta): 369 habitantes | Población en edad de trabajar (Predios intervenidos por el proyecto): 107 habitantes | Para la cuantificación biofísica se tomó la población total de los predios intervenidos por el proyecto, ya que está en la capacidad de aportar a la conservación del paisaje en el área de intervención, y representar así a la conservación del paisaje. Por otro lado, se debe tener en cuenta que la metodología de valoración asociados a este impacto se relaciona con la transferencia de beneficios, en la que se utiliza un estudio con un DAP en relación con la población | 03.4.SOC-0 -Inciso 3.4.2.2.2 Predios intervenidos por el proyecto |
| Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje | | | | | | |

| IMPACTO | SSEE | SUB SERVICIO | LÍNEA BASE | CAMBIO BIOFÍSICO | JUSTIFICACIÓN | FUENTE |
|--|-------------------|---------------------|---|--|---|---|
| Cambio en los niveles de ruido | Cultural | Bienestar humano | <p>Monitoreo de ruido (puntos que sobrepasan la norma)</p> <p>P1: Diurno hábil (dB) 56,4, diurno no hábil (dB): 56,7, nocturno hábil (dB) 53,8, nocturno no hábil (dB): 52,3</p> <p>P2: Diurno hábil (dB) 57,1, diurno no hábil (dB): 56,1, nocturno hábil (dB) 53,9, nocturno no hábil (dB): 54,3</p> <p>P3: Diurno hábil (dB): 56,6, diurno no hábil (dB): 58,1, nocturno hábil (dB) 57,6, nocturno no hábil (dB): 57,3</p> <p>P4: Diurno hábil (dB): 61,0, diurno no hábil (dB): 62,2, nocturno hábil (dB): 60,3, nocturno no hábil (dB): 57,9</p> | <p>Límites máximos permisibles</p> <p>Diurno: 55 db Nocturno: 45 db</p> | <p>Para la cuantificación biofísica se utilizan monitores de presión sonora que registran los niveles de decibeles que superan los límites máximos permisibles, producto de las actividades del proyecto. Estos monitores son esenciales para identificar y evaluar las posibles alteraciones que el ruido puede causar en la población del área del proyecto</p> | <p>Anexo "Monitoreo De Ruido Ambiental Estación De Compresión De Gas Palestina (ECG)Modificación De Licencia"- Ver Anexos-VEA RUIDO</p> |
| Cambio en las características fisicoquímicas del suelo | Regulación | Ciclo de nutrientes | Área de influencia: 159,99 ha | Área de intervención: 3,78 ha | Se selecciona en el cambio biofísico el total de área de intervención en el AID del proyecto, que corresponden aquellas áreas que se pueden ver afectadas por la ejecución de las actividades del proyecto. | 04.APROV REC - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal |
| Pérdida del horizonte orgánico | | | | | | |
| Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo | Aprovisionamiento | Suelo | Área de influencia: 159,99 ha | <p>Área de intervención: 3,78 ha</p> <p>Área para uso ganadero: 0,21 ha</p> <p>Área para uso agrícola: 1,84 ha</p> | <p>Se establece como cambio biofísico el área de intervención del proyecto dado que en dicha área puede existir un conflicto de uso del suelo por la alteración de zonas productivas, se tienen en cuenta las coberturas propicias para el desarrollo de actividades ganaderas y agrícolas</p> | Capítulo 03.2.3.ABIOT(SUELOS), numeral. 3.2.3.6 Uso actual de la tierra |
| Cambio en el uso del suelo | | | | | | |
| Cambio en la conectividad ecológica funcional | Soporte | Hábitat de especies | Área de influencia: 159,99 ha | Área de intervención: 3,78 ha | <p>Para la cuantificación biofísica del impacto se tomó el área de intervención, ya que las actividades del proyecto pueden generar una afectación al cambio a la estructura de la vegetación, limitación de la conectividad entre poblaciones silvestres e incluso la reducción de la oferta de recursos disponibles para la fauna.</p> | 04.APROV REC - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal |

| IMPACTO | SSEE | SUB SERVICIO | LÍNEA BASE | CAMBIO BIOFÍSICO | JUSTIFICACIÓN | FUENTE | | | | | | |
|--|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--|---|---|---------|--------------------------------|--|--|--|---|
| <p>Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal</p> <p>Fragmentación de la cobertura vegetal</p> <p>Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea</p> <p>Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento</p> | Aprovisionamiento / Regulación | Madera / Almacenamiento de carbono | Área de influencia: 159,99 ha | <p>Área de intervención por aprovechamiento forestal: 0,157 ha,</p> <p>Volumen total: 33,89 m3</p> <p>Volumen comercial: 21,89 m3</p> | Para la cuantificación biofísica, se establece un área de 0,157 ha correspondiente a la zona de intervención por aprovechamiento forestal del proyecto. En esta área podrían manifestarse impactos derivados del aprovisionamiento de madera y de la alteración de coberturas. | 04.APROV REC - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal | | | | | | |
| Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora. | | | | | | | Soporte | Protección de la Biodiversidad | <p>Individuos de fauna afectados antes del proyecto</p> <p>Monitoreo de fauna</p> <p>Anfibios: 0</p> <p>Reptiles: 0</p> <p>Aves: 0</p> <p>Mamíferos: 0</p> | <p>Individuos de fauna afectados durante el proyecto</p> <p>Monitoreo de fauna</p> <p>Anfibios: 1920</p> <p>Reptiles: 20</p> <p>Aves: 1647</p> <p>Mamíferos: 588</p> | Para la cuantificación biofísica se tomaron los resultados obtenidos al muestreo de fauna existente realizado en la zona donde se desarrolla el proyecto, dado que por ejecución del proyecto se llevan a cabo actividades que pueden generar alteraciones a comunidades de fauna terrestre. | Archivo Excel "Datos_Fauna". Ver Anexos VEA FAUNA |
| Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico | | | | | | | | | | | | |
| Atropellamiento de fauna silvestre | | | | | | | | | | | | |
| Cambio en la composición y estructura de | | | | | | | | | | | | |

| IMPACTO | SSEE | SUB SERVICIO | LÍNEA BASE | CAMBIO BIOFÍSICO | JUSTIFICACIÓN | FUENTE |
|---|----------|------------------|---|---|--|-----------------|
| las especies de fauna silvestre | | | | | | |
| BENEFICIOS | | | | | | |
| Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo | Cultural | Bienestar Humano | Total mano de obra: 117 | Total mano de obra no calificada: 30 | Para la cuantificación biofísica se tomó la mano de obra no calificada relacionada con las actividades constructivas del Proyecto | 02.DESCRIP PROY |
| Cambio en la oferta de bienes y servicios locales | Cultural | Bienestar Humano | Costo total \$ 42.246.700.000,00 COP | Rubro: Construcción \$ 10.501.200.000,00 COP | Para la cuantificación biofísica del impacto, se toma el rubro de construcción de los costos totales. Asimismo, se tiene en cuenta el respectivo encadenamiento hacia atrás, dato el cual, representaría la inversión que posiblemente aportaría a la dinamización de la economía local, esto con el fin de no sobrestimar la estimación del beneficio | 02.DESCRIP PROY |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

5.2.3 Clasificación de impactos internalizados y no internalizados

Los criterios para la identificación de impactos ambientales permiten llevar a cabo el análisis de internalización, ya que a través de estos se precisan aquellos impactos relevantes que pueden ser prevenidos o corregidos mediante medidas de manejo que se componen de actividades orientadas a reducir los impactos de carácter negativo y medidas de manejo que se componen de actividades de monitoreo y seguimiento para los impactos de carácter positivo.

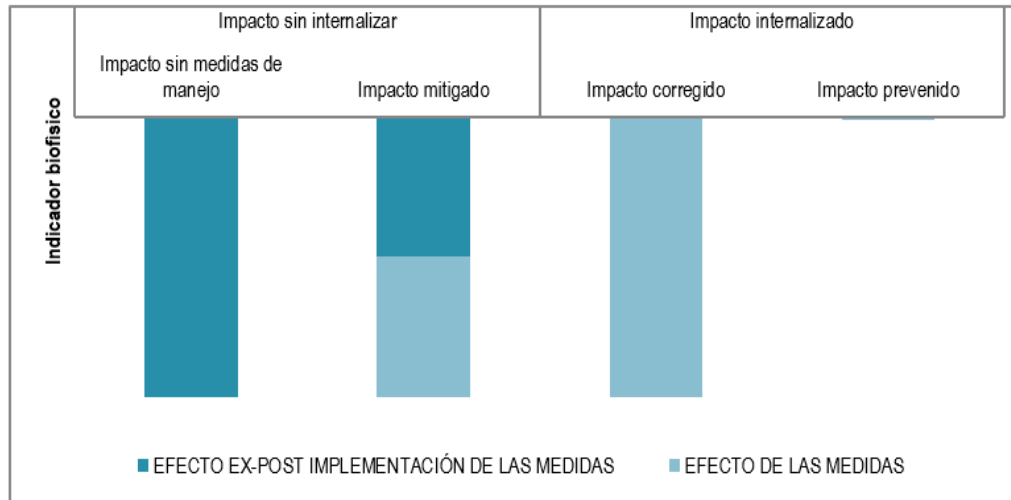
Teniendo en cuenta que “algunos de los impactos ambientales pueden controlarse en su totalidad mediante medidas de manejo, lo cual significa que el valor económico de dichos impactos se puede representar a partir del valor de las inversiones realizadas para la prevención o corrección de impacto” (MADS y ANLA, 2017), se tiene que las externalidades negativas de un proyecto pueden ser internalizadas toda vez que se obtiene un control total del impacto por medio de las medidas de manejo. Adicionalmente, el ejercicio de internalización permite establecer la relación de los costos asociados a las actividades propuestas, controladas por medio de indicadores de cumplimiento y eficacia asociados a cada una de ellas.

No obstante, existen impactos no controlables que no se pueden analizar desde la perspectiva mencionada. Es así como el proceso de internalización es clave en el desarrollo de la evaluación económica ambiental, ya que identifica los impactos negativos cuyas medidas de manejo son de tipo (mitigación o compensación) y que no son suficientes para evitar los daños asociados y por tanto requieren ser valorados económicamente.

Dentro de este paso se busca determinar si los impactos presentan externalidades de acuerdo con la tipología de las medidas de manejo ambiental. La Figura 5-4 representa en general los posibles comportamientos de los impactos presentados dentro de un proyecto sujeto a licenciamiento ambiental en relación con sus medidas de manejo.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 18 |

Figura 5-4. Comportamiento del impacto según su tipología de la medida de manejo



Fuente: Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Numeral 3.2.1, Figura 5, Pág. 48, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017

Para realizar el ejercicio de internalización de impactos se tomaron en cuenta dos categorías de medidas de manejo (ver Tabla 5-3)

Tabla 5-3. Tipos de medidas

| MEDIDAS QUE INTERNALIZAN IMPACTOS | MEDIDAS QUE NO INTERNALIZAN IMPACTOS |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Prevención | Mitigación |
| Corrección | Compensación |

Fuente: Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Numeral 3.2.1, Figura 5, Pág. 48, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017. Modificado; CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Con base en los criterios anteriormente expuestos en la Figura 5-4 y las tipologías expuestas en la Tabla 5-3 se presenta el análisis de internalización el cual se realizó para los impactos que presentaban calificaciones de Crítico, Severo y Moderado. Para definir qué impactos eran internalizables se tuvieron en cuenta criterios de: i) predictibilidad temporal y espacial del cambio biofísico, ii) exactitud en las medidas de prevención o corrección, iii) efectividad de las medidas cercanas al 100%. Teniendo en cuenta estos criterios se identificaron once (11) impactos relevantes con medidas de manejo de prevención y/o corrección que se consideran internalizados a través del Plan de Manejo Ambiental del proyecto.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 19 |

De los **veintisiete (27)** impactos identificados como relevantes, once (11) impactos son directamente internalizados, dado el tipo de medida que presentan (prevención y/o corrección) y **dieciséis (16) impactos no internalizados**.

Dicho análisis se relaciona en *Anexos\Q. VALORACIÓN ECONOMICA Análisis de Internalización*. En este se consolida las respectivas medidas de manejo que los internalizan, con los indicadores de cumplimiento y efectividad propuestos, los costos asociados y su cuantificación biofísica de los impactos presentados en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Clasificación de impactos internalizados y no internalizados

| N° | IMPACTOS INTERNALIZADOS | N° | IMPACTOS NO INTERNALIZADOS |
|------------|---|----|---|
| 1 | Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno | 1 | Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje |
| 2 | Activación de procesos erosivos | 2 | Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje |
| 3 | Generación de conflictos | 3 | Cambio en los niveles de ruido |
| 4 | Cambio en los procesos erosivos | 4 | Cambio en las características fisicoquímicas del suelo |
| 5 | Generación de expectativas | 5 | Pérdida del horizonte orgánico |
| 6 | Cambio en la forma del terreno | 6 | Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo |
| 7 | Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales. | 7 | Cambio en el uso del suelo |
| 8 | Cambio de la diversidad de la hidrobiota | 8 | Cambio en la conectividad ecológica funcional |
| 9 | Incremento en la población flotante | 9 | Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal |
| 10 | Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular | 10 | Fragmentación de la cobertura vegetal |
| 11 | Cambio en las actividades productivas tradicionales | 11 | Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea |
| | | 12 | Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento |
| | | 13 | Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora. |
| | | 14 | Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico |
| | | 15 | Atropellamiento de fauna silvestre |
| | | 16 | Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre |
| BENEFICIOS | | | |
| 1 | Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo | | |
| 2 | Cambio en la oferta de bienes y servicios locales | | |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

A continuación, se relacionan algunas consideraciones identificadas de los impactos internalizados respecto a las medidas de manejo que los internalizan, los indicadores de efectividad y cumplimiento propuestos y los costos ambientales anuales estimados (ver Tabla 5-5).

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 20 |

5.2.4 Análisis de internalización de impactos

De los impactos identificados como relevantes, once (11) son directamente internalizados, dado el tipo de medida que presentan (prevención y corrección). Dicho análisis se relaciona en el Anexo IQ. VALORACIÓN ECONOMICA Análisis de Internalización, en el cual se consolidan las respectivas medidas de manejo que los internalizan con los indicadores de cumplimiento propuestos. Es importante mencionar que en la Tabla 5-2 se presenta la cuantificación biofísica de los impactos, junto con el servicio ecosistémico y en la Tabla 5-4 se relacionan los impactos internalizados.

Como se menciona anteriormente, dados los impactos internalizados relacionados en la Tabla 5-4 es posible consolidar la siguiente información:

5.2.4.1 Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno

El impacto **Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno**, está asociado con actividades requeridas para la preparación del terreno contempladas para la adecuación y construcción de vías internas y andenes así como para la instalación de la Estación Compresora de Gas – ECG y para el corredor de la Línea de Flujo – Gas, al estar ligadas directamente a acciones de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, movimientos de tierras, nivelación y compactación, conformación de terraplenes y taludes, zanjado y enterrado, cruce de vías (PHD), obras de conexión al TAP y demás obras necesarias al incidir en la generación de cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno en el área de influencia por derivar en el posible aumento en los grados de meteorización de la roca, la generación o intensificación de procesos morfodinámicos erosivos y/o deposicionales, cambios en los rangos de la pendiente natural del terreno y cambio en las dinámicas hidrológicas o la ampliación de zonas inundables.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Manejo y disposición de materiales sobrantes (ASM-1)**, **Manejo de taludes (ASM-2)**, **Manejo de materiales de construcción (ASM-4)** y **Manejo de escorrentía (AMS-5)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 21 |

Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-5. Indicadores que internalizan el impacto “Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno”

| FICHA | INDICADOR |
|---|---|
| Manejo y disposición de materiales sobrantes (ASM-1) | $x = (\text{Volumen de material sobrante dispuesto}) / (\text{Volumen de material sobrante generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de material sobrante reutilizado}) / (\text{Volumen de material sobrante generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de material de demolición dispuesto adecuadamente}) / (\text{Volumen de material de demolición generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de material de demolición reutilizado}) / (\text{Volumen de material de demolición generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de vehículos inspeccionados}) / (\text{N}^\circ \text{ de vehículos vinculados al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Áreas revegetalizadas}) / (\text{Áreas establecidas para revegetalizar}) \times 100$ |
| Manejo de taludes (ASM-2) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos controlados a través de estabilización y conformación de taludes}) / (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos identificados en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos exitosamente controlados (sin recurrencia)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de procesos erosivos controlados}) \times 100$ |
| | $\% \text{AICE} = (\text{AIE} / \text{TAI}) \times 100$ |
| | $\% \text{IPC}_r = (\text{IPC}_r / \text{TPI}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de taludes estabilizados}) / (\text{N}^\circ \text{ de taludes a estabilizarse}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Mantenimiento de taludes realizados (m}^2\text{)}) / (\text{Mantenimiento de taludes proyectados (m}^2\text{)}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de taludes revegetalizados}) / (\text{N}^\circ \text{ de taludes generados por el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área con cobertura vegetal}) / (\text{Área total}) \times 100$ |
| Manejo de materiales de construcción (ASM-4) | $x = (\text{Volumen (m}^3\text{) de material de construcción requerido a fuentes con licencia}) / (\text{Volumen (m}^3\text{) de material de construcción utilizado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de vehículos inspeccionados}) / (\text{N}^\circ \text{ de vehículos vinculados al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a sitios de acopio de materiales}) / (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen (m}^3\text{) de material almacenado adecuadamente}) / (\text{Volumen (m}^3\text{) de material comprado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de concreto utilizado}) / (\text{Volumen de concreto requerido}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de material pétreo almacenado correctamente}) / (\text{Volumen de materia pétreo requerido}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de personas vinculadas al proyecto capacitadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| Manejo de escorrentía (AMS-5) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de estructuras para manejo de escorrentía funcionando correctamente}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para manejo de escorrentía existentes en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía con mantenimiento preventivo}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía funcionando correctamente después del mantenimiento}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.2 Activación de procesos erosivos

El impacto **Activación de procesos erosivos**, es propiciado por el cambio en las propiedades de infiltración, escorrentía, transporte, y por las actividades de Remoción de

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 22 |

cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, Movimiento de tierras (cortes y rellenos), Nivelación y compactación, Conformación de terraplenes y taludes, Construcción del ZODME, y Zanjado y enterrado.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Manejo de escorrentía (AMS-5)** y **Manejo de cruces de cuerpos de agua (AMH-3)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-6. Indicadores que internalizan el impacto “Activación de procesos erosivos”

| FICHA | INDICADOR |
|---|---|
| Manejo de escorrentía (AMS-5) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de estructuras para manejo de escorrentía funcionando correctamente}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para manejo de escorrentía existentes en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía con mantenimiento preventivo}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía funcionando correctamente después del mantenimiento}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |
| Manejo de cruces de cuerpos de agua (AMH-3) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras construidas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de cruces en cuerpos de agua requeridas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de revisiones ejecutadas a las obras construidas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de obras de drenaje construidas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de parámetros monitoreados con valores por debajo del límite máximo permisible}) / (\text{N}^\circ \text{ total de parámetros monitoreados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de mantenimientos a sitios de ocupación de cauce realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de mantenimientos a sitios de ocupación de cauce programados}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.3 Generación de conflictos

El impacto **Generación de conflictos**, está asociado a actividades como la vinculación laboral, uso de vías a través de la movilización de maquinaria, equipos, personal y la adquisición de bienes y servicios, considerando estas actividades con importancia ambiental moderada, dado que están enmarcadas en la operación activa de explotación de hidrocarburos y puede contribuir a la generación de inconformidades, intereses y beneficios donde se plantea el alcance del proyecto y sus avances. Así mismo, estos conflictos se propician por la tensión e inconformidad que puede traer consigo la motivación de intereses

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 23 |

particulares y colectivo durante la vinculación de mano de obra local y la adquisición de bienes y servicios.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1)**, **Información y participación comunitaria (SIPC-1)**, **Apoyo a la capacidad de gestión institucional (SCGI-1)**, **Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto (SCECC-1)** y **Proyecto de desmantelamiento y abandono (ABSDA-1)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-7. Indicadores que internalizan el impacto “Generación de conflictos”

| FICHA | INDICADOR |
|---|---|
| Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores con inducción}) / (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores contratados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de talleres realizados al personal vinculado al proyecto}) / (\text{N}^\circ \text{ de talleres programados para el personal vinculado al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales y programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones aprobadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones ejecutadas}) \times 100$ |
| Información y participación comunitaria (SIPC-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con comunidades del área de influencia}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con comunidades del área de influencia}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con las autoridades municipales}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con autoridades municipales}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de ítems socializados}) / (\text{N}^\circ \text{ de ítems a socializar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS atendidas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS ambientales con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS ambientales atendidas}) \times 100$ |
| Apoyo a la capacidad de gestión institucional (SCGI-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones realizadas con funcionarios de la administración municipal}) / (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas con la administración municipal}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ participantes con cuestionarios aprobados (resultado igual o superior al 80\%)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de participantes encuestados}) \times 100$ |
| Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto (SCECC-1) | $x = (\text{No. de capacitaciones y/o charlas educativas y de sensibilización realizadas con la comunidad del AI del proyecto}) / (\text{No. de capacitaciones y/o charlas educativas y de sensibilización programadas con la comunidad del AI del proyecto}) \times 100$ $x = (\text{No. de capacitaciones y/o charlas educativas y de sensibilización programadas con la comunidad del AI del proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{No. de evaluaciones de capacitación aprobadas (resultado igual o superior al 80\%)}) / (\text{No. total de participantes evaluados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{No. de encuestas con satisfacción positiva}) / (\text{No. de encuestas de satisfacción aplicadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área total (ha) revegetalizada para la recuperación de suelo}) / (\text{Área total (ha) propuesta a revegetalizar}) \times 100$ |

| FICHA | INDICADOR |
|--|---|
| Proyecto de desmantelamiento y abandono (ABSDA-1) | $x = (\text{Áreas (ha) recuperadas por la afectación de las instalaciones en el proyecto}) / (\text{Áreas (ha) intervenida}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área con material vegetal con buen prendimiento y desarrollo (m}^2\text{)}) / (\text{Área total revegetalizada (m}^2\text{)}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área total (ha) revegetalizada con mantenimiento}) / (\text{Área total (ha) revegetalizada}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área intervenida (ha) efectivamente recuperada con vegetación}) / (\text{Área total (ha) intervenida}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área con material vegetal con buen prendimiento y desarrollo (m}^2\text{)}) / (\text{Área total revegetalizada (m}^2\text{)}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de equipos y maquinaria retirada}) / (\text{N}^\circ \text{ de equipos y maquinaria a retirar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de instalaciones temporales desmanteladas}) / (\text{N}^\circ \text{ de instalaciones temporales a desmantelar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones de cierre con comunidades, propietarios de predios, autoridades municipales realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones de cierre con comunidades, propietarios de predios, autoridades municipales programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de PQR solucionados y cerrado}) / (\text{N}^\circ \text{ de PQR interpuestos por la comunidad}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.4 Cambio en los procesos erosivos

El impacto **Cambio en los procesos erosivos**, está asociado a actividades de Movimiento de tierras (cortes rellenos y excavaciones), Obras eléctricas, Construcción de vías internas y andenes, Remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, Cruce de Vías (PHD).

