ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA – CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

TABLA DE CONTENIDO

Pág.
10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL 10
10.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL..... 11
10.1.1 Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad) 13
10.1.2 Análisis de Internalización 17
10.1.3 Evaluación económica de impactos no internalizables 22
10.2 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS (ANÁLISIS DE RESIDUALIDAD)..... 25
10.3 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN..... 75
10.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS NO INTERNALIZABLES 82
10.4.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 86
10.4.1.1 Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y el impacto por la Alteración del uso actual del suelo 86
10.4.1.1.1 Alteración servicio secuestro de carbono 87
10.4.1.1.2 Alteración del servicio de retención hídrica del suelo..... 90
10.4.1.1.3 Alteración servicio producción de nutrientes..... 92
10.4.1.1.4 Alteración en el uso económico del suelo..... 94
10.4.1.1.5 Consolido valoración económica del suelo 100
10.4.1.2 Cambio en la cobertura vegetal 101
10.4.1.2.1 Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera 101
10.4.1.2.2 Valoración alteración servicio de regulación hídrica 103
10.4.1.2.3 Alteración del régimen de retención de sedimentos..... 106
10.4.1.2.4 Alteración producción de nutrientes..... 107
10.4.1.2.5 Disminución en la capacidad de captura de CO2 109
10.4.1.2.6 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas arbóreas..... 112
10.4.1.3 Valoración de impactos: Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat..... 112

10.4.1.4 Valoración del impacto Intervención áreas de manejo especial 115
10.4.1.5 Generación y /o activación de procesos denudativos 117
10.4.1.6 Valoración del impacto: Variación del nivel freático 119
- Valor de no uso de recurso (Valor de existencia)..... 119
- Valor de uso directo..... 123

10.4.1.7 Valoración del impacto: Modificación a la destinación económica del suelo 127
10.4.1.8 Valoración económica del impacto generado por el traslado involuntario de población..... 130
10.4.1.9 Cambio en los niveles de presión sonora 152
10.4.1.10 Valoración del impacto modificación de la calidad paisajística..... 158
10.4.2 VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES 165
5.1.1.1 Cambios en los costos generalizados del transporte 165
10.4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO ACB 169
10.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 170

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.
Tabla 10.1 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación 15
Tabla 10.2 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo 16
Tabla 10.3 Clasificación para la valoración de la importancia neta 17
Tabla 10.4 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02 -V2 23
Tabla 10.5 Interpretación del indicador VPNE 24
10.6 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial 27
Tabla 10.7 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial 27
Tabla 10.8 Análisis de residualidad del impacto 2. Alteración en la capacidad de transporte del agua 29
Tabla 10.9 Análisis de residualidad del impacto 3. Alteración del cauce 30
Tabla 10.10 Análisis de residualidad del impacto 4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico 31
Tabla 10.11 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático 33
Tabla 10.12 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático 35
Tabla 10.13 Análisis de residualidad del impacto 5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea 37
Tabla 10.14 Análisis de residualidad del impacto 7. Generación y /o activación de procesos denudativos 39
Tabla 10.15 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora 42
Tabla 10.16 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora 43
Tabla 10.17 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire 44
Tabla 10.18 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire 45
Tabla 10.19 Análisis de residualidad del impacto 11. Cambios en las características de los suelos 46
Tabla 10.20 Análisis de residualidad del impacto 12. Alteración del uso actual 47
Tabla 10.21 Análisis de residualidad del impacto 13. Modificación de la calidad paisajística 48
Tabla 10.22 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal 49
Tabla 10.23 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas 49
Tabla 10.24 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial 50

Tabla 10.25 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal 51
Tabla 10.26 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas 52
Tabla 10.27 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial 53
Tabla 10.28 Análisis de residualidad del impacto 16. Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural 53
Tabla 10.29 Análisis de residualidad del impacto 18. Alteración de hábitat 54
Tabla 10.30 Análisis de residualidad del impacto 19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre 55
Tabla 10.31 Análisis de residualidad del impacto 21. Cambios en el desplazamiento poblacional. 56
Tabla 10.32 Análisis de residualidad del impacto 23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos. 57
Tabla 10.33 Análisis de residualidad del impacto 24. Modificación a la infraestructura vial. 59
Tabla 10.34 Análisis de residualidad del impacto 25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular 61
Tabla 10.35 Análisis de residualidad del impacto 26. Cambios en el riesgo de accidentalidad 62
Tabla 10.36 Análisis de residualidad del impacto 27. Alteración en el acceso de los predios 64
Tabla 10.37 Análisis de residualidad del impacto 30. Modificación a la destinación económica del suelo 65
Tabla 10.38 Análisis de residualidad del impacto 32. Generación de nuevos conflictos 68
Tabla 10.39 Análisis de residualidad del impacto 35. Generación de expectativas 71
Tabla 10.40 Costos implementación plan de manejo ambiental (Cifras en miles de pesos) 77
Tabla 10.41 Impactos no internalizables y Metodologías propuestas para la valoración económica 82
Tabla 10.42 Beneficios del proyecto y Metodologías propuestas para la valoración económica 85
Tabla 10.43 Área de suelo objeto de intervención 87
Tabla 10.44 Cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera 89
Tabla 10.45 Resumen valoración pérdidas potencial servicio secuestro de carbono 90
Tabla 10.46 Propiedades físicas de los perfiles 90
Tabla 10.47 Propiedades físicas del perfil 91
Tabla 10.48 Costo causado con la alteración del agua retenida en el suelo 91
Tabla 10.49 Concentraciones medias de nutrientes por unidades de suelo identificadas en el área del proyecto 92
Tabla 10.50 Calculo necesidades de fertilizante 93
Tabla 10.51 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por las coberturas de herbazales y pastos 93
Tabla 10.52 Valoración económica producción de nutrientes del suelo 94
Tabla 10.53 Áreas afectación del proyecto de acuerdo con las coberturas del suelo 94

Tabla 10.54 Costo por afectación de la actividad ganadera 96
Tabla 10.55 Valoración de los impactos por afectación de la actividad agrícola por intervención del proyecto 97
Tabla 10.56 Costo de oportunidad del empleo en el sector agrícola 98
Tabla 10.57 Costo de oportunidad del empleo en el sector ganadera 98
Tabla 10.58 Costos totales generados con la pérdida de empleo 99
Tabla 10.59 Valores de referencia hectárea para el área de estudio 99
Tabla 10.60 Estimación de las perdidas relativas al costos de oportunidad del suelo 100
Tabla 10.61 Pérdidas total potencial productivo del suelo 100
Tabla 10.62 Consolidado de la Valoración económica del impacto generado con los cambios en las características de los suelos 100
Tabla 10.63 Área aprovechamiento forestal solicitado por cobertura natural 101
Tabla 10.64 Valoración del impacto de uso directo de las coberturas afectadas 103
Tabla 10.65 Estimación regulación hídrica coberturas naturales 105
Tabla 10.66 Valoración económica de la alteración en el régimen de escorrentía 105
Tabla 10.67 Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos 106
Tabla 10.68 Valor del flujo de nutrientes producidas por la hojarasca 107
Tabla 10.69 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca 108
Tabla 10.70 Valoración económica del impacto generado con la afectación a la producción de nutrientes 108
Tabla 10.71 Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover. 110
Tabla 10.72 Valor económico del impacto modificación de la cobertura vegetal 112
Tabla 10.73 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas naturales 112
Tabla 10.74 Valor presente de las pérdidas por los cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat 115
Tabla 10.75 Inversión en programas de gestión integral colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos CORPONOR 116
Tabla 10.76 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción CORPONOR 116
Tabla 10.77 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción de CORPONOR 116
Tabla 10.78 Derrumbes ocurridos en la zona del proyecto durante el periodo 2005-2017 117
Tabla 10.79 Valor estimado del impacto de activación de procesos denudativos 118
Tabla 10.80 Categorías de usos del agua 119
Tabla 10.81 Descripción general sitio de estudio “Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán” 120
Tabla 10.82 Porcentaje de la DAP sobre el pago bimensual promedio por el servicio de acueducto, según estrato: Cúcuta 121
Tabla 10.83 DAP ajustadas año 2018 122
Tabla 10.84 Estimación de número de usuarios potenciales unidades territoriales AI 122
Tabla 10.85 Resultados transferencia de beneficios valoración económica del impacto 123

Tabla 10.86 Inventario de puntos de agua identificados en el área de influencia del proyecto 124
Tabla 10.87 Valoración económica de puntos de agua potencialmente afectados por la construcción de la infraestructura. 126
Tabla 10.88 Consolidado de costos Impacto variación del nivel freático 127
Tabla 10.89 Registro de actividades comerciales emplazada en la curva de los Adioses UF1 128
Tabla 10.90 Empleos y número de dependientes de la actividad comercial 128
Tabla 10.91 Ingresos estimados de venta mensuales y anuales, de acuerdo con la caracterización de unidades productivas localizadas en el UF 1 129
Tabla 10.92 Valoración de la afectación a las actividades económicas tradicionales 129
Tabla 10.93 Ficha técnica del estudio 132
Tabla 10.94 Encuestas realizadas por unidades territoriales 133
Tabla 10.95 las características socioeconómicas de la muestra 135
Tabla 10-96 Estimación logit – DAP Evitar el traslado involuntario de familias 150
Tabla 10-97 Modelo de la disponibilidad a pagar por Evitar el traslado involuntario de familias 150
Tabla 10.96 Disponibilidad a pagar por evitar el traslado involuntario de las familias 152
Tabla 10.97 Descripción general sitio de estudio “Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)” 153
Tabla 10.98 Datos ruido ambiental estación de referencia (R03) modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora 155
Tabla 10.99 Nivel de sonido distinto tipos de maquinaria de construcción 155
Tabla 10.100 Datos ruido ambiental estaciones de referencia modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora 156
Tabla 10.101 Promedio personas por hogar según DANE Censo Poblacional 2005. 158
Tabla 10.102 Valor presente de las pérdidas por los cambios en los niveles de presión sonora 158
Tabla 10.103 Descripción general sitio de estudio Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto. 159
Tabla 10.104 Incremento en el valor predial 161
Tabla 10.105 Tiempos, costos y ahorros por trayecto. Proyecto Pamplona-Cúcuta 166
Tabla 10.106 Ahorro en costos de operación 166
Tabla 10.107 Valoración ahorros en tiempo de viaje 168
Tabla 10.108 Consolidado beneficios por ahorro en los costos generalizados de transporte 168
Tabla 10.109 Flujo fondos ambiental proyecto construcción corredor Cúcuta -Pamplona 169

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 10-1 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto 12
Figura 10-2 Indicadores en la evaluación ambiental 14
Figura 10-3 Resultado análisis de residualidad 26
Figura 10-4 Calidad de los elementos de infraestructura del territorio 137
Figura 10-5 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales 138
Figura 10-6 Nivel de satisfacción equipamientos y establecimientos 139
Figura 10-7 Problemática locales 139
Figura 10-8 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales 140
Figura 10-9 Motivos y frecuencia relativa en las respuestas de protesta 141
Figura 10-10 DAP para evitar el traslado involuntario 142
Figura 10-12 Esquema de medición de distancia del predio frente al eje vial 160
Figura 10-13 Gráfico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades 170
Figura 10-14 Grafico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades 171
Figura 10-15 Distribución de probabilidad del VPN del proyecto 172

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPITULO 10. EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

10 EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

Este capítulo presenta los resultados de la valoración económica de los impactos ambientales relevantes, asociados a la construcción del segmento vial de la unidad funcional uno (UF1) la cual hace parte del corredor de cuarta generación (4G) que conectará las ciudades de Cúcuta y Pamplona en el Departamento de Norte de Santander.

La evaluación se desarrolla de acuerdo con los parámetros y lineamientos establecidos en los términos de referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles M-M-INA-02 versión 2, establecidos por medio de la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015, y substancialmente siguiendo los “Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Adoptada por la Resolución Número 1669 del 4 de agosto de 2017.

El corredor vial entre Cúcuta Pamplona hace parte de la tercera ola de proyectos de construcción de vías cuarta generación -4G-, que tienen como objeto fundamental la modernización de la infraestructura vial del país que tiene un rezago que afecta la competitividad. No obstante, asociado con la construcción del proyecto, se generan externalidades negativas sobre el medio ambiente que se relacionan principalmente con las pérdidas de coberturas y fragmentación de ecosistemas, las emisiones de efecto invernadero, el ruido y la perdida sobre la disponibilidad del recurso agua.

La disyuntiva entre la necesidad desarrollo social y económico de la región, por otra parte, la importancia de la conservación de los bienes y servicios ambientales pone de manifiesto la necesidad de analizar y proponer acciones paralelas para lograr ambos objetivos. Para lograr el balance entre las pérdidas y ganancias que resultan de la ejecución del proyecto, los métodos de valoración económica ambiental cobran especial importancia, en la medida en que posibilitan establecer y cuantificar los beneficios que generan los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas, así como los costos que debe asumir la sociedad por su provisión a través de la restauración, recuperación, protección y conservación de los ecosistemas de soporte (Castiblanco, 2013)

Sin embargo, la valoración económica afronta serios limites desde el punto de vista teórico y metodológico que van desde lo instrumental, como es disponer de información completa y simétrica, hasta desafíos operacionales y éticos cuando la valoración se extiende a servicios ecosistémicos globales (Castiblanco, 2013). La valoración de impactos evalúa los daños o efectos generados por el proyecto, y no trata de evaluar todas las características de los ecosistemas, ni de valorar factores que no hayan sido alterados. Por esta razón, la valoración de impactos ambientales, resultan ser un ejercicio aproximado y parcial de la complejidad e integralidad que guardan las estructuras sociales y naturales.

El objetivo principal de la evaluación consiste en asignar un valor monetario a los impactos ambientales potenciales identificados para las actividades del proyecto, considerando los principios microeconómicos básicos en el análisis de externalidades positivas y negativas. El análisis, parte de los resultados presentados en la evaluación de impactos ambientales,

los cuales se han descrito previamente en el Capítulo 8, concentrándose en la valoración de impactos ambientales significativos, su cuantificación biofísica y el análisis de internalización.

A continuación, se presenta el procedimiento a seguir para estimar económicamente la viabilidad ambiental del proyecto de construcción vial. En primer lugar, se exponen el planteamiento metodológico de la valoración económica de los impactos calificados en el proceso de la Evaluación de Impacto Ambiental. En segunda instancia, se desarrolla el análisis de residualidad con el fin de identificar y clasificar los impactos internalizables de los no internalizables. El análisis de internalización se enfoca en los impactos que pueden atenuarse mediante la aplicación de las medidas de manejo, y como tal complementa el análisis de residualidad, pero presentando los indicadores y costos que se deben incurrir por la implementación de estos. Como tercer ítem del capítulo se presenta el análisis las cuantificaciones y valoraciones de los bienes y servicios ecosistémicos afectados y de los beneficios ambientales causados, y, por último, se realiza el Análisis Beneficio- Costo para establecer la viabilidad ambiental del proyecto de construcción de infraestructura.

Es importante destacar que el análisis parte de los resultados presentados de la evaluación de impactos ambientales, y reconoce las obras y actividades que se realizan en el proceso de construcción de la vía, concentrándose en la valoración de Impactos ambientales significativos residuales de acuerdo con su magnitud ya que sólo aquellos con un alto grado de relevancia deben monetizarse e ingresarse o internalizarse en el análisis económico.

10.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

La evaluación económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse a la construcción de la unidad funcional uno (UF1). Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, se deben expresar en términos monetarios aquellos impactos más significativos, definidos como aquellos impactos que no pueden ser internalizados (residuales) luego de la aplicación de estrategias de manejo del PMA (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Las intervenciones propuestas para la UF1 que son objeto de evaluación contempla entre otros: La Construcción de calzada nueva con una longitud total de 4,00 Km; la construcción de un túnel bidireccional, con una longitud del orden de 1.320 m; y la Construcción de dos glorietas denominadas Pamplona 1 y Pamplona 2.