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1)**, **Información y participación comunitaria (SIPC-1)**, **Apoyo a la capacidad de gestión institucional (SCGI-1)**, **Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto (SCECC-1)** y **Proyecto de desmantelamiento y abandono (ABSDA-1)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-8. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en los procesos erosivos”

| FICHA | INDICADOR |
|----------------------------------|--|
| Manejo de taludes (ASM-2) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos controlados a través de estabilización y conformación de taludes}) / (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos identificados en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos exitosamente controlados (sin recurrencia)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de procesos erosivos controlados}) \times 100$ |
| | $\% \text{AICE} = (\text{AIE} / \text{TAI}) \times 100$ |
| | $\% \text{IPC}_r = (\text{IPC}_r / \text{TPI}) \times 100$ |

Elaboró:
CONSGA BIC
S.A.S

Revisó: TGI
S.A. ESP

Aprobó: TGI S.A.
ESP

Código Proyecto
PO-CO-2024-008

Cap. 5.2. Evaluación Económica
Ambiental
Ver: 01 25

| FICHA | INDICADOR |
|--------------------------------------|---|
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de taludes estabilizados}) / (\text{N}^\circ \text{ de taludes a estabilizarse}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Mantenimiento de taludes realizados (m}^2\text{)}) / (\text{Mantenimiento de taludes proyectados (m}^2\text{)}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de taludes revegetalizados}) / (\text{N}^\circ \text{ de taludes generados por el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área con cobertura vegetal}) / (\text{Área total}) \times 100$ |
| Manejo de escorrentía (AMS-5) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de estructuras para manejo de escorrentía funcionando correctamente}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para manejo de escorrentía existentes en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía con mantenimiento preventivo}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía funcionando correctamente después del mantenimiento}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.5 Generación de expectativas

El impacto **Generación de expectativas**, la llegada de proyectos de transporte de gas al área de influencia genera expectativas debido a los ingresos que obtiene la comunidad al ser vinculados laboralmente, adquisición de bienes y servicios demandados, entre otras actividades que pueden generar expectativas. Las actividades asociadas a este impacto son: Información y comunicación con comunidades y autoridades, Contratación de mano de obra calificada y no calificada, Adquisición de bienes y servicios, Montaje de infraestructura y equipos Eléctricos ECG, Montaje de infraestructura y equipos ECG y Cierre de Plan de Gestión Social.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1)**, **Información y participación comunitaria (SIPC-1)**, **Apoyo a la capacidad de gestión institucional (SCGI-1)**, **Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto (SCECC-1)** y **Proyecto de desmantelamiento y abandono (ABSDA-1)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 26 |

Tabla 5-9. Indicadores que internalizan el impacto “Generación de expectativas”

| FICHA | INDICADOR |
|---|---|
| Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores con inducción}) / (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores contratados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de talleres realizados al personal vinculado al proyecto}) / (\text{N}^\circ \text{ de talleres programados para el personal vinculado al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales y programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones aprobadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones ejecutadas}) \times 100$ |
| Información y participación comunitaria (SIPC-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con comunidades del área de influencia}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con comunidades del área de influencia}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con las autoridades municipales}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con autoridades municipales}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de ítems socializados}) / (\text{N}^\circ \text{ de ítems a socializar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS atendidas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS ambientales con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS ambientales atendidas}) \times 100$ |
| Apoyo a la capacidad de gestión institucional (SCGI-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones realizadas con funcionarios de la administración municipal}) / (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas con la administración municipal}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ participantes con cuestionarios aprobados (resultado igual o superior al 80\%)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de participantes encuestados}) \times 100$ |
| Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto (SCECC-1) | $x = (\text{No. de capacitaciones y/o charlas educativas y de sensibilización realizadas con la comunidad del AI del proyecto}) / (\text{No. de capacitaciones y/o charlas educativas y de sensibilización programadas con la comunidad del AI del proyecto}) \times 100$ $x = (\text{No. de evaluaciones de capacitación aprobadas (resultado igual o superior al 80\%)}) / (\text{No. total de participantes evaluados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{No. de encuestas con satisfacción positiva}) / (\text{No. de encuestas de satisfacción aplicadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{No. de encuestas con satisfacción positiva}) / (\text{No. de encuestas de satisfacción aplicadas}) \times 100$ |
| Proyecto de desmantelamiento y abandono (ABSDA-1) | $x = (\text{Área total (ha) revegetalizada para la recuperación de suelo}) / (\text{Área total (ha) propuesta a revegetalizar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Áreas (ha) recuperadas por la afectación de las instalaciones en el proyecto}) / (\text{Áreas (ha) intervenida}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área con material vegetal con buen prendimiento y desarrollo (m}^2\text{)}) / (\text{Área total revegetalizada (m}^2\text{)}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área total (ha) revegetalizada con mantenimiento}) / (\text{Área total (ha) revegetalizada}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área intervenida (ha) efectivamente recuperada con vegetación}) / (\text{Área total (ha) intervenida}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área con material vegetal con buen prendimiento y desarrollo (m}^2\text{)}) / (\text{Área total revegetalizada (m}^2\text{)}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de equipos y maquinaria retirada}) / (\text{N}^\circ \text{ de equipos y maquinaria a retirar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de instalaciones temporales desmanteladas}) / (\text{N}^\circ \text{ de instalaciones temporales a desmantelar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones de cierre con comunidades, propietarios de predios, autoridades municipales realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones de cierre con comunidades, propietarios de predios, autoridades municipales programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de PQR solucionados y cerrado}) / (\text{N}^\circ \text{ de PQR interpuestos por la comunidad}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 27 |

5.2.4.6 Cambio en la forma del terreno

El impacto **Cambio en la forma del terreno**, corresponde primordialmente a la alteración de las formas del terreno sobre las que se llevan a cabo las diferentes intervenciones requeridas para el desarrollo de las actividades, estos cambios se ven reflejados, por un lado, en modificaciones en el relieve del terreno y sus parámetros morfométricos, además de la incorporación o incremento de ambientes antrópicos en el área por otra parte. Este impacto está asociado a actividades Construcción de cimentaciones en concreto para equipos y tuberías, Construcción de vías internas y andenes, y Zanjado y enterrado.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Manejo y disposición de materiales sobrantes (ASM-1)**, **Manejo de taludes (ASM-2)**, **Manejo de materiales de construcción (ASM-4)** y **Manejo de escorrentía (AMS-5)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-10. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en la forma del terreno”

| FICHA | INDICADOR |
|---|--|
| Manejo y disposición de materiales sobrantes (ASM-1) | $x = (\text{Volumen de material sobrante dispuesto}) / (\text{Volumen de material sobrante generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de material sobrante reutilizado}) / (\text{Volumen de material sobrante generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de material de demolición dispuesto adecuadamente}) / (\text{Volumen de material de demolición generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de material de demolición reutilizado}) / (\text{Volumen de material de demolición generado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de vehículos inspeccionados}) / (\text{N}^\circ \text{ de vehículos vinculados al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Áreas revegetalizadas}) / (\text{Áreas establecidas para revegetalizar}) \times 100$ |
| Manejo de taludes (ASM-2) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos controlados a través de estabilización y conformación de taludes}) / (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos identificados en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de procesos erosivos exitosamente controlados (sin recurrencia)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de procesos erosivos controlados}) \times 100$ |
| | $\% \text{ AICE} = (\text{AIE} / \text{TAI}) \times 100$ |
| | $\% \text{ IPC}_r = (\text{IPC}_r / \text{TPI}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de taludes estabilizados}) / (\text{N}^\circ \text{ de taludes a estabilizarse}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Mantenimiento de taludes realizados (m}^2\text{)}) / (\text{Mantenimiento de taludes proyectados (m}^2\text{)}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de taludes revegetalizados}) / (\text{N}^\circ \text{ de taludes generados por el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Área con cobertura vegetal}) / (\text{Área total}) \times 100$ |
| Manejo de materiales de construcción (ASM-4) | $x = (\text{Volumen (m}^3\text{) de material de construcción requerido a fuentes con licencia}) / (\text{Volumen (m}^3\text{) de material de construcción utilizado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de vehículos inspeccionados}) / (\text{N}^\circ \text{ de vehículos vinculados al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a sitios de acopio de materiales}) / (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones programados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen (m}^3\text{) de material almacenado adecuadamente}) / (\text{Volumen (m}^3\text{) de material comprado}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Volumen de concreto utilizado}) / (\text{Volumen de concreto requerido}) \times 100$ |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 28 |

| FICHA | INDICADOR |
|--|---|
| Manejo de escorrentía (AMS-5) | $x = (\text{Volumen de material pétreo almacenado correctamente}) / (\text{Volumen de materia pétreo requerido}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de personas vinculadas al proyecto capacitadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de estructuras para manejo de escorrentía funcionando correctamente}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para manejo de escorrentía existentes en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía con mantenimiento preventivo}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía funcionando correctamente después del mantenimiento}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.7 Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales

El impacto **Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales**, se presentará principalmente durante la etapa de construcción y adecuaciones y se asocia con el aumento de tráfico vehicular para la movilización de maquinaria, equipos y personal, uso de agua superficial para el desarrollo de procesos industriales y domésticos, disposición de residuos líquidos y sólidos, de igual manera el impacto puede presentarse durante la etapas de operación del gasoducto y desmantelamiento del mismo, dado que se desarrollan igualmente actividades relacionadas con la movilización, uso de agua superficial y disposición de residuos líquidos y residuos sólidos, sin embargo, se considera que durante dichas etapas las etapas presentarán menor incidencia sobre el recurso.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Manejo de escorrentía (AMS-5)** y **Manejo de cruces de cuerpos de agua (AMH-3)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 29 |

Tabla 5-11. Indicadores que internalizan el impacto “Cambios en las características fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas superficiales”

| FICHA | INDICADOR |
|--|---|
| Manejo de escorrentía (AMS-5) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de estructuras para manejo de escorrentía funcionando correctamente}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para manejo de escorrentía existentes en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía con mantenimiento preventivo}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía funcionando correctamente después del mantenimiento}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras para el manejo de escorrentía en el proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de inspecciones a obras de drenaje programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía implementadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de manejo de escorrentía proyectadas}) \times 100$ |
| Manejo de residuos líquidos (AMH-1) | $X = (\text{N}^\circ \text{ de unidades sanitarias instaladas}) / (\text{N}^\circ \text{ de unidades sanitarias requeridas}) \times 100$ |
| | $X = (\text{N}^\circ \text{ de mantenimientos realizados a los sistemas de almacenamiento}) / (\text{N}^\circ \text{ de rutinas de mantenimiento programadas para los sistemas de almacenamiento}) \times 100$ |
| | $X = (\text{Volumen (m}^3\text{) de aguas residuales domésticas entregadas a terceros}) / (\text{Volumen (m}^3\text{) de aguas residuales domésticas generadas en el proyecto}) \times 100$ |
| | $X = (\text{Volumen (m}^3\text{) de aguas residuales no domésticas entregadas a terceros}) / (\text{Volumen (m}^3\text{) de aguas residuales no domésticas generadas en el proyecto}) \times 100$ |
| | $X = (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $X = (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones sobre capacitaciones realizadas con resultado superior a 80\%}) / (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones sobre capacitaciones realizadas}) \times 100$ |
| Manejo de cruces de cuerpos de agua (AMH-3) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de obras construidas}) / (\text{N}^\circ \text{ de obras de cruces en cuerpos de agua requeridas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de parámetros monitoreados con valores por debajo del límite máximo permisible}) / (\text{N}^\circ \text{ total de parámetros monitoreados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de mantenimientos a sitios de ocupación de cauce realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de mantenimientos a sitios de ocupación de cauce programados}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

5.2.4.8 Cambio de la diversidad de la hidrobiota

El impacto **Cambio de la diversidad de la hidrobiota**, hace referencia a las variaciones en el conjunto de especies y al número de individuos que pueden tener las comunidades hidrobiológicas (fitoplancton, zooplancton, perifiton, macroinvertebrados bentónicos, peces y macrófitas acuáticas), en un tiempo y espacio determinado, debido a factores bióticos y abióticos que modifican el ambiente acuático. Dicho impacto se encuentra asociado a las actividades de Obras de drenaje y, Zanjado y enterrado.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de la medida de **Manejo de ecosistemas acuáticos (BRH-1)**, la cual presenta medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 30 |

través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-12. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio de la diversidad de la hidrobiota”

| FICHA | INDICADOR |
|--|---|
| Manejo de ecosistemas acuáticos (BRH-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de trabajadores capacitados}) / (\text{N}^\circ \text{ de trabajadores vinculados al Proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{Evaluaciones aprobadas por trabajadores capacitados}) / (\text{Evaluaciones realizadas por trabajadores capacitados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de monitoreos de comunidades hidrobiológicas ejecutados}) / (\text{N}^\circ \text{ de monitoreos de comunidades hidrobiológicas programados}) \times 100$ |
| | $\% \text{AEA} = (\text{AAMM}/\text{AAIMC}) * 100$ |
| | $\% \text{CMM} = \text{MMAA}/\text{MMU} \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.9 Incremento en la población flotante

El impacto **Incremento en la población flotante**, a causa de fenómenos migratorios de población extranjera (nacional e internacional), se ha recibido un flujo de población que está siendo utilizada como mano de obra no calificada en los sectores económicos presentes en el territorio. Este asociado a las actividades de Contratación de mano de obra calificada y no calificada y Adquisición de bienes y servicios.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1)** e **Información y participación comunitaria (SIPC-1)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-13. Indicadores que internalizan el impacto “Incremento en la población flotante”

| FICHA | INDICADOR |
|--|--|
| Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores con inducción}) / (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores contratados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de talleres realizados al personal vinculado al proyecto}) / (\text{N}^\circ \text{ de talleres programados para el personal vinculado al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales y programadas}) \times 100$ |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 31 |

| FICHA | INDICADOR |
|---|--|
| Información y participación comunitaria (SIPC-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones aprobadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones ejecutadas}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con comunidades del área de influencia}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con comunidades del área de influencia}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con las autoridades municipales}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con autoridades municipales}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de ítems socializados}) / (\text{N}^\circ \text{ de ítems a socializar}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS atendidas}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS ambientales con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS ambientales atendidas}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de encuestas con satisfacción positiva frente a la información brindada}) / (\text{N}^\circ \text{ de encuestas de satisfacción aplicadas referente al desarrollo de espacios de información}) * 10$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.10 Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular

El impacto **Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular**, hace referencia alto flujo vehicular, el regular estado de las vías y la intervención por el desarrollo de las actividades del proyecto, como la adecuación y/o construcción de vías, se suponen interrupciones en el tránsito normal de las comunidades incrementando los tiempos de desplazamiento, está asociado a las actividades de Movilización de maquinaria, equipos, materiales y personal y Conformación de terraplenes y taludes.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1)** e **Información y participación comunitaria (SIPC-1)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-14. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en los tiempos de desplazamiento y flujo vehicular”

| FICHA | INDICADOR |
|--|--|
| Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores con inducción}) / (\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores contratados}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) * 100$ $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de talleres realizados al personal vinculado al proyecto}) / (\text{N}^\circ \text{ de talleres programados para el personal vinculado al proyecto}) * 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales y programadas}) * 100$ |

| FICHA | INDICADOR |
|---|--|
| Información y participación comunitaria (SIPC-1) | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones aprobadas}}{\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones ejecutadas}} * 100$ |
| | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con comunidades del área de influencia}}{\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con comunidades del área de influencia}} * 100$ |
| | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con las autoridades municipales}}{\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con autoridades municipales}} * 100$ |
| | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ítems socializados}}{\text{N}^\circ \text{ de ítems a socializar}} * 100$ |
| | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de IPQRS con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}}{\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS atendidas}} * 100$ |
| | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de IPQRS ambientales con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}}{\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS ambientales atendidas}} * 100$ |
| | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de encuestas con satisfacción positiva frente a la información brindada}}{\text{N}^\circ \text{ de encuestas de satisfacción aplicadas referente al desarrollo de espacios de información}} * 10$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.4.11 Cambio en las actividades productivas tradicionales

El impacto **Cambio en las actividades productivas tradicionales**, está asociado a la actividad Contratación de mano de obra calificada y no calificada, los procesos de vinculación de personal de la zona para las actividades del proyecto podrían representar una alteración en la oferta de mano de obra para las actividades tradicionales, básicamente las agropecuarias. Si bien la demanda de personal para el proyecto no será alta ni permanente, la expectativa que genera la posibilidad de percibir mejores ingresos respecto al jornaleo, podría hacer que algunas personas, aunque no hayan sido contratadas, rechacen trabajos en otras actividades en espera de una eventual vinculación al proyecto.

De este modo, el impacto es internalizado por medio de las medidas de **Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1), Información y participación comunitaria (SIPC-1) y Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto (SCECC-1)**, las cuales presentan medidas de tipo preventivo, lo que permite controlar en su totalidad el impacto. Dicha internalización logra ser soportada a través de los indicadores de efectividad y cumplimiento, los cuales son presentados a continuación:

Tabla 5-15. Indicadores que internalizan el impacto “Cambio en las actividades productivas tradicionales”

| FICHA | INDICADOR |
|-------|---|
| | $x = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores con inducción}}{\text{N}^\circ \text{ total de trabajadores contratados}} * 100$ |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 33 |

| FICHA | INDICADOR |
|---|--|
| Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (SECP-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones realizadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas y/o capacitaciones programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de talleres realizados al personal vinculado al proyecto}) / (\text{N}^\circ \text{ de talleres programados para el personal vinculado al proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales ejecutadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de charlas socioambientales y programadas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones aprobadas}) / (\text{N}^\circ \text{ de evaluaciones de talleres, charlas y/o capacitaciones ejecutadas}) \times 100$ |
| Información y participación comunitaria (SIPC-1) | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con comunidades del área de influencia}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con comunidades del área de influencia}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas realizadas con las autoridades municipales}) / (\text{N}^\circ \text{ de reuniones informativas programadas con autoridades municipales}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de ítems socializados}) / (\text{N}^\circ \text{ de ítems a socializar}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS atendidas}) \times 100$ |
| | $x = (\text{N}^\circ \text{ de IPQRS ambientales con cierre satisfactorio (acta de conformidad o paz y salvo)}) / (\text{N}^\circ \text{ total de IPQRS ambientales atendidas}) \times 100$ |
| Capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto (SCECC-1) | $x = (\text{No. de capacitaciones y/o charlas educativas y de sensibilización realizadas con la comunidad del AI del proyecto}) / (\text{No. de capacitaciones y/o charlas educativas y de sensibilización programadas con la comunidad del AI del proyecto}) \times 100$ |
| | $x = (\text{No. de evaluaciones de capacitación aprobadas (resultado igual o superior al 80\%)}) / (\text{No. total de participantes evaluados}) \times 100$ |
| | $x = (\text{No. de encuestas con satisfacción positiva}) / (\text{No. de encuestas de satisfacción aplicadas}) \times 100$ |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

5.2.4.12 Flujo de costos de impactos internalizados

Una vez identificados los impactos que por presentar medidas correctivas y preventivas se prevé que no generan efectos residuales, se procede a estimar el flujo de costos de sus fichas de manejo. Este procedimiento permite conmensurar el impacto de las actividades controlables toda vez que el monto de éstos refleja el valor económico de los impactos internalizables (MADS, 2017).

En este aparte, se tiene en consideración los resultados presentados en el *Anexo 10. VALORACIÓN ECONOMICA \Análisis de Internalización* para consolidar la totalidad de los costos de las fichas de manejo que permiten internalizar los once (11) impactos señalados en la Tabla 5-16 tras este análisis, se tiene en cuenta que los rubros asignados para la ejecución de dichas medidas representan el costo de evitar el deterioro de los ecosistemas que este impacto implica. Las inversiones destinadas para los Planes de Manejo Ambiental conforman un medio de información para identificar la trazabilidad de los impactos a lo largo de la etapa de obtención de la modificación de licencia, se establecen como compromiso

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 34 |

por parte del proyecto que proporciona un método de monitoreo y control para la Autoridad Ambiental en el seguimiento al cumplimiento de las actividades propuestas.

Estos valores se encuentran proyectados según la etapa de ejecución proyectada para cada medida de manejo, por lo tanto, la proyección de los costos ira a 21 años siendo la duración del proyecto, con una tasa de descuento del 2%.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 35 |

Tabla 5-16. Resultado del costo en el análisis de internalización en la evaluación ex ante

| | |
|--------------------------|-----------|
| TASA DE DESCUENTO | 2% |
|--------------------------|-----------|

| IMACTO | ID MEDIDA | MEDIDA DE MANEJO | MONTO | VALOR TOTAL ANNUAL POR MANEJO DEL IMPACTO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | VPN |
|--|-----------|--|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----|------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cambios en las características geomecánicas de estabilidad del terreno | ASM-1 | Manejo y disposición de materiales sobrantes | \$ 12.108.167 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | \$ 5.543.336.114 |
| | ASM-2 | Manejo de taludes | \$ 122.286.233 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | \$ 325.863.733 | | |
| | ASM-4 | Manejo de materiales de construcción | \$ 18.969.333 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5.2.5 Valoración de impactos no internalizados

La evaluación económica tiene aplicaciones sociales y ambientales, su utilidad se encuentra en la medida que permite analizar la contribución que un proyecto hace al bienestar social. Un enfoque de la economía es la llamada economía del bienestar⁴, esta tiene como objeto cuantificar o medir los beneficios y/o costos en diferentes escenarios, por ejemplo, la implementación de una política o también, la puesta en marcha o modificación de un proyecto, así como lo segundo sucede en este caso.

El análisis costo beneficio, es una herramienta de la economía del bienestar aplicada, por tal razón es necesario valorar o determinar valores monetarios a los costos (impactos negativos) y beneficios (impactos positivos) generados por la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, que permitan concluir que las actividades desarrolladas durante las diferentes etapas del proyecto generan mayores unidades de beneficios respecto a los costos socio ambientales.

Tabla 5-17. Impactos sujetos a valoración económica

| IMPACTO | SSEE | SUB-SERVICIO | METODOLOGÍA |
|--|--------------------------------|------------------------------------|--|
| Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje | Cultural | Belleza escénica | Transferencia de beneficios |
| Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje | | | |
| Cambio en los niveles de ruido | Cultural | Bienestar humano | Transferencia de beneficios |
| Cambio en las características fisicoquímicas del suelo | Regulación | Ciclo de nutrientes | Costos de reemplazo |
| Pérdida del horizonte orgánico | | | |
| Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo | Aprovisionamiento | Suelo | Costos de oportunidad |
| Cambio en el uso del suelo | | | |
| Cambio en la conectividad ecológica funcional | Soporte | Hábitat de especies | Gastos potenciales basados en proyectos sombra |
| Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal | Aprovisionamiento / Regulación | Madera / Almacenamiento de carbono | Precios de mercado |
| Fragmentación de la cobertura vegetal | | | |
| Cambio en la composición y estructura | | | |

⁴ Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. Castro, Monkate. 2003.

| IMPACTO | SSEE | SUB-SERVICIO | METODOLOGÍA |
|---|----------|--------------------------------|-----------------------------|
| de las especies de flora arbórea | | | |
| Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento | | | |
| Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora | Soporte | Protección de la Biodiversidad | Precios de mercado |
| Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico | | | |
| Atropellamiento de fauna silvestre | | | |
| Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre | | | |
| Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo | Cultural | Bienestar Humano | Diferencial salarial |
| Cambio en la oferta de bienes y servicios locales | Cultural | Bienestar Humano | Encadenamientos productivos |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.5.1 Valoración económica de los impactos: Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje y Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje

La afectación sobre el paisaje que se aprecia en la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, por los impactos Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje y Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje el cual está ubicado en el municipio de Palestina, en el departamento de Caldas, se relaciona con la alteración de las características típicas que representan el paisaje (coberturas, morfología, fuentes hídricas, rareza) por remoción de elementos del paisaje o introducción de elementos nuevos que crean una dominancia visual, generando cambios en la percepción del territorio.

Los impactos son generados por las actividades de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, conformación de terraplenes y taludes, obras geotécnicas, construcción del ZODME, instalación de estructura metálica, obras geotécnicas, montaje de infraestructura y equipos eléctricos ECG, montaje de infraestructura y equipos ECG, construcción de cerramientos, obras de conexión al TAP, instalación y tendido del cableado, equipos de infraestructura, entre otras.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 44 |

De este modo, para poder dar un valor económico a la pérdida de la belleza escénica se debe tener en cuenta que se realiza la valoración como un valor de no uso, dadas las características de legado y existencia que, tal como lo señala (Calatrava Requena, 1995)⁵ a este tipo de servicio corresponden.

La calidad paisajística, es un bien ambiental que puede ser valorado de manera objetiva o subjetiva, así como se propone dentro del paradigma que establecen (Lothian, 1999)⁶ y (Otero Pastor, Casermeiro, Ezquerra Canalejo, & Esparcia Mariño, 2007)⁷. En este sentido se pueden tomar a consideración las propiedades físicas y observables que componen al paisaje, o se puede determinar su calidad a partir de la composición mental de quien lo observa (Purcel & Lamb, 1998)⁸. Entonces, es considerable recurrir a la búsqueda de estudios que permitan hacer una transferencia de valores que tome en cuenta características físicas como socioeconómicas y tener en consideración aquellos estudios que valoren las características específicas y le den así una especial importancia a la valoración objetiva del paisaje.

Metodología

La transferencia de beneficios permite hacer uso de estimaciones realizadas en otros estudios publicados, como base para determinar el valor económico de los impactos que se encuentran afectando el servicio ecosistémico de belleza escénica. La metodología de Transferencia de beneficios de media central consiste en transferir los resultados de los cálculos realizados en otros lugares geográficos bajo la condición de equivalencia de las características de la zona a comparar por tratarse de un bien o servicio ambiental. En este caso de estudio, se cumplen los pasos señalados en el instructivo publicado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA.

De acuerdo con lo anterior, para determinar los valores a transferir es necesario identificar la ubicación geográfica donde se pretende llevar a cabo la valoración económica de los impactos ambientales. A continuación, se seleccionan los estudios adecuados para el

⁵ https://www.researchgate.net/publication/275039200_Valoracion_Economica_de_Paisajes

⁶ https://www.researchgate.net/publication/222038876_Landscape_and_the_Philosophy_of_Aesthetics_Is_Landscape_Quality_Inherent_in_the_Landscape_or_in_the_Eye_of_the_Beholder

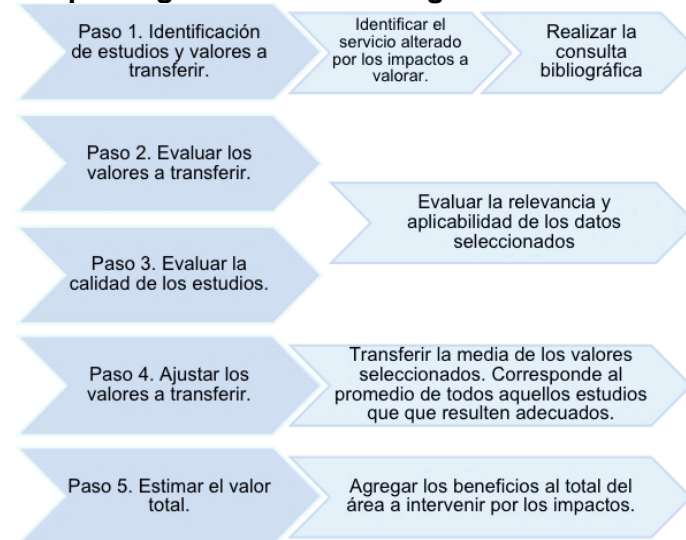
⁷ https://www.researchgate.net/publication/6658399_Landscape_evaluation_Comparison_of_evaluation_methods_in_a_region_of_Spain

⁸ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169204698000735>

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 45 |

análisis, teniendo en cuenta el servicio ecosistémico alterado y los impactos a valorar. Una vez realizada la selección bibliográfica es necesario evaluar la aplicabilidad del estudio de acuerdo con la equivalencia de las características entre el caso actual y los estudios seleccionados. Finalmente, se realiza un ajuste de los datos obtenidos, para luego determinar el valor total de los impactos en el área intervenida. **(Figura 5-5).**

Figura 5-5. Pasos por seguir en la metodología de transferencia de beneficios



Basado en Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Numeral 5.2.1.2, Pág. 131, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017.

Dados los pasos anteriores, se establecen los datos necesarios para realizar esta metodología dentro del proyecto en evaluación: el área de influencia se entiende como la zona del espacio geográfico donde las actividades del proyecto generan los impactos ambientales. Para el caso de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto **“Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)”**, el cual está ubicado en el municipio de Palestina, en el departamento de Caldas.

Dentro de las actividades económicas más representativas del municipio se encuentra el sector primario, donde destacan actividades económicas como la agricultura y la ganadería. En la parte de la agricultura el municipio brinda asistencia técnica tanto para cultivos permanentes como transitorios, viene introduciendo tecnologías modernas, la cuales mejoran la eficacia y productividad de las actividades agrícolas. Esto incluye el uso de

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 46 |

drones para monitoreo de cultivos, sistema de riego automatizado y aplicaciones móviles para la gestión agrícola, también se realizan programas de capacitación y educación, los cuales están disponibles para los agricultores, enfocados en técnicas de cultivo avanzadas, manejo de plagas y prácticas de sostenibilidad. Uno de los cultivos principales es el café, siendo en la última década considerado como el municipio mejor tecnificado y con el mayor porcentaje de población dedicada a esta actividad según lo reportado por la Secretaría de Gestión Social. También se encuentran cultivos de plátano, aquí los agricultores utilizan técnicas tradicionales y modernas para maximizar la producción y calidad de estos frutos, los cuales son fundamentales para la economía local y regional. Además, el municipio produce una variedad de cítricos, incluyendo la naranja, limón y mandarina. Los cítricos se cultivan en fincas especializadas y se destinan tanto al mercado local como a la exportación. También se encuentran cultivos de aguacate especialmente la variedad Hass, ha tomado popularidad en los últimos años, debido a su alta demanda en mercados nacionales e internacionales. Por parte del sector secundario, se logra evidenciar que en el municipio cuenta con una relación de 891 establecimientos, es decir, unidades económicas, según el número de renovaciones de matrículas, donde las actividades de las industrias manufactureras y las actividades de construcción representan un alto porcentaje de las unidades económicas. Por último, se encuentra el sector terciario, en este se enmarcan aquellas actividades relacionadas con la prestación de determinados servicios tales como el comercio, comunicaciones, turismo, cultura, administración y servicios públicos. En el municipio se identificaron 670 establecimientos comerciales, de los cuales 539 se registran a nombre de personas naturales y 131 a nombre de personas jurídicas. Así mismo, reporta una clasificación de los establecimientos según su actividad comercial, donde la mayor proporción están destinados al comercio, reparación de vehículos (automotores y motocicletas), seguido de los establecimientos que prestan servicio de alojamiento y servicios de comida. Por otro lado, en lo referente al turismo, es preciso mencionar que el municipio cuenta con una variedad de atractivos por su diversidad cultural y tradicional, además una extensión del territorio hace parte del denominado Paisaje Cultural Cafetero de Colombia – PCCC, es decir, el sistema sociocultural único, donde la producción de café se ha entrelazado con el medio ambiente y las tradiciones locales⁹.

⁹Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4 Dimensión Económica

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 47 |

Puntualmente en la unidad territorial menor, la principal actividad económica es la agricultura, enfocada a cultivos de café, adicionalmente los cultivos frutales, plátano, banano, guayaba, aguacate y tomate, los cuales son destinados totalmente para venta en ciudades como Bogotá, Manizales y Medellín. Seguido de actividades de turismo debido al avistamiento de aves presentes en la unidad territorial, actividad brindada por medio de Ecohoteles, los cuales ofrecen servicios como hospedaje y alimentación, generando así una fuente de empleo e ingresos para los habitantes de la vereda y del municipio¹⁰.

Con base a lo anterior, su promedio de ingreso anual se determinaría como “Población de ingresos medios Altos”¹¹. contrastando la información con los índices de pobreza y grupos de ingresos en Colombia para 2024 gracias al DANE¹², y teniendo en cuenta las clases sociales la población del área de influencia y el ingreso per cápita promedio por clases sociales¹³, se logra constatar que dicha población se encuentra por encima de la línea de pobreza, ya que sus ingresos anualmente son superiores al costo per cápita mínimo necesario de supervivencia (La línea de pobreza monetaria per cápita nacional 2024 fue \$354.031; en el caso de un hogar de cuatro personas fue \$1.416.124)¹⁴. Tomando en consideración la información sobre el proyecto previamente descrita, se procede a hallar el valor económico de la afectación del paisaje y su belleza escénica, por parte de estos impactos.

Paso 1. Identificación de estudios y valores a transferir

Teniendo en cuenta las características que se mencionan en la descripción de la metodología de transferencia de beneficios, se establece la información de la Tabla 5-18. Se debe tener en cuenta que para el proyecto se relacionan las actividades altamente

¹⁰Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4 Dimensión Económica

¹¹ <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups> Latin America & the Caribbea

¹² <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-monetaria> o https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Presentacion-pobreza-monetaria_2021.pdf DANE. Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2012-2021. 2020 – 2021: Match GEIH – RRAA Ayudas institucionales y PILA (MinSalud)

¹³ https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/analisis_clases_sociales_23_ciudades.pdf Análisis de las clases sociales- Tabla 2. Ingreso per cápita promedio de la unidad de gasto por terciles de ingreso y clases sociales (b.1) y porcentaje respecto a la clase alta (b.2). Precios constantes año 2021. 23 ciudades y áreas metropolitanas. Comparativo 2019-2021.

¹⁴ https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Presentacion-pobreza-monetaria_2021.pdf Diapositiva #12 DANE. Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2012-2021. 2020 – 2021: Match GEIH – RRAA Ayudas institucionales y PILA (MinSalud)

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 48 |

impactantes al paisaje: las obras civiles de la infraestructura asociada a los sitios de intervención. A partir de esta información, serán seleccionados el o los estudios que más pertinencia tengan para aplicar la metodología en su totalidad.

Tabla 5-18. Características ecosistémicas y socioeconómicas

| UBICACIÓN DEL PROYECTO DEPARTAMENTO // MUNICIPIO | CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS | | | |
|---|--------------------------|---|-------------------------------|-----------------------|
| | GRAN BIOMA | BIOMAS | SERVICIO ECOSISTÉMICO | SOCIOECONÓMICO |
| Caldas // Palestina | Bosque húmedo | Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, Pedobioma del Zonobioma húmedo Tropical | Cultural, de belleza escénica | Ingresos medios altos |

Fuente: (The Work Bank, 2022)¹⁵, Adaptado por CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Entonces, se recurre a la búsqueda de diferentes bases de datos que permitan la identificación de estudios significativos para el caso. De esta manera, se hace uso de Science Direct, Scielo, Econlit, Elsevier y TEEB, para la búsqueda.

De acuerdo con la Tabla 5-18, según la caracterización de la zona se selecciona los estudios acordes a los impactos y servicio ecosistémico. Se registran dos (2) estudios que comparten el servicio ecosistémico cultural de belleza escénica. A continuación, se presenta la selección de los estudios (Tabla 5-19).

Tabla 5-19. Estudios que comparten servicio ecosistémico

| ESTUDIO RELEVANTE | AÑO | PAÍS DE ORIGEN | VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO | UNIDADES |
|---|------|----------------|----------------------------------|-------------|
| Z. Novoa Goicochea, (2011). "Valoración económica del patrimonio natural: Áreas naturales protegidas". Espacio y Desarrollo, N 23,2011, pp.131-154. (ISSN 1016-9148). | 2011 | Perú | 5 | PEN/per/año |
| L. Escobar, A. Erazo, (2006)."Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006). pp.25-38. | 2006 | Colombia | 4.981 | COP/per/año |

Fuente: Science Direct, Scielo, Econlit, Elsevier y TEEB, modificado por CONSGA BIC S.A.S., 2024.

De este modo, en la revisión bibliográfica (Tabla 5-19) se tiene un total de dos (2) posibles estudios que comparten las características al valorar la cultural de belleza escénica. A

¹⁵ <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>

continuación, se muestra, en los pasos 2 y 3, las razones del por qué los estudios son aceptados o rechazados dentro de esta transferencia de beneficios.

Paso 2. Evaluar los valores a transferir

En este paso es importante determinar si los valores de los estudios son transferibles o no. Esto depende de la calidad del estudio, lo cual implica que la medida haya sido estimada correctamente, que sus valores tengan coherencia con los resultados esperados y que sus métodos de estimación sean acertados (MADS, 2017). En este sentido, todo estudio que se haya calculado a través de transferencia de beneficios es descartado, al igual que estudios muy antiguos o con valores que puedan parecer asimétricos.

En la Tabla 5-20 se presenta cada uno de los estudios identificados junto con sus valores calculados y la metodología empleada para su obtención.

Tabla 5-20. Valores y metodologías empleadas de los estudios en revisión

| ESTUDIO RELEVANTE | VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO | UNIDADES | METODOLOGÍA EMPLEADA |
|--|----------------------------------|-----------------|------------------------|
| Z. Novoa Goicochea, (2011). "Valoración económica del patrimonio natural: Áreas naturales protegidas". Espacio y Desarrollo, N 23,2011, pp.131-154. (ISSN 1016-9148). | 5 | PEN/Persona/Año | Valoración contingente |
| L. Escobar, A. Erazo, (2006). "Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006). pp.25-38. | 4.981 | COP/Persona/Año | Valoración contingente |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Con la información capturada en la Tabla 5-20, se comparan los valores y metodologías de cada estudio. Dado que la mayoría de ellos establecen un valor por persona, será este valor el de referencia para tomar el valor a transferir. Los estudios poseen metodologías de primer orden y por tanto se consideran apropiados, estos mismos proceden a ser evaluados bajo el criterio de calidad y se encuentran resumidos en la Tabla 5-21.

Tabla 5-21. Evaluación de los valores a transferir

| ESTUDIO RELEVANTE | AÑO | PAÍS DE ORIGEN | VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO | UNIDADES | METODOLOGÍA EMPLEADA |
|---|------|----------------|----------------------------------|-----------------|------------------------|
| Z. Novoa Goicochea, (2011). "Valoración económica del patrimonio natural: Áreas naturales protegidas". Espacio y Desarrollo, N 23,2011, pp.131-154. (ISSN 1016-9148). | 2011 | Perú | 5 | PEN/persona/año | Valoración contingente |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto PO-CO-2024-008 | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental Ver: 01 | 50 |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|----|

| ESTUDIO RELEVANTE | AÑO | PAÍS DE ORIGEN | VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO | UNIDADES | METODOLOGÍA EMPLEADA |
|--|------|----------------|----------------------------------|-----------------|------------------------|
| L. Escobar, A. Erazo, (2006). "Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006), pp.25-38. | 2006 | Colombia | 4.981 | COP/persona/año | Valoración contingente |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Paso 3. Evaluar la calidad de los estudios a transferir

Uno a uno de los estudios encontrados y validados, se exponen a continuación enmarcando sus cualidades que los hacen compatibles o no con el caso del servicio ecosistémico, cultural de belleza escénica del paisaje dentro de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”.

El estudio de (Z. Novoa en 2011), tiene como objetivo valorar económicamente los paisajes naturales a través de valoración contingente, para un área de conservación privada de bosques naturales en el norte del Perú, se tuvieron en cuenta para la valoración contingente la población aledaña a las áreas naturales, establecida con sistemas económicos principalmente agrícolas con sistemas de ingresos medios bajos, no obstante para el presente proyecto las características bioclimáticas y ecológicas no pueden ser homologables. Aunque las características socioeconómicas del estudio presentan características de ingresos medio bajos, al igual que el área de influencia del presente proyecto. No es posible **aceptar** este estudio dentro del análisis porque no cumple con las características ecosistémicas de la zona.

Finalmente, el estudio realizado por (L. Escobar 2006), en Colombia presenta un análisis comparativo de los beneficios estimados de la conservación de la reserva natural del Bosque Yotoco, empleando el método de valoración contingente, para obtener un acercamiento económico al disfrute paisajístico, corroborando así la utilidad de los servicios culturales ambientales brindados por los paisajes naturales. Este estudio tiene relevancia dado que la reserva donde se desarrolló el estudio cuenta con riquezas naturales y paisajísticas ubicadas en las estribaciones de la cordillera occidental, considerado como un bioma de bosque húmedo tropical y una temperatura promedio anual de (22 C). Por estas razones el estudio se considera **válido** para el análisis.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 51 |

A continuación, se presenta el estudio con el cual se realizará la transferencia de valores (Tabla 5-22)

Tabla 5-22. Estudio seleccionado para la transferencia de beneficios

| ESTUDIO RELEVANTE | AÑO | PAÍS DE ORIGEN | VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO | UNIDADES | METODOLOGÍA EMPLEADA |
|--|------|----------------|----------------------------------|-------------|------------------------|
| L. Escobar, A. Erazo, (2006). "Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006), pp.25-38. | 2006 | Colombia | 4.981 | COP/Per/Año | Valoración Contingente |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Paso 4. Ajustar los valores a transferir.

El estudio seleccionado (Tabla 5-22) se encuentra en peso colombiano. Además, fue publicado en un año diferente al 2024, año de referencia para la evaluación económica ambiental de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto **“Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)”**. Por esta razón es necesario ajustar los precios en el tiempo, teniendo en cuenta variables como las tasas de cambio y de los valores asociados a los comportamientos inflacionarios.

Dado que el año en que se realizó el estudio corresponde al 2006, es necesario traer a precios del 2024 los valores determinados en dicho momento. La homogenización (brindar consistencia a los valores en el tiempo) del valor encontrado en el estudio seleccionado, se realiza mediante la incorporación de los cambios en el valor del dinero (IPC)¹⁶ durante los años.

De esta manera, se presentan los cálculos mediante los cuales se trae a valor presente el valor del año 2006, correspondiente al año en que fue validado el estudio seleccionado.

¹⁶<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>

Tabla 5-23. Ajuste de valores del estudio: Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco

| PAÍS DE ESTUDIO | COLOMBIA | VALORES |
|--|----------------|-----------------|
| Valor del estudio en COP por Persona Año | a | \$4.981 |
| IPC año 2024 Col | b | 144,88 |
| IPC año 2006 Col | c | 61,33 |
| Valor del estudio 2024 | d=a*b/c | \$11.767 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Con base en la información anterior es posible ajustar los valores en el tiempo por medio de la indexación por (IPC).

A continuación, se presenta de manera resumida el valor obtenido por el estudio seleccionado Tabla 5-24.

Tabla 5-24. Valor estimado para el servicio ecosistémico Cultural de belleza escénica

| ESTUDIO RELEVANTE | PAÍS | SEE | VALOR DEL ESTUDIO | UNIDADES | AÑO | VALOR |
|--|----------|---------------------------|-------------------|-------------|------|-----------------|
| L. Escobar, A. Erazo, (2006). "Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de la valoración contingente y costo de viaje". Gestión y Ambiente. Vol.9 N.1, (2006). pp.25-38. | Colombia | Cultural Belleza escénica | 4.981 | COP/PER/ANO | 2006 | \$11.645 |
| VALOR POR TRANSFERIR | | | | | | \$11.645 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Paso 5. Estimación del valor total

Los impactos Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje y Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje, tienen vínculo tanto con la cantidad de hectáreas a intervenir como la cantidad de habitantes afectados por los impactos; este segundo indicador se tiene en cuenta dado el valor hallado por el estudio se establece a partir de la disposición a pagar por habitante.

A continuación, se presenta la información respectiva sobre la población económicamente activa del área de influencia directa del proyecto que se encuentran afectadas. Esta información es estimada a partir de la información suministrada en el Capítulo 03.4.SOC-0, **en el inciso 3.4.2.2 Predios intervenidos por el proyecto, se especifica que el**

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 53 |

proyecto se desarrolla en la vereda Muleta, y que las intervenciones se centran específicamente en los predios La Merced y La Ínsula. En estos predios, se considera una población total de 107 personas. Se toma de referencia el número de habitantes de los predios puntualmente intervenidos, debido a que, como su nombre lo indica, son los predios donde se va a desarrollar el proyecto y donde las personas de estos predios van a ver la afectación sobre el paisaje directamente. Siguiendo lo estipulado por la Autoridad ambiental, sobre la aplicación de la metodología, es necesario agregar el valor estimado al total del área afectada por las actividades de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**” y/o la población afectada por la modificación al servicio ecosistémico. En este caso se emplea el indicador correspondiente a la población económicamente activa para contemplar de mejor manera la dinámica de interacción del proyecto en las zonas donde se puede ver el ecosistema afectado y así obtener el valor económico de los impactos por visita como se puede observar en la Tabla 5-25.

Así mismo dicho valor económico por visita, se opera con la variable NVIS de 1,47¹⁷ que estipula el estudio, el cual representa la variable por número de visitas esperadas al año, como se puede observar en la Tabla 5-25.

Tabla 5-25. Estimación del valor de los impactos Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje y Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje

| POBLACIÓN | VALOR A TRANSFERIR | VALOR POR VISITA | VALOR DEL IMPACTO | AÑO 1-21 |
|-----------|--------------------|------------------|-------------------|-------------|
| A | B | C=Xabi | D=Cx1,47 | |
| 107 | \$11.767 | \$1.259.029 | \$1.850.773 | \$1.850.773 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Así, según la Tabla 5-25 el costo anual de los impactos Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje y Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje es de **\$1.850.773** dentro de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”.

¹⁷ Tabla 2. Variables y estadísticas descriptivas del modelo de VC. Pag 31, Escobar, Luis Alfonso; Erazo, Alejandra Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje Gestión y Ambiente, vol. 9, núm. 1, 2006

5.2.5.2 Valoración económica del impacto: Cambio en los niveles de ruido

En el desarrollo de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, que se encuentra ubicado en el municipio de Palestina, en el departamento de Caldas, se presenta el impacto de Cambio en los niveles de ruido, y es generado por las actividades de movilización de maquinaria, equipos, materiales y personal, remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, movimiento de tierras (cortes y rellenos), nivelación y compactación, conformación de terraplenes y taludes, obras de drenaje, instalación de estructuras metálicas.

Por esto la afectación se ve directamente asociada con el servicio ecosistémico cultural asociado al bienestar humano.

El impacto Cambio en los niveles de ruido, es valorado económicamente debido a que por las condiciones naturales de la zona y por actividades propias del proyecto, se genera un efecto acumulativo, en el que se superan los límites máximos permisibles estipulados en la Resolución N.º 0627 del 7 de abril de 2006, tanto en horario diurno como nocturno. Por tanto, aunque se cuenten con medidas de manejo enfocadas al control de emisiones y ruido, están no pueden soportar la prevención y/o corrección del impacto y debe ser valorado como un impacto no internalizable.