Para el desarrollo constructivo, se solicita: iii) la adecuación de 8 ZODMES para la disposición de material sobrante de corte y excavación; vi) Un punto de captación de agua superficial para uso industrial (2,57 l/s); iv) permiso de vertimiento para aguas residuales provenientes de las actividades de perforación de túneles, disposición de las aguas tratadas de las zonas de lavado (Río Pamplonita y Quebrada San Antonio) y vii) permiso de aprovechamiento forestal en un área 46,48 ha[1]

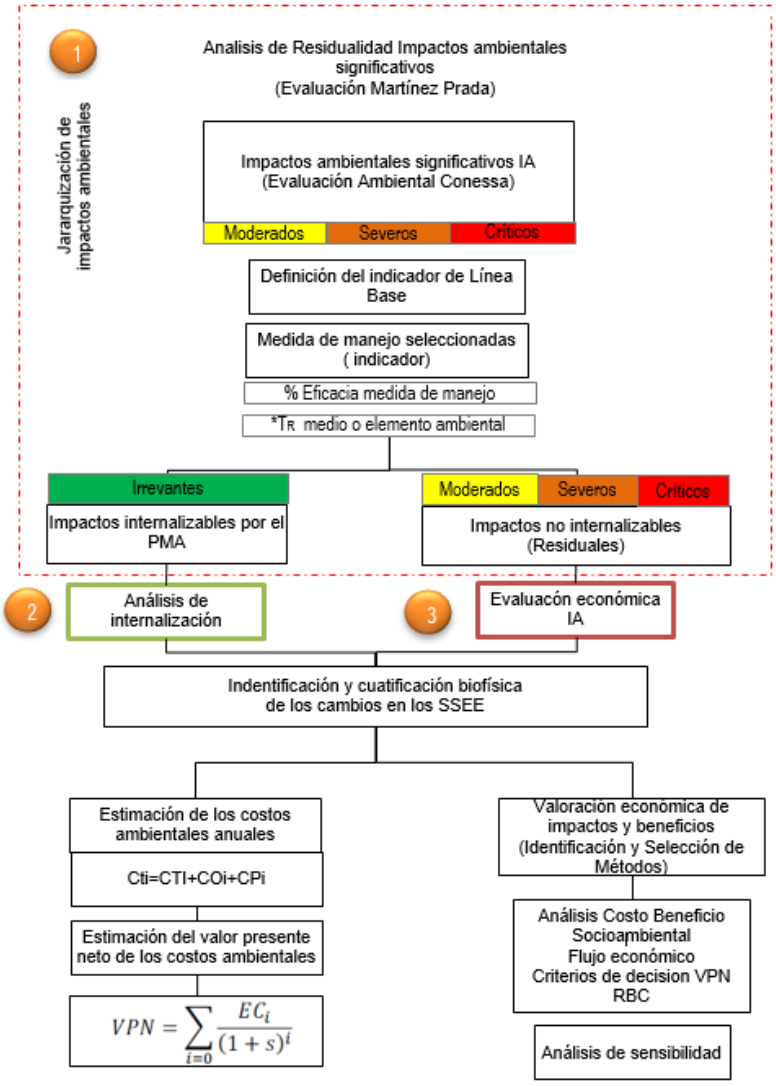
En este contexto en el análisis se presenta una estimación del valor económico de beneficios y costos ambientales potenciales y considerados relevantes, sobre los flujos de

[1] Coberturas naurales

bienes y servicios de la zona de influencia directa del proyecto en el escenario de línea base y desde una perspectiva ex ante. Se desarrolla además el análisis de internalización, en donde se presentan los indicadores y costos incurridos en la implementación de las medidas con las que se busca atenuar y/o corregir el nivel de afectación que se causaría sobre componentes ambientales intervenidos por actividades del proyecto.

El proceso metodológico de la evaluación económica de impactos ambientales consta de varias etapas, no obstante, las primeras dos se desarrollan en el numeral de evaluación ambiental, por lo tanto, el proceso se puede resumir en tres fases las cuales se presentan la Figura 10-1.

Figura 10-1 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

A continuación, se describen los elementos más relevantes desarrollados en cada una las fases del proceso de evaluación de impactos ambientales.

10.1.1 Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad)

La jerarquización de los impactos se desarrolla de acuerdo a la "Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martinez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos, severos y moderados (Impactos escenario con proyecto) con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Permite identificar y jerarquizar los impactos en internalizables y no internalizables).

A continuación, se describen las variables involucradas en la metodología propuesta para el análisis de residualidad

- **Identificación de impactos**

El análisis parte de los resultados presentados en la evaluación de impactos ambientales, y reconoce las obras y actividades que se realizan en el proceso de construcción de la vía, concentrándose en análisis de los Impactos valorados con índice de importancia ambiental crítico, severos o moderados, relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados e identificando potenciales receptores del daño (Ver Anexo 8 Evaluación ambiental, Ver Capitulo 5 numeral 5.4 y Capitulo 8).

- **Indicadores**

En la descripción y evaluación de cada uno de los impactos se plantearon indicadores[2] con los que se busca establecer el delta ambiental (Espacio temporal) que causa el proyecto sobre el medio, el factor y/o servicio ambiental involucrado (Ver Capitulo 8 Descripción de impactos escenarios con y sin proyecto). El análisis secuencial de los indicadores sirve para identificar unidades biofísicas de cada uno de los impactos objeto de análisis, la potencialidad de internalización y posteriormente el calculó de los flujos de costos y beneficios asociados a la construcción de la vía, además de su identificación en espacio y tiempo (ver Figura 10-2).

A continuación, se presentan el alcance esperado de cada indicador

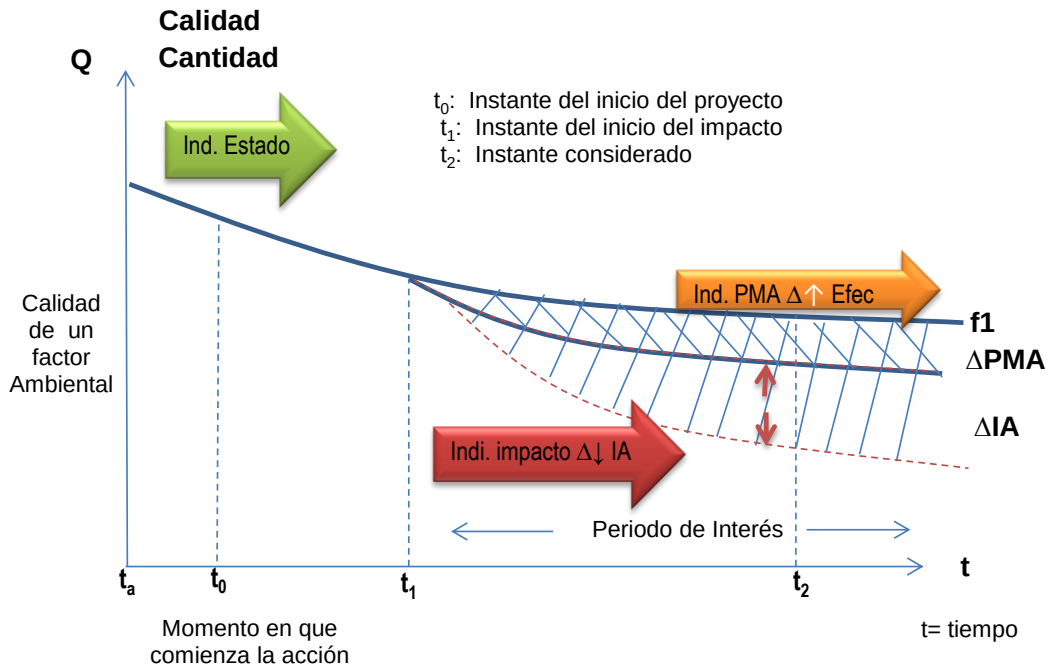
- **Definición de indicador de línea base:** Con base en los resultados de caracterización del área de influencia se proyectaron indicadores que mejor se ajustaban al estado del componente o elemento ambiental en el escenario sin proyecto y los cuales son la base para estimar el cambio esperado por el proyecto (Ver Capitulo 8 Descripción de impacto escenario sin proyecto).

[2] En este sentido en la matriz de evaluación del escenario con proyecto se consideran el indicador de línea base, el indicador de impacto y el indicador de medida de manejo.

- **Definición de indicador de impacto:** A partir de la información de línea base y considerando las intervenciones a desarrollar en el área de influencia se estimó el delta o cambio previsible que se ocasionaría en el área de influencia, una vez el proyecto, obra o actividad entre en ejecución (Rs 1669 de 2017) (Ver Capitulo 8 Descripción de impacto escenario con proyecto.

- **Definición de indicador de medida de manejo:** Este indicador representa el valor esperado de atenuación del impacto por la implementación de las medidas de prevención, mitigación y corrección contemplada en el PMA. Puede interpretarse como la meta esperada para reducir el efecto del proyecto, seguramente es muy incierto en muchos casos no obstante la idea es que busque material teórico o bibliográfico que sustente la potencial eficacia de las medidas de manejo (Ver capítulo 11.1.1 Fichas de manejo).

Figura 10-2 Indicadores en la evaluación ambiental



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

- **Identificación de la Medida de manejo:**

El análisis parte de la identificación de las medidas de manejo viables para cada impacto valorado con índice de importancia ambiental, evaluado el tiempo de recuperación del elemento con relación a la afectación producida por el impacto y la eficacia de la medida de manejo, entendida cómo la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre los elementos ambientales por la incidencia de las actividades del proyecto.

Es importante subrayar que la metodología de Martínez Prada mantienen una línea de análisis cualitativo, intentando lograr su conversión en términos cuantitativos a través de los indicadores, no obstante se reconoce que una tarea muy compleja de desarrollar, dada la deficiencias en la información científica a la hora de modelar algunos impactos los cuales a menudo se encuentran desplazados en tiempo y en espacio haciendo difícil establecer la causa y el efecto (Dixon & Pagiola, 1998).

- **Tiempo de Recuperación**

Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el elemento o componente ambiental afectado a partir del momento en que se ejecutan las medidas de manejo ambiental y el plan de seguimiento y monitoreo del proyecto.

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se implementa, por ejemplo, al efectuar medidas de tipo preventivas y de mitigación eficaces, el tiempo de recuperación del elemento ambiental será a corto plazo, ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada (Martínez Prada, 2010). El tiempo de recuperación también variará dependiendo del tipo de ecosistema o medio intervenido.

La aplicación de medidas correctivas puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del elemento; por último, las medidas compensatorias pueden incluir tanto la indemnización directa a la comunidad cercana al lugar donde se manifestó el efecto del impacto ambiental generado por el proyecto, cómo la ejecución de proyectos encaminados a reparar el daño ambiental. El tiempo de recuperación se calificó de acuerdo con lo relacionado en la Tabla 10.1

Tabla 10.1 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Largo Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años.	3
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2016.

- **Eficacia de la medida de manejo**

La eficacia de la medida de manejo está definida por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 10.2.

Tabla 10.2 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida es nula, no se evidencia recuperación del factor ambiental afectado. Se aplica para las medidas de compensación.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%.	1
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 30% a 60%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% a 80%.	10
Muy Alta	Muy Alta (15): Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea mayor a 80%.	15

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2016.

- Importancia de la recuperabilidad

A partir de la calificación de los impactos significativos (críticos y severos) obtenidos de la evaluación en el escenario con proyecto, se estimó la importancia de la recuperabilidad a través de la Ecuación 10.1.

Ecuación 10.1 Importancia de la recuperabilidad

$$I_{RB} = \pm(TR + E)$$

Donde:

I_{RB} = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.
TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.
E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Los resultados obtenidos fueron normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la Ecuación 10.2.

Ecuación 10.2 Ecuación de normalización

$$\frac{I_{(RB)N} = \pm(|I_{RB}| - Mínimo)}{(Máximo - Mínimo)}$$

Donde:
Máximo = 22
Mínimo = 1

- Importancia neta

El objetivo de evaluar la importancia neta del impacto se relaciona con la necesidad de comparar la importancia del impacto sin la implementación de las medidas de manejo con

la importancia del impacto luego de que se implementen las medidas de manejo correspondientes. Para hallar este resultado se utiliza la, planteada por (Martinez Prada, 2010):

Ecuación 10.3 Importancia neta

$$I_{NETA} = I_{(CA)N} - (I_{(CA)N} * I_{(RB)N}$$

Donde:

I_{NETA} = Importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.

$I_{(CA)N}$ = Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo

$I_{(RB)N}$ = Importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

En la Tabla 10.3 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 10.3 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango De I_{NETA}*	Descripción	Valoración
≤25	**Irrelevante**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
≥26≤50	**Moderado**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
≥51≤75	**Severo**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
≥76	**Crítico**	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones

Fuente: Aecom - ConCol, 2018, adaptado de (Martinez Prada, 2010).
* Los rangos utilizados para la valoración de la Importancia Neta de los impactos residuales fueron adaptados de acuerdo con los criterios de calificación usados para la valoración de los parámetros establecidos para calificar la Importancia ambiental.

10.1.2 Análisis de Internalización

El análisis de internalización complementa el análisis de residualidad y está ligado a los programas, proyectos y actividades establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (Ver Capitulo 11.1.1), así mimos el análisis parte de los resultados de la evaluación ambiental y la evaluación de bienes y servicios ecosistémicos (Capitulo 5 Numeral 5.4), capítulos donde se adaptaron procedimientos específicos para capturar la información requerida para el desarrollo del análisis.

El análisis de internalización se ciñe a lo propuesto en la guía de Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Adoptada por la Resolución Número 1669 del 4 de agosto de 2017; no obstante, se presentan algunos ajustes o precisiones metodológica las cuales se consideran sustanciales e indicativas del esfuerzo que debe incurrir la organización (Concesionario y Constructor) para garantizar la mitigación, prevención, corrección o compensación por los potenciales impactos generados en el desarrollo de las obras, en el entendido que el valor de estas inversiones representa el costo de oportunidad de evitar el empeoramiento de la calidad y cantidad ambiental en la zona. Esto significa, que la inversión en actividades de control de impactos genera buena información para la monetización de los impactos ambientales (Internalización).

Lo anterior teniendo en cuenta que en la guía de criterios técnicos del ANLA (ANLA Rs 1669, 2017) los impactos internalizables “corresponden a aquellos impactos generados por el proyecto, obra o actividad que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección contempladas dentro del Plan de Manejo”, enfatizando además que la efectividad de la medida deber ser próxima al 100%.

En este contexto de análisis, se considera que los requisitos establecidos para la internalización en la Guía de ANLA son un límite muy alto, que determinaría que casi todos los impactos relevantes fuesen objeto de valoración económica, teniendo en cuenta que es poco factible que la eficacia de las medidas de manejo en el control del impacto alcance niveles cercanos al 100%. La eliminación total de un daño, si bien es factible en algunos casos[3], en muchos otros es una meta difícil de alcanzar, que implicara la asignación de inversiones considerables en la reducción de una unidad de contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996).

Pearce & Turner, en el libro Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Pearce & Turner, 1995), argumentan que conforme a los postulados de la termodinámica no es posible llegar a nivel reducción total, de ahí que para lograr una contaminación cero deberíamos tener una actividad económica cero, por lo que el objeto de «contaminación cero» parece una meta imposible de garantizar.

En este contexto el abatimiento efectivo de la contaminación o del daño generado por actividad antrópica debe considerar elementos adicionales tales como la capacidad de asimilación del medio (Resiliencia) y los niveles de contaminación que la sociedad está dispuesta a aceptar, dichos elementos se constituyeron como el nivel de referencia utilizado en el análisis de residualidad para establecer el grado de atenuación esperado por la implementación de una medida de manejo (Prevención, mitigación y corrección).

Por otra parte, si se cierra el alcance del análisis a las medidas de manejo de prevención y corrección, se desconocería el potencial de atenuación de otras categorías de medidas,

[3] Medidas de corte preventivo atribuidas etapas preconstructiva y de diseño tienen eficacias muy altas, en la medida que se identifica el potencial daño y se plantean cambio para prevenirlos. Ejemplo cambio de trazado para evitar manantiales; no obstante, dichas decisiones no son visibles en la evaluación de impactos en el entendido que se trabaja sobre el diseño final propuesto.

adicionalmente se dejarían rubros que representan la inversión de la organización en el manejo ambiental. En este orden de ideas, el análisis de internalización y reducción de la contaminación debe utilizar la connotación más amplia posible incluyendo las formas disponibles para la atenuación de la contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996): *Cambios en la tecnología de producción, cambios de trazado, sustitución de insumos, reciclaje de residuos, tratamientos al final del tubo, restauración del medio, y procesos de compensación que le dé a la población en retribución por las pérdidas en bienestar generado en los casos que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas*.

En este contexto el análisis de internalización contempla el siguiente desarrollo procedimental, subrayando que las primeras fases se desarrollaron en el capítulo de evaluación ambiental y el numeral de análisis de impactos residuales:

1. Identificación de impactos internalizables: Del análisis de residualidad se obtienen los impactos a considerar en el análisis de internalización relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados como consecuencia de la ocurrencia de los impactos (Ver Capitulo 5 numeral 5.4 y Capitulo 10 numeral 10.2).

1. **Estimación de los costos ambientales anuales**: Tomando como referencia el presupuesto calculado para cada uno de los programas en el que está estructurado el plan de manejo (Ver Capitulo 11 Plan de manejo Ambiental), se presenta el flujo de costos del proyecto considerando el horizonte de tiempo en el que se proyectan las inversiones para cada uno de los impactos analizados. En este contexto el análisis de internalización contempla el registro de todas las inversiones proyectadas para la atención de los impactos

   En el caso de que se identifique acciones que causaran impactos pero que se pueden evitar con medidas que se ejecuten para que dicho factor afectante no llegue al recurso natural o social de referencia, se tendría que considerar el valor relacionado con el *costo de prevención* tal efecto en el medio natural o social. Por ejemplo, si el proyecto genera desechos y estos afectaran el agua, el suelo o el aire, entonces una medida fundamental sería el tratamiento de tales desechos antes de que se dispongan al ambiente. Siendo así el escenario, se tiene la siguiente ecuación para determinar el valor económico relacionado con estos costos del proyecto:

$$CE = \sum_{t=1}^{T} \sum_{r=1}^{R} \sum_{s=1}^{S} c_{rs} * q_{trs}$$

Donde

CE Costo total por los impactos negativos evitados del proyecto ($/año)
p Costo del insumo *s* para evitar el impacto ambiental en el recurso *r* ($/unidad)
q Cantidad o volumen del insumo *s* para evitar el impacto ambiental en el recurso *r* (Unidad/año)
T Tiempo en que se mantendrá la medida para evitar el impacto ambiental negativo (años)

Por otro lado, cuando la afectación del recurso natural o social no se puede evitar, la restauración de dicho recurso debe llevarse hasta su estado inicial previo a la alteración. Esto implica la ejecución de una serie de actividades que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por el proyecto. La identificación de estos costos es la tarea principal por realizar, y éstos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado.

Una acción específica puede afectar uno o más recursos naturales a la vez. Esto indica que se deben restaurar cada uno de estos recursos afectados, por lo que el ***costo de restauración*** debe ser la suma de todos los costos particulares asociados a cada recurso. Para lograr esta estimación es necesario determinar, en unidades físicas, la magnitud del daño, de modo que se pueda inferir la inversión en la restauración por unidad de medida. La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos. Esta relación se puede establecer como sigue:

$$CR = \sum_{i=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

CR: Costo de restauración biofísica del recurso natural afectado por acciones humanas ($/unidad del factor)
p_i: Precio del insumo *i* usado en la restauración del recurso natural ($/unidad del insumo)
q_{ij}: Cantidad del insumo *i* usada en la restauración del recurso natural *j* (unidades del insumo)
r: Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (%)
T: Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados $T = \text{Max}\ \{t_j\ /\ j$ es el recurso natural o social y $j = 1,2,\ldots, n\}$

Dado que es factible y posible la pérdida de beneficios debido a la disminución de materias primas y productos de consumo final cuando se afecta un recurso natural, será necesario estimar dicha pérdida considerando las cantidades perdidas y los precios de los distintos bienes y servicios afectados. Dicha estimación ha de realizarse para todo el período que tardaría el o los recursos afectados en recuperarse hasta el nivel de conservación antes de la alteración. Para lograrlo se requiere disponer de la información correspondiente de precios y cantidades o de las estimaciones pertinentes. Asumiendo que dicha información está disponible o que se pueden hacer las estimaciones, el cálculo del beneficio perdido por estos rubros estaría dado por:

$$Cbs = \sum_{i=0}^{T} \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

Cbs Costo por bienes y servicios ambientales perdidos ($/año)
P_{ij} Precio de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* (¢/unidad)
q_{tji} Cantidad de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* en el tiempo *t* (unidad)

Cuando el nivel de impacto negativo demanda un proceso de compensación que le dé a la población la retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas. Para tales efectos, se tendría que determinar el factor ambiental o social impactado negativamente, y el nivel de compensación mínimo requerido. Este nivel de compensación está determinado por lo que el Estado establezca previamente de manera oficial, o por acuerdos del proyecto con la comunidad afectada donde se reconozca el monto o la forma en que debería establecerse la iniciativa de compensación y que finalmente se traduzca en un estimativo de valor económico a comprometer. Con base en este planteamiento se considera como una aproximación la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CC = \sum_{y=1}^{Y} c_y * q_y$$

Donde

CC Costo por compensación por los impactos negativos del proyecto ($/año)
c Costo de compensación por el factor *y* ($/unidad)
q Cantidad a compensar del factor *s* (Unidad/año)

De este modo, el ***costo total*** por los impactos negativos del proyecto está dado por la suma de los componentes anteriores: Costos evitados, costos de restauración, costo por bienes/servicios ambientales perdidos y costos de compensación. Es decir, que el costo total es:

$$CT = CE + CR + Cbs + CC$$

El costo total representa la base para establecer lo que sería el plan de manejo ambiental que debe definir el proyecto para el manejo de los impactos previstos. Es decir, que el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental asociado con el proyecto de referencia debe tener un presupuesto que cómo mínimo responda al costo total estimado.

En cuanto a la presentación de la información se acoge la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), en el cual los costos ambientales totales involucran el valor del consumo de los recursos ambientales y las inversiones para el mantenimiento de la calidad ambiental, y que se representa en la siguiente ecuación:

$$EC_i = CT_i + CO_i + CP_i$$

Donde

EC_i: Costos ambientales totales año i
CT_i: Costos de transacción año i
CO_i: Costos operativos en el año i
CP_i: Costos de personal en el año i

Los costos ambientales anuales (Eci) corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto

2. **Valor presente neto**: Una vez se tiene el flujo de costos, este debe descontarse utilizando la TSD, para obtener el Valor Presente Neto - VPN de los costos ambientales. Los costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto. Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo valorado (CEDE, 2010). La agregación intertemporal permite el cálculo del VPN y se obtiene de la siguiente manera:

- $$\mathrm{VPN} = \sum_{\mathrm{i}} \frac{EC_i}{(1+\mathrm{r})^{\mathrm{i}}}$$

Dónde:

- *EC_i: Costos ambientales totales en el año i*
- *r: Es la tasa social de descuento;*
- *i: Es el indicador del año.*

10.1.3 Evaluación económica de impactos no internalizables

A partir de los resultados propuesta metodológica de (Martínez Prada, 2010) donde se revalúo el Índice de Importancia Ambiental se obtienen los impactos que aun implementando la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Dichos impactos se consideran cómo residual o no internalizables y son el objeto de la valoración económica ambiental.

Para la determinación de las magnitudes físicas de los impactos ambientales identificados como significativos y residuales se desarrolla un ejercicio de análisis de los potenciales receptores del daño ambiental generado, utilizan para ello la información de los capítulos de generalidades del proyecto, caracterización del área de influencia, demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales y de los reportes de información geográfica.

En este contexto para la valoración monetaria tan solo se consideran los impactos susceptibles a medir en unidades físicas, puntualmente de aquellos cuyas funciones ecológicas de producción se conozcan relativamente bien y de las que se disponga de información suficiente para correr algunos de los métodos establecidos para la valoración económica.

Para la valoración o traducción monetaria de los bienes y servicios ambientales potencialmente afectados, se utiliza las metodologías desarrollada y validadas por las ciencias económicas las cuales además están sugeridas en los términos en la guía metodológica para la valoración de bines, servicios y recursos naturales (MAVDT, 2003) y

en la guía la presentación de estudios ambientales del ministerio del ambiente y desarrollo territorial (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010).

De acuerdo a la tipología del impacto se utilizaran la metodología que permita aproximarse al valor económico del bien, servicio o recurso afectado, y en términos generales esta valoración pueden basarse en la creación de mercados hipotéticos, (valoración contingente), en mercados existentes (valoración con base en los precios del mercado), en los costos operacionales (método basado en costos), en los gastos que se incurren para disfrutar de un Bienes y Servicios Ambientales BySA (método del coste de viaje), en las diferencias existentes entre un mismo BySA (precios hedónicos) entre otros (Ver Tabla 10.4).

Tabla 10.4 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02 -V2

Métodos	Métodos basados en costos	Métodos de preferencias reveladas	Métodos de preferencias declaradas
Orientación	Intentan cuantificar lo que las personas están dispuestas a pagar por atender, mitigar o evitar una situación que les empeora su bienestar a partir de sus decisiones de gasto.	Estiman el valor de uso directo e indirecto de los bienes y servicios ambientales por tipo de uso (recreación, salud, insumo de producción, entre otros), aprovechando la relación que exista entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado.	En el enfoque de preferencias declaradas se le pide a la gente expresar directamente sus preferencias y valores, en lugar de deducir los valores de las opciones reales, como aquellos de preferencia revelada
Métodos más usados	a. Costos de mitigación b. Costos de reposición c. Costos de reemplazo d. Costos evitados e. Costos de enfermedad /morbilidad	a. Precios hedónicos (propiedades y salarios) b. Costos de viaje c. Cambios en la productividad d. Costo de oportunidad	a. Valoración contingente b. Elección contingente (análisis conjoint)
	Método de transferencia de beneficios		

Fuente; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Finalmente se obtiene el valor económico en unidades monetarias de los potenciales beneficios y daños ambientales (externalidades negativas) asociadas a las obras y actividades del proyecto. Los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención y compensación o externalidades positivas, la generación de empleo y las compensaciones por pagos de impuestos y regalías. Los daños ambientales corresponden a los costos externos o impactos negativos generados por las actividades del proyecto.

- **Análisis Costo Beneficio- ACB**

Con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto desde la perspectiva ambiental se relacionan el flujo de costos (externalidades negativas) y beneficios asociados a la construcción del segmento vial, el cual se utiliza como indicador determinante en la toma de decisiones. El análisis se desarrolla dividiendo todos los beneficios obtenidos durante la vida útil del

proyecto con la totalidad de las externalidades negativas asociadas a su ejecución. Si el resultado es superior a uno el proyecto es viable, si el resultado es igual a uno la ejecución de este es indiferente para el evaluador, si el resultado es inferior a uno el proyecto no es viables desde la perspectiva ambiental.

Es necesario aclarar que el ACB no es convencional, sino que hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados.

El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

$$\mathrm{VPNE} = \sum_{i} \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = \sum_{i} \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i} \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

Bi Beneficios: Corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año i;
Ci Costos: El valor de los impactos negativos en el año i;
r: Es la tasa social de descuento;
i: Es el indicador del año.

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la Tabla 10.5.

Tabla 10.5 Interpretación del indicador VPNE

VALOR PRESENTE NETO	INTERPRETACIÓN
VPNE > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto, se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social
VPNE = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social
VPNE < 0	Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: CEDE 2010.

- **Análisis de sensibilidad**

El análisis de sensibilidad es una técnica que es aplicada a la valoración inicial del VPN, con objeto de determinar como potenciales variaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio afectan la rentabilidad y la elación beneficio costo del proyecto. Para este fin se utiliza el programa Crystal Ball, con el cual se ejecuta una serie de simulaciones que buscan demostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto.

Para el modelo de simulación se definen una serie de supuestos que permiten modelar las variables que determinan la incertidumbre de cada uno de los cotos (externalidades negativas) y beneficios definidos para la evaluación del proyecto.

10.2 JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS (ANÁLISIS DE RESIDUALIDAD)

El análisis de impactos residuales se desarrolló de acuerdo con la "Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos, severos o moderados, para el escenario con proyecto, con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo.

El análisis parte de la identificación de las medidas de manejo viables para cada impacto valorado con índice de importancia ambiental críticos, severos o moderados, evaluado el tiempo de recuperación del elemento con relación a la afectación producida por el impacto y la eficacia de la medida de manejo, entendida cómo la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre el elemento ambiental por la incidencia de la actividad.

De forma complementaria y dando respuesta a los requerimientos indicados en la Rs 1669 de 2017, se plantearon una serie de indicadores con los que se buscaba establecer las unidades biofísicas de cada uno de los impactos objeto de análisis, la potencialidad de internalización y posteriormente el calculó de los flujos de costos y beneficios asociados a la construcción de la vía, además de su identificación en espacio y tiempo.

El análisis de residualidad se presentan en el *Anexo Evaluación 8B Evaluación ambiental escenario con proyecto Hoja _ Cons Residualidad*; no obstante, con el fin de ilustrar al lector sobre el procedimiento y variables consideradas en el análisis de internalización; adicionalmente en la 10.6 a la Tabla 10.39 se describen de forma particular los elementos que determinan la eficacia de la medida de manejo y el tiempo de recuperación del elemento ambiental afectado una vez se implemente la medida de manejo.

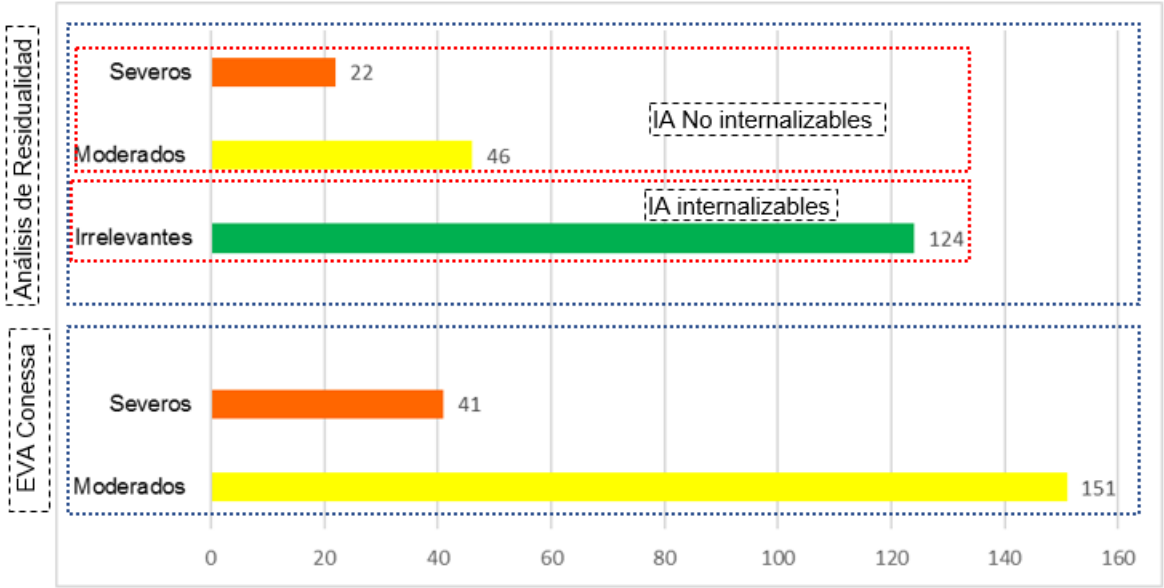
De las 339 relaciones entre actividades, impactos y ámbitos de manifestación identificados en el escenario con proyecto, sin tener en cuenta las medidas de manejo en la valoración del Índice de Importancia ambiental, se identificaron un total 192 interacciones significativas de las cuales 41 (12%) corresponde a interacciones negativas severas y 151(44,5%) interacciones negativas moderadas, las cuales en conjunto están asociados o son determinantes en la materialización de 28 impactos a saber: Variación del nivel freático; Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea; Cambios en la calidad del agua superficial; Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico; Alteración en la capacidad de transporte del agua; Alteración del cauce; Modificación de la calidad del aire; Cambio en los niveles de presión sonora; Generación y /o activación de procesos denudativos; Modificación de la calidad paisajística; Cambios en las características de los suelos; Alteración del uso actual; Intervención áreas de manejo especial; Modificación del hábitat y biota acuática; Modificación de la conectividad de ecosistemas; Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre; Alteración de hábitat; Cambios en la cobertura vegetal Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural; Cambios en el desplazamiento poblacional; Modificación a la destinación económica del suelo; Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos; Cambios en el riesgo de

accidentalidad; Alteración en el acceso de los predios; Modificación a la infraestructura vial; Cambios en la movilidad peatonal y vehicular; Generación de nuevos conflictos; y Generación de expectativas.

Una vez desarrollado el análisis del tiempo de Recuperación y Eficacia de la Medida de Manejo, se evidencia que 68 (35.4%) de las 192 interacciones mantienen la calificación en el rango de severo y moderado (Asociada a la materialización de 12 impactos), lo cual indica que a pesar de la aplicación de las medidas de manejo, su intensidad sigue siendo alta, generando efectos residuales sobre el medio o elemento ambiental analizado, es decir estos impactos no se pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Ver La Figura 10-2).

Las 124 (64,5 %) interacciones restantes relacionadas con 26 impactos, fueron valorados o evaluados como internalizables, es decir a juicio de los especialistas con la implementación de las medidas de manejo se logra atenuar el grado de afectación a niveles socialmente aceptables. Es importante precisar que de acuerdo con el ámbito de manifestación pueden aparecer o revelarse denominaciones de impactos tanto en el grupo de no internalizables como internalizables.

Figura 10-3 Resultado análisis de residualidad



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Estos resultados permiten determinar los impactos potenciales de mayor significancia y relevancia, considerados como los impactos negativos con calificaciones de importancia ambiental de crítico, severo o moderado; y los impactos positivos cuya calificación de importancia ambiental fue Muy relevante. Los demás impactos no son considerados en el análisis de cuantificación monetaria, y por tanto no son objeto del Análisis Beneficio Costo ya que las afectaciones de estos impactos en los bienes y servicios ecosistémicos se

consideran de menos relevancia y, por tanto, se espera que las medidas y estrategias de manejo propuestas los controlen, mitiguen y/o prevengan completamente.

10.6 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial

1. Cambios en la calidad del agua superficial			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P, COR	(# de obras de cruces con cunetas perimetrales / # de obras de cruces en avance) *100
			(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Manejo general de las estructuras a construir en los cruces con cuerpos de agua: Las barreras sedimentadoras conformadas por sacos grava y/o cuneta perimetral tienen tres objetivos, el primero es retener sólidos de gran tamaño (que no logren acceso a los sacos), el segundo retener sólidos de menor tamaño y/o finos los cuales quedarán atrapados en el filtro conformado por gravas de diferentes tamaños, los efluentes serán conducidos por la cuneta perimetral hacia el exterior del sector descapotado. Por lo tanto, la medida propuesta pretende eliminar los sólidos suspendidos y totales de la escorrentía para luego su entrega a los sectores con cobertura vegetal para su respectiva infiltración natural, el exceso podrá llegar a la corriente, pero como una escorrentía común y no proveniente de actividades industriales.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
El resultado de las actividades dará paso a lo relacionado con la conformación de las obras con la respectiva estructura para cruzar la corriente, por lo tanto, el suelo será recubierto y se evitará la evolución y/o continuidad del proceso denudativos que sin manejo sería una fuente de sedimentos que se depositarán en algún sector aguas abajo del sitio de la intervención logrando progresivamente la alteración del cauce lo cual repercutiría directamente sobre la dinámica fluvial.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.7 Análisis de residualidad del impacto 1. Cambios en la calidad del agua superficial

1. Cambios en la calidad del agua superficial	
ACTIVIDAD	**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	3.Moderado
Vertimientos	3.Moderado
Demolición y retiro de estructuras	3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación	3.Moderado

1. Cambios en la calidad del agua superficial			
Construcción de obras de drenaje			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS, DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES	PMF-06	M	N° de parámetros de calidad del vertimiento cumpliendo limite permisible / N° de parámetros de calidad del vertimiento definidos en la normatividad
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P	(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO PMF-06			15 Muy Alta (>80%)

Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06

La medida de mitigación relacionada con un sistema de tratamiento permite el control de los parámetros fisicoquímicos del agua residual no doméstica (ARnD) vertida al Rio Pamplonita y quebrada San Antonio. Lo anterior con el fin de no generar contaminación a tal cuerpo receptor y de cumplir con la normatividad ambiental. Es importante mencionar que los vertimientos tratados deberán someterse a análisis de calidad de agua para asegurar así que no se sobrepasen los niveles máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua, establecidos por la resolución 0631 de 2015.