Es importante tener claro que el efecto acumulativo en su mayoría es generado por los niveles de presión sonora que, durante el monitoreo tanto en horario diurno como nocturno, se atribuyen a comportamientos propios de la zona de estudio, por lo cual, se percibieron movilización de maquinaria, equipos, materiales y personal, movimiento de tierras (cortes y rellenos), nivelación y compactación, entre otras. Es importante destacar que, durante el monitoreo no se identificaron fuentes de ruido permanentes asociadas a las actividades de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, por lo tanto, se infiere que los resultados son acordes a las características normales y naturales del entorno.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 55 |

Metodología

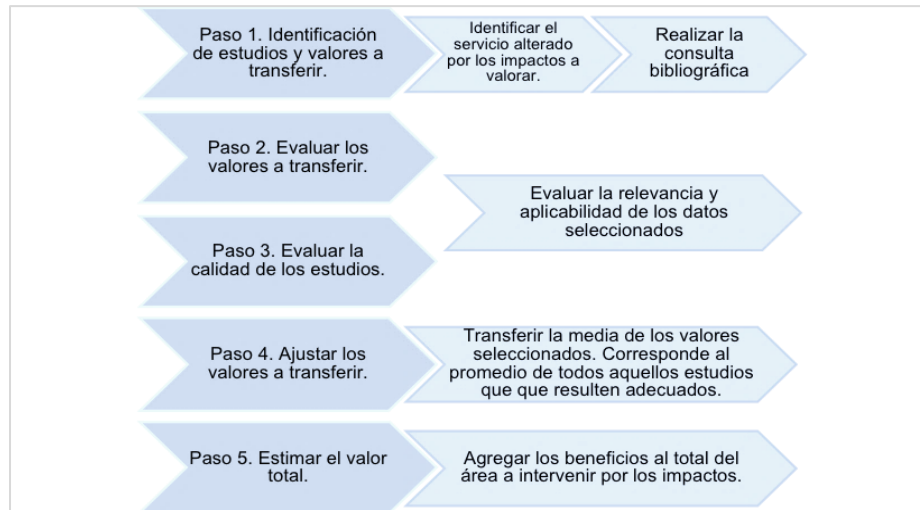
La transferencia de beneficios permite hacer uso de estimaciones realizadas en otros estudios publicados, como base para determinar el valor económico del impacto que se encuentra afectando el servicio ecosistémico de regulación de la calidad del aire relacionado con el aspecto regulación del ruido. La Transferencia de beneficios de media central consiste en transferir los resultados de los cálculos realizados en otros lugares geográficos bajo la condición de equivalencia de las características socioeconómicas y ecosistémicas, por tratarse de un bien o servicio ambiental. En este caso de estudio, se cumplen los pasos señalados en el instructivo¹⁸ publicado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA.

De acuerdo con lo anterior, para determinar los valores a transferir es necesario identificar la ubicación geográfica donde se pretende llevar a cabo la valoración económica del impacto ambiental. A continuación, se seleccionan los estudios adecuados para el análisis, teniendo en cuenta el servicio ecosistémico alterado y el impacto a valorar. Una vez realizada la selección bibliográfica es necesario evaluar la aplicabilidad del estudio de acuerdo con la equivalencia de las características entre el caso actual y los estudios seleccionados. Finalmente, se realiza un ajuste de los datos obtenidos, para luego determinar el valor total del impacto en el área intervenida. Los criterios anteriormente mencionados, se aplican durante el desarrollo de los pasos indicados para la situación en que se seleccionan más de un (1) estudio para realizar la transferencia de los valores. (Ver Figura 5-6)

¹⁸ Criterios Técnicos Para El Uso De Herramientas Económicas En Los Proyectos, Obras O Actividades Objeto De Licenciamiento Ambiental, Numeral 5.2, Pág.,137, Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible – Mads, Autoridad Nacional De Licencias Ambientales – Anla, 2017.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 56 |

Figura 5-6. Pasos por seguir en la metodología de transferencia de beneficios



Fuente: Basado en Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Numeral 5.2.1.2, Pág. 131, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, 2017.

Dados los pasos anteriores, se establecen los datos necesarios para realizar esta metodología dentro del proyecto en evaluación: el área de influencia se entiende como la zona del espacio geográfico donde las actividades del proyecto generan el impacto ambiental. Para el caso de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto **“Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)”**, el cual está ubicado en el municipio de Palestina, en el departamento de Caldas.

Dentro de las actividades económicas más representativas del municipio se encuentra el sector primario, donde destacan actividades económicas como la agricultura y la ganadería. En la parte de la agricultura el municipio brinda asistencia técnica tanto para cultivos permanentes como transitorios, viene introduciendo tecnologías modernas, la cuales mejoran la eficacia y productividad de las actividades agrícolas. Esto incluye el uso de drones para monitoreo de cultivos, sistema de riego automatizado y aplicaciones móviles para la gestión agrícola, también se realizan programas de capacitación y educación, los cuales están disponibles para los agricultores, enfocados en técnicas de cultivo avanzadas, manejo de plagas y prácticas de sostenibilidad. Uno de los cultivos principales es el café, siendo en la última década considerado como el municipio mejor tecnificado y con el mayor porcentaje de población dedicada a esta actividad según lo reportado por la Secretaría de

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 57 |

Gestión Social. También se encuentran cultivos de plátano, aquí los agricultores utilizan técnicas tradicionales y modernas para maximizar la producción y calidad de estos frutos, los cuales son fundamentales para la economía local y regional. Además, el municipio produce una variedad de cítricos, incluyendo la naranja, limón y mandarina. Los cítricos se cultivan en fincas especializadas y se destinan tanto al mercado local como a la exportación. También se encuentran cultivos de aguacate especialmente la variedad Hass, ha tomado popularidad en los últimos años, debido a su alta demanda en mercados nacionales e internacionales. Por parte del sector secundario, se logra evidenciar que en el municipio cuenta con una relación de 891 establecimientos, es decir, unidades económicas, según el número de renovaciones de matrículas, donde las actividades de las industrias manufactureras y las actividades de construcción representan un alto porcentaje de las unidades económicas. Por último, se encuentra el este sector terciario, en este se enmarcan aquellas actividades relacionadas con la prestación de determinados servicios tales como el comercio, comunicaciones, turismo, cultura, administración y servicios públicos. En el municipio se identificaron 670 establecimientos comerciales, de los cuales 539 se registran a nombre de personas naturales y 131 a nombre de personas jurídicas. Así mismo, reporta una clasificación de los establecimientos según su actividad comercial, donde la mayor proporción están destinados al comercio, reparación de vehículos (automotores y motocicletas), seguido de los establecimientos que prestan servicio de alojamiento y servicios de comida. Por otro lado, en lo referente al turismo, es preciso mencionar que el municipio cuenta con una variedad de atractivos por su diversidad cultural y tradicional, además una extensión del territorio hace parte del denominado Paisaje Cultural Cafetero de Colombia – PCCC, es decir, el sistema sociocultural único, donde la producción de café se ha entrelazado con el medio ambiente y las tradiciones locales¹⁹.

Puntualmente en la unidad territorial menor, la principal actividad económica es la agricultura, enfocada a cultivos de café, adicionalmente los cultivos frutales, plátano, banano, guayaba, aguacate y tomate, los cuales son destinados totalmente para venta en ciudades como Bogotá, Manizales y Medellín. Seguido de actividades de turismo debido al avistamiento de aves presentes en la unidad territorial, actividad brindada por medio de

¹⁹Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4 Dimensión Económica

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 58 |

Ecohoteles, los cuales ofrecen servicios como hospedaje y alimentación, generando así una fuente de empleo e ingresos para los habitantes de la vereda y del municipio²⁰.

Con base a lo anterior, su promedio de ingreso anual se determinaría como “Población de ingresos medios Altos”²¹. contrastando la información con los índices de pobreza y grupos de ingresos en Colombia para 2024 gracias al DANE²², y teniendo en cuenta las clases sociales la población del área de influencia y el ingreso per cápita promedio por clases sociales²³, se logra constatar que dicha población se encuentra por encima de la línea de pobreza, ya que sus ingresos anualmente son superiores al costo per cápita mínimo necesario de supervivencia (La línea de pobreza monetaria per cápita nacional 2024 fue \$354.031; en el caso de un hogar de cuatro personas fue \$1.416.124)²⁴. Tomando en consideración la información sobre el proyecto previamente descrita, se procede a hallar el valor económico de la afectación al bienestar humano, por parte de este impacto.

Paso 1. Identificación de estudios y valores a transferir

Teniendo en cuenta las características socioeconómicas y ecosistémicas que se mencionan en la descripción de la metodología de transferencia de beneficios, se establece la información de la Tabla 5-26. A partir de esta información, serán seleccionados el o los estudios que más pertinencia tengan para aplicar la metodología en su totalidad.

²⁰Fuente: Capítulo 3.4 Medio Socioeconómico-Inciso 3.4.4 Dimensión Económica

²¹ <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups> Latin America & the Caribbean

²² <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-monetaria> o https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Presentacion-pobreza-monetaria_2021.pdf DANE. Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2012-2021. 2020 – 2021: Match GEIH – RRAA Ayudas institucionales y PILA (MinSalud)

²³ https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/analisis_clases_sociales_23_ciudades.pdf Análisis de las clases sociales- Tabla 2. Ingreso per cápita promedio de la unidad de gasto por terciles de ingreso y clases sociales (b.1) y porcentaje respecto a la clase alta (b.2). Precios constantes año 2021. 23 ciudades y áreas metropolitanas. Comparativo 2019-2021.

²⁴ https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2021/Presentacion-pobreza-monetaria_2021.pdf Diapositiva #12 DANE. Gran Encuesta Integrada de Hogares GEIH 2012-2021. 2020 – 2021: Match GEIH – RRAA Ayudas institucionales y PILA (MinSalud)

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 59 |

Tabla 5-26. Características ecosistémicas y socioeconómicas

| UBICACIÓN DEL PROYECTO | CARACTERÍSTICAS BIÓTICAS | | | SOCIOECONÓMICO |
|------------------------|--------------------------|---|--------------------------|----------------------|
| | GRAN BIOMA | BIOMA | SERVICIO ECOSISTÉMICO | |
| Caldas // Palestina | Bosque húmedo | Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, Pedobioma del Zonobioma húmedo Tropical | Bienestar humano y salud | Ingresos medio altos |

Fuente: (The Work Bank, 2022)²⁵, adaptado por CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Entonces, se recurre a la búsqueda en diferentes bases de datos que permitan la identificación de estudios significativos para el caso. De esta manera, se hace uso de Science Direct, Scielo, Econlit, Elsevier y TEEB, entre otras.

De acuerdo con la Tabla 5-26, según la caracterización de la zona se seleccionan los estudios acordes al impacto y servicio ecosistémico. Se registran cuatro (4) estudios que comparten el servicio ecosistémico asociado a la afectación de la salud y el bienestar humano, por aumento de niveles de ruido. A continuación, se presenta la selección de los estudios, como se aprecia en la Tabla 5-27.

Tabla 5-27. Estudios que comparten servicio ecosistémico

| N° | AÑO | REFERENCIA | PAIS |
|----|------|--|-----------|
| 1 | 2015 | Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Pérez Santo domingo, N. (2015). Disposición a pagar por mejor calidad de aire ante la contaminación por emisiones industriales en Venezuela. Cuadernos de Economía, 39(79), 191-217. | Venezuela |
| 2 | 2011 | Restrepo, Francisco & Múnera, Juan & Patiño Valencia, Bernardo. (2011). Valoración económica del ruido: una aplicación a través del método de transferencia de beneficios. Ensayos de Economía. 21. | Colombia |
| 3 | 2010 | Correa y Osorio (2010) Valoración Económica Del Ruido: Una Revisión Analítica De Estudios | Colombia |
| 4 | 2015 | Correa Osorio y Patiño (2015) Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia) | Colombia |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

De este modo, en la revisión bibliográfica (Tabla 5-27) se tiene un total de cuatro (4) posibles estudios que comparten las características a valorar de la afectación de la salud y el bienestar humano. A continuación, se muestra, en los pasos 2 y 3, las razones del por qué los estudios son aceptados o rechazados dentro de esta transferencia de beneficios.

²⁵ <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>

Paso 2. Evaluar los valores a transferir

En este paso es importante determinar si los valores de los estudios son transferibles o no. Esto depende de la calidad del estudio, lo cual implica que la medida haya sido estimada correctamente, que sus valores tengan coherencia con los resultados esperados y que sus métodos de estimación sean acertados (MADS, 2017). En este sentido, todo estudio que se haya calculado a través de transferencia de beneficios es descartado, al igual que estudios muy antiguos o con valores que puedan parecer asimétricos.

En la Tabla 5-28 se presenta cada uno de los estudios identificados junto con sus valores calculados y la metodología empleada para su obtención.

Tabla 5-28. Valores y metodología de estudios en revisión

| ESTUDIO RELEVANTE | AÑO | VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO | UNIDADES | METODOLOGÍA EMPLEADA | SSEE |
|--|------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Morantes Quintana, G., Rincón Polo, G., & Pérez Santo domingo, N. (2015). Disposición a pagar por mejor calidad de aire ante la contaminación por emisiones industriales en Venezuela. Cuadernos de Economía, 39(79), 191-217. | 2015 | 18.4 | USD/persona/año | Valoración contingente | Regulación de la calidad del aire |
| Restrepo, Francisco & Múnera, Juan & Patiño Valencia, Bernardo. (2011). Valoración económica del ruido: una aplicación a través del método de transferencia de beneficios. Ensayos de Economía. 21. | 2011 | 20,715 | COP/persona/año | Transferencia de beneficios | Cultural bienestar humano |
| Correa y Osorio (2010) Valoración Económica Del Ruido: Una Revisión Analítica De Estudios | 2010 | \$13.541 | hogar/mes | Valoración contingente | Cultural bienestar humano |
| Correa Osorio y Patiño (2015) Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia) | 2015 | \$601,6 | Hogar/año | Valoración contingente | Cultural bienestar humano |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Paso 3. Evaluar la calidad de los estudios a transferir.

Uno a uno de los estudios encontrados y validados, se exponen a continuación enmarcando sus cualidades que los hacen compatibles o no, con el caso servicio ecosistémico de Bienestar humano y la salud dentro de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto **“Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)”**.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 61 |

El estudio de **Morantes, Q (2015)**, tuvo como objetivo obtener la disposición a pagar (DAP) para mejorar la calidad del aire a partir de la reducción de emisiones de material particulado producidas por industrias en la costa nororiental de Venezuela, relacionaron la contaminación con los efectos adversos sobre la salud. Se diseñó, validó y aplicó un cuestionario de valoración contingente para estimar la disponibilidad a pagar por persona para mejorar la calidad del aire. La región de estudio incluye once industrias pesadas (petroleras, petroquímicas y cementeras) que conviven con siete ciudades afectando la calidad del aire para la población en general incluyendo personas de diferentes ingresos económicos, ya que las afectaciones en la salud por exposición a material particulado y gases en el aire afecta a todas las personas por igual, además las similitudes ambientales como el clima (26 – 30 °C), hacen compatible el estudio con el caso en cuestión, no obstante los eventos de hiperinflación que ha sufrido Venezuela no permiten realizar una paridad de datos adecuada conforme a SU DAP por tal razón el estudio no puede ser **aceptado** dentro del análisis.

El estudio realizado por **Restrepo, F. et al, (2011)**, realizado en Colombia se realizó una aproximación a la valoración económica de los beneficios de la reducción del ruido generado por infraestructuras de telecomunicaciones en cuatro zonas urbanas de la ciudad de Medellín, aplicando el método de transferencia de beneficios asociada a la valoración económica de ruido en áreas metropolitanas, y por esta razón el estudio es **rechazado**.

El estudio de **Correa y Osorio (2010)** valora económicamente los impactos ambientales asociados al ruido generado por los equipos de aire acondicionado en centrales telefónicas en Medellín, Colombia. Para esto, el estudio en mención utiliza la metodología de VC. En este sentido, se utilizó una encuesta contingente tipo referéndum como herramienta de recolección de información para la realización del ejercicio de valoración. En esta encuesta se incluye, como pregunta principal, la DAA por los efectos negativos generados por el ruido. Así, se establece el valor económico de la pérdida de bienestar por hogar generada por la percepción del ruido de los equipos de aire acondicionado, el cual corresponde a una DAA mediana de Col \$13.541/hogar/mes por 5 dB(A). Por otro lado, la ubicación geográfica donde se realiza el estudio tiene similitudes ambientales con el área de estudio como el

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 62 |

clima o ecosistemas lo que permite hacer uso del presente estudio, no obstante, la actividad generadora del impacto se relaciona con la movilización de maquinaria pesada, por tanto, el valor a transferir no tendría un mismo enfoque en relación con la generación del aumento de dB(A), por lo cual el estudio **no es aceptado** para la valoración económica del impacto.

El estudio de **Correa Osorio y Patiño (2015)** Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia) tiene como objetivo establecer, el valor económico que las personas le asignan a un programa que busque reducir el ruido por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín (Colombia) desde un enfoque del valor económico total, es decir, donde se puedan obtener tanto los valores de uso como los de no uso. Por tal razón, seleccionaron el método de valoración contingente (MVC) que les permitió, no solo capturar el valor de uso y la calidad acústica que percibe el individuo, sino también valores de no uso. A partir de los resultados de la valoración contingente estiman la función exposición-respuesta entre el ruido y el nivel de molestia, dependiendo de los decibeles de ruido a los que están expuestos los hogares. Dicha estimación permite determinar las disposiciones a pagar por reducción del ruido por tráfico vehicular, pues permite hallar la DAP según la percepción de molestia frente al ruido, la dosis de ruido y de las características de los hogares. Por lo anterior se determina que el DAP obtenido por el presente estudio tiene una gran rigurosidad técnica y a su vez se relaciona directamente con variables de tráfico vehicular, con un pago en pesos colombiano, anual por hogar y que corresponde a la reducción de la molestia ocasionada fuentes de ruido como: ruido por frenado y ruido por aceleración de los vehículos, lo cual que se pueden homologar a la actividad generadora del impacto del presente proyecto, que es el tráfico de maquinaria pesada. Así el estudio es **validado** para la presente metodología de transferencia de beneficios.

El estudio escogido para realizar la transferencia de beneficios presenta una calidad de desarrollo, aplicación teórica y del manejo de los datos, además los valores tienen coherencia y los métodos de estimación fueron aplicados por expertos de manera acertada.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 63 |

Tabla 5-29. Estudio seleccionado para la transferencia de beneficios

| ESTUDIO RELEVANTE PARA EL CASO | UBICACIÓN DEL ESTUDIO A TRANSFERIR | SERVICIO ECOSISTÉMICO DEL ESTUDIO A TRANSFERIR | TIPO DE INGRESO DEL ESTUDIO A TRANSFERIR | METODOLOGÍA |
|---|------------------------------------|--|--|------------------------|
| Correa Osorio y Patiño (2015) Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia) | Colombia | Regulación/Ruido | Ingreso Medio | Valoración Contingente |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Paso 4. Ajustar los valores a transferir

Teniendo en cuenta que el valor de la DAP a la vigencia 2015 es de \$601,61 por el aumento de solo cinco (5) decibeles, se realiza una regla de tres para establecer el costo de la DAP por el aumento de 6,98 decibeles como escenario crítico²⁶. Obteniendo así un valor de \$ 839 COP. No obstante, aunque el estudio seleccionado de acuerdo con la Tabla 5-29, se encuentra en peso colombiano. fue publicado en un año diferente a 2024, año de referencia para la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”. Por esta razón es necesario ajustar el precio en el tiempo, teniendo en cuenta variables como valores asociados a los comportamientos inflacionarios.

Así mismo se anualiza el valor para que tenga consistencia con la valoración y el horizonte de tiempo en el flujo costo benéfico.

Tabla 5-30. Valores del estudio seleccionado para la transferencia de beneficios

| ESTUDIO RELEVANTE PARA EL CASO | VALOR DETERMINADO POR EL ESTUDIO | | AÑO DEL ESTUDIO |
|--|----------------------------------|-------------|-----------------|
| Correa Osorio y Patiño (2015) Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia) | \$601,6 | Hogares/año | 2015 |
| Valor en relación con sobrepaso de dB en el Proyecto Modificación de Licencia para la construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG) | \$839 | Hogares/año | 2015 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

²⁶ Se detalla en el anexo EEA_PALESTINA pestaña VEA RUIDO, el detalle del cálculo e identificación de la superación de los db

Dado que el año en que se realizó el estudio corresponde a 2015, es necesario ajustarlo a precios del 2024, se realiza mediante la incorporación de los cambios en el valor del dinero (IPC)²⁷ durante los años.

Tabla 5-31. Ajuste de valores del estudio: “Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)”

| HOMOGENIZACIÓN VALOR A TRANSFERIR | |
|-----------------------------------|-----------------|
| VALOR DE REFERENCIA | \$ 839 |
| IPC 2024 | \$ 144,88 |
| IPC 2015 | \$ 88,05 |
| INDEXACIÓN A 2024 | \$ 1.381 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Paso 5. Estimación del valor total

El impacto Cambio en los niveles de ruido, tiene vínculo con la cantidad de hogares o viviendas; este indicador se tiene en cuenta dado que el valor promedio hallado por el estudio se establece a partir de la disposición a pagar por hogares al año. A continuación, se presenta la información respectiva sobre la cantidad de hogares afectados.

La información sobre la cantidad de hogares o viviendas fue obtenida del Capítulo 03.4.SOC-0 -Inciso 3.4.2.2.2 Predios intervenidos por el proyecto, donde describe la tendencia demográfica de AID y se identifican **20 hogares** que tendrán la capacidad de asumir el valor económico de la pérdida de bienestar generada por la percepción del ruido.

Siguiendo lo estipulado por la Autoridad ambiental, sobre la aplicación de la metodología, es necesario agregar el valor estimado al total del área afectada por las actividades del proyecto y/o la población afectada por la modificación al servicio ecosistémico. En este caso se emplea el indicador correspondiente a la cantidad de hogares o viviendas que se encuentran dentro del área de influencia directa para contemplar de mejor manera la dinámica de interacción con la población y el ecosistema afectado.

²⁷ IPC Actualizado, según DANE, <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 65 |

Tabla 5-32. Estimación del valor del impacto Cambio en los niveles de ruido

| VIVIENDAS | VALOR A TRANSFERIR | VALOR DEL IMPACTO | AÑO 1-21 |
|-----------|--------------------|-------------------|----------|
| 20 | \$1.381 | \$27.618 | \$27.618 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Así, en la Tabla 5-32 se presenta el costo total del impacto Cambio en los niveles de ruido, el cual es de **\$27.618**, dentro de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”.

5.2.5.3 Valoración económica de los impactos: Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico

Los impactos Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico consiste en la susceptibilidad de un territorio a degradarse y a perder su condición de equilibrio por efecto de la interacción entre las características composicionales, texturales y estructurales de los materiales que lo conforman, las discontinuidades estructurales, la configuración geomorfológica, la exposición a los agentes climáticos/sísmicos y la intervención antrópica relacionada con las actividades del proyecto, dando como resultado la pérdida de cohesión entre las partículas y el desarrollo de erosión.