El ARnD proviene del lavado de mixer y zonas duras contará con un sistema de tratamiento que incluye procesos como trampas de grasas, sedimentación y secado de lodos; mientras que las ARnD producto de la operación de maquinaria para la construcción del túnel cuentan con procesos como la floculación, decantación y separación de grasas, ajuste de pH y secado de lodos.

Además como se ha mencionado anteriormente se establece una zona de lavado para mixer, por tanto dentro de las medidas se contempla la prohibición del lavado de maquinaria en cercanías a cuerpos de agua y por tanto esto deberá hacerse únicamente en zonas dispuestas para tal fin (zonas de lavado) donde se pueda asegurar el tratamiento del agua para su posterior vertimiento.

Manejo de fuentes hídricas PMF-07

Debido a que la medida es preventiva, se espera que se evite que sedimentos sean depositados en las corrientes hídricas alterando las propiedades fisicoquímicas del agua. Dentro de las medidas preventivas que se tienen dispuestas para ello están:

- Instalación de barreras filtro que contengan el paso los sedimentos, pero permitan el paso de la humedad, constituidos por sacos de grava en cada obra.
- Las obras por construir contarán con cunetas perimetrales a su alrededor, con el fin de recoger las aguas de escorrentía y conducirlas hacia la barrera sedimentadora, para evitar el paso de sólidos.

1. Cambios en la calidad del agua superficial	
- Cuando ocurran vertimientos de aceites, grasas u otros hidrocarburos deberá atenderse la contingencia con el kit antiderrame, evitar los vertimientos de cualquier sustancia a las fuentes hídricas y suelo. - En los sitios donde se realice mezcla de concreto (si es preparado in-situ) se tomarán las medidas necesarias para que ni los componentes de la mezcla ni la mezcla misma caigan al cauce, por lo que éstas se prepararán fuera de las rondas de protección o en caso último mediante la utilización de superficies tales como plástico de alta densidad que eviten la contaminación del suelo y el escurrimiento de vertimientos hacia el espejo de agua. - No se deberá disponer en las fuentes hídricas ni en sus rondas ningún tipo de residuo industrial como solventes, aceites usados, entre otros.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06 La medida de manejo es de mitigación, su aplicación evitará que las aguas residuales contaminadas lleguen en tales condiciones al cuerpo hídrico, esto mediante un tratamiento que permite ajustar sus propiedades fisicoquímicas para que no superen el máximo permisible por normatividad. Teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos normativos de vertimiento y la calidad del vertimiento crudo, la longitud de influencia máxima en el cuerpo receptor es de 5,189 Km, mientras que la longitud de mezcla sería 258 m, además el tiempo medio de viaje de acuerdo con la prueba de trazadores es de 1020 s para una distancia aproximada de 0,155 km. Por tanto, se concluye que el tiempo de recuperación para tener un 100 % de eficacia de la medida está entre inmediato y menor a 1 año. **Manejo de fuentes hídricas PMF-07** La medida de manejo es preventiva, su aplicación evitará que los sedimentos se depositen en los cauces por tanto el tiempo de recuperación esperado es inmediato.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.8 Análisis de residualidad del impacto 2. Alteración en la capacidad de transporte del agua

2. Alteración en la capacidad de transporte del agua			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			3.Moderado
Demolición y retiro de estructuras			
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			
Construcción de obras de drenaje			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P	(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100

2. Alteración en la capacidad de transporte del agua			
			(# de obras de cruces con cunetas perimetrales / # de obras de cruces en avance) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)
Al aplicar de manera correcta las medidas de prevención propuestas se espera evitar cualquier obstrucción sobre los cauces que genere cambios en la capacidad de transporte del agua. Estas medidas tienen que ver con: - Barreras instaladas con el objetivo de evitar la afectación de las corrientes por aportes de sedimentos derivados de los suelos desnudos del área de intervención asociada a las actividades constructivas, además de evitar la migración de materiales provenientes de la construcción. - Los materiales de excavación de cualquier tipo de obra de cruce con cuerpos de agua se almacenarán a una distancia como mínimo de 30 m de la margen del cauce de los cuerpos de agua y no permanecerán allí por más de un día, a fin de evitar el aporte de sedimentos a las fuentes cercanas; de la misma manera estarán cubiertos con malla geotextil o lona. - En los sitios donde se realice mezcla de concreto (si es preparado in-situ) se tomarán las medidas necesarias para que ni los componentes de la mezcla ni la mezcla misma caigan al cauce, por lo que éstas se prepararán fuera de las rondas de protección o en caso último mediante la utilización de superficies tales como plástico de alta densidad que eviten la contaminación del suelo y el escurrimiento de vertimientos hacia el espejo de agua. - Posteriormente, cuando se haya finalizado la obra, la zona se entregará libre de Residuos de Construcción y Demolición - RCD, materiales o sistemas de sedimentación (sedimentadores o barreras sedimentadoras) garantizando la recuperación del 100% de las áreas del proyecto que sean afectadas por obras de cruces con cuerpos de agua.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			7 Inmediato
Dentro de las medidas propuestas se pretende evitar obstrucciones en el cauce que generen cambios en la capacidad de transporte del agua, esto indica que no se permite hacer ningún tipo de almacenamiento de escombros o materiales de construcción en los cauces ni sus rondas hídricas. Debido a que se trata de una medida de prevención, se espera que el tiempo de recuperación sea inmediato.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.9 Análisis de residualidad del impacto 3. Alteración del cauce

3. Alteración del cauce			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	M	(# de obras de cruces con cunetas perimetrales/# de obras de cruces en avance) *100

3. Alteración del cauce			
			(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/# de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)
Antes de la ejecución de la actividad deberá como línea base determinarse la geometría de la sección transversal del cauce a intervenir, posterior a la actividad dicho cauce volverá a su estado inicial esto en el caso de que no se trate de una estructura hidráulica que altere el cauce en un tramo de forma permanente.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
El lineamiento en la respectiva medida de manejo obliga tras las excavaciones a restaurar la geometría inicial de la sección transversal del cauce intervenido.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.10 Análisis de residualidad del impacto 4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Vertimientos			3.Moderado
Desmonte y limpieza			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS, DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES	PMF-06	M	N° de parámetros de calidad del vertimiento cumpliendo limite permisible / N° de parámetros de calidad del vertimiento definidos en la normatividad
MANEJO DE FUENTES HÍDRICAS	PMF-07	P	(# de estructuras para ocupación de cauce construidas/ # de estructuras para ocupación de cauce aprobadas (barreras

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico			
			sedimentadores y cunetas)) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)

Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06
La medida de mitigación relacionada con un sistema de tratamiento permite el control de los parámetros fisicoquímicos del agua residual no doméstica (ARnD) vertida al Rio Pamplonita y quebrada San Antonio. Lo anterior con el fin de no generar contaminación a tal cuerpo receptor y por tanto no alterar la disponibilidad del recuerdo hídrico.

Es importante mencionar que los vertimientos tratados deberán someterse a análisis de calidad de agua para asegurar así que no se sobrepasen los niveles máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua, establecidos por la resolución 0631 de 2015.

El ARnD proviene del lavado de mixer y zonas duras contará con un sistema de tratamiento que incluye procesos como trampas de grasas, sedimentación y secado de lodos; mientras que las ARnD producto de la operación de maquinaria para la construcción del túnel cuentan con procesos como la floculación, decantación y separación de grasas, ajuste de pH y secado de lodos.

Además como se ha mencionado anteriormente se establece una zona de lavado para mixer, por tanto dentro de las medidas se contempla la prohibición del lavado de maquinaria en cercanías a cuerpos de agua y por tanto esto deberá hacerse únicamente en zonas dispuestas para tal fin (zonas de lavado) donde se pueda asegurar el tratamiento del agua para su posterior vertimiento.

Manejo de fuentes hídricas PMF-07
Debido a que la medida es preventiva, se espera que se evite que sedimentos sean depositados en las corrientes hídricas alterando las propiedades fisicoquímicas del agua y por tanto generando cambios en la disponibilidad del recurso. Dentro de las medidas preventivas que se tienen dispuestas para ello están:

- Instalación de barreras filtro que contengan el paso los sedimentos pero permitan el paso de la humedad, constituidos por sacos de grava en cada obra.
- Las obras por construir contarán con cunetas perimetrales a su alrededor, con el fin de recoger las aguas de escorrentía y conducirlas hacia la barrera sedimentadora, para evitar el paso de sólidos.
- Cuando ocurran vertimientos de aceites, grasas u otros hidrocarburos deberá atenderse la contingencia con el kit antiderrame, evitar los vertimientos de cualquier sustancia a las fuentes hídricas y suelo.
- En los sitios donde se realice mezcla de concreto (si es preparado in-situ) se tomarán las medidas necesarias para que ni los componentes de la mezcla ni la mezcla misma caigan al cauce, por lo que éstas se prepararán fuera de las rondas de protección o en caso último mediante la utilización de superficies tales como plástico de alta densidad que eviten la contaminación del suelo y el escurrimiento de vertimientos hacia el espejo de agua.
- No se deberá disponer en las fuentes hídricas ni en sus rondas ningún tipo de residuo industrial como solventes, aceites usados, entre otros.

4. Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	7 Inmediato
Manejo de residuos líquidos, domésticos e industriales PMF-06 La medida de manejo es de mitigación, su aplicación evitará que las aguas residuales contaminadas lleguen en tales condiciones al cuerpo hídrico, esto mediante un tratamiento que permite ajustar sus propiedades fisicoquímicas para que no superen el máximo permisible por normatividad. Teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos normativos de vertimiento y la calidad del vertimiento crudo, la longitud de influencia máxima en el cuerpo receptor es de 5,189 Km, mientras que la longitud de mezcla sería 258 m, además el tiempo medio de viaje de acuerdo con la prueba de trazadores es de 1020 s para una distancia aproximada de 0,155 km. Por tanto se concluye que el tiempo de recuperación para tener un 100 % de eficacia de la medida está entre inmediato y menor a 1 año. **Manejo de fuentes hídricas PMF-07** La medida de manejo es preventiva, su aplicación evitará que los sedimentos se depositen en los cauces por tanto el tiempo de recuperación esperado es inmediato.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.11 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático

6. Variación del nivel freático			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones, cimentaciones, cortes rellenos y compactación			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
Excavación de emboquilles			2.Severo
Excavaciones por perforación y voladura			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	PMF-08 Vía a cielo abierto y Zodmes	P, M, COR Y COM	INP: Índice de Puntos de agua protegidos. INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 o 3
			RNAC: Programa de registros de los niveles de abatimiento y caudales. RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100

6. Variación del nivel freático			
			PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales. PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100
			IOR: Índice de Obras Realizadas. IOR= # Obras realizadas / # obras diseñadas * 100.
			PCA: Programa de capacitaciones ambientales PCA= # De capacitaciones ambientales realizadas / # de capacitaciones ambientales programadas * 100
	PMF-08 Túnel		Nivel Freático Medido / Nivel Freático antes de Obras) * 100
			Caudal Medido / Caudal medio Antes de Obras) * 100
			Estado del punto de agua (Seco – Húmedo).
			(Número de Análisis Fisicoquímicos realizados / No. de Análisis Fisicoquímicos previstos) * 100
			Caudal de infiltración del túnel (Q max ; Q min)
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
Manejo general de puntos de agua en vía a cielo abierto y Zodmes: Las medidas preventivas y de control están asociadas a cerramiento del punto, hacer zanja perimetral del punto de agua y adicionalmente la instalación de un tanque de protección el cual permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración- captación, disminuyendo la evaporación del flujo y brindando protección por contaminación superficial. Como medidas de mitigación se plantea repoblamiento vegetal con plantas nativas de la zona en el área del punto y si es necesario traslado del punto. **Manejo general de puntos de agua en túnel:** La principal medida de protección para los puntos en la zona del túnel, fue el traslado de este a una zona menos afectada tectónicamente, disminuyendo fallamientos y diaclasamientos. Las medidas de mitigación están encaminadas al método constructivo seleccionado para las excavaciones del túnel y al Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel. Sin embargo, en el caso que se superen los caudales críticos de infiltración como medidas de mitigación contingente se plantea la inyección de impermeabilizantes al marizo rocoso.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)

6. Variación del nivel freático	
Las actividades que se desarrollar están encaminadas y disminuir la variación del nivel freático, y en el caso que se presente una variación esta será momentánea debido a que se plantean medidas de mitigación como repoblamiento vegetal para aumentar la recarga en el área o el mismo traslado del punto. En el caso del túnel se plantea la impermeabilización del macizo como medida de mitigación, que al igual generaría una variación momentánea del nivel freático generando una recuperabilidad del nivel a corto plazo.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.12 Análisis de residualidad del impacto 6. Variación del nivel freático

6. Variación del nivel freático			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			3.Moderado
Construcción de accesos			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Construcción de obras de drenaje			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			3.Moderado
Portales de entrada y salida			3.Moderado
Excavación de emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
Manejo de Aguas			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	PMF-08 Vía a cielo abierto y Zodmes	P, M, y COM	INP: Índice de Puntos de agua protegidos. INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 o 3
			RNAC: Programa de registros de los niveles de abatimiento y caudales. RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100
			PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales. PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100
			IOR: Índice de Obras Realizadas.

6. Variación del nivel freático			
			IOR= # Obras realizadas / # obras diseñadas * 100.
			PCA: Programa de capacitaciones ambientales PCA= # De capacitaciones ambientales realizadas / # de capacitaciones ambientales programadas * 100
	PMF-08 Túnel	P, M, CORR y COM	Nivel Freático Medido / Nivel Freático antes de Obras) * 100
			Caudal Medido / Caudal medio Antes de Obras) * 100
			Estado del punto de agua (Seco – Húmedo).
			(Número de Análisis Fisicoquímicos realizados / No. de Análisis Fisicoquímicos previstos) * 100
			Caudal de infiltración del túnel (Q max ; Q min)
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)

Manejo general de puntos de agua en vía a cielo abierto y Zodmes: Las medidas preventivas y de control están asociadas a cerramiento del punto, hacer zanja perimetral del punto de agua y adicionalmente la instalación de un tanque de protección el cual permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración- captación, disminuyendo la evaporación del flujo y brindando protección por contaminación superficial.

Como medidas de mitigación se plantea repoblamiento vegetal con plantas nativas de la zona en el área del punto y si es necesario traslado del punto. La eficacia de dichas medidas en este ámbito de manifestación (puntos nivel 2, los cuales tienen un potencial de afectación bajo a medio) será media (30-60%) ya que las actividades concernientes a la construcción de la vía a cielo abierto y zodmes no será de tanto impacto por la ubicación de estos puntos, por lo que podrán ser más manejables.

Manejo general de puntos de agua en túnel: La principal medida de protección para los puntos en la zona del túnel, sería el traslado de este a una zona menos afectada tectonicamente, disminuyendo fallamientos y diaclamientos.

Las medidas de mitigación están encaminadas al método constructivo seleccionado para las excavaciones del túnel y al Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel. Sin embargo, en el caso que se superen los caudales críticos de infiltración como medidas de mitigación contingente se plantea la inyección de impermeabilizantes al macizo rocoso. Debido a que son puntos que no están dentro del área de intervención del túnel, por lo que tienen un potencial de afectación medio a bajo, las medidas propuestas tienen alguna eficacia para este ámbito (30-60%)

TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>10 años)

Las medidas de manejo están encaminadas a disminuir la variación del nivel freático, y en el caso de que haya existido una variación en el NF, su tiempo de recuperación será a largo plazo debido

6. Variación del nivel freático	
a que se plantean medidas de mitigación como repoblamiento vegetal para aumentar la recarga en el área o el mismo traslado del punto. En el caso del túnel se plantea la impermeabilización del macizo como medida de mitigación, con el objeto de reducir la infiltración del agua subterránea al túnel y por ende la variación del nivel freático, generando una recuperabilidad del nivel a largo plazo debido al mayor potencial de afectación del punto de agua.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.13 Análisis de residualidad del impacto 5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Captación de aguas			3.Moderado
Vertimientos			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes-Adecuación de ZODME			3.Moderado
Portales de entrada y salida			3.Moderado
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
Excavación de emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO	PMF-08 Vía a cielo abierto y Zodmes	P y COM	INP: Índice de Puntos de agua protegidos. INP= # Puntos de agua protegidos / # puntos de agua categorizados como 1, 2 o 3
			RNAC: Programa de registros de los niveles de abatimiento y caudales. RNAC= # Registros de los niveles de abatimiento y caudales realizados / # registros programados * 100
			PMN: Programa de Monitoreo en Manantiales. PMN = # De monitoreos de calidad de aguas subterráneas realizados / No. de monitoreos de calidad de aguas subterráneas programados * 100
			IOR: Índice de Obras Realizadas.