Los impactos son generados por las actividades de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, movimiento de tierras (cortes y rellenos), nivelación y compactación, conformación de terraplenes y taludes, construcción del ZODME, construcción de cimentaciones en concreto para equipos y tuberías, obras eléctricas, construcción de vías internas y andenes.

Es preciso señalar que los factores que propician esos fenómenos de erodabilidad son: morfometría (pendiente), tipo de material (unidades litológicas o formaciones superficiales), suelo y usos del suelo, cobertura vegetal, densidad y patrón de drenaje, características climáticas como el régimen de lluvias, distancia a fallas activas, entre otros.

Dado lo anterior, estos impactos en el suelo se encuentran asociados a su vez con modificaciones en las características físicas inherentes a la condición natural del elemento propiciadas por la ruptura de su equilibrio natural o la incorporación de elementos tóxicos o

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 66 |

no, externos, que generan procesos de deterioro acumulativos y que están particularmente asociadas con modificaciones de la estructura, compactación, contaminación por derrame de elementos externos y cambios de los componentes químicos de los suelos. En otras palabras, estos impactos se relacionan al cambio de diferentes sustancias importantes para el recurso suelo como micro y macronutrientes, las cuales pueden definir características químicas propias del suelo.

Cuando se afectan las capas superficiales del suelo, no sólo se afecta su capacidad de soporte a la producción primaria, sino también a su soporte para la fertilidad del suelo, a la regulación hídrica y el control de la erosión. A continuación, se emplea el método de costo de reemplazo para medir cuánto dinero implica la reconformación del suelo a sus características físicas y químicas más semejantemente posibles a las originales, esto para reestablecer servicios que controlen la erosión, regulen el agua y brinden soporte a la fertilidad del suelo.

Por otro lado, dentro de la fase de construcción, se deben llevar a cabo actividades de desmonte y descapote, que pueden dar lugar a la aparición y/o activación de procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa; sin embargo, son actividades que tiene una incidencia indirecta y por tanto los fenómenos que puedan causar se podrán asociar más a la forma como se desarrollen dichas actividades, en el cual se evalúe la incidencia que pueden tener en la estabilidad del terreno. Dicho lo anterior y teniendo en cuenta las actividades relacionadas se identifica el servicio ecosistémico de regulación a partir del control de la erosión, bajo este servicio se realiza la valoración económica ambiental directamente relacionada con estos impactos.

En este sentido, para realizar la valoración de los impactos Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico en la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**” se utilizó la metodología de costos evitados o de reemplazo.

Este método hace parte de la categoría de los métodos de valoración indirecta de preferencia revelada y consiste en relacionar la estimación de los costos de evitar o reemplazar el medio afectado. Lo anterior se lograr a partir de la búsqueda de información

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 67 |

sobre los precios y cantidades transados en el mercado que puedan explicar los bienes de interés y que no son observables dentro de las actividades del proyecto.

El documento de Criterios Técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental de 2017, considera que la aplicación de la metodología de “El gasto por compensar y devolverle al ecosistema su estado original causado por la gestión antrópica”, es una aproximación del valor de los beneficios ambientales alterados. El método se emplea generalmente para valorar el uso indirecto de los ecosistemas cuando no existe información sobre las funciones ambientales y su relación con los daños producidos a partir de Pérez y Rojas (2008). De esta manera, revegetalizar las áreas que se ven afectadas por la actividad de la remoción de cobertura vegetal y descapote, permite estimar por medio de los costos de reemplazo, el valor causado en el control de la erosión.

A partir de esto se identificó el principal tipo de pasto comprendido en la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”. A su vez, se consultó el precio de la semilla e insumo de este, así mismo se propone que dicha revegetalización con pastos sea realizada por métodos manuales (Ver Tabla 5-33).

Tabla 5-33. Tipos de especie herbácea (pasto)

| TIPOS DE ESPECIES HERBÁCEAS (PASTOS) |
|--------------------------------------|
| <i>Panicum maximum</i> |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Dentro de la valoración por costos de reposición se debe tener en cuenta características de calidad, magnitud, conveniencia y eficiencia. Así, para la valoración se tuvieron en cuenta supuestos en cuanto a que:

- La revegetalización es aplicada a partir de las especies herbáceas (pastos) identificados en el área de influencia, pues son los que se adaptarían a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona²⁸

²⁸Upme.Http://Www.Upme.Gov.Co/Guia_Ambiental/Guiasambientales2002/Htm/11.Htm#:~:Text=Revegetalizacion%20y%20Arbustivos%20hasta%20trepadores%20y%20C3%A1rboles.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 68 |

- Se considera que para plantar una hectárea de semillas (pastos) se requieren de 5 -15 kilogramos estas, para la semilla *Panicum maximum* se caracteriza por presentar un rendimiento de 15 Kg/ha²⁹
- El equipo de herramientas es rotativo, es decir que no todos los trabajadores tienen su propio kit, sino que usan la herramienta adecuada según la labor que desempeñen
- Se hace uso de una tonelada de tierra por hectárea
- Un hombre se demora 100 horas en sembrar una hectárea de tierra.

Al consultar el precio de la especie herbácea (pasto) anteriormente mencionada (Tabla 5-33) dentro del boletín mensual de insumos³⁰ y factores asociados a la producción agropecuaria, se encuentra el precio de la semilla donde se obtiene la información presentada en la Tabla 5-34.

Tabla 5-34. Costo de semillas

| EMPRESA COMERCIALIZADORA DE SEMILLAS | SEMILLAS | VALOR (DICIEMBRE 2024) |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
| SEMILLERO | <i>Panicum maximum</i> | \$89.192 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Como se ha mencionado anteriormente, el área a intervenir es de 3,78 ha esto se debe a sumatoria de las coberturas vegetales presentes en el área. Con base a la información anterior, el costo de la semilla se multiplica por la cantidad de kilogramos necesarios para establecer una hectárea de siembra, seguido de su proporción dentro del total del área que sería reemplazada (Ver **Tabla 5-35**).

El costo de la semilla multiplicada por la cantidad de kilogramos necesarios para establecer una hectárea de siembra, seguido de su proporción dentro del total del área que sería reemplazada se muestra en la **Tabla 5-35**. Se estima que cada especie se encuentra de manera proporcional dentro de cada hectárea.

²⁹ Semprecol, Densidad De Siembra <https://Semprecol.Com/Pastos/Panicum-Max-Mombaza/>.

³⁰ Boletín Mensual De Insumos Y Factores Asociados A La Producción Agropecuaria Del Dane Para El Año 2022 <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1/componente-insumos-historicos>

Tabla 5-35. Estimación de costo de revegetalización por hectárea con pastos limpios

| COBERTURAS | | COSTO/KG | RENDIMIENTO | PONDERACIÓN | PRECIO FINAL |
|--------------------|------------------------|----------|-------------|-------------|--------------------|
| | | | KG/HA | | |
| | | A | B | C | D= A*B*C |
| Semillas de pastos | <i>Panicum máximum</i> | \$89.192 | 15 | 100% | \$1.337.881 |
| Total | | | | | \$1.337.881 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Adicional a esto, para establecer los costos de la conformación de un terreno sembrado hace falta adicionar precios de elementos de trabajo y operarios además de los costos de mantenimiento.

Los precios de estos insumos fueron cotizados o consultados en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE – (series históricas de insumos) y se establecieron a partir del documento sobre Prácticas de Reforestación³¹ (pág. 31). De esta manera, se presentan los precios e insumos en la Tabla 5-36, vale la pena mencionar que estos precios fueron actualizados al mes de diciembre del año 2024 con el IPC. En la Tabla 5-37, se identifican los costos por maquinaria, materiales y servicios adicionales. En la Tabla 5-38 se presenta el valor del jornal³² por trabajador estimado a partir del DANE en su anexo “Sistema De Información De Precios Y Abastecimiento Del Sector Agropecuario -SIPSA-Pestaña 3.7 Jornales”.

En el sentido de incorporar en la valoración de Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico, la afectación del ciclo de nutrientes, en esta zona geográfica (Departamento de Caldas) y las condiciones normales que debe tener la tierra para ser lo suficientemente fértil, en la Tabla 5-37, se relaciona el cálculo de agroquímicos y servicios incluyendo el valor y rendimiento de fertilizantes compuestos e insecticidas ricos en (Solutos, superfosfatos, molibdato de sodio, sodio nitrito, kieseritas, cloruro de potasio, sulfato de potasio, nitrato de calcio, urea, entre otros) y abonos (Tierra negra). Los precios de estos elementos fueron consultados según sus valores medios por kilogramo

³¹ Gerencia De Reforestación De La Coordinación General De Conservación Y Restauración De La Comisión Nacional Forestal (2010) Prácticas De Reforestación. Manual Básico. México.

³² Con Un Jornal promedio De \$55.000 Fuente: SISTEMA DE INFORMACIÓN DE PRECIOS Y ABASTECIMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO -SIPSA-Pestaña 3.5. Jornales-Ver Anexos_VEA PROP SUELO.

encontrados en el sistema de información de precios y abastecimiento del sector agropecuario–SIPSA.

Dicho calculo es desarrollado teniendo en cuenta que según las características de línea base de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, este se desarrolla sobre unidades de suelo caracterizadas por tener alto contenido de Nutrientes.

Todas las fuentes de información (links y capturas de pantalla) se encuentran en el *Anexos\Q. VALORACIÓN ECONOMICA\EEA_PALESTINA*.

Tabla 5-36. Costo de siembra por hectárea

| EQUIPO Y HERRAMIENTAS | VALOR UNITARIO/HA |
|-----------------------------|-------------------|
| Pala cuadrada | 12.600 |
| Pala draga | 41.600 |
| Azadón | 18.500 |
| pico (zapapico) | 20.520 |
| coa (barretón) | 19.500 |
| hacha o machete | 13.750 |
| TOTAL | \$126.470 |
| TOTAL DICIEMBRE 2024 | \$145.386 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Tabla 5-37. Costo de Materiales, maquinaria y servicios

| AGROQUÍMICOS Y SERVICIOS | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
|---|--------|----------|----------------|------------------|
| fertilizante compuesto | Kg/ha | 200 | 11.153 | 2.230.600 |
| insecticidas | L/ha | 1,5 | 39.379 | 59.069 |
| tierra negra | tn | 1 | 650.000 | 750.000 |
| Subtotales materiales | | | | 3.039.669 |
| Maquinaria, materiales y servicios | Unidad | Cantidad | Valor unitario | Valor total |
| Tractor (incluye surcadora, cuchillas, arado) | Hora | 2 | 72.000 | 144.000 |
| Subtotal Maquinaria | | | | 144.000 |
| Costo total por hectárea | | | | 3.183669 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 71 |

| | |
|------------------------|------------|
| Hectáreas a intervenir | 3,78 |
| Valor | 12.034.267 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

Tabla 5-38. Costo de personal

| COSTOS DE MANO DE OBRA | RENDIMIENTO H/HA | DIMENSIÓN (HA) | DÍAS DE TRABAJO | JORNAL | VALOR TOTAL |
|------------------------|------------------|----------------|--------------------------|----------|-------------|
| | A | B | $D = [(A \times B) / 8]$ | E | C X D |
| | 100 | 3,78 | 47 | \$55.000 | \$2.598.750 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

En la Tabla 5-39 se identifica el costo de establecimiento total en el cual se tiene en cuenta costos asociados a la especie herbácea (pasto), costos de siembra, costos por agroquímicos, materiales servicios y maquinaria y el costo de los trabajadores, que en total se constituyen en **\$20.239.766** pesos anuales.

Tabla 5-39. Costo total de establecimiento

| COMPONENTES DE LOS COSTOS DE REEMPLAZO | VALOR | INDICADOR (HA) | PRECIO FINAL |
|--|--------------|----------------|---------------------|
| | A | B | A x B |
| Pastos | \$1.337.881 | 3,78 | \$5.057.191 |
| Costos de siembra | \$145.386 | 3,78 | \$549.558 |
| Costos por agroquímicos abonos, maquinaria y servicios | \$12.034.267 | | \$12.034.267 |
| Costos de trabajadores | \$2.598.750 | | \$2.598.750 |
| Costo total de establecimiento | | | \$20.239.766 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Así finalmente en la Tabla 5-40 se toman los valores calculados por la metodología de costo de reemplazo para los impactos Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico. Al adicionar dichos resultados se tiene un costo ambiental anual de **\$20.239.766** pesos colombianos, dicho valor va proyectado a un año en el flujo.

Tabla 5-40. Valor total de los Impactos Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y Pérdida del horizonte orgánico

| METODOLOGÍA DE VALORACIÓN | MONTO |
|-------------------------------------|---------------------|
| Costo de reemplazo revegetalización | \$20.239.766 |
| TOTAL | \$20.239.766 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

5.2.5.4 Valoración económica de los impactos: Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo y Cambio en el uso del suelo

Los impactos **Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo y Cambio en el uso del suelo**, serán valorados por medio de la metodología de costo de oportunidad, dado que esta metodología se centra en los costos de oportunidad asociados a la pérdida de la disponibilidad de la tierra para generar ingresos, por lo cual se considera más pertinente para este tipo de afectación. A continuación, se observa el desarrollo de la metodología junto al valor económico total.

Metodología

En primer lugar, se determinan los costos de oportunidad asociados a la pérdida de la disponibilidad de la tierra para generar ingresos. Según la teoría económica clásica, dentro de toda producción se deben incluir tres factores principales en el largo plazo: el capital, el trabajo y la tierra. Igualmente, la teoría establece que para cada uno de estos factores se tiene un nivel de remuneración específico, es decir que para el capitalista se genera una retribución a partir del uso del capital en la producción y a este se le llama beneficio o utilidad; para el trabajador, dado el uso de su mano de obra se le retribuye con un salario; y, por último, para el terrateniente o dueño de la tierra, se le retribuye por el uso u ocupación de la tierra a través de la renta. En este sentido, al impedir la producción de determinado producto, se debe tomar a consideración la ausencia de remuneración para cada uno de los anteriores factores de producción. A continuación, se presenta la pérdida de beneficios, salarios y renta, asumiendo que el área afectada pudiese ser empleada para usos productivos.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 73 |

Para capturar la pérdida de utilidad se realiza una estimación de los ingresos medios dentro de cada actividad que se realiza en la zona de influencia, junto con una estimación de los costos de producción. Esto debido a que el beneficio se obtiene del diferencial entre ingresos y costos, teniendo siempre como finalidad la maximización de este. La información para la caracterización productiva de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**” fue tomada de manera directa en el territorio, mediante la interacción con pobladores que permitió identificar el uso y aprovechamiento tradicional del suelo. Esta información, es el punto de comparación (producción habitual o potencial) para establecer el valor monetario (aproximado) de los impactos sobre la propiedad y cambios en el uso de la tierra desde un enfoque de costo de oportunidad.

El objetivo de determinar la vocación productiva del presente Proyecto, es obtener un valor económico, asociado a la producción habitual o potencial, para posteriormente relacionarlo con un costo de oportunidad, dadas las actividades tradicionales específicas del área de influencia, el objetivo es extrapolar la vocación productiva del área a intervenir de acuerdo con el alcance del proyecto, de esta manera, se identificó que los impactos **Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo y Cambio en el uso del suelo**, inciden negativamente sobre las actividades ganaderas y agrícolas que se desarrollan en el área de influencia del proyecto.

Así, del total del área de influencia, el área de intervención para calcular los impactos **Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo y Cambio en el uso del suelo**, se tiene una proporción total de **3,78** ha a intervenir³³.

La incidencia del impacto se concentra en áreas específicas, según se detalla en la sección "Uso Actual de la Tierra" de la Caracterización del Área de Influencia en su Componente Abiótico. En dicha sección, se señala una afectación localizada que comprende 0,21 hectáreas destinadas exclusivamente a actividades ganaderas y 1,84 hectáreas asignadas a actividades agrícolas. Estas áreas quedarían inhabilitadas para cumplir con sus funciones

³³Fuente: Capítulo 3.2.3. Suelos, numeral. 3.2.3.6 Uso actual de la tierra

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 74 |

actuales como consecuencia de la intervención del proyecto. La distribución detallada de esta afectación territorial se presenta en la Tabla 5-41.

Tabla 5-41. Territorio a intervenir por el proyecto

| HECTÁREAS A INTERVENIR | OPCIÓN DE USO EN GANADERÍA | OPCIÓN DE USO AGRÍCOLA |
|------------------------|----------------------------|------------------------|
| 3,78 | 0,21 | 1,84 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a estimar el valor económico asociado a la actividad ganadera. Para ello, se utilizará como referencia el documento titulado “*Foro Ganadería Regional Visión 2014-2018*”³⁴ correspondiente al departamento de Cundinamarca, elaborado por FEDEGÁN. Este departamento se toma como base debido a la ausencia de información específica para Caldas y a su proximidad geográfica, lo que permite considerar similitudes en las condiciones agropecuarias y productivas. Este documento proporciona datos relacionados con la capacidad de carga del animal/hectárea y el costo de producción promedio de la carne y de la leche a nivel nacional. Estos valores fueron homogenizados por medio del IPC³⁵ al año 2024 por medio de la indexación.

Por otra parte, los datos referentes a la producción diaria de leche especializada y doble propósito, así como la cifra relacionada al engorde de ganado para sacrificio en el departamento de Caldas, fueron obtenidos del documento de Fedegan “Indicadores productivos y reproductivos regionales”³⁶. En cuanto a la orientación del hato, se halló en el documento titulado “*Foro Ganadería Regional Visión 2014-2018*”³⁷.

Por último, el precio de venta del kilogramo de carne y litro de leche en el mercado fue consultado en la página oficial de FEDEGÁN³⁸ en la sección de estadísticas y se empleó el

³⁴Fichas de caracterización departamental, recuperado de: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>. Ver Anexos VEA USO DEL SUELO

³⁵DANE, índices de precios al consumidor. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>

³⁶Fedegan. Indicadores productivos y reproductivos regionales. Recuperado de <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica> << Documentos de Estadística. << 034-Characterización Departamental.

³⁷Fichas de caracterización departamental, recuperado de: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/documentos-de-estadistica>. Ver Anexos VEA USO DEL SUELO

³⁸Recuperado de: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/precios> o ver Anexo soporte VEA USO DEL SUELO

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 75 |

precio promedio del 2024 de las series ganado gordo en pie Colombia (\$ x Kg) y Precio del litro de leche pagado al productor respectivamente, ver Tabla 5-42.

Tabla 5-42. Estimación del valor económico para la ganadería

| ORIENTACIÓN DEL HATO | | ORIENTACIÓN GANADERA | CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL/HA | PRODUCCIÓN Und/Ha/Año | | PRECIO VENTA | COSTO DE PRODUCCIÓN | GANANCIA EN EL AÑO POR HECTÁREA | GANANCIA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA |
|---|-------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|---------|--------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | | | \$/Und | \$/Und | | |
| a | | b= (a x 1,00 ha) | c | x | d = x*c | e | f | g=(d*e)-(d*f) | h = b * g |
| Carne | 54,0 % | 0,11 | 0,8 | 146,0 | 116,80 | \$ 7.772,50 | \$ 3.256 | \$ 527.544 | \$ 59.823 |
| Leche | 27,0 % | 0,06 | 0,8 | 6679,5 | 5343,60 | \$ 1.931,25 | \$ 1.103 | \$ 4.427.920 | \$ 251.063 |
| Doble Propósito (Incluye porcentaje y orientación por cría) | 19,0 % | 0,04 | 0,8 | 146,0 | 116,80 | \$ 7.772,50 | \$ 3.256 | \$ 527.544 | \$ 10.525 |
| | | | 0,8 | 2372,5 | 1898,00 | \$ 1.931,25 | \$ 1.103 | \$ 1.572.758 | \$ 31.377 |
| TOTAL | 100% | 0,21 | TOTAL | | | | | | \$ 352.788 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Este cálculo referente a la actividad ganadera arroja una expectativa de ganancia o beneficio según su orientación con potencial para la ganadería por **\$ 352.788 COP**, este valor será asociado a las ganancias esperadas por los dueños del capital dentro de la producción ganadera.

Asimismo, se identificó la vocación de uso del suelo en la zona del proyecto y las principales actividades económicas en su área de influencia, destacándose los cultivos de café, guayaba y aguacate como los más representativos.

Para el análisis de las actividades agrícolas, es incorporada información originada por AGRONET del Ministerio de Agricultura. Estos datos son indicados específicamente en el documento denominado evaluaciones agropecuarias 2018³⁹, donde se consultaron los

³⁹Recuperado de: https://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/Attachments/2535/TERCER%20INFORME%20COSTOS%20DE%20PRODUCCION%20MADR_V4.pdf

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 76 |

costos de producción del café, la guayaba y el aguacate, costos que fueron Indexados al año 2024 de acuerdo con el IPC reportado por el DANE, índices de precios al consumidor⁴⁰.

Para el caso del rendimiento por hectárea, este dato también fue consultado en la página de TerriData⁴¹, y finalmente, los precios de venta de estos productos agrícolas se obtuvieron de la página de Corabastos⁴². Esta información se encuentra resumida en la Tabla 5-43.

Tabla 5-43. Utilidad asociada a la actividad agrícola

| VOCACIÓN PRODUCTIVA | COSTO DE PRODUCCIÓN | COSTO DE PRODUCCIÓN | RENDIMIENTO | PRECIO VENTA - 2024 (Productor) | INGRESO POR VENTAS | UTILIDAD PROMEDIO |
|--|---------------------|---------------------|-------------|---------------------------------|--------------------|---------------------|
| | \$/Ha/año 2018 | \$/Ha/Año 2024 | Ton/Ha/Año | \$/Ton | \$/Ha/Año | \$/AÑO |
| | a | b | c | d | e = c x d | f = e - b |
| Café | \$ 9.107.808 | \$13.195.392 | 1,14 | \$32.000.000 | \$36.480.000 | \$23.284.608 |
| Guayaba | \$ 8.539.540 | \$12.372.086 | 11,00 | \$3.000.000 | \$33.000.000 | \$20.627.914 |
| Aguacate | \$ 11.791.226 | \$17.083.128 | 9,00 | \$6.000.000 | \$54.000.000 | \$36.916.872 |
| UTILIDAD PROMEDIO POR ACTIVIDADES AGRICOLAS | | | | | | \$26.943.131 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Continuando con la estimación, se procede a estimar el valor para la totalidad de área a intervenir como lo indica la Tabla 5-44.

Tabla 5-44. Ganancia por cultivo

| ACTIVIDAD (AGRÍCOLA) | ÁREA POR CULTIVO (HA)a | GANANCIA PROMEDIO (\$/HA)b | COSTO ECONÓMICO POR CAMBIO DE ACTIVIDAD |
|----------------------|------------------------|----------------------------|---|
| | | | c=a x b |
| Café | 0,61 | \$23.284.608 | \$14.279.798 |
| Guayaba | 0,61 | \$20.627.914 | \$12.650.522 |
| Aguacate | 0,61 | \$36.916.872 | \$22.640.084 |
| TOTAL | | | \$49.570.404 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Teniendo en cuenta la información suministrada en la Tabla 5-44, sobre las ganancias por cultivo en el área de influencia, se percibe una ganancia total de **\$ 49.570.404 COP**. Este monto se adicionará al valor estimado de la actividad ganadera, como indica la Tabla 5-45.