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea			
			IOR= # Obras realizadas / # obras diseñadas * 100.
			PCA: Programa de capacitaciones ambientales PCA= # De capacitaciones ambientales realizadas / # de capacitaciones ambientales programadas * 100
	PMF-08 Túnel	P, M, y COM	Nivel Freático Medido / Nivel Freático antes de Obras) * 100
			Caudal Medido / Caudal medio Antes de Obras) * 100
			Estado del punto de agua (Seco – Húmedo).
			(Número de Análisis Fisicoquímicos realizados / No. de Análisis Fisicoquímicos previstos) * 100
			Caudal de infiltración del túnel (Q max ; Q min)
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
Manejo general de puntos de agua en vía a cielo abierto y Zodmes: Las medidas preventivas y de control están asociadas a cerramiento del punto, hacer zanja perimetral del punto de agua y adicionalmente la instalación de un tanque de protección el cual permite almacenar temporalmente el agua del punto, optimizando el área de contacto exfiltración- captación, disminuyendo la evaporación del flujo y brindando protección por contaminación superficial. En caso de que las medidas de protección y mitigación propuestas no sean suficientes, se puede requerir implementar medidas de compensación que corresponden fundamentalmente a dos tipos de intervenciones (en este caso conexión a acueductos veredales u otras fuentes puntuales). Las medidas únicamente se viabilizarán durante la construcción de las obras y según se negocie y se determine un acuerdo con la comunidad. Con las medidas de protección y mitigación propuestas no se espera requerir medidas de compensación. Sin embargo, éstas se dejan propuestas en términos de contingencias durante el proceso constructivo de la vía, o por eventuales cambios en las condiciones de Línea Base evaluadas durante el Estudio. **Manejo general de puntos de agua en túnel:** La principal medida de protección para los puntos en la zona del túnel, sería el traslado de este a una zona menos afectada tectónicamente, disminuyendo fallamientos y diaclamientos. Las medidas de mitigación están encaminadas al método constructivo seleccionado para las excavaciones del túnel y al Relleno de los piezómetros que están directamente sobre el túnel. Sin embargo, en el caso que se superen los caudales críticos de infiltración como medidas de mitigación contingente se plantea la inyección de impermeabilizantes al macizo rocoso (compensación). Debido a que son áreas vulnerables a la contaminación, las medidas propuestas tienen eficacia media para este ámbito (a 30% a 60%)			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Recuperable a corto plazo (>1 años)

5. Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea	
Las medidas de manejo para los puntos sobre la vía a cielo abierto y zodmes están encaminadas a disminuir la alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua subterránea, y en el caso de que haya existido una variación en su calidad, su tiempo de recuperación será a largo plazo debido a que se plantean medidas de prevención, control y protección como: un atento monitoreo en los puntos identificados en el inventario independientemente de su nivel de afectación. Las medidas de protección para los puntos incluyen cerramiento y zanja perimetral con base en las condiciones particulares de cada sitio. En el caso del túnel se plantean medidas de prevención y protección como el diseño geométrico del mismo, por lo que se desplazó hacia el SE. Este desplazamiento del trazado disminuye sensiblemente la potencial afectación del túnel sobre su entorno al construirse en una zona menos afectada tectónicamente respecto a su posición original. Dentro de las medidas de mitigación se proponen el estándar que corresponden a la excavación por etapas, el relleno de piezómetros que están directamente sobre el túnel; y las contingentes que corresponden directamente a la impermeabilización del macizo rocoso, con el objeto de reducir la infiltración del agua subterránea, generando una recuperabilidad de la calidad a largo plazo. En los sectores de excavación del túnel de Pamplona en los cuales de acuerdo con el modelo geológico, geomecánica e hidrogeológico se prevé la presencia de zonas de fallas, zonas más fracturadas y/o zonas de mayor permeabilidad del macizo rocoso a través de las cuales se pueden instaurar flujos significativos con el potencial de abatir el nivel piezométrico y afectar los recursos hídricos subterráneos y/o superficiales, se recomienda mantener una especial atención a los caudales de infiltración encontrados pues es en aquellas zonas donde se podría evidenciar con mayor probabilidad un aumento del caudal de infiltración por encima del caudal crítico del tramo. En el supuesto poco probable de que no sean efectivas las medidas de mitigación definidas, se prevén medidas de compensación estándar como conexión a acueductos veredales y conexión a otras fuentes puntuales; y medidas de compensación contingentes como la utilización de aguas de la laguna de Borrero. Sabiendo que una vez modificada la calidad del agua subterránea (debido a que no se hayan implementado medidas) toma mucho tiempo, la recuperación de dicho impacto por cada una de las actividades será por ende muy largo (mayor a 10 años: largo plazo).	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.14 Análisis de residualidad del impacto 7. Generación y /o activación de procesos denudativos

7. Generación y /o activación de procesos denudativos			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Construcción de accesos			2.Severo
Desmonte y limpieza			2.Severo
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica	PMF-01	1.Prevención2. Mitigación	Taludes estabilizados: Nº de taludes de corte estabilizados semestralmente / Nº de

7. Generación y /o activación de procesos denudativos			
			taludes programados semestralmente para intervenir) *100 Obras de drenaje: (N° de taludes con obras de drenaje construidos / N° de taludes conformados que requieran obras de drenaje) *100 Revegetalización (N° de taludes revegetalizados / N° de taludes que requieren revegetalización) *100
Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMES	PMF-02	1.Prevención	Material dispuesto en ZODME: (Volumen de material dispuesto en ZODME (sitios de disposición final de RCD)/ Volumen de material sobrante en cortes y excavaciones y demoliciones RCD generados en la vía) *100 Transporte RCD: (Volumen de material sobrante o demoliciones RCD transportado adecuadamente / Volumen total de material sobrante o de demoliciones RCD transportado) x100
Manejo de explosivos y ejecución de voladuras	PMF-13	2.Mitigación 3.Corrección	Sitios de acopio de explosivos: Nº de sitios con uso adecuado de explosivos / Nº total de sitios que requieran uso de explosivos. Control de número de detonaciones: Nº de detonaciones realizadas / Nº de

7. Generación y /o activación de procesos denudativos			
			detonaciones planeadas. Control de Carga de explosivos: Carga de explosivos utilizada / Carga de explosivos planeada
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)

Para las actividades de construcción de accesos, desmonte y limpieza, excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación, portales de entrada y salida del túnel de Pamplona y excavaciones por perforación y voladura, donde se debe involucrar la estabilidad geotécnica, se tiene la ficha PMF-01:

Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica PMF-01

La construcción de obras (diseño geotécnico) como las de drenaje, de contención, empradización, mantos sintéticos y concreto lanzado se realiza en el 100% de los sitios que lo requieran, quedando cubiertos en su totalidad, por lo que logran una recuperación del terreno superior al 80%. Igualmente sucede con las medidas de manejo de taludes, que propenden por la estabilización de taludes de corte y relleno, incluyendo obras como descoles, alcantarillas, empradización; etc., logran la recuperación del terreno en un porcentaje superior al 80%. Esta medida inicialmente previene la generación de procesos denudativos al ejecutarla inmediatamente mientras se llevan a cabo las actividades de construcción y excavación como se especifican en la matriz. Una vez ocurrido el proceso de remoción sobre las laderas, esta medida mitiga ese impacto sobre el medio debido a que minimiza el desprendimiento del terreno.

Para las actividades específicas de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES, se tiene la ficha PMF-02:
Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMES PMF-02

Las medidas para el retiro de escombros y material sobrante, así como de adecuación de ZODMES incluyen actividades como la construcción de cunetas y filtros para el adecuado manejo de las aguas, y la protección de la superficie con cobertura vegetal. Dichas medidas de manejo y disposición de sobrantes incluyendo la adecuación de ZODMES y su empradización logran una recuperación superior al 80% (totalidad del área de zodme proyectado) lo que indica una mayor eficacia (al 100%) de esta medida sobre el medio para prevenir el impacto de la generación de procesos denudativos.

Para la actividad específica de excavaciones por perforación y voladura, se debe tener en cuenta la ficha de manejo PMF-13 en conjunto con la correspondiente a estabilidad geotécnica (PMF-01 que ya se mencionó):

Manejo de explosivos y ejecución de voladuras (PMF-13)

Como parte de la construcción del túnel de Pamplona, específicamente en la utilización de perforación y voladora, las medidas para el manejo de explosivos y ejecución de voladuras previenen y corrigen el impacto de generación de procesos denudativos por malas prácticas (como

7. Generación y /o activación de procesos denudativos	
los sitios adecuados para explosivos, el control del número de detonaciones y el control de la carga de los explosivos) que competen sobre el medio. Debido a que precisamente es una medida de manejo de utilización de explosivos (ejecución de voladura) la eficiencia será muy alta debido a que logrará una recuperación del 100% del área siempre y cuando se siga el correcto procedimiento.	
TIEMPO DE RECUPERACÍON ESPERADO	3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Conservación y Restauración de la Estabilidad Geotécnica PMF-01 Dentro de las obras de estabilidad geotécnica están: La construcción de obras de drenaje, de contención empradización, mantos sintéticos y concreto lanzado, las cuales proporcionan medidas a corto plazo cuyo efecto ofrece los resultados esperados antes de un año. Las medidas de manejo de taludes, que propenden por la estabilización de taludes de corte y relleno incluyen obras como descoles, alcantarillas, empradización; etc, que tienen un efecto también inferior a un año debido a su alta eficacia **Manejo de Residuos de Construcción y Demolición – RCD y Zonas de Disposición Final ZODMES PMF-02** Las medidas para el retiro de escombros y material sobrante, así como de adecuación de ZODMES incluyen actividades como la construcción de cunetas y filtros para el adecuado manejo de las aguas, y la protección de la superficie con cobertura vegetal. Dichas medidas toman menos de un año en alcanzar el 100% de eficiencia. **Manejo de explosivos y ejecución de voladuras (PMF-13)** Las medidas para el manejo de explosivos y ejecución de voladuras no implican tiempos superiores al de la misma actividad.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.15 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora

9. Cambio en los niveles de presión sonora			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	Monitoreos en decibeles que cumplen con la normatividad / Monitoreos realizados) *100 (Resolución 0627 de 2006)
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)

9. Cambio en los niveles de presión sonora	
La eficacia es baja debido a que, aunque se realizarán prácticas con el fin de reducir los niveles de ruido producto de la maquinaria y actividades constructivas, algún nivel de ruido será emitido. Además, hay sectores que serán intervenidos por el proyecto donde actualmente no hay fuentes de ruido porque el sector corresponde a zonas agrícolas o potreros para ganado.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
El ruido y emisiones asociadas a la maquinara utilizada durante las fases constructivas y de abandono terminan al concluir cada una de las labores que las involucre.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.16 Análisis de residualidad del impacto 9. Cambio en los niveles de presión sonora

9. Cambio en los niveles de presión sonora			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3.Moderado
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			3.Moderado
Excavación emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100)
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
La eficacia es media debido a que, aunque se realizarán prácticas con el fin de reducir los niveles de ruido producto de la maquinaria y actividades constructivas, la mitigación no podrá eliminar el 100 % del ruido producido. Por tanto, dentro de las medidas que apuntan a la mitigación del impacto por el cambio en la presión sonora están: - Manejo responsable del tráfico vehicular para evitar ruidos como pitos o frenos - Revisión del buen estado de funcionamiento de los equipos - Operación de la maquinaria en horarios diurnos			

9. Cambio en los niveles de presión sonora	
- En caso de presentar quejas por aumentos de nivel de presión sonora, se instalaron barreras difractoras de ruido convencionales que puedan disminuir tales niveles, apantallando las fuentes generadoras. - Informar a la comunidad previo a las actividades de excavación del túnel sobre el incremento de nivel de presión sonora que se prevé. Además de lo anterior, es importante añadir que los resultados de los monitoreos de ruido desarrollados para la caracterización de la línea base para la UF1 mostraron que: - En día hábil en horario diurno los niveles se encuentran muy cerca al máximo permisible, entre un 0,4 y 12,1 % por debajo de tales límites. - En día hábil en horario diurno los niveles presentados superan el máximo permisible entre un 20,7 y 80 % por encima del límite. - En día festivo horario diurno, los niveles presentados superan el máximo permisible entre un 1,8 y 9,1 % por encima del límite. - En día festivo horario nocturno, los niveles presentados superan el máximo permisible por entre un 5,6 y 39,8 % por encima del límite. De acuerdo con lo anterior, se puede concluir que la trasgresión de los límites permisibles de ruido ambiental establecidos por la normatividad es una realidad en la actualidad. Por lo que aunque el impacto se considera moderado, la afectación por la operación de maquinaria sobre todo en las zonas cercanas a la vía existente no será importante debido a los niveles de ruido ya presentados en un escenario sin proyecto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
El ruido asociado a la maquinara utilizada durante las fases constructivas y de abandono termina al concluir cada una de las labores que las involucre, es decir que el tiempo de recuperación para conseguir una reducción del 100 % del nivel de ruido generado por la maquinaria asociada a la obra estará sujeto al tiempo de construcción.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.17 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire

8. Modificación de la calidad del aire			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			3.Moderado
Portales de entrada y salida*			3.Moderado
Excavación emboquilles			3.Moderado
Excavaciones por perforación y voladura			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA

8. Modificación de la calidad del aire			
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100)
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
Se considera una eficacia de la medida de manejo media siendo esta medida de mitigación que no podrá disminuir un porcentaje considerable de emisiones atmosféricas por las actividades relacionadas. Dentro de las medidas de mitigación que se llevarán a cabo, se encuentran: - Realizar un mantenimiento periódico a la maquinaria y vehículos tanto livianos como pesados que operen en el proyecto, con el fin de asegurar que los niveles de emisiones de gases contaminantes se encuentren dentro de los parámetros establecidos por la legislación vigente. - Verificación de los certificados de emisión de gases y revisión técnico – mecánica a los vehículos que operen - Se promoverá el uso de combustibles de calidad certificada - Los materiales granulares deben permanecer cubiertos con lona o plástico en los sitios de almacenamiento temporal - Se realizará humectación en época seca de vías de acceso que no cuenten con pavimento para evitar el levantamiento de material particulado,			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Es inmediato pues las emisiones derivadas de las actividades del proyecto cesarán en un tiempo máximo de un mes, conforme culmine la actividad que está desarrollando. Por tanto, el tiempo de recuperación está sujeto al tiempo de construcción.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.18 Análisis de residualidad del impacto 8. Modificación de la calidad del aire

8. Modificación de la calidad del aire			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	PMF-09	M	(Número de parámetros monitoreados/Número total de parámetros planteados) *100)

8. Modificación de la calidad del aire			
			No. de vehículos en uso por el proyecto con certificado revisión técnico-mecánica al día / No. de vehículos en uso por el proyecto.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
La medida de manejo establecida para el impacto de modificación de la calidad del aire en la actividad de movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos pretende mitigar la emisión de material particulado a la atmosfera, esta medida cuenca con una eficiencia que no supera el 80 %. Para la mitigación de las emisiones en la movilización se pretende que los vehículos cargados transiten cubiertos con lonas resistentes, con el fin de evitar las emisiones fugitivas de material particulado. La cobertura debe ser de material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y debe estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor; además la estructura del contenedor será continua (sin roturas, perforaciones, ranuras o espacios) y la carga se acomodará a ras de los bordes más bajos del mismo. La maquinaria que no se encuentre en operación debe apagarse con el fin de evitar la emisión de gases y partículas.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Es inmediato pues las emisiones derivadas de las actividades del proyecto cesarán en un tiempo máximo de un mes, conforme culmine la actividad que está desarrollando. Por tanto, el tiempo de recuperación está sujeto al tiempo de construcción.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.19 Análisis de residualidad del impacto 11. Cambios en las características de los suelos

11. Cambios en las características de los suelos			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODMES			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	PMF-02	1.Prevención	Material de excavación
Manejo de taludes	PMF-03	1.Prevención	Taludes estables
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	PMB-01	1.Prevención	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)

11. Cambios en las características de los suelos	
Las medidas de manejo de manejo y disposición de materiales de excavación, y manejo de taludes están enfocadas en realizar una eliminación puntual del suelo en las áreas requeridas a descapotar, con el fin de minimizar los impactos generados al recurso. Adicionalmente el manejo de taludes contempla una estabilización adecuada de estos, con el fin de minimizar fenómenos de erosión, deslizamientos o remoción en masa causados por una conformación inadecuada. En cuanto a la medida de manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, también busca minimizar las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo que puedan ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empradización de taludes, procesos que se detallan en la medida de manejo PMB-04. Si bien, estas medidas están enfocadas en la prevención y disminución de los impactos generados o en la mitigación de estos, teniendo en cuenta que la alteración a las características del suelo es severa al contemplar la eliminación total y parcial de este, las medidas presentadas previenen el incremento del impacto, pero no reducen el efecto que presenta este sobre las áreas intervenidas, más aún cuando en su mayoría, estas áreas serán en las que se construya el proyecto, por lo cual la eficacia de las medidas se considera baja y el efecto continua residual.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el proceso formador del suelo requiere largos periodos de tiempo (hasta cientos de años), medidas como la revegetalización de áreas intervenidas, en las que se busca la adecuación de áreas que soporten material vegetal (pastos o coberturas de bajo porte) a través de la conformación de sustratos y la utilización de la capa orgánica del suelo proveniente del descapote, la estructuración del suelo, requiere un periodo de adaptación a largo plazo, en donde los materiales dispuestos, en combinación con elementos ambientales, la vegetación e incluso la actuación humana permitan que se estructure nuevamente un perfil de suelo estable y consolidado, razón por la cual se otorga esta calificación.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.20 Análisis de residualidad del impacto 12. Alteración del uso actual

12. Alteración del uso actual			
ACTIVIDAD			**ÍNDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Constitución del derecho de vía, adquisición de predios	PGS-07	4.Compensación	Adquisición de predios
Compensación por cambio en el uso del suelo	PMB-11	4.Compensación	Áreas compensadas
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
La constitución del derecho de vía a través de la adquisición de los predios necesarios para el desarrollo del proyecto es una medida que busca compensar de manera económica a los propietarios que han sufrido una afectación directa a causa de este, sin embargo, esta medida no busca retornar el uso del suelo a las áreas que han sido afectadas, por lo cual su eficacia en cuanto a la modificación del cambio de uso es baja.			

12. Alteración del uso actual	
Para el caso de la compensación por cambio de uso del suelo, al igual que la anterior está enfocada a compensar la pérdida de áreas naturales a través de la conservación, restauración y/o enriquecimiento de áreas remanentes o protección de áreas naturales y rondas hídricas lo cual permite resarcir el impacto generado manteniendo la perdida de las áreas afectadas.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	5 Recuperable a corto plazo (>1 años)
Teniendo en cuenta que las medidas se basan principalmente en una concertación con la comunidad (valor del predio o inmueble afectado) o la autoridad ambiental encargada (áreas a compensar), se estima que el tiempo esperado de la recuperación en el corto plazo ya que estas actividades deben realizarse en etapas previas al desarrollo del proyecto.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.21 Análisis de residualidad del impacto 13. Modificación de la calidad paisajística

13. Modificación de la calidad paisajística			
ACTIVIDAD			INDICE IMPORTANCIA
Desmonte y limpieza			2.Severo
Portales de entrada y salida			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote;	PMB-01	1.Prevención	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
Manejo paisajístico	PMF-06	2.Mitigación	Terrenos restaurados
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
El manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, busca minimizar las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo y el material vegetal que pueda ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empradización de taludes, lo cual se busca en la medida PMB-04. Esto se evidencia en áreas como taludes, ZODMES, luces de viaducto, portales de entrada y salida, entre otras, son sometidos a procesos de restauración y revegetalización enfocados a retornar a su estado original las áreas intervenidas, o implementar coberturas que no solo cumplan una función de estabilización del terreno o mitigación de efectos ambientales, sino que adicione elementos que mejoren la percepción de la calidad visual del paisaje de las unidades modificadas. Esto se complementa con el manejo paisajístico, el cual busca minimizar el impacto visual a través de la integración de los nuevos elementos arquitectónicos en la estructura paisajística. Se considera que la combinación del desarrollo de estas tres medidas presenta una efectividad media debido a que sin importar las acciones que se desarrollen, el proyecto genera una alteración significativa a la estructura paisajística, mediante la eliminación de elementos estructurales del paisaje y la adición de nuevos componentes, por lo cual, se generara una nueva matriz del paisaje			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)

13. Modificación de la calidad paisajística	
El tiempo de recuperación se contempla en el mediano plazo debido a que se requiere que tanto el desarrollo de las especies vegetales establecidas en a través de la medida de manejo de revegetalización, alcancen desarrollo adecuado que aporte elementos de calidad en el paisaje, como la asimilación, por parte de la comunidad afectada por el desarrollo del proyecto, de los nuevos elementos que conforman la estructura paisajística, en donde no solo ocurre una asimilación de los elementos introducidos en cuanto a la percepción visual, sino en la dinámica y la interacción que presenta la comunidad con estos.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.22 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal

14. Cambios en la cobertura vegetal			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			2.Severo
Desmonte y limpieza			
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote;	PMB-01	1.Prevención	Material de descapote
Revegetalización de áreas intervenidas	PMB-04	2.Mitigación	Áreas revegetalizadas
Manejo paisajístico	PMF-06	2.Mitigación	Terrenos restaurados
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
El manejo de la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, busca evitar la afectación o corte innecesario de material vegetal en las áreas intervenidas, así como el aprovechamiento de las capas orgánicas del suelo y el material vegetal que pueda ser útiles en procesos de revegetalización de áreas intervenidas o empradización de taludes, lo cual se busca en la medida PMB-04. Sin embargo, dado que la pérdida de cobertura será permanente, las medidas ambientales no podrán evitar la pérdida de servicios ambientales que se producen en el área afectada, por lo tanto, el impacto se considera irreversible, razón por la cual se considera que la eficacia de la medida es muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de la cobertura vegetal sera inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.23 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas

15. Modificación de la conectividad de ecosistemas	
ACTIVIDAD	**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos	2.Severo

15. Modificación de la conectividad de ecosistemas			
Desmonte y limpieza			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de revegetalización de áreas intervenidas	PMB-0		Áreas revegetalizadas /Áreas intervenidas por infraestructura asociada y Zodmes * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Debido a que existe una pérdida de conectividad, efecto de la perdida de cobertura natural por la ejecución de las actividades de desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, este impacto es de carácter permanente, por lo tanto, irreversible, razón por la cual se considera que la eficacia de la medida es muy baja. Para las áreas donde se realice la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, la afectación no se considera permanente, por lo tanto las medidas de Mitigación aplicadas a través del Programa de revegetalización de áreas intervenidas, atenuaran de alguna manera la perdida de cobertura natural, en un tiempo de recuperación superior a 5 años, la eficacia de la medida se considera media ya que espera que en este tiempo se logre recuperar el 50% de los procesos ecológicos que se producían en las áreas naturales previo a la construcción del proyecto.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Para las actividades de desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, el impacto de modificación de la conectividad de ecosistemas sera inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años. Para la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, se considera que el programa de revegetalización de áreas intervenidas, permita recuperar las condiciones para que la conectividad entre ecosistemas naturales y seminaturales se de lugar en un término de 1 a 5 años, por lo tanto, se considera que el impacto en estas áreas tiene un carácter recuperable en el mediano plazo.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.24 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial

17. Intervención áreas de manejo especial			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			2.Severo
Desmonte y limpieza			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y de la protección y conservación de hábitats	PMB-06	1.Prevención	Áreas sensibles señalizadas/áreas sensibles identificadas) X 100

17. Intervención áreas de manejo especial			
			Nº trabajadores capacitados en áreas sensibles/ Nº trabajadores contratados) X 100.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
La medida de manejo busca proteger ecosistemas de alta sensibilidad y/o estratégicos asociados a las áreas naturales localizados en el área de influencia del proyecto que no son objeto de intervención, para evitar su afectación, dado que sobre las áreas donde se desarrollaran las actividades de adecuación de accesos, desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, en áreas determinadas como sensibles, es decir, aquellas áreas en categoría de protección ambiental en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. Dado que el impacto de Intervención de áreas de manejo especial será entonces inevitable, se considera que la eficacia de la medida de manejo será muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de estas áreas sera inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.25 Análisis de residualidad del impacto 14. Cambios en la cobertura vegetal

14. Cambios en la cobertura vegetal			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			3. Moderado
Portales de entrada y salida			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Compensación de ecosistemas trasnformados	Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental	4.Compensación	(Área (m2) de coberturas compensadas / Áreas (m2) de coberturas a compensar según estipulado en el Plan de Compensación por pérdida de Biodiversidad) * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)

14. Cambios en la cobertura vegetal	
En el ámbito de manifestación Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine), para las actividades de Desmonte y limpieza y Portales de entrada y salida, en donde la importancia del impacto es MODERADA y dado que este es irreversible, las medidas ambientales no podrán evitar la pérdida de servicios ambientales que se encuentran en este ámbito.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de la cobertura vegetal será inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.26 Análisis de residualidad del impacto 15. Modificación de la conectividad de ecosistemas

15. Modificación de la conectividad de ecosistemas			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			3.Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de revegetalización de áreas intervenidas	PMB-0		Áreas revegetalizadas /Áreas intervenidas por infraestructura asociada y Zodmes * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Debido a que existe una pérdida de conectividad, efecto de la perdida de cobertura natural por la ejecución de las actividades de desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, este impacto es de carácter permanente, por lo tanto, irreversible, razón por la cual se considera que la eficacia de la medida es muy baja. Para las áreas donde se realice la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, la afectación no se considera permanente, por lo tanto las medidas de Mitigación aplicadas a través del Programa de revegetalización de áreas intervenidas, atenuaran de alguna manera la perdida de cobertura natural, en un tiempo de recuperación superior a 5 años, la eficacia de la medida se considera media ya que espera que en este tiempo se logre recuperar el 50% de los procesos ecológicos que se producían en las áreas naturales previo a la construcción del proyecto.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Para la actividad de retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, se considera que el programa de revegetalización de áreas intervenidas, permita recuperar las condiciones para que la conectividad entre ecosistemas naturales y seminaturales se de lugar en un término de 1 a 5 años, por lo tanto, se considera que el impacto en estas áreas tiene un carácter recuperable en el mediano plazo.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Tabla 10.27 Análisis de residualidad del impacto 17. Intervención áreas de manejo especial

17. Intervención áreas de manejo especial			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Construcción de accesos			3.Moderado
Desmonte y limpieza			
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Programa de conservación de especies vegetales y faunísticas y de la protección y conservación de hábitats	PMB-06	1.Prevención	Áreas sensibles señalizadas/áreas sensibles identificadas) X 100 Nº trabajadores capacitados en áreas sensibles/ Nº trabajadores contratados) X 100.
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			1 Baja (< 30%)
Para el ámbito de manifestación de Territorios agrícolas (Nivel 2 Corine) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT – SIRA, se considera que las medidas de manejo preventivas buscan proteger ecosistemas de alta sensibilidad y/o estratégicos asociados a las áreas naturales localizados en el área de influencia del proyecto que no son objeto de intervención, para evitar su afectación, dado que sobre las áreas donde se desarrollaran las actividades de construcción de accesos, desmonte y limpieza y adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes, en áreas determinadas como sensibles y Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, localizadas en categoría de protección ambiental en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. Dado que el impacto de Intervención de áreas de manejo especial será entonces inevitable, se considera que la eficacia de la medida de manejo será muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Teniendo en cuenta que el impacto de alteración de estas áreas será inevitable e irreversible, no se considera la recuperación del medio, por lo tanto, se asume un periodo superior a 10 años.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			3.Moderado

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.28 Análisis de residualidad del impacto 16. Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural

17. Intervención áreas de manejo especial			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			3.Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA

17. Intervención áreas de manejo especial			
Programa de manejo del suelo - Subprograma de manejo de Flora	PMB-02	Prevención Mitigación	
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Las medidas de manejo propuestas para la mitigación del impacto sobre las especies de flora endémica, amenazada, vedada y de importancia ecológica, económica y cultural existentes dentro de las áreas a afectar por el proyecto, se realizarán con el objetivo de garantizar que la supervivencia de las especies de flora reubicadas en un porcentaje igual o mayor al 60%. Por lo tanto, la eficacia de la medida se considera alta.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Recuperable a mediano plazo (1 a 10 años)
Teniendo en cuenta que las medidas serán ejecutadas en un término de 1 a 10 años, se considera que el impacto es recuperable en el mediano plazo.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

Tabla 10.29 Análisis de residualidad del impacto 18. Alteración de hábitat

18. Alteración de hábitat			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Compensación por perdida de los hábitats de la fauna silvestre asociados a coberturas naturales	Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad, en los términos establecidos en el art. 2.2.2.3.5.1, numeral 12, del Decreto 1076, Estatuto Único Ambiental	4.Compensación	(Área (m2) de coberturas compensadas / Áreas (m2) de coberturas a compensar según estipulado en el Plan de Compensación por pérdida de Biodiversidad) * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			0 Muy Baja (0%)
Con la compensación se deben alcanzar ganancias demostrables en el estado de conservación de la biodiversidad y los ecosistemas, las cuales no serían obtenidas sin su implementación. Sin embargo, teniendo en cuenta que la compensación no se realizará en las coberturas afectas por el proyecto, la eficacia de la medida es muy baja.			
TIEMPO DE RECUPERACÍON ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
La oferta y la calidad del hábitat de la fauna silvestre depende del estado de conservación de las coberturas naturales y semi naturales; por ende, más de 10 años es el tiempo de recuperación de dichas coberturas para que puedan brindar servicios ecosistémicos en términos de oferta y calidad de hábitats a la fauna silvestre asociada a estas.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			2.Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.30 Análisis de residualidad del impacto 19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre

19. Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Desmonte y limpieza			2.Severo
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			2.Severo
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	PM-05	2.Mitigación	(Nº Actividades de ahuyentamiento de fauna realizadas / Nª Actividades de ahuyentamiento proyectadas) * 100.
			(Nº de inspecciones realizadas/Nº de inspecciones programadas) *100
			(Número de especies reubicadas/Número de especies capturadas) *100
Señalización	PM-05	1.Prevención	(Número de señales ubicadas/Número de pasos de fauna) *100
Educación Ambiental	PM-05	1.Prevención	Número de jornadas de educación ambiental realizadas /Número de jornadas programadas) *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			15 Muy Alta (>80%)
El ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna antes de desmonte y la reubicación de la fauna, se hace con el fin de reducir la posibilidad de la afectación o pérdida de ejemplares por el proyecto. Si se hace de manera adecuada y con la prioridad planteada en la ficha PM-05, su eficiencia será Alta. La señalización y los reductores de velocidad en aquellas zonas donde la vía existente y proyectada cruce coberturas naturales disminuirán la posibilidad de atropellamiento por parte de los operarios de maquinaria relacionada con el proyecto, que, junto con la educación ambiental sobre el tema, potencializarán la eficiencia de estas medidas. Sin embargo, la eficiencia de esta medida se considera media, por el hecho que se deberá estar permanente mente evaluando y replanteando con el fin que la señalización y los reductores de velocidad estén cumpliendo con el fin por el cual fueron planteados en la PM-05			
TIEMPO DE RECUPERACÍON ESPERADO			1 Largo Plazo (>10 años)
Al afectar individuos faunísticos se altera la tasa reproductiva de las poblaciones silvestres, al eliminar individuos altamente reproductivos. El tiempo de recuperación, depende en este caso, de la capacidad y de la estrategia reproductiva de las cada una de las especies presentes en el área de influencia del proyecto, por ende, es el tiempo mínimo estimado para que las poblaciones se recuperen.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			4.Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.31 Análisis de residualidad del impacto 21. Cambios en el desplazamiento poblacional.

21. Cambios en el desplazamiento poblacional.			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Contratación y capacitación del personal			3. Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	Nº de capacitaciones ejecutadas/ N° de capacitación establecidas *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores capacitados / N° de trabajadores contratados *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores con inducción del proyecto / N° de trabajadores contratados *100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%)
Se estima que la actividad *Gestión predial y negociación del derecho de vía* puede generar un impacto de importancia moderada para el ámbito de manifestación: “Unidades territoriales menores El Buque, San Luis, Cristo Rey parte alta y parte baja, Juan XXIII, Alcaparral Sector Los Adioses, Sabaneta Alta y El Naranjo. Lo anterior, debido a que será necesario el traslado de viviendas para la construcción de la doble calzada y con ello, cambios en sus formas de adaptación económica y cultural. Cabe mencionar que la interacción del impacto con la actividad *Contratación y capacitación de personal*, propicia la aparición del impacto, por cuenta de posible llegada de personas al área de intervención del proyecto, que busquen ocupar las vacantes laborales. Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es menor a un año, teniendo en cuenta que una vez se implementen las medidas de manejo se conocerá el número de cupos laborales a ofrecer por parte de la UVRP y la expectativa que puede motivar la llegada de población al territorio, se disipará prontamente. Las medidas de manejo establecidas para este impacto contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación con la comunidad que contribuya a la conservación y mejoramiento del entorno. De acuerdo con la aclaración anterior, los programas de Atención al Usuario (PGS-01) y Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto (PGS-02), tienen directa relación con el impacto y se estima que la eficacia de las medidas de manejo es alta porque a través de las oficinas de Atención al Usuario y de las personas que se van contratando en el proyecto, pueden disiparse las posibles expectativas frente a la contratación de personal. De acuerdo con las interacciones entre las actividades, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca acciones encaminadas a la prevención y orientación de la seguridad vial relacionados con las actividades de obra, por medio de jornadas informativas en sectores estratégicos de la vía.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5. Corto Plazo (<1 año)

21. Cambios en el desplazamiento poblacional.	
El tiempo de recuperación esperado para el impacto *Cambios en el desplazamiento poblacional,* se considera menor a 1 año, durante la contratación y capacitación del personal. Lo anterior, teniendo en cuenta que una vez se implementen las medidas de manejo se conocerá el número de cupos laborales a ofrecer por parte de la UVRP, disminuyendo la expectativa que tiene la población frente a esta actividad. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante para la actividad evaluada.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.32 Análisis de residualidad del impacto 23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.