⁴⁰Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>

⁴¹ Recuperado de https://terridata.blob.core.windows.net/fichas/Ficha_17524.pdf Ver Anexos VEA USO DEL SUELO

⁴² Recuperado de: <https://corabastos.com.co/wp-content/uploads/2024/12/Boletin-30diciembre2024.pdf> Ver anexos VEA USO DEL SUELO

Tabla 5-45. Pérdida asociada al capital

| FACTOR PRODUCTIVO | ACTIVIDAD ECONÓMICA | COSTO DE OPORTUNIDAD |
|--------------------|---------------------|----------------------|
| Capital | Agrícola | \$ 49.570.404 |
| | Ganadería | \$ 352.788 |
| COSTO TOTAL | | \$ 49.923.192 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

La Tabla 5-45, describe el costo total relacionado a la pérdida asociada al capital, el cual se estima en **\$ 49.923.192 COP**. No obstante, también se contempla y se calcula el costo de oportunidad en relación con la mano de obra que se requiere en el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera, es decir, los pagos de jornales a la población local que se encuentre potencialmente afectada con la intervención en cada una de las actividades valoradas.

Entonces, para tomar las pérdidas de los trabajadores en la actividad ganadera, se obtiene el promedio de los costos de producción relacionados a la mano de obra a nivel nacional. Para la presente estimación, el valor por hectárea de mano de obra se obtiene de operar la mano de obra de los costos de producción (53,4%), la producción anual y la capacidad de carga, siendo el valor por hectárea de mano de obra correspondiente a \$203.071,61 (\$1.738,62⁴³ x 146,0 x 0,8). Así mismo, el valor de la mano de obra por hectárea para la producción de leche maneja la misma estructura. Vale mencionar que la información de la estructura de costos de producción hace referencia a los costos modales en ganadería, promedio nacional y que se encuentra en el documento denominado “Foro Ganadería regional visión 2014-2018”.⁴⁴

Tabla 5-46. Costo de producción actividad ganadera.

| GANADERÍA | | |
|--|-------------|------------|
| Región | Carne | Leche |
| Costo de producción (\$/kg) (\$/lt) | 3256 | 1103 |
| Mano de obra (53,4%) | 1738,626825 | 588,793805 |
| Producción anual (kg/ha/año) (lt/ha/año) | 146,0 | 6679,5 |
| Capacidad de carga | 3256 | 1103 |
| Valor por hectárea de mano de obra | 1738,626825 | 588,793805 |
| Área de intervención | 146,0 | 6679,5 |

⁴³ Mano de obra \$3.256 x 53,4% = \$1.738,62

⁴⁴<https://es.slideshare.net/Fedegan/carta-fedegan-150-56167513>

| GANADERÍA | | |
|--|----------------------|--------------|
| Región | Carne | Leche |
| Área de intervención - Doble propósito | 0,8 | 0,8 |
| Total área de intervención | 203.071,61 | 3.146.278,58 |
| Total mano de obra | 0,11 | 0,06 |
| Total mano de obra | \$ 268.241,85 | |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Teniendo en cuenta lo anterior, el costo total de la mano de obra para la actividad ganadera (carne y leche) corresponde a **\$ 268.241,85 COP**, de esta manera se obtiene el salario perdido por la ocupación o daño del suelo asociado a la ganadería, ver Tabla 5-47.

Adicionalmente, los costos de producción para la actividad agrícola son consultados en el documento evaluación agropecuaria municipal 2018,⁴⁵. Para este cálculo, se toman los costos asociados a la mano de obra para los cultivos de plátano y naranja, como se observa en la Tabla 5-47 y se pondera de acuerdo con la cantidad de hectáreas de uso, para determinar el costo de la mano de obra en la producción de estos cultivos se tiene en cuenta el costo asociado a la siembra. Estos valores se indexan a precios de 2024 por medio del IPC que reporta el DANE.

Tabla 5-47. Pérdida asociada a la mano de obra

| COSTO TOTAL FUERZA DE TRABAJO | | | |
|-------------------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| ACTIVIDAD ECONÓMICA | HECTAREAS | COSTO POR HECTÁREA | COSTO DE OPORTUNIDAD |
| Ganadería - carne | 0,13 | \$ 203.072 | \$ 27.080 |
| Ganadería - leche | 0,08 | \$ 3.146.279 | \$ 241.162 |
| Agrícola - Café | 0,61 | \$ 7.815.595 | \$ 4.793.086 |
| Agrícola - Guayaba | 0,61 | \$ 3.536.753 | \$ 2.168.991 |
| Agrícola - Aguacate | 0,61 | \$ 8.453.015 | \$ 5.183.997 |
| TOTAL | | | \$ 12.414.316 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Para obtener completamente el valor correspondiente a la metodología de costo de oportunidad, se estima la renta perdida por el poseedor de la tierra. Con tal fin, se realiza una búsqueda de valores asociados a la tierra libre en el área de influencia. Esta información se consulta en los datos proporcionados por el DANE en su documento

⁴⁵Recuperado de https://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/Attachments/2535/TERCER%20INFORME%20COSTOS%20DE%20PRODUCCION%20MADR_V4.pdf

“Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria”⁴⁶, del cual, se tuvieron en cuenta los valores correspondientes al departamento de Caldas, de esta manera, se logra un estimativo del valor promedio del arrendamiento de tierra en el área de influencia.

Con base en esta información, se establece un precio promedio anual de \$1.280.000 COP por hectárea en terrenos inclinados u ondulados con acceso a agua, adecuado para actividades agrícolas y ganaderas. Al extrapolar este valor al total del área afectada por la intervención del proyecto, que incluye tanto los cultivos como la ganadería, se determinan las pérdidas económicas estimadas para los propietarios de la tierra. Los resultados detallados se presentan en la Tabla 5-48.

Tabla 5-48. Cálculo del promedio del sector inmobiliario.

| USO DEL SUELO | VALOR PROMEDIO DE ARRENDAMIENTO ANUAL | NÚMERO DE HA A INTERVENIR | PÉRDIDAS PARA EL DUEÑO DE LA TIERRA |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Ganadería | \$ 1.280.000,00 | 0,21 | \$ 268.800 |
| Agricultura | \$ 1.280.000,00 | 1,84 | \$ 2.355.200 |
| TOTAL | | | \$ 2.624.000 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Así, se tiene que el costo aproximado del arrendamiento en las tierras de intervención dentro del departamento de Caldas es de aproximadamente **\$ 2.624.000 COP**.

Finalmente, agregando las pérdidas asociadas a cada uno de los factores de producción, se tiene el valor de la pérdida por el costo de oportunidad generado por la imposibilidad del uso de la tierra para fines productivos, correspondiente a **\$ 64.961508 COP** según lo expresado en la **Tabla 5-49**.

Tabla 5-49. Resultado costo de oportunidad

| FACTOR PRODUCTIVO | COSTO DE OPORTUNIDAD |
|--------------------|----------------------|
| Capital | \$ 49.923.192 |
| Trabajo | \$ 12.414.316 |
| Tierra | \$ 2.624.000 |
| COSTO TOTAL | \$ 64.961.508 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

⁴⁶Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1> Ver Anexo VEA USO DEL SUELO.

5.2.5.5 Valoración económica del impacto: Cambio en la conectividad ecológica funcional

La valoración económica ambiental del impacto Cambio en la conectividad ecológica funcional es generado por actividades que conllevan la afectación directa sobre los hábitats naturales y alteran la conectividad de los ecosistemas donde se desarrollan los hábitats sinérgicamente afectados por la pérdida de la cobertura vegetal ocasionando daños a la flora y por consiguiente a la fauna, haciendo que las especies se desplacen a otros lugares para evitar la perturbación.

El impacto es generado por parte de las actividades de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, construcción de cerramiento.

Según lo descrito anteriormente, se genera una pérdida de conectividad entre algunas coberturas naturales, causando efectos sobre el comportamiento y distribución de las especies de fauna silvestre. Por estas razones el impacto se encuentra asociado al servicio ecosistémico de soporte que brinda el hábitat de especies.

En el Capítulo 04.APROV REC- Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal se establece el área de intervención forestal para las actividades del proyecto. En total se estima que por la ejecución del proyecto se intervendrá **3,78 Ha** de coberturas vegetales, que de manera directa afectan el hábitat de la fauna.

Metodología

La metodología de valoración económica propuesta para este servicio de ecosistémico corresponde a la de gastos actuales y potenciales y en especial, la técnica de proyectos sombra. Mediante este método se busca una alternativa que sea capaz de reponer el daño provocado por un proyecto de desarrollo, para lo cual no es necesario devolver el ambiente su condición inicial, sino determinar cómo se puede compensar la pérdida de utilidad inducida por el impacto ambiental a través del desarrollo de otros proyectos (proyectos “sombra”) que permitan a las personas alcanzar los niveles de utilidad iniciales (ANLA, 2017).

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 81 |

De acuerdo con el Banco de Desarrollo de Asia (ABD, por su sigla en inglés), los supuestos implícitos en este análisis son:

- a) Los recursos en extinción son escasos y altamente valorados.
- b) Las alternativas ofrecidas por los humanos en los proyectos sombra pueden proveer la misma cantidad y calidad de bienes como el ambiente natural.
- c) El nivel original de bienes y servicios es deseable y deben ser mantenidos.
- d) Los costos de los proyectos sombra no exceden el valor de las pérdidas en los servicios producidos en el ambiente natural.

El concepto detrás del proyecto sombra está relacionado con seleccionar una alternativa que sea capaz de reponer, en alguna forma, el daño causado por un proyecto de inversión, determinando cómo se puede compensar la pérdida de utilidad generada por el impacto ambiental a través del desarrollo de otros proyectos que permitan a las personas alcanzar los niveles de utilidad iniciales (Osorio y Correa, 2004).

El proyecto sombra considerado para la valoración de este impacto es el costo de restauración de la cobertura vegetal. Para ello, se toma la información reportada en la Resolución 00379 de 2022 *“Por la cual se establece el valor de los costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales comerciales, el valor de los costos de mantenimiento de bosque natural asociado al proyecto de reforestación y se fija el incentivo forestal por árbol, para efectos del Incentivo Forestal para la vigencia 2023”* (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

De acuerdo con esta Resolución, el costo de establecimiento de una hectárea arbórea en la sección de “Otras especies e híbridos”⁴⁷ para el “Núcleo Región Otras Regiones” dado que el proyecto se encuentra en el departamento de Caldas, en el municipio de Palestina, este valor es de \$3'430.778 por hectárea para el año 2023. Para los costos de mantenimiento, se tienen en cuenta los valores de “Híbridos” (parágrafo 1 artículo 2) igualmente de la resolución 00379 de 2022. Dichos valores fueron actualizados mediante IPC (índice del precio al consumidor) al mes de

47 Se toma como referencia los “Otras especies e híbridos” del núcleo Región Otras Regiones, debido a que el proyecto se encuentra en el departamento de Caldas.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 82 |

diciembre de 2024, debido a que, a la fecha aún no se cuenta con la resolución que regiría al año 2024.

Tabla 5-50. Valoración Económica Del Impacto Cambio en la conectividad ecológica funcional

| CRITERIOS | ESTABLECIMIENTO | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 |
|---------------------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
| Costos de establecimiento (ha) | 3.609.143 | | | | |
| Costos de mantenimiento (ha) | | 460.342 | 451.115 | 216.515 | 271.896 |
| Número de hectáreas por afectar | 3,78 | 3,78 | 3,78 | 3,78 | 3,78 |
| Valor Total Anual (\$) | 13.642.559 | 1.740.094 | 1.705.215 | 818.428 | 1.027.768 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

5.2.5.6 Valoración económica de los impactos: Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, Fragmentación de la cobertura vegetal, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea y Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento.

La Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, donde se generan los impactos de “Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, Fragmentación de la cobertura vegetal, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea y Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento”, son valorados, ya que se generan por las actividades de Remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, Construcción del ZODME y Reconformación de terreno y revegetalización final de áreas intervenidas. Dentro de las especies que se pueden ver afectadas, se encuentran la composición de especies vascular y no vascular de diferentes hábitos de crecimiento, algunas de ellas podrían estar en condición de veda nacional. En este sentido La afectación generada por los impactos será valorada según los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de madera y regulación de almacenamiento de carbono.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 83 |

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a calcular el valor económico del impacto sobre las diferentes coberturas presentes en cada una de las obras de infraestructura a realizar por el proyecto⁴⁸, como se puede observar en la Tabla 5-51.

Tabla 5-51. Tipos de ecosistemas en las cuales se relaciona el servicio de aprovisionamiento de madera

| COBERTURA | ÁREA (Ha) | VOL TOTAL (m3) | VOL COMERCIAL (m3) |
|----------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| Café | 0,005726 | 15,5997 | 9,9259 |
| Mosaico de cultivos | 0,021113 | 0,4296 | 0,3116 |
| Pastos enmalezados | 0,076297 | 0,1368 | 0,0862 |
| Pastos limpios | 0,004151 | 3,1285 | 1,8771 |
| Red vial y territorios asociados | 0,038411 | 8,3573 | 5,5469 |
| Tejido urbano discontinuo | 0,011208 | 6,2420 | 4,1377 |
| TOTAL | 0,156906 | 33,8939 | 21,8854 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

En este caso se inicia valorando el servicio ecosistémico de aprovisionamiento de madera. Por lo cual, se tuvo en cuenta la tabla de Volúmenes estimados de aprovechamiento, las cuales son descritas en el Capítulo 04.APROV REC, En esta sección, se encontraron las zonas descritas con presencia de aprovisionamiento de madera, estimada a partir en unidad de medida correspondiente al volumen por hectárea.

La madera es uno de los beneficios materiales que el ecosistema proporciona, el cual es reconocido como un servicio de abastecimiento (aprovisionamiento)⁴⁹. Este se puede comercializar en los mercados, o en otro caso, puede llegar a ser una materia prima para la dependencia y subsistencia de hogares.

De este modo, la metodología de valoración que puede relacionar y expresar de forma económica la alteración que se presenta en el ecosistema, corresponde a precios de mercado. Esta metodología hace parte de la categoría de los métodos de valoración indirecta de preferencia revelada y se encuentra relacionada en el Manual de criterios

⁴⁸ Fuente: Capítulo 4. Demanda, uso y/o aprovechamiento de Recursos Naturales - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal

⁴⁹ FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental.

Ahora bien, el volumen maderable a remover equivale a un total de 33,89 m³ y comercial de 21,89 m³ y teniendo en cuenta dicha información, se procede a determinar el costo del servicio ecosistémico alterado.

Para determinar el valor económico del área de influencia, se consultó el precio por metro cúbico de madera utilizando datos proporcionados por el Observatorio de Economía Forestal⁵⁰. Se toma como referencia el valor correspondiente al municipio de Manizales, Caldas, de una de las maderas más significativas conocida como “Sajo”. El precio para el año 2019 es de \$480.000 por m³. Este valor se indexa a precios de 2024 utilizando el IPC reportado por el DANE (\$\$ 669.965,32 COP/ m³) con el fin de obtener una estimación más precisa y actualizada. Esta información se puede ver en la Tabla 5-52.

Tabla 5-52. Volumen comercial de la madera

| VOLUMEN TOTAL A APROVECHAR (m ³) | VOLUMEN COMERCIAL (m ³) | COSTO COMERCIAL, VALOR (m ³) | VALOR ECONÓMICO DEL VOLUMEN A APROVECHAR |
|--|-------------------------------------|--|--|
| a | b | c | d = b x c |
| 33,89 | 21,89 | \$669.965 | \$ 14.662.458,97 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

De acuerdo con la Tabla 5-52, la valoración de aprovechamiento de madera comercial (servicio ecosistémico: aprovisionamiento de madera), refleja una un valor económico de \$ **14.662.458,97 COP.**

A continuación, se presenta la valoración del servicio ecosistémico de **regulación de almacenamiento de carbono.**

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en madera que contiene carbono y forma parte de troncos y ramas. La cantidad de (CO₂) que el árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño

⁵⁰ <https://observatorio-economia-forestal-3-mads.hub.arcgis.com/>

incremento anual que se presenta en la biomasa del árbol (madera) multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono.

Aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muere, emite la misma cantidad de carbono que capturó. Lo primordial es cuanto carbono (CO₂) captura el árbol durante toda su vida.

Los árboles, al convertir el (CO₂) en madera, almacenan muy lentamente sólo una pequeña parte del (CO₂) que producimos en grandes cantidades por el uso de combustibles fósiles (petróleo, gasolina, gas, etc.) para el transporte y la generación de energía eléctrica en las actividades humanas que diariamente contaminan el medio ambiente. Después de varios años, cuando los árboles han llegado a su madurez total, absorben (capturan) únicamente pequeñas cantidades de (CO₂) necesarias para su respiración y la de los suelos. El dióxido de carbono atmosférico (CO₂) es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma de materia orgánica (biomasa-madera). El (CO₂) regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación)⁵¹.

En este sentido, la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, va a generar una afectación puntual al servicio ecosistémico de regulación de almacenamiento de carbono. Es importante considerar que las actividades de aprovechamiento forestal, que incluyen la remoción de cobertura vegetal y descapote, son necesarias para la implementación del proyecto, estas, implicarán la liberación de carbono almacenado en la biomasa vegetal. Estas acciones, al remover la cobertura vegetal existente, provocarán la emisión de CO₂ almacenado en la materia orgánica de los suelos y en la propia vegetación, contribuyendo así a la liberación de carbono a la atmósfera. A pesar de esta emisión inicial de CO₂, es importante destacar que el proyecto no afectará la capacidad de captura de carbono a largo plazo, ya que se espera que la vegetación se regenere mediante acciones de reforestación y naturalmente una vez finalizadas estas actividades.

⁵¹ Yepes, A. et al. (2011). Protocolo para la estimación nacional y sub nacional de biomasa de carbono en Colombia. Bogotá, Colombia: IDEAM. Ver Anexo VEA COBERTURAS

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 86 |

Para la realización de la valoración económica por esta afectación, se utilizó la siguiente información:

Según el estudio de Yepes, A. et al. (2011) donde con su protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa de carbono en Colombia, permite obtener la tasa de absorción de CO₂ por toneladas de CO₂ /ha/año como se indica en la Tabla 5-53, la cual es aplicada a cada una de las coberturas del área de intervención del proyecto y se opera por el factor de conversión de carbono neto liberado a dióxido de carbono equivalente (Co₂e) emitido (3,67), de esta manera se estiman las emisiones de carbono producidas por el cambio de bosque natural en términos de dióxido de carbono (Co₂).

El precio promedio de mercado de una tonelada de (CO₂) para Colombia 2024 es de \$ 25.799,56 COP/ Ton (CO₂)⁵².

Teniendo en cuenta el área total de las hectáreas por aprovechamiento, las cuales corresponden a **0,159 ha**⁵³, puntualmente, se procede a calcular el valor económico de la capacidad de almacenamiento de CO₂. Dicho resultado se evidencia en la Tabla 5-53.

Tabla 5-53. Valoración de la regulación en la capacidad de almacenamiento de CO₂

| VALOR TOTAL SEE ALMACENAMIENTO DE CARBONO | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------------|---|--|-----------|
| Servicio Almacenamiento de Carbono | | | | | | Valor |
| COBERTURA | Hectáreas por aprovechamiento por la intervención del proyecto | Coberturas, carbono almacenado. C = X-Ton/ha/año * | 3,67 (Factor de conversión) | X=CO ₂ e=X-Ton/ha/año * 3,67(Factor de conversión) | Valor del CO ₂ (\$COP 2024) | |
| | Área (ha) | C | Factor de conversión | CO ₂ | Precio Ton | |
| Café | 0,01 | 28,9 | 3,67 | 106,06 | \$ 25.799,56 | \$ 15.669 |
| Mosaico de cultivos | 0,02 | 28,9 | 3,67 | 106,06 | \$ 25.799,56 | \$ 57.773 |
| Pastos enmalezados | 0,08 | 6,4 | 3,67 | 23,49 | \$ 25.799,56 | \$ 46.234 |
| Pastos limpios | 0,00 | 6,4 | 3,67 | 23,49 | \$ 25.799,56 | \$ 2.515 |

⁵² Valor tomado de RESOLUCIÓN NÚMERO 000012 (31 ENE 2023) Por la cual se ajustan las tarifas del Impuesto Nacional a la Gasolina y al ACPM, y del Impuesto Nacional al carbono. Ver Anexo VEA COBERTURAS

⁵³ Fuente: Capítulo 4. Demanda, uso y/o aprovechamiento de Recursos Naturales - Numeral 4.6 Aprovechamiento forestal

| VALOR TOTAL SEE ALMACENAMIENTO DE CARBONO | | | | | | |
|---|--|---|-----------------------------|--|----------------------------|-------------------|
| Servicio Almacenamiento de Carbono | | | | | | Valor |
| COBERTURA | Hectáreas por aprovechamiento por la intervención del proyecto | Coberturas, carbono almacenado. $C = X \cdot \text{Ton/ha/año}$ | 3,67 (Factor de conversión) | $X = \text{CO}_2e = X \cdot \text{Ton/ha/año} \cdot 3,67$ (Factor de conversión) | Valor del CO2 (\$COP 2024) | |
| | Área (ha) | C | Factor de conversión | CO2 | Precio Ton | |
| Red vial y territorios asociados | 0,04 | 0 | 3,67 | 0,00 | \$ 25.799,56 | \$ 0 |
| Tejido urbano discontinuo | 0,01 | 0 | 3,67 | 0,00 | \$ 25.799,56 | \$ 0 |
| TOTAL | 3,51 | | | | | \$ 122.192 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

De acuerdo con lo anterior, el valor económico del servicio de almacenamiento de carbono corresponde a \$ 122.192 COP.

Finalmente, se presenta y consolida la valoración económica total de los impactos; Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, Fragmentación de la cobertura vegetal, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea y, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento, tal y como se expresa en la Tabla 5-54.

Tabla 5-54. Valor económico total de los impactos “Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal, Fragmentación de la cobertura vegetal, Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea y Cambio en la composición y, estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento”

| Costos Totales | | Monto |
|----------------|--|-------------------------|
| A | Valor económico del servicio ecosistémico por provisionamiento de madera | \$ 14.662.458,97 |
| B | Valor económico del servicio almacenamiento carbono | \$ 122.191,55 |
| A+B | Total | \$ 14.784.650,52 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

5.2.5.7 Valoración económica de los impactos: Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora, Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico, Atropellamiento de fauna silvestre y Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre

Los impactos identificados, como el “Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora”, “Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico”, “Atropellamiento de fauna silvestre” y “Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre”, serán valorados económicamente debido a la reducción de la biodiversidad faunística ocasionada por las actividades relacionadas con el proyecto. Estas actividades incluyen la movilización de maquinaria, equipos, materiales y personal, la remoción de cobertura vegetal, el descapote, el aprovechamiento forestal, la instalación y el tendido de cableado, así como la conexión a la red eléctrica. Todas estas acciones conllevan la remoción de la cobertura vegetal en áreas que sirven de refugio para la fauna, provocando su desplazamiento hacia zonas con condiciones más favorables.

Estas actividades generan pérdida de conectividad entre algunas coberturas boscosas, causando efectos sinérgicos sobre el comportamiento y distribución de los individuos de fauna. Todas las intervenciones se llevarán a cabo en sitios puntuales y en la medida de lo posible sobre coberturas previamente intervenidas por otras actividades.

Por estas razones, los impactos se encuentran asociados al servicio ecosistémico de soporte que brinda el hábitat natural al proteger la Biodiversidad y Conservación de la diversidad genética.

Metodología

Por medio de la metodología de precios de mercado se estima un valor comercial del recurso impactado, en función de la tasa compensatoria de caza de fauna silvestre como instrumento económico. La tasa por caza de fauna silvestre se toma de acuerdo con lo estipulado en el Decreto No. 1272 del 3 de agosto de 2016 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por el cual se adiciona un capítulo al Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones” y la Resolución No. 1372 del 22 de agosto de 2016 “Por la cual

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 89 |

se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones”.

La tasa compensatoria por caza de fauna silvestre se calcula con los datos obtenidos en la caracterización biótica para los registros de los grupos de especial interés de aves, reptiles y mamíferos. El cobro de la respectiva tarifa, de acuerdo con el Decreto 127254, se realizará anualmente.

A continuación, se describen las variables que se tienen en cuenta para el cálculo de la tasa compensatoria por caza:

Ecuación 5-1. Tasa compensatoria por caza para cada especie

$$TFSi = TM \times FRi$$

- Donde: TFSi: Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie i, expresada en pesos por espécimen o muestra.
 TM: Tarifa mínima base, expresada en pesos por espécimen o muestra.
 FRi: Factor regional determinado para cada especie i (es adimensional).

La Tarifa mínima base (TM) expresada en pesos por espécimen o muestra, se calcula teniendo en cuenta los costos de recuperación del recurso fauna silvestre como base para el cálculo de su depreciación, de acuerdo con las pautas y reglas establecidas por el artículo 42 de la Ley 99 de 1993. Esta tarifa la determinó el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución 1372 de 2016, en \$9.600 por espécimen o muestra. Este valor, que se actualiza anualmente, corresponde para el año 2024 a un monto de \$15.013 COP.

A su vez, el Factor Regional se compone de diversas variables.

Ecuación 5-2. Factor Regional

$$FR = (Cb + 4,5 N) \times TC \times GTi \times V$$

- Donde: Cb: Coeficiente Biótico (1 - 5).
 N: Variable de nacionalidad (0 - 1)

⁵⁴ Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. Decreto 1272 De Agosto De 2016. Por El Cual Se Adiciona Un Capítulo Al Título 9 De La Parte 2 Del Libro 2 Del Decreto 1076 De 2015, Decreto Único Reglamentario Del Sector Ambiente Y Desarrollo Sostenible, EN Lo Relacionado Con La Tasa Compensatoria Por Caza De Fauna Silvestre Y Se Dictan Otras Disposiciones.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 90 |

TC: Tipo de Caza (0,1 - 1,2)
 Gt: Grupo Trófico (0,08 – 1,0)
 V: Coeficiente de valoración (0,01 – 20,0).

El Coeficiente biótico (Cb) es el factor que integra tres elementos: estado de conservación de la especie, su presión por uso y el estado de conservación del hábitat de la población objeto de caza.

Tabla 5-55. Valor del coeficiente biótico – estado de conservación de la especie

| NIVEL | DESCRIPCIÓN DEL NIVEL DE LA VARIABLE |
|-------|---|
| 1 | Datos Insuficientes (DD) o Especies No Evaluadas (NE) |
| 2 | Preocupación Menor (LC) |
| 3 | Casi Amenazada (NT) |
| 4 | Vulnerable (VU) |
| 5 | En Peligro (EN) o en Peligro Crítico (CR). |

Fuente: Decreto 1272 de 2016 Por la cual se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones

En el archivo anexo, se detalla las especies de cada grupo de fauna donde se tuvo en cuenta la calidad de endemismo, IUCN2022-1 y si están en los libros rojos, para así asignar el nivel adecuado.

La variable Nacionalidad (N) realiza la discriminación entre usuarios nacionales y extranjeros para asignar el valor que corresponda. Toma valores de cero (0) para nacionales y uno (1) para extranjeros. (solo se tiene información de algunas aves migratorias latitudinales).

El Tipo de Caza (TC) corresponde a la variable que indica si es caza comercial, de fomento, deportiva o científica con y sin fines comerciales, de control y para desarrollo de estudios ambientales. Según el tipo, toma valores entre 0,1 y 1,2.

Tabla 5-56. Valor de la variable – tipo de caza

| TIPO DE CAZA | VALOR |
|---|-------|
| Caza comercial, de fomento y deportiva | 1.2 |
| Caza científica con fines comerciales | 0.9 |
| Caza científica para estudios ambientales | 0.6 |
| Caza de control | 0.3 |
| Caza científica no comercial | 0.1 |

Fuente: Decreto 1272 de 2016 Por la cual se establece la tarifa mínima de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre y se dictan otras disposiciones.

Para este caso, se adoptará el valor correspondiente a la categoría de Caza científica con fines comerciales, el cual es de 0,9, al ser el más alto dentro de las posibles referencias de la caza científica. Esta decisión se fundamenta en la premisa de que las actividades del proyecto generan un impacto significativo sobre el medio, particularmente en la fauna silvestre y su hábitat, lo que justifica la aplicación de este coeficiente en la valoración económica de los impactos ambientales.

El Grupo Trófico (GT) hace referencia a la posición que una especie ocupa en la red alimenticia (parásito, depredador, parasitoide, etc.), la cual está relacionada con la dieta o tipo de alimento que consume (detritívoro, herbívoro, omnívoro, carroñero, etc.) y considera si este es invertebrado o vertebrado. Toma valores entre 0,08 y 1,0. Los valores tomados para cada especie se ven al detalle en el Anexo de la memoria de cálculo, pestaña VEA FAUNA

El Coeficiente de Valoración (V) es el factor que categoriza las especies de fauna silvestre teniendo en cuenta el valor intrínseco, la importancia cultural y el valor de mercado. El coeficiente de valoración (V) tomará los valores según las categorías reguladas y delimitadas por los Artículos 1, 2, 3, 4 y 5 de la Resolución No. 0589 del 09 de marzo de 2017. En ese sentido se ajusta $V = 1$ o 10 teniendo en cuenta que se trata de otras especies.

El Costo de implementación (Ci) expresado en pesos corresponde a \$40.664 al año 2024⁵⁵.

Finalmente, la tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie í (TFSi) objeto de cobro, es expresada en pesos por espécimen o muestra; se obtiene de la sumatoria de las tasas calculadas anteriormente para cada especie.

Por ende, para calcular el monto total a pagar, se tienen en cuenta los siguientes elementos, los cuales fueron previamente identificados:

- Tasa compensatoria calculada para cada especie de fauna silvestre sujeta a cobro.
- Número de especímenes y/o muestras.

⁵⁵ <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/3.-Tarifa-Minima-Tasa-por-caza-de-fauna-silvestre-ONVS.pdf>

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 92 |

- Costos de implementación.

Se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 5-3. Cálculo del monto total a pagar

$$MP = CI + \sum_{i=0}^n (TFSi \times ESi)$$

- Donde:
- MP: Total, del monto a pagar, expresado en pesos.
 - CI: Costo de implementación, expresado en pesos. Son los costos mínimos estimados para la implementación de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre, como parte de los costos de recuperación del recurso
 - TFii: Tarifa de la tasa compensatoria por caza de fauna silvestre para la especie *i* objeto de cobro, expresada en pesos por espécimen o muestra.
 - Esi: Número de especímenes y/o muestras de la especie *i* de fauna silvestre objeto de cobro. Se cobrará por el número de especímenes en términos de individuos, según la cantidad cazada o recolectada, o la aprobada en el respectivo permiso o licencia.
 - n: Total, de especies de fauna silvestre objeto de cobro

En la siguiente tabla, se relacionan la cantidad en promedio de individuos, a partir del número de especies identificadas en la zona del proyecto (ver Capítulo 3.3.1.2 Fauna - Anexos\M. FAUNA\M.4. Formatos\4.3 sregistradas) y el valor económico anual estimado para cada clase, teniendo en cuenta un total de una población muestral de **4.175 individuos** identificados en los muestreos de campo.

Tabla 5-57. Valoración económica de los impactos Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora, Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico, Atropellamiento de fauna silvestre Y Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre

| CLASE | POBLACIÓN MUESTRAL | VALOR ECONÓMICO ESTIMADO |
|----------|--------------------|--------------------------|
| Anfibios | 1920 | \$ 25.855.989 |
| Aves | 1647 | \$ 26.913.955 |
| Reptiles | 20 | \$ 262.127 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 93 |

| CLASE | POBLACIÓN MUESTRAL | VALOR ECONÓMICO ESTIMADO |
|--------------|--------------------|--------------------------|
| Mamíferos | 588 | \$ 7.609.789 |
| Total | 4175 | \$ 60.682.524,77 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

Considerando la abundancia de las especies de los grupos faunísticos, se estima un valor total para los impactos Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora, Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico, Atropellamiento de fauna silvestre Y Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre, equivalente a **\$60.682.524,77 COP**. El detalle de cálculo se encuentra en el *Anexos\Q. VALORACIÓN ECONOMICA\ EEA_PALESTINA*.

5.2.5.8 Valoración económica del beneficio: Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo

La generación de bienestar a la población que se encuentra en el área de influencia está asociada a los impactos positivos los cuales se enmarcan como beneficios a favor del desarrollo y ejecución del proyecto, ya sea de carácter ambiental, económico o social, estos beneficios pueden ser tangibles o intangibles. “Los beneficios o bienes meritorios” son aquellos que generan bienestar o satisfacción directamente a los que lo consumen o aprovechan, sin ser transados en ningún mercado, por lo general son intangibles. Aunque no corresponden a ningún mercado existe el consenso general sobre su bondad o su mérito, ejemplo de los bienes meritorios incluyen defensa nacional, seguridad callejera, pureza ambiental, buena salud y nivel cultural.⁵⁶

El impacto significativo que se identificó en el proyecto producto de la jerarquización de los impactos realizados corresponde a **Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo**. El inicio y desarrollo de las actividades planteadas de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, donde se requiere de la contratación de mano de obra calificada y no calificada para la ejecución de las diferentes etapas de este, por lo tanto, el impacto **Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo** es cuantificable. A continuación, se presentan

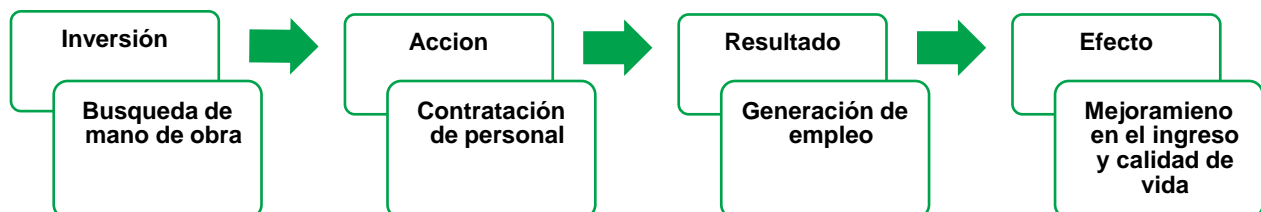
⁵⁶ Castro R. Mokate K. Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. 2003.ALFAOMEGA COLOMBIA S.A.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 94 |

los cálculos asociados a los beneficios derivados de la demanda de mano de obra no calificada que generará el proyecto. Asimismo, se rectifica e incluye el diferencial entre los salarios promedios locales y aquellos generados por el proyecto, de tal forma que se obtenga un valor ajustado del costo de oportunidad del trabajo local.

Los procesos de contratación de personal están asociados directamente con cambios en la economía local, de tal manera que el grupo familiar corresponde a la unidad económica base, dada la remuneración de las actividades por las cuales se contrata la mano de obra no calificada principalmente, desde la perspectiva de aumentar la capacidad adquisitiva de los trabajadores y sus grupos familiares. De esta manera, hay un mejoramiento en la calidad de vida en aquellos trabajadores directamente beneficiados. Por otra parte, las personas que sean vinculadas laboralmente al proyecto se les socializarán las obligaciones establecidas en la licencia ambiental, las cuales son de estricto cumplimiento para la empresa y se llevarán a cabo capacitaciones, charlas y jornadas de sensibilización para informar y crear conciencia sobre la importancia de la conservación ambiental en cualquier escenario. Se considera de significancia ambiental media, ya que muchas de las personas que participarían de estos espacios ya tienen una sensibilidad importante frente a la protección de los recursos que ha surgido por el desarrollo de las actividades en su territorio. Para la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, implica un conjunto de inversiones y acciones, las mismas, generan resultados también positivos, una manera de observar el impacto positivo se presenta a continuación con el proceso de inversión por contratación de mano de obra. Ver Figura 5-7.

Figura 5-7. Efecto de las inversiones por contratación de mano de obra



Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 95 |

En la Tabla 5-58 se observa la cantidad de mano de obra calificada y no calificada a contratar⁵⁷ procedente del área de influencia en su fase constructiva. Dichas contrataciones brindarán una mejora en el nivel de ingresos, así como una variación en la oferta de empleo con mayores estándares de consumo y demanda de bienes tradicionales y no tradicionales.

Tabla 5-58. Mano de obra calificada y NO calificada del proyecto

| ACTIVIDAD | MANO DE OBRA CALIFICADA | MANO DE OBRA NO CALIFICADA |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Construcción ECG | 9 | 25 |
| Construcción de líneas de Flujo | 11 | 43 |
| Actividades asociadas a las vías | 4 | 15 |
| Construcción de líneas eléctricas | 6 | 4 |
| TOTAL | 30 | 87 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

El valor del salario para la mano de obra no calificada es ajustado con base al Decreto 2292 del 29 de diciembre de 2023⁵⁸, por el cual se fija el salario mínimo mensual de \$1.300.000 COP más el auxilio legal de transporte de \$162.000 COP⁵⁹ para el año 2024. Este salario es proyectado durante el horizonte de tiempo estimado en el cronograma del proyecto y de acuerdo con la temporalidad en los puestos de trabajo. Como se indica en la Tabla 5-59, se señala la estimación del pago del salario por empleo formal para los trabajadores no calificados.

Tabla 5-59. Estimación del pago salario por empleo formal

| INGRESOS CON PROYECTO | |
|--------------------------|--------------|
| Salario mensual año 2024 | \$ 1.462.000 |

Fuente: Decreto 2292 de 2023 que fija el salario mínimo legal para el año 2024 y Decreto 2293 de 2023 que fija el auxilio legal de transporte para el año 2024

A continuación, se presenta el valor proyectado del beneficio por diferencial salarial, donde se identifica un jornal diario promedio para el departamento de Caldas, el cual servirá como punto de referencia para la cuantificación del beneficio, por un valor promedio de \$55.000 pesos de acuerdo con el DANE en su documento “Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria”⁶⁰ y que mensualmente equivale a \$1.320.000 COP, dicho cálculo se puede evidenciar en la Tabla 5-60.

⁵⁷ Fuente: Capítulo. Descripción del Proyecto.

⁵⁸ Decreto 2292 de 2023, Por el cual se fija el salario mínimo mensual legal. Ver Anexo VEA EMPLEO

⁵⁹ Decreto 2293 de 2023, Por el cual se fija el auxilio de transporte. Ver Anexo VEA EMPLEO

⁶⁰Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuaria/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa/componente-insumos-1> Ver Anexo VEA EMPLEO

La proyección se lleva a cabo con base en el cronograma del proyecto, que contempla un año de actividades, durante el cual se desarrollará la fase de construcción. En este primer año, se ejecutarán las actividades relacionadas con la contratación y gestión de la mano de obra no calificada, directamente vinculadas a esta fase inicial del proyecto.

Tabla 5-60. Cálculo del valor económico del beneficio por diferencial salarial

| ETAPA CONSTRUCTIVA | MANO DE OBRA NO CALIFICADA DEMANDADA | AÑO 1 |
|--|--------------------------------------|----------------------|
| CONSTRUCTIVA | 30 | 30 |
| TOTAL | | 30 |
| Salario mensual año 2024 | a = \$1.462.000 | \$ 1.462.000 |
| Jornal promedio diario en el área de influencia | b= \$55.000 | \$ 55.000 |
| Ingreso mensual sin proyecto | c = b x 24 días | \$ 1.320.000 |
| Diferencial salarial por plaza de trabajo mensual | s = a - c | \$ 142.000 |
| Beneficios por diferencial salarial Mensual | Bds = s x monc | \$ 4.260.000 |
| Beneficios por diferencial salarial Anual | Bds = s x monc * 12 meses | \$ 51.120.000 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024.

En la Tabla 5-60, la duración del beneficio se extenderá por un período de un año, durante el cual se llevará a cabo actividades relacionadas con la demanda de mano de obra no calificada. Estas actividades estarán enfocadas en labores propias de la fase constructiva y serán ejecutadas por un equipo compuesto por 30 empleados no calificados.

En este contexto, se destaca de manera detallada el impacto positivo significativo del proyecto, el cual es cuantificable y corresponde a **Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo**. En relación con el jornal mencionado anteriormente de \$55.000 COP, se

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 97 |

ha calculado un impacto de \$ 51.120.000 COP para el primer año del proyecto, correspondiente a la etapa constructiva. Todo lo anterior se enmarca en la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”.

5.2.5.9 Valoración económica del beneficio: Cambio en la oferta de bienes y servicios locales

La ejecución de las diferentes etapas del proyecto genera en el territorio impactos económicos positivos que se reflejan en un incremento significativo de la oferta y demanda de bienes y servicios. Este efecto dinamiza la economía local, fortaleciendo las actividades económicas tradicionales y promoviendo la apertura de nuevos mercados y oportunidades de negocio en sectores clave. En particular, se destaca un impacto relevante en el sector de construcción, que impulsa una cadena de compras significativas hacia otros sectores económicos, como el suministro de materiales, transporte, maquinaria, insumos y servicios especializados. Estas interacciones generan encadenamientos productivos que potencian la actividad económica, convirtiendo al sector de construcción en un motor de desarrollo local, con un alto impacto en la generación de empleo y en el fortalecimiento de la economía en la zona de influencia.

Para determinar el efecto de la externalidad positiva en la economía local, se desarrolla la estimación de los encadenamientos directos e indirectos a través de los multiplicadores de Leontief derivados de la matriz insumo producto. Lo anterior, por medio de la estimación de los coeficientes técnicos, la matriz de identidad, los multiplicadores y la estimación de los encadenamientos hacia atrás y adelante.

La metodología considera la estimación de los coeficientes técnicos que describen las relaciones intersectoriales, la matriz de identidad y los multiplicadores que reflejan los impactos sobre la producción y el valor agregado. Además, se realiza un análisis de los encadenamientos hacia atrás, lo que permite identificar los sectores más beneficiados por el aumento en la demanda de insumos y servicios, así como los efectos derivados del crecimiento económico en la zona de influencia.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 98 |

- Estimación de los coeficientes técnicos y multiplicadores

El cálculo de los multiplicadores se realiza a partir de la matriz de coeficientes técnicos derivados de la matriz insumo producto (MIP) para el departamento del Tolima, el cual se tendrá en cuenta dado que se localiza dentro del área de influencia del proyecto, la MIP es desarrollada por el Banco de la República en el documento Matriz Insumo-Producto Interregional de Colombia (Haddad, Araújo, & Galvis, 2019)⁶¹.

La construcción de la estimación del beneficio se desarrolló en cuatro etapas:

1. Estimación de los coeficientes técnicos a escala regional

En primera instancia, se obtuvieron los coeficientes que permiten identificar los diferentes encadenamientos productivos presentes en el departamento de Caldas, donde estará localizado la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”.

La matriz A de coeficientes técnicos corresponde a la división entre el consumo intermedio sobre la demanda final. El coeficiente técnico se define como $a_{ij}=X_{ij}/X_j$, de acuerdo con la información presentada en la matriz de coeficientes técnicos para el departamento de Caldas (Ver Anexos\Q. VALORACIÓN ECONOMICA\ EEA_PALESTINA, pestaña estimación matrices). La estimación de las matrices para el departamento anteriormente mencionado, el cual hace parte del área de influencia del proyecto, se puede observar en la memoria de cálculo.

2. Estimación de Matriz identidad menos matriz de coeficiente

El paso siguiente consiste en la calcular la matriz de requerimientos totales de la economía, asociada al proceso diferencial entre la matriz de identidad y la matriz de coeficientes. (Ver Anexos\Q. VALORACIÓN ECONOMICA\ EEA_PALESTINA, pestaña estimación matrices).

⁶¹<http://www.usp.br/nereus/?txtdiscussao=matriz-insumo-producto-interregional-de-colombia-2015-nota-tecnica>

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 99 |

3. Estimación de la matriz inversa o matriz de multiplicadores

Teniendo desarrollada la matriz de identidad menos matriz de coeficientes, se procede a estimar la matriz inversa o matriz de multiplicadores, la cual se obtiene por medio del proceso metodológico de matriz Leontief:

Ecuación 5-4. Estimación matriz inversa

$$\begin{aligned} X &= (I - A)^{-1} y \quad X \in \mathcal{R}^{nx1}, A \in \mathcal{R}^{n \times n}, y \in \mathcal{R}^{nx-1} \\ X &= B \text{ y donde, } B = (I - A)^{-1} \quad (2) \end{aligned}$$

4. Estimación de la matriz inversa o matriz de multiplicadores

Luego, tras calcular esta matriz (Matriz de multiplicadores) se procede a calcular los indicadores de encadenamientos directos hacia atrás y hacia delante con base en los coeficientes técnicos de la MIP. Los encadenamientos directos se calculan de acuerdo con las siguientes ecuaciones. (Ver Anexos\Q. VALORACIÓN ECONOMICA\Anexo_EEA_PALESTINA, pestaña estimación matrices).

Ecuación 5-5. Cálculo de indicadores de encadenamientos directos hacia atrás.

$$DBL = \frac{\sum_j x_j}{x_i} = \sum_1 a_{ij}$$

Fuente: Haddad, E. A., Araújo, I. F., Galvis, L. A. (2019). Matriz Insumo-Producto Interregional de Colombia, 2015 (Nota Técnica).

Ecuación 5-6. Cálculo de indicadores de encadenamientos directos hacia adelante

$$BL = \frac{\sum_j x_j}{x_i} = \sum_1 a_{ij}$$

Fuente: Haddad, E. A., Araújo, I. F., Galvis, L. A. (2019). Matriz Insumo-Producto Interregional de Colombia, 2015 (Nota Técnica).

Teniendo en cuenta lo anterior, para la estimación de los encadenamientos hacia atrás se consideró el sector de construcción debido a su rol estratégico en la economía local y su estrecha relación con las actividades del proyecto. Este sector es especialmente relevante por su capacidad para generar una demanda significativa de insumos, bienes y servicios que dinamizan otros sectores económicos en la zona de influencia.

La elección de este sector se justifica no solo por su conexión directa con las actividades del proyecto, sino también por su capacidad para actuar como un catalizador de encadenamientos productivos que generan impactos multiplicadores en la economía local.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 100 |

Esto incluye el fortalecimiento de cadenas de suministro, la diversificación de la actividad económica y la promoción de nuevas oportunidades de negocio, posicionándolo como un actor prioritario dentro del análisis de los encadenamientos económicos hacia atrás.