23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Excavaciones por perforación y voladura			2.Severo
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social			3. Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de inicio requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de cierre requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2. Mitigación 3. Corrección 4.Compensación	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas por el proyecto * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)

23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.

En primera instancia, se estima que la actividad *Excavaciones por perforación y voladura* puede generar un impacto de importancia severa para los ámbitos de manifestación definidos, a saber: Unidades territoriales menores nucleadas y unidades territoriales menores dispersas. Lo anterior, de acuerdo con las explosiones a generar para la construcción del túnel y su eventual afectación a la prestación de los servicios públicos, en particular al relacionado con el recurso hídrico. Cabe aclarar que, de acuerdo con el diseño definido y la trascendencia de los impactos por la construcción de la UF1, no se estima afectación a la infraestructura asociada a los servicios públicos sino de manera específica, a la prestación del servicio por la posible disminución del recurso hídrico ante la actividad generadora.

En las unidades territoriales menores, el agua es provista en buena medida por cuerpos hídricos cercanos como manantiales, a través de mangueras de conexión rudimentaria. En el caso en que las excavaciones por perforación y voladura generen eventuales cortes temporales o intermitencias en el servicio, la población afectada según los dos ámbitos de manifestación definidos. Aunque en principio se infiere que las unidades territoriales localizadas en área urbana tienen otras fuentes de provisión del servicio, luego del trabajo de recolección primaria, se conoció que los habitantes de los barrios San Luis, El Buque y Cristo Rey parte alta y baja, captan el agua de algunos cuerpos hídricos localizados dentro del área de influencia, lo que implica una adecuada aplicación de las medidas de manejo propuestas. No se debe desconocer que El Barrio El Buque, se localiza el Campus de la Universidad de Pamplona, por tanto, ante una eventual interrupción del servicio, la afectación no se generaría sólo sobre los habitantes de las unidades territoriales sino sobre los estudiantes de dicho plantel.

Otro aspecto para tener en cuenta es que además de la posible afectación a los habitantes de la zona por el uso doméstico del agua, en el Sector Los Adioses se desarrolla actividad comercial, a través de distintos establecimientos que requieren necesariamente ser provistos del recurso; entre los cuales se encuentran: una (1) fábrica de bocadillos, restaurantes, un (1) hotel, entre otros. Por tanto, el recurso hídrico en la zona tiene uso residencial y también comercial relacionado con la actividad económica desarrollada en el territorio; aspecto que implica un manejo más integral ante el impacto a ocasionar.

De acuerdo con el reconocimiento del territorio, las características técnicas del proyecto, las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés y los hallazgos de la caracterización del medio socioeconómico y cultural, se observa que las excavaciones por perforación y voladura constituyen la actividad que puede generar el impacto de importancia más alta.

Por su parte, se considera que el impacto adquiere importancia moderada en la actividad *Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social,* puesto que afecta directamente la prestación del servicio y requiere inhabilitar los nacederos, bocatomas y redes actuales con una extensión parcial, por cuanto no sólo se afecta el punto en donde se localiza la infraestructura, sino que reciben el impacto zonas aledañas en donde se ubica la población que se beneficia de dichas redes, localizadas en las unidades territoriales menores El Buque, San Luis, Alcaparral, Sabaneta Alta y El Naranjo.

Con respecto a la actividad generadora, se encuentra que las medidas relacionadas con la Atención al Usuario (PGS-01) y el Manejo de la infraestructura de predios y de servicios públicos (PGS-08), resultan ser las que corresponden para dar manejo al posible impacto a ocasionar. Lo anterior, porque en la medida en que establezcan mecanismos para ofrecer información a los grupos de interés, se capacite a los trabajadores de los distintos frentes de obra y vele por la

23. Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	
implementación de medidas que mitiguen los impactos asociados a la suspensión temporal de la prestación de servicios públicos, se reducirá la magnitud del impacto. De acuerdo con las interacciones entre actividad, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca y recurra a unos canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de influencia, a través de los cuales puedan por un lado, informar acerca de los cortes temporales en la prestación del servicio, las medidas contingentes para garantizar el acceso a dicho servicio, y por otro, recibir y atender las PQRS recibidas al respecto. Cabe mencionar que, con un adecuado de manejo del impacto a ocasionar, de manera paralela se evita la sinergia y la acumulación que se pueden generar por el desarrollo de otras actividades del proyecto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Mediano Plazo (< 5 años)
El tiempo de recuperación esperado para el impacto relacionado con la prestación de los servicios públicos, se considera menor a cinco (5) años. Lo anterior, porque el desarrollo de la actividad puede darse de manera transversal a la etapa constructiva (4 años), de acuerdo con las características de los terrenos a excavar para la construcción del túnel. Además, teniendo en cuenta que la actividad necesariamente tiene que llevarse a cabo, existe la probabilidad de ocurrencia del impacto independientemente de la implementación de las medidas de manejo; aunque como se menciona anteriormente, sí se pueden mitigar los efectos sobre el medio a intervenir. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser moderado para las actividades con nivel de importancia severo e irrelevante para las actividades que registraron inicialmente un nivel de importancia moderado.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	4. Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.33 Análisis de residualidad del impacto 24. Modificación a la infraestructura vial.

24. Modificación a la infraestructura vial.			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3. Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME-			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de

24. Modificación a la infraestructura vial.			
			instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%) 1 Baja (<30%)
Al tratarse de un proyecto que requiere la construcción de una variante nueva se generan múltiples interacciones causantes del impacto, entre las que se encuentran, la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, el retiro de escombros y materiales sobrantes – adecuación de ZODME y la adquisición almacenamiento y transporte de detonantes. Estas actividades adquieren una importancia moderada, en la medida que las vías a utilizar por el proyecto se encuentran en su mayoría en afirmado y carecen de las condiciones adecuadas para permitir el flujo constante de vehículos pesados tal como si sucede con la vía primaria que comunica a los municipios Pamplona, Pamplonita y Cúcuta, y sirve de conexión para la movilidad entre los departamentos Norte de Santander, Santander con el resto del país, por lo que está diseñado para soportar cargas pesadas. Las actividades evaluadas registran una persistencia permanente en tanto la modificación de la infraestructura vial tarda menos de un año en manifestarse en los dos (2) ámbitos establecidos (vía primaria y vías terciarias). Es de resaltar la importancia que adquiere la vía primaria denominada Ruta Nacional 5505 en los sectores donde empalma con la variante Pamplona, la cual se constituye en la principal arteria vial para Norte de Santander que conecta a las ciudades principales de Pamplona y Cúcuta con los municipios aledaños. Con respecto a la actividad generadora, se encuentra que las medidas relacionadas con la Atención al Usuario (PGS-01) y Cultura Vial (PGS-06), resultan ser las indicadas para el manejo del impacto que se puede ocasionar, puesto que una vez se establezcan mecanismos y canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de intervención, y se explique de manera suficiente el alcance y actividades propias del proyecto, se podrá prevenir o mitigar el impacto.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3 Mediano Plazo (< 5 años) 5 Corto Plazo (< 1 año)
Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es a mediano plazo durante la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos y, para las demás actividades a corto plazo, es decir menor a 1 año, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo en 4 años. La modificación en la infraestructura vial está directamente relacionada con el retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de Zodme, ocasionando que el índice de importancia ambiental neta sea irrelevante para esta actividad.			
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA			**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.34 Análisis de residualidad del impacto 25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular

25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			3. Moderado
Excavación emboquilles			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%) 1 Baja (<30%)

25. Cambios en la movilidad peatonal y vehicular	
Se estima que el impacto presenta importancia moderada en los ámbitos de manifestación vía primaria denominada Ruta Nacional 5505, en los sectores donde empalma con la variante Pamplona y las cinco (5) vías terciarias que se utilizarán durante la construcción del proyecto y que cuentan con una longitud de 13,27 km. Durante la movilización y transporte de materiales, la demolición y retiro de estructuras y la excavación emboquilles se pueden generar la obstaculización temporal de la vía, al impedimento para el acceso al servicio de transporte público, a la movilidad peatonal, a la disminución del área de rodamiento, situación que afectará la cotidianidad y la calidad de vida de la población, así como también las comunidades locales y foráneas que usan habitualmente el corredor vial y, el acceso a los establecimientos comerciales ubicados en la curva Los Adioses principalmente. Las actividades evaluadas registran una extensión parcial y un efecto considerado como directo, localizadas básicamente sobre las vías que interceptan sabaneta Alta y Alcaparral en donde tendrá lugar la construcción del túnel. Con respecto a la actividad generadora, se encuentra que las medidas relacionadas con la Atención al Usuario (PGS-01), Información y participación comunitaria (PGS-03) y Cultura Vial (PGS-06), resultan ser las indicadas para el manejo del impacto que se puede ocasionar. Lo anterior, porque en la medida en que establezcan mecanismos y canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de intervención, a través de los cuales puedan, por un lado, explicar de manera suficiente, las implicaciones de las obras a realizar, y por otro, recibir y atender las PQRS recibidas al respecto. De acuerdo con las interacciones entre actividad, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca y recurra a unos canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de influencia, a través de los cuales puedan por un lado, informarse acerca de los cortes temporales en la prestación del servicio, las medidas contingentes para garantizar el acceso a dicho servicio, se reciban y atienda las PQRS y por otro, se creen espacios de educación, orientación, prevención y seguridad vial con los grupos de interés de la variante Pamplona.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Mediano Plazo (< 5 años)
Se considera que el tiempo de recuperación del medio es menor a 5 años, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo en 4 años. La excavación emboquilles y la llegada de vehículos, maquinaria y equipos, relacionada específicamente con la construcción del túnel pueden influir en la generación de cambios en la movilidad peatonal y vehicular, aspecto que prolonga el tiempo de recuperabilidad. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.35 Análisis de residualidad del impacto 26. Cambios en el riesgo de accidentalidad

26. Cambios en el riesgo de accidentalidad	
ACTIVIDAD	**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos	3. Moderado
Construcción de accesos	
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	

Retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME-			
Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes			
Desescombro			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	N.º de PQRS atendidas / N.º PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	N.º PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	N.º de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ N.º de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	N.º de talleres de seguridad vial realizados / N.º de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	N.º de jornadas de sensibilización realizadas / N.º de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61%-80%) 5 Media (30% a 60%)
Se estima que la actividad *Adecuación y construcción de accesos, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, retiro de escombros y materiales sobrantes- adecuación de ZODME, adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes* puede generar un impacto de importancia moderada para los ámbitos de manifestación vías primarias y terciarias, donde se presentarán cierres o limitaciones de tráfico que harían más propensos los accidentes. Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es menor a 1 año para las actividades de adecuación y construcción de accesos, teniendo en cuenta que son actividades puntuales y constituyen una de las primeras actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. Por otro lado, para las demás actividades se estima que el tiempo de recuperabilidad es menor a 5 años, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo en 4 años. Los cambios en el riesgo de accidentalidad están directamente vinculados al movilización y transporte de materiales maquinaria y equipos, aspecto que prolonga el tiempo de recuperabilidad. Las medidas de manejo establecidas para el presente impacto contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación con la comunidad que contribuya a la conservación y mejoramiento del entorno. De acuerdo con la aclaración anterior, los programas de Atención al Usuario (PGS-01) y Cultura Vial (PGS-06), tienen directa relación con el impacto y se estima que la eficacia de las medidas de manejo es alta porque contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación, orientación, prevención y seguridad vial con las instituciones educativas aledañas, comunidades del área de influencia y usuarios de la variante Pamplona.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			3. Mediano Plazo (<5 año)

Se considera que el tiempo de recuperabilidad del medio es menor a 1 año, teniendo en cuenta que la adecuación de accesos es puntual y constituye una de las primeras actividades a realizar para el desarrollo del proyecto y menor a 5 años, teniendo en cuenta que la etapa constructiva se llevará a cabo durante 4 años. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante para la actividad evaluada.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.36 Análisis de residualidad del impacto 27. Alteración en el acceso de los predios

27. Alteración en el acceso de los predios			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Adecuación de accesos			3. Moderado
Construcción de accesos			
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			5 Media (30%-60%)
El impacto Alteración en el acceso de los predios registra importancia moderada en la interacción con las actividades adecuación y construcción de accesos y, movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos. Cabe mencionar que la interacción del impacto con la adecuación y construcción de accesos para el proyecto restringirá el ingreso o la salida de personas y/o vehículos en los predios localizados sobre el área de intervención de la Unidad Funcional 1 del Proyecto, dentro de los cuales se encuentra la Universidad de Pamplona, que registra un número aproximado de 13.000 estudiantes, contexto que hace que el impacto adquiera mayor importancia por tanto, el acceso deberá contar con medidas de manejo adecuadas que no generen mayores incomodidades o afectaciones a la población estudiantil. Se estima que esta condición se presentará de manera inmediata pero continua, teniendo en cuenta que la adecuación de accesos es puntual y constituye una de las primeras actividades a realizar para el desarrollo del proyecto. No obstante, se considera que la recuperabilidad del			

medio frente al impacto ocasionado se da en el mediano plazo, en la mediada que la construcción de accesos implica la movilización de materiales, maquinaria y equipos, desmonte y limpieza, entre otros, de manera transversal a la etapa constructiva, alterando el acceso a los predios, aspecto que prolonga el tiempo de recuperabilidad. Las medidas de manejo establecidas para este impacto contribuyen a recibir las inquietudes y darles trámite y crear espacios de educación, orientación, prevención y seguridad vial con las instituciones educativas aledañas, comunidades del área de influencia y usuarios de la variante Pamplona. De acuerdo con la aclaración anterior, los programas de Atención al Usuario (PGS-01) y Cultura Vial (PGS-06) tienen directa relación con el impacto sobre todo para reducir la posibilidad de generar sinergia y acumulación con otras actividades del proyecto. De acuerdo con las interacciones entre las actividades, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca acciones encaminadas a la prevención y orientación de la seguridad vial relacionados con las actividades de obra, por medio de jornadas informativas en sectores estratégicos de la vía.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	5. Corto Plazo (<1 año) 3. Mediano Plazo (< 5 años)
El tiempo de recuperación esperado para el impacto *Alteración en el acceso de los predios,* se considera menor a 5 años, para la interacción en la adecuación de accesos y menor a un año para las demás actividades. Lo anterior porque las actividades generadoras del impacto necesariamente tienen que desarrollarse en el marco del proyecto y su efecto se puede minimizar durante el desarrollo de algunas actividades propias de la obra. Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante para todas las actividades evaluadas.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	**Irrelevante**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.37 Análisis de residualidad del impacto 30. Modificación a la destinación económica del suelo

30. Modificación a la destinación económica del suelo			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Gestión predial y negociación del derecho de vía			2.Severo
Desmonte y limpieza			
Gestión predial y negociación el derecho de vía			3. Moderado
Retiro de escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME-			3. Moderado
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº PQRS abiertas / Número PQRS cerradas en tiempos de ley* 100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados

30. Modificación a la destinación económica del suelo			
			para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios localizados en el área de intervención visitados / Nº total de predios localizados en el área de intervención *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	N° de unidades sociales con acompañamiento /N° de unidades sociales trasladadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de portafolios de servicios inmobiliarios elaborados/identificados / Nº de portafolios de servicios inmobiliarios requeridos*100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo realizados/ Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo programados
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			0 Muy Baja (0%)

De acuerdo con la evaluación ambiental realizada al impacto *Modificación a la destinación económica del suelo* se encuentra que su interacción con las actividades *Gestión predial y negociación del derecho de vía* y *Desmonte y limpieza*, tiene una importancia severa.