Tabla 5-61. Encadenamientos hacia atrás del sector MIP con mayor participación en la demanda de bienes y servicios

| ENCADENAMIENTOS DE LOS SECTORES | ENCADENAMIENTOS HACIA ATRÁS |
|---------------------------------|-----------------------------|
| | TOTAL |
| Construcción | 1,96 |
| Promedio | 1,96 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024, con base en información de la matriz insumo producto del Banco de la República

La Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**” ejecutará actividades que implican un gasto o inversión en el área de influencia, donde sus costos estimados para el desarrollo de las actividades, según el Capítulo 02.DESCRIP PROY, se fijan en \$ 42.246.700.000,00 COP.

Cabe señalar que, para el análisis y las estimaciones del beneficio, se considerará únicamente la inversión destinada al sector de construcción del proyecto. Esta decisión permite reflejar de manera más precisa el impacto económico en la región, incluyendo la adquisición de materiales de origen local y la contratación de servicios de proveedores regionales. Además, se tiene en cuenta la generación de empleo externo asociado a actividades complementarias, como transporte, logística y suministro de insumos, que también contribuyen a dinamizar la economía en el área de influencia. De este modo, se evita sobreestimar los beneficios económicos, garantizando un análisis más realista y ajustado al contexto territorial.

De esta manera, el valor que se tendrá en cuenta para la cuantificación del beneficio se establece en \$ 10.501.200.000 COP.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 101 |

Tabla 5-62. Inversión en el área de influencia.

| ENCADENAMIENTOS | | | | | |
|-----------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------|
| Departamento | Tipo de encadenamiento | Multiplicador* (promedio) a | FACTOR b= a - 1 | Costo del proyecto (pesos) c | FACTOR d = b * d |
| CALDAS | Encadenamiento hacia atrás | 1,96 | 0,96 | \$ 10.501.200.000,00 | \$ 10.132.817.204,28 |
| Multiplicador | | | | | |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024, con base en información de la matriz insumo producto del Banco de la República

La aproximación al valor de la inversión y su impacto en la economía regional se lleva a cabo considerando dos herramientas:

- Los multiplicadores de los sectores de construcción.
- Los datos regionales del departamento de Caldas en el sector de construcción, dado que este presenta mayor potencial al ser alterado por el flujo económico de bienes y servicios a demandar en el territorio.

El impacto positivo sobre la economía local se ve mejor representado por el multiplicador de encadenamiento hacia atrás (1,96), este asociado a las posibles compras que el sector (construcción) generen sobre los demás sectores y la relación de la posible dinamización económica de estos. Para el ejercicio de este impacto positivo, se estima que el factor a tratar a través de la MIP es 0,96 para el departamento de en mención, de esta manera, se concluye que, con el desarrollo del proyecto, se genera un aumento en la producción total de la economía regional por un valor de **\$ 10.132.817.204,28 COP**.

5.2.6 Indicadores de análisis económico

El análisis costo-beneficio ambiental para este proyecto es implementado de tal manera que se pueda realizar un balance entre las pérdidas y las ganancias económicas que se relacionan con los impactos ambientales que puedan presentarse y asimismo determinar la conveniencia del proyecto sobre el bienestar social. A continuación, se presenta el flujo de los valores asociados a los impactos del proyecto con su respectiva temporalidad según las actividades a desarrollar; luego se presentan los indicadores de decisión: Valor Presente Neto (VPN) y Relación Beneficio Costo (RBC). Finalmente, se realiza un análisis de

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 102 |

sensibilidad que permita identificar el comportamiento del proyecto bajo cambios en los parámetros del entorno.

Por su parte la tasa social de descuento aquí empleada corresponde a la sugerida por el documento publicado por la Autoridad Nacional de Licencias ambientales - ANLA (Castro & Casallas, 2018), según el cual para proyectos de corto plazo con una duración inferior a 10 años se emplea una tasa social del 5%, para aquellos de mediano plazo que duren entre 10 y 20 años se debe aplicar una tasa del 3% mientras que para proyecto de largo plazo o superiores a los 20 años de duración se debería emplear una tasa del 2%. En el caso de la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**”, se espera una duración de 21 años y por tanto todos los valores son proyectados con una tasa social de descuento del 2% anual.

5.2.6.1 Flujo proyectado de costos y beneficios

Para consolidar el flujo de costos y beneficios de los impactos en primer lugar, se establece que la totalidad del proyecto tendrá una duración estimada de veintiuno (21) años. Dado que la mayoría de los impactos involucran actividades que se realizarán a lo largo del proyecto, cada uno de estos es proyectado a 21 años, como se puede ver en la **Tabla 5-63**. Para un mayor detalle, revisar *Anexos\Q. VALORACIÓN ECONOMICA\EEA_PALESTINA* en la pestaña “FLUJO ACB”.

Tabla 5-63. Flujo de costos y beneficios del Proyecto

| IMPACTO | MONTO | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 20 | AÑO 21 | VPN TSD 2% | VPN TSD 3% | VPN TSD 5% |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje. | | | | | | | | | | | | |
| Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje. | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 1.850.772,88 | \$ 31.483.885 | \$ 28.529.709 | \$ 23.729.042 |

| IMPACTO | MONTO | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 20 | AÑO 21 | VPN TSD 2% | VPN TSD 3% | VPN TSD 5% |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Cambio en los niveles de ruido | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 27.618 | \$ 469.822 | \$ 425.738 | \$ 354.100 |
| Cambio en las características fisicoquímicas del suelo | \$ 20.239.766 | \$ 20.239.766 | | | | | | | | \$ 20.239.766 | \$ 20.239.766 | \$ 20.239.766 |
| Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo. Cambio en el uso del suelo. | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 64.961.507,88 | \$ 1.105.073.798 | \$ 1.001.383.212 | \$ 832.881.413 |
| Cambio en la conectividad ecológica funcional. Pérdida del horizonte orgánico | \$ 13.642.558,97 | \$ 13.642.558,97 | \$ 1.740.093,55 | \$ 1.705.215,49 | \$ 818.427,56 | \$ 1.027.767,51 | | | | \$ 18.341.425 | \$ 18.059.645 | \$ 17.522.864 |
| Cambio en la extensión (área) de la cobertura vegetal. Fragmentación de la cobertura vegetal. Cambio en la composición y estructura de las especies de flora arbórea. Cambio en la composición y estructura de las especies de flora epífita y otros hábitos de crecimiento. | \$ 14.784.650,52 | \$ 14.784.650,52 | | | | | | | | \$ 14.784.650,52 | \$ 14.784.650,52 | \$ 14.784.650,52 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 104 |

| IMPACTO | MONTO | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 20 | AÑO 21 | VPN TSD 2% | VPN TSD 3% | VPN TSD 5% |
|--|----------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora. Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico. Atropellamiento de fauna silvestre. Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre. | \$ 60.682.524,77 | \$ 60.682.524,77 | | | | | | | | \$ 60.682.524,77 | \$ 60.682.524,77 | \$ 60.682.524,77 |
| TOTAL COSTOS | \$ 176.189.399,26 | \$ 176.189.399,26 | \$ 68.579.992,70 | \$ 68.545.114,64 | \$ 67.658.326,71 | \$ 67.867.666,66 | \$ 66.839.899,15 | \$ 66.839.899,15 | \$ 66.839.899,15 | \$ 1.624.584.984 | \$ 1.482.223.473 | \$ 1.250.802.916 |
| Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo. | \$ 51.120.000,00 | \$ 51.120.000 | | | | | | | | \$ 51.120.000 | \$ 51.120.000 | \$ 51.120.000 |
| Cambio en la oferta de bienes y servicios locales | \$ 10.132.817.204,28 | \$ 10.132.817.204 | | | | | | | | \$ 10.132.817.204 | \$ 10.132.817.204 | \$ 10.132.817.204 |
| TOTAL BENEFICIOS | \$ 10.183.937.204 | \$ 10.183.937.204 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 0 | \$ 10.183.937.204 | \$ 10.183.937.204 | \$ 10.183.937.204 |

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 105 |

| IMPACTO | MONTO | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6 | AÑO 20 | AÑO 21 | VPN TSD 2% | VPN TSD 3% | VPN TSD 5% |
|------------------|-------|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| BENEFICIOS NETOS | | \$ 10.007.747,805 | -\$ 68.579.993 | -\$ 68.545.115 | -\$ 67.658.327 | -\$ 67.867.667 | -\$ 66.839.899 | -\$ 66.839.899 | -\$ 66.839.899 | \$ 8.932.861.333 | \$ 9.039.831.959 | \$ 9.213.742.845 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025.

5.2.6.2 Valor Presente Neto

Los beneficios y costos anuales pueden ser agregados y analizados, con lo cual se consolida esta herramienta financiera del VPN por el origen de la información y el tratamiento metodológico (de acuerdo con la metodología para valoración económica de bienes y servicios ambientales y recursos naturales del MADS), es útil para estimar las ganancias de bienestar social en el presente de los beneficios que se generarán en años futuros, para lo cual se usa la tasa social de descuento.

Ecuación 5-7. Cálculo del VPN – Diferencia entre beneficios y costos

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

Fuente: MAVDT & CEDE (2010).

Donde, B_i son los beneficios del proyecto en el año i ; C_i son los costos del proyecto en el año i ; r es la tasa social de descuento; i es el indicador del año.

Tabla 5-64. Interpretación del VPN

| | |
|-------------------|---|
| VPN > 0 | Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos y, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social |
| VPN = 0 | El proyecto no produce beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en bienestar. |
| VPN < 0 | Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios por lo tanto se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social. |

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), 2010

Con los resultados obtenidos en el flujo de costos y beneficios, con las temporalidades aplicadas y la tasa social de descuento, se obtiene un VPN de **\$8.932.861.333** los cuales son superiores a cero e implican que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos y, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social.

Tabla 5-65. Resultados del VPN

| ANO | VPN (2%) |
|-----|------------------------|
| 3 | |
| 6 | |
| 9 | |
| 12 | \$8.932.861.333 |
| 15 | |
| 18 | |
| 21 | |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025

5.2.6.3 Relación Beneficio Costo

Este indicador compara los beneficios frente a los costos que genera el proyecto, para este caso mide la proporción de los beneficios provenientes de la generación de la mano de obra no calificada frente los costos asociados a impactos seleccionados como relevantes. Se toma como un criterio de la rentabilidad del proyecto desde un punto de vista social.

Tabla 5-66. Interpretación del RBC

| | |
|-------------------|---|
| RBC > 1 | Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social |
| RBC = 1 | El proyecto no produce beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en bienestar. |
| RBC < 1 | Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios por lo tanto se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social. |

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), 2010

Ecuación 5-8. Cálculo del RBC – relación entre beneficios y costos

$$RBC = \frac{\sum \frac{B_i}{(1+r)^t}}{\sum \frac{C_i}{(1+r)^t}} = \frac{VPN_{Beneficios}}{VPN_{Costos}}$$

Fuente: MAVDT & CEDE (2010)

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 107 |

Con los resultados obtenidos en el flujo de costos y beneficios como Valor Presente Neto individual, se emplea la **Ecuación 5-8** con la cual se obtiene un RBC de **8,14**, resultado que es superior a la unidad e implica que los beneficios del proyecto son mayores que sus costos y, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que este genera ganancias en bienestar social.

Tabla 5-67. Resultados del RBC

| AÑO | RCB (2%) |
|-----|----------|
| 3 | 8,14 |
| 6 | |
| 9 | |
| 12 | |
| 15 | |
| 18 | |
| 21 | |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024

5.2.6.4 Análisis de sensibilidad

Dado que la realización del proyecto está sujeto a variables independientes que pueden cambiar el contexto en que este se desarrolla, se implementa el componente de análisis de sensibilidad; aquí se deben tener en consideración las incertidumbres, limitaciones y alcances de los resultados obtenidos para el análisis costo-beneficio, en otras palabras, se realiza el análisis de sensibilidad para determinar en qué medida cambiarían los resultados obtenidos a partir de la modificación de variables externas o parámetros como la tasa social de descuento, variación en las condiciones biofísicas esperadas, lapso de vida del proyecto, entre otras.

Por una parte, según la Autoridad Nacional de Licencias ambientales - ANLA (Castro & Casallas, 2018), la tasa social de descuento de un proyecto con incidencia ambiental puede variar según sea la duración de este. En este sentido, se emplean las posibles tasas de descuento en dado caso que el proyecto tengo una duración diferente a la que se espera, junto a dos tasas adicionales para situaciones más extremas. Todos los resultados obtenidos (Ver Tabla 5-68) son beneficiosos para el bienestar social.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 108 |

Tabla 5-68. Análisis de sensibilidad – Cambio en TSD

| TASA SOCIAL DE DESCUENTO | | | |
|--------------------------|----|-----------------|-------|
| Largo | 2% | \$8.932.861.333 | 8,14 |
| Mediano | 3% | \$9.039.831.959 | 8,90 |
| Corto | 5% | \$9.213.742.845 | 10,50 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2025

Por otra parte, se puede presentar afectaciones mayores o menores dentro de la cuantificación del cambio biofísico esperado; el cambio se vería reflejado en el aumento o disminución de los costos y beneficios valorados. Por tanto, se estiman escenarios en donde los resultados obtenidos incrementen o disminuyan en un máximo del 15%. En estos escenarios (Tabla 5-69 y Tabla 5-70) se hace evidente que en todos los resultados obtenidos son beneficiosos para el bienestar social.

Tabla 5-69. Análisis de sensibilidad – Cambio en RBC

| RBC - CAMBIO EN COSTOS / BENEFICIOS | -15% | -10% | -5% | 5% | 10% | 15% |
|-------------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|
| -15% | 8,14 | 8,62 | 9,10 | 10,06 | 10,53 | 11,01 |
| -10% | 7,69 | 8,14 | 8,59 | 9,50 | 9,95 | 10,40 |
| -5% | 7,28 | 7,71 | 8,14 | 9,00 | 9,43 | 9,85 |
| 5% | 6,59 | 6,98 | 7,36 | 8,14 | 8,53 | 8,92 |
| 10% | 6,29 | 6,66 | 7,03 | 7,77 | 8,14 | 8,51 |
| 15% | 6,02 | 6,37 | 6,72 | 7,43 | 7,79 | 8,14 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024

Tabla 5-70. Análisis de sensibilidad – Cambio en VPN

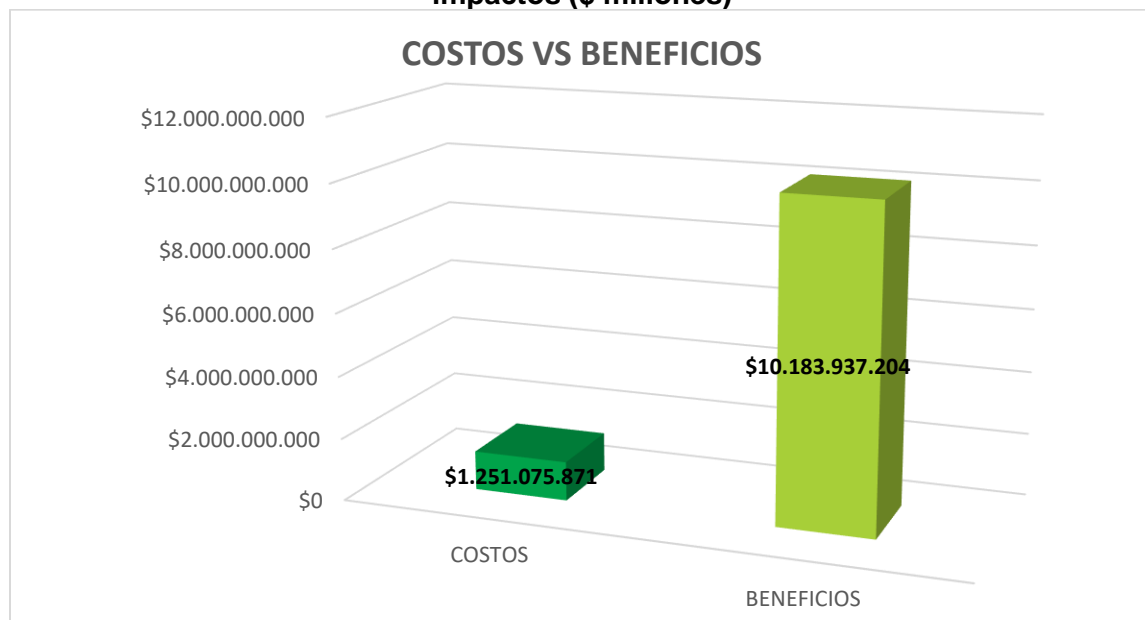
| VPN - CAMBIO EN COSTOS / BENEFICIOS | -15% | -10% | -5% | 5% | 10% | 15% |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| -15% | \$7.592.932.133 | \$8.102.128.993 | \$8.611.325.854 | \$9.629.719.574 | \$10.138.916.434 | \$10.648.113.294 |
| -10% | \$7.530.378.340 | \$8.039.575.200 | \$8.548.772.060 | \$9.567.165.780 | \$10.076.362.641 | \$10.585.559.501 |
| -5% | \$7.467.824.546 | \$7.977.021.406 | \$8.486.218.266 | \$9.504.611.987 | \$10.013.808.847 | \$10.523.005.707 |
| 5% | \$7.342.716.959 | \$7.851.913.819 | \$8.361.110.679 | \$9.379.504.400 | \$9.888.701.260 | \$10.397.898.120 |
| 10% | \$7.280.163.165 | \$7.789.360.025 | \$8.298.556.886 | \$9.316.950.606 | \$9.826.147.466 | \$10.335.344.327 |
| 15% | \$7.217.609.372 | \$7.726.806.232 | \$8.236.003.092 | \$9.254.396.813 | \$9.763.593.673 | \$10.272.790.533 |

Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024

5.2.7 Resultados

Del proceso de valoración económica se tiene como resultado del total de costos, que los impactos “Cambio en el uso, aptitud, acceso y disfrute del suelo, Cambio en el uso del suelo, Impacto sobre la fauna por aumento en los niveles de la presión sonora, Afectación de individuos de fauna silvestre por choque eléctrico, Atropellamiento de fauna silvestre y Cambio en la composición y estructura de las especies de fauna silvestre” son los que mayor valor presentan, seguido por los impactos “Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje, Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje, Cambio en las características fisicoquímicas del suelo, Cambio en la conectividad ecológica funcional, Pérdida del horizonte orgánico”, por último, los impactos que menos costos representan son “Cambio en los niveles de ruido y Cambios en la calidad y fragilidad del paisaje, Cambio en la percepción de la calidad visual del paisaje”.

Figura 5-8. Comparación del VPN de costos y beneficios económicos de los impactos (\$ millones)



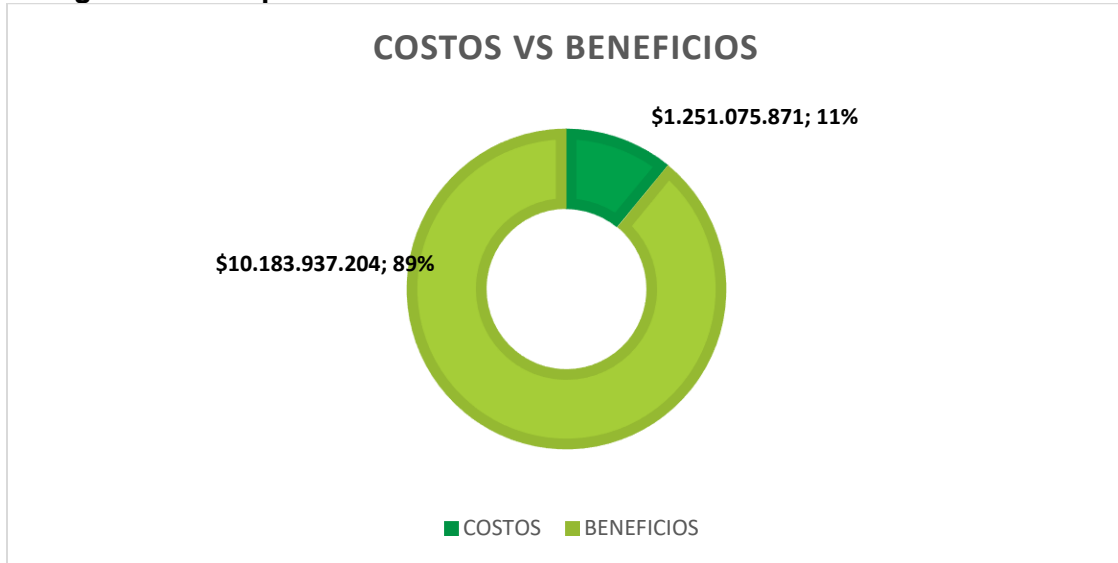
Fuente: CONSGA BIC S.A.S., 2024

Por su parte, dentro de los beneficios es el correspondiente a “Cambio en la oferta de bienes y servicios locales” el que mayor valor representa, teniendo en cuenta la inversión generada por el proyecto, seguido por “Cambio en las tendencias del empleo en el corto plazo”. En la

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 111 |

Figura 5-9 se puede observar a manera de porcentaje como los beneficios superan a los costos ambientales.

Figura 5-9. Comparación De Costos Y Beneficios Económicos Ambientales



Tras el análisis de externalidades tanto negativas como positivas, se obtiene un Valor Presente Neto a 21 años de duración del proyecto positivo **\$8.932.861.333**. También, la relación beneficios-costos es mayor a uno (**8,14**), lo que indica que, por cada costo o externalidad negativa, el proyecto está creando **7,14** externalidades positivas adicionales.

El proyecto, presenta resultados que revisados desde los criterios de decisión señalados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, siendo estos VPN (valor presente neto) y RBC (relación beneficio costo), positivos, aun cuando se someten a diferentes escenarios de sensibilidad. Se considera que la Modificación de Licencia Ambiental del proyecto “**Construcción de la Estación de Compresión de Gas Palestina (ECG)**” genera ganancias al bienestar social.

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 112 |

BIBLIOGRAFÍA

- Calatrava Requena, J. (1995). *Valoración Económica de Paisajes*. España: Economía y Gestión de los Recursos Naturales y El Medioambiente. p 18At: Formigal-Huesca (Spain).Universidad Internacional Menendez y Pelayo.
- Castro, D. A., & Casallas, Y. (2018). *Guía para la definición de la Tasa de Descuento: Aspectos relevantes en el marco del Licenciamiento Ambiental en Colombia*. Bogotá: ANLA.
- Haddad, E., Araújo, I., & Galvis, L. (2019). *Matriz Insumo-Producto Interregional de Colombia, 2015 (Nota Técnica)* . Banco de la República de Colombia.
- Lothian, A. (1999). *Landscape and the Philosophy of Aesthetics: Is Landscape Quality Inherent in the Landscape or in the Eye of the Beholder?* Published in Landscape and Urban Planning 44 (1999) 177 - 198.
- Otero Pastor, I., Casermeiro, M. A., Ezquerro Canalejo, A., & Esparcia Mariño, P. (2007). *Landscape evaluation: Comparison of evaluation methods in a region of Spain*. España: Journal of Environmental Management 85(1):204-14.
- Purcel, A. T., & Lamb, R. J. (1998). *Preference and naturalness: An ecological approach*. Landscape and Urban Planning Volume 42, Issue 1.
- The Work Bank. (2022). *World Bank Country and Leanding Group*. Obtenido de <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>

| | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--|-----|
| Elaboró: CONSGA BIC S.A.S | Revisó: TGI S.A. ESP | Aprobó: TGI S.A. ESP | Código Proyecto | Cap. 5.2. Evaluación Económica Ambiental | |
| | | | PO-CO-2024-008 | Ver: 01 | 113 |