Cabe mencionar que el impacto en relación con la actividad de *Gestión predial y negociación del derecho de vía* y el ámbito de manifestación *Infraestructura (comercial – curva de Los Adioses)*, puede interpretarse en dos sentidos. El primero, dado que las obras propias del proyecto necesariamente implican que el uso del suelo cambie. Dicha actividad es la que da paso a la etapa constructiva del proyecto e indica que en las áreas a adquirir, tienen que suspenderse las actividades que tradicionalmente se llevan a cabo. El segundo, porque la Curva de los Adioses, tiene desarrollo económico a través de distintos establecimientos que ofrecen bienes y servicios a las comunidades aledañas y a quienes transitan entre Pamplona y Cúcuta. Es así como la

30. Modificación a la destinación económica del suelo	
construcción de la variante Pamplona, conlleva al traslado de dichos establecimientos o a su eventual desaparición. Por otra parte, la actividad *desmonte y limpieza* en su interacción con el ámbito de manifestación *Uso forestal – con tipo de uso de producción protección*, se analiza con una importancia severa porque nuevamente, la construcción de la Variante Pamplona implica el cambio en el uso del suelo y una vez construida la vía, dicho uso es irrecuperable en el área requerida. En lo relacionado con las actividades valoradas con índice de importancia moderada, para los ámbitos de manifestación zonas con uso agroforestal, uso ganadero, infraestructura comercial y uso forestal; pese a que el efecto se manifiesta de manera negativa en el crecimiento económico de los predios; de acuerdo con las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés y los hallazgos de la caracterización del medio socioeconómico, se identificó que la población localizada en dichos ámbitos de manifestación no consideran que el impacto afecte de manera significativa la destinación económica de sus predios, en la medida que la afectación será parcial y contará con medidas de compensación. De igual manera, de acuerdo con lo evidenciado en el área de intervención, la población ha tenido resilencia frente a la alteración generada al suelo, a tal punto que el medio se ha adaptado a los nuevos usos, pero continuando con la actividad económica tradicional. Con relación a las medidas de manejo, es importante mencionar que su implementación contribuye a explicar adecuadamente las actividades del proyecto, recibir las inquietudes y darles trámite y hacer acompañamiento a los predios localizados en el área de intervención; pero no a una prevención en la generación del impacto pues el cambio en el uso del suelo es inevitable en las áreas requeridas para la construcción de la Variante Pamplona. De acuerdo con la aclaración anterior, se encuentra que los programas de Atención al Usuario (PGS-01), Información y participación comunitaria (PGS-03) y Afectación a Terceros (PGS-07) son los que tienen directa relación con el impacto sobre todo para reducir la posibilidad de generar sinergia y acumulación con otras actividades del proyecto. De acuerdo con las interacciones entre las actividades, impacto y ámbitos de manifestación definidos, se considera oportuno que la Unión Vial Río Pamplonita establezca y recurra a unos canales de comunicación efectivos para estar en contacto permanente con las comunidades del área de intervención, a través de los cuales puedan por un lado, explicar de manera suficiente, las implicaciones de las obras a realizar, y por otro, recibir y atender las PQRS recibidas al respecto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	1 Largo Plazo (>5 años)
El tiempo de recuperación esperado para el impacto *Modificación a la destinación económica del suelo,* se considera mayor a 5 años. Lo anterior porque las actividades generadoras del impacto necesariamente tienen que desarrollarse en el marco del proyecto y su efecto no se puede minimizar así se implementen medidas de manejo. De igual manera, el uso actual del suelo es irrecuperable e irreversible una vez se construya la Variante Pamplona Con base en lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser severo para las actividades de Gestión predial y negociación del derecho de vía (ámbito Infraestructura comercial – curva de Los Adioses), y la actividad de desmonte y limpieza, con el ámbito de manifestación Uso forestal – con tipo de uso de producción protección; y, con importancia moderada para la actividad de Gestión predial y negociación del derecho de vía y retiro de	

30. Modificación a la destinación económica del suelo	
escombros y materiales sobrantes -Adecuación de ZODME, para los ámbitos de manifestación zonas con uso agroforestal, uso ganadero, infraestructura comercial y uso forestal.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	Severo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.38 Análisis de residualidad del impacto 32. Generación de nuevos conflictos

32. Generación de nuevos conflictos			
ACTIVIDAD			**INDICE IMPORTANCIA**
Gestión predial y negociación del derecho de vía			Moderado
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social			
Contratación y capacitación del personal			
Adecuación de accesos			
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			
Portales de entrada y salida			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones

32. Generación de nuevos conflictos			
			requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	Nº de capacitaciones ejecutadas/ N° de capacitación establecidas *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores capacitados / N° de trabajadores contratados *100
Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	PGS-02	1.Prevención	N° de trabajadores con inducción del proyecto / N° de trabajadores contratados *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de instituciones educativas cercanas a la UF1 visitadas/ Nº de instituciones educativas cercanas a la UF 1 *100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios localizados en el área de intervención visitados / Nº total de predios localizados en el área de intervención *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	N° de unidades sociales con acompañamiento /N° de unidades sociales trasladadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de portafolios de servicios inmobiliarios elaborados/identificados / Nº de portafolios de servicios inmobiliarios requeridos*100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo realizados/ Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo programados

32. Generación de nuevos conflictos			
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de inicio requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de cierre requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2. Mitigación 3. Corrección 4.Compensación	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61% a 80%) 5 Media (30%-60%) 1 Baja (< 30%)

En primera instancia, cabe mencionar que la generación de nuevos conflictos constituye un impacto que depende de los intereses, objetivos y percepciones de quienes hacen parte de determinada situación. En este caso, la generación de nuevos conflictos se relaciona con los grupos de interés identificados en el marco del presente Estudio de Impacto Ambiental. Adicionalmente, la generación del impacto tiene un carácter incremental dado que puede potencializarse en la medida en que avancen las obras y actividades del proyecto.

Tal como se mencionó en la descripción del impacto, la contratación y capacitación del personal es una actividad que genera alta sensibilidad entre los grupos de interés, dadas las expectativas asociadas a proyectos de esta índole, relacionadas con los porcentajes de participación y las condiciones contractuales establecidas por el constructor. En la medida en que dichas expectativas no sean satisfechas, se desencadena la generación de nuevos conflictos, aspecto que puede motivar la conformación de organizaciones que exijan la contratación de personal con determinadas especificidades, obstruyendo la dinámica habitual del proyecto. La vinculación laboral representa para las comunidades, una oportunidad para mejorar los ingresos de las familias y también, puede influir en que adicionalmente, se pacte entre la Unión Vial Río Pamplonita y las comunidades, la contratación de otros servicios (alimentación, alojamiento, alquiler de camionetas, volquetas, entre otros).

Asimismo, la construcción de los portales de entrada y salida, la adecuación de accesos y la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos, constituyen actividades de alta complejidad, en primer lugar, por la ejecución de las actividades asociadas a las construcciones ante la posible afectación que se puede generar en la infraestructura aledaña (social y comunitaria, de servicios públicos, privada, productiva, mejoras, entre otras), las restricciones en la movilidad,

32. Generación de nuevos conflictos	
entre otros. En segundo lugar, los habitantes de las unidades territoriales menores de los dos municipios tienen una alta dependencia de las cabeceras municipales de Pamplona y de Cúcuta (en menor medida de Pamplonita), para el desarrollo de sus actividades sociales, recreativas y de acceso a bienes y servicios, lo cual implicará el cruce permanente por los portales de entrada y salida y el empalme con la vía existente. De acuerdo con el reconocimiento del territorio, las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés y los hallazgos de la caracterización del medio socioeconómico y cultural, se observa que también la gestión predial y negociación del derecho de vía, puede contribuir a la generación de nuevos conflictos entre los grupos de interés y la Unión Vial Río Pamplonita, donde la ocupación del suelo y el proceso de negociación, puede generar molestias que puede llegar a perdurar en el tiempo y ser evidenciada en las demás actividades a desarrollar en el Proyecto, de no ser manejado oportunamente. Otra de las situaciones que puede incidir de manera directa en la manifestación de posibles impactos corresponde a la reubicación de infraestructura de servicios públicos, en el sentido que se considera un tema sensible, especialmente para las unidades territoriales Alcaparra, Sabaneta Alta, Cristo Rey y Juan XXIII, puesto que las obras a realizar pueden generar molestias por daños colaterales y posible restricción de los servicios públicos y abastecimiento del servicio de agua, recurso de vital importancia para la población. Con relación a las actividades que interactúan con el impacto, se encuentra que las medidas de manejo relacionadas con la realización de reuniones resultan más eficientes pues facilitan la exposición de puntos de vista de los grupos de interés y la Unión Vial del Río Pamplonita, que permitan llegar a acuerdos con el propósito de, por un lado, viabilizar la construcción de Variante Pamplona, y por el otro lado, generar el menor impacto socioambiental posible. En ese sentido, el programa que tendría mayor eficacia para la reducción de la magnitud del impacto es el de Información y Participación Comunitaria PGS – 03. Por su parte, las medidas de manejo correspondientes a los programas de Atención al Usuario PGS-01, Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto PGS-05, Cultura Vial PGS-06 y Afectación a terceros PGS-07 y Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos PGS-08, contribuyen al control del impacto generado, pero en una menor proporción. No obstante, la aplicación de todas las medidas de manejo puede generar un efecto acumulativo tendiente a reducir la magnitud del impacto.	
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO	3 Mediano Plazo (< 5 años)
Se considera que la recuperabilidad del medio frente al impacto ocasionado se da en el mediano plazo dado que los conflictos no se dirimen de manera inmediata principalmente por las actividades evaluadas para este impacto. Por tanto, la generación de conflictos puede darse de forma constante ante la inconformidad de las comunidades por los porcentajes de participación, el incumplimiento de los compromisos adquiridos o las diferencias entre líderes y comunidades. Con base en todo lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 10.39 Análisis de residualidad del impacto 35. Generación de expectativas

35. Generación de expectativas	
ACTIVIDAD	**INDICE IMPORTANCIA**
Gestión predial y negociación del derecho de vía	

35. Generación de expectativas			
Reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social			Moderado
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos			
Portales de entrada y salida			
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS MEDIDAS DE MANEJO			
MEDIDA	FICHA	TIPO DE MEDIDA	INDICADOR MEDIDA
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de PQRS atendidas / Nº PQRS presentadas *100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Número PQRS cerradas en tiempos de ley/ Número PQRS cerradas * 100
Atención al Usuario	PGS-01	1.Prevención	Nº de oficinas satélites implementadas/ Nº de oficinas satélites propuestas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones de información realizadas / Nº de reuniones de información programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de piezas de divulgación entregadas/ Nº de piezas de divulgación programadas *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº Planes de medios elaborados y ejecutados/ Nº Plan de medios requeridos *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	Nº de reuniones realizadas con el comité de Participación y Control Ciudadano / Nº de reuniones requeridas con el Comité de Participación y Control Ciudadano según cronograma *100
Información y participación comunitaria	PGS-03	1.Prevención	N° de grupos de interés convocados a las actividades participativas / N° de grupos de interés identificados para las actividades participativas*100
Capacitación, educación y concientización de la comunidad aledaña al proyecto	PGS-05	1.Prevención	N° Reuniones de concertación del plan de capacitación realizadas/ N° Reuniones de concertación del plan capacitación programadas *100
Capacitación, educación y concientización de la	PGS-05	1.Prevención	Nº de capacitaciones ejecutadas / Nº de capacitaciones concertadas con la comunidad *100

35. Generación de expectativas			
comunidad aledaña al proyecto			
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de talleres de seguridad vial realizados / Nº de talleres de seguridad vial programados * 100
Cultura Vial	PGS-06	1.Prevención	Nº de jornadas de sensibilización realizadas / Nº de jornadas de sensibilización programadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios localizados en el área de intervención visitados / Nº total de predios localizados en el área de intervención *100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	N° de unidades sociales con acompañamiento /N° de unidades sociales trasladadas * 100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de portafolios de servicios inmobiliarios elaborados/identificados / Nº de portafolios de servicios inmobiliarios requeridos*100
Afectación a Terceros	PGS-07	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo realizados/ Nº de espacios participativos que contribuyan al desarraigo y elaboración del duelo programados
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la suspensión del servicio público * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de inicio realizadas/ Nº de actas de inicio requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección 4.Compensación	Nº de actas de vecindad de cierre realizadas/ Nº de actas de cierre requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2. Mitigación 3. Corrección 4.Compensación	Nº de actas de compromiso realizadas/ Nº de áreas requeridas por el proyecto * 100
Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	PGS-08	1.Prevención 2.Mitigación 3.Corrección	Nº de predios informados sobre suspensión del servicio público/ Nº de predios afectados por la

35. Generación de expectativas			
		4.Compensación	suspensión del servicio público * 100
% EFICACIA DE LA MEDIDA DE MANEJO			10 Alta (61% a 80%) 1 Baja (< 30%)
Este es uno de los impactos que registra mayor incidencia en el desarrollo del Proyecto y que se identificó con mayor frecuencia durante las reuniones de información y taller de impactos y medidas de manejo, siendo la gestión predial y negociación del derecho de vía una de las actividades que genera el mayor número de expectativas en los propietarios y arrendatarios de los predios, puesto que se crean ideales frente a los valores a pagar, la ocupación del suelo, el alcance de las actividades a desarrollar por el proyecto, entre otros. Asimismo, la reubicación de infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social, y los portales de entrada y salida del túnel pueden llegar a repercutir en la disminución o restricción en el suministro del servicio prestado por los cuerpos de agua identificados en el área de intervención y sobre las diez mangueras de conducción de agua, los cuales en algunas ocasiones surten el servicio de acueducto a la población, lo que ha mantenido a lo largo del desarrollo del estudio de impacto ambiental una alta expectativa sobre la posible afectación de sus cuerpos de agua, situación que se registra en los barrios San Luis, Cristo Rey parte alta y baja y Juan XXIII, con mayor frecuencia. Tal como se mencionó en la descripción del impacto, las actividades que se estima tendrán interacción con el impacto generación de expectativas, giran en torno a la proliferación de partículas de polvo, ruido, cerramientos, restricción del tráfico tanto peatonal como vehicular, lo que puede incidir en que la población considere que durante estas obras se presenten daños a las viviendas aledañas a las vías o a la infraestructura social localizada cerca de las vías. De acuerdo con las inquietudes presentadas en las reuniones realizadas con los grupos de interés este impacto se puede manifestar con menor incidencia en la población de las cabeceras municipales, aunque podrían eventualmente verse afectadas de manera indirecta por causa de las obras, especialmente cerca al portal de entrada, localizado sobre la vía actual, la cual registra un alto flujo vehicular. Con relación a ello, cabe mencionar que la generación de expectativas tiende a incrementarse por efectos generados por otros proyectos que han existido en la región y que han influenciado en los criterios de opinión que se han fundado al interior de las comunidades; por ende, deben igualmente considerarse los pasivos de proyectos anteriores frente a este impacto Con relación a las actividades que interactúan con el impacto, se encuentra que las medidas de manejo relacionadas con la realización de reuniones resultan más eficientes pues facilitan la exposición de puntos de vista de los grupos de interés y la Unión Vial del Río Pamplonita, que permitan llegar a acuerdos con el propósito de, por un lado, viabilizar la construcción de Variante Pamplona, y por el otro lado, generar el menor impacto socioambiental posible. En ese sentido, el programa que tendría mayor eficacia para la reducción de la magnitud del impacto es el de Información y Participación Comunitaria PGS – 03. Por su parte, las medidas de manejo correspondientes a los programas de Atención al Usuario PGS-01, Capacitación, educación y concientización de la comunidad aledaña al proyecto PGS-05, Cultura Vial PGS-06 y Afectación a terceros PGS-07 y Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos PGS-08, contribuyen al control del impacto generado, pero en una menor proporción.			
TIEMPO DE RECUPERACIÓN ESPERADO			5 Corto Plazo (< 1 año) 3 Mediano Plazo (< 5 años)

35. Generación de expectativas	
Se considera que la recuperabilidad con la aplicación de las medidas de manejo se genera en el corto plazo dado que las expectativas se reducen en tanto se conozcan las características de la negociación predial. Las inconformidades que puedan surgir con el desarrollo de esta actividad, sí se convierten en nuevos conflictos. Por su parte, se estima que la recuperabilidad a mediano plazo se da especialmente durante la movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos y la reubicación de infraestructura de servicios públicos, que pueden hacer sinergia con otras actividades, originando que sea más complicado el control inmediato del efecto. Con base en todo lo anterior, se estima que el índice de importancia ambiental neta resulta ser irrelevante.	
ÍNDICE DE IMPORTANCIA AMBIENTAL NETA	Irrelevante

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.3 ANÁLISIS DE INTERNALIZACIÓN

Tomando como referencia los resultados del análisis de residualidad en donde se identificaron los impactos que con la implementación de las medidas de manejo pueden disminuir el grado de afectación a un nivel inferior *(Desde el punto de vista metodológico el nivel de atenuación se expresa como la disminución del nivel de significancia ambiental a categorías de importancia IRRELEVANTE*), el cual suponen menores riegos y daños sobre ambiente y/o el bienestar de las personas.

El análisis de residualidad donde se evaluaron las medidas de manejo en función de la eficacia de la medida y del tiempo de recuperación del elemento afectado, arrojando como resultado que de las 192 interacciones (41 Severas y 151 Moderadas) identificadas como significativos relacionadas 28 impactos, de estos 26 impactos (124 Interacciones) son internalizados a través de la implementación de las medidas de manejo, subrayando que algunos de los impactos analizados se mantiene como residuales o no internalizables en ámbitos de manifestación que se consideran sensibles o de mayor criticidad.

En este contexto en este numeral se registran los costos asociados a la implementación de los planes y programas relacionados directa o indirectamente con la atenuación de los impactos ambientales. La clasificación y registro de los costos obedece a la estructura del PMA (Ver capítulo 11.1.1), no obstante, en términos generales se categorizan en costos de prevención ambiental, costos de mitigación, costos correctivos y/o restauración y costos de compensación entendido retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas.

Con relación a la consolidación y presentación de la información en las fichas de manejo se relacionan los costos de cada medida referenciada ciñéndose a la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), la clasificación de los costos en Costos de Transacción, Costos operativos y costos de personal. En el anexo 9A se presenta el presupuesto general del PMA.

Los costos totales corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto. La información de los costos se presenta en forma matricial con causación anual para un periodo de referencian que se estimó en 4 años (1 año de pre-construcción y 3 años de construcción) en los cuales se proyecta se desarrollaran las inversiones consistentemente con la presencia de los impactos. Para efectos de los cálculos se consideró la tasa de descuento DTF promedio (Enero de 2018 a enero de 2017), establecida por el Banco de la Republica[4] equivalente a 5,92% EA.

Todos los valores presentados corresponden a pesos colombianos (COP), subrayando que en la construcción de flujo no se tuvieron en cuenta los efectos inflacionarios; es decir que los costos y beneficios se manejaron a precios constantes. (En el Anexo 9 A Internalización.).

En el análisis de internalización se proyectan el conjunto de inversiones y costos para llevar a cabo las actividades y medidas de manejo contempladas para la atenuación de los impactos, información que se extrae del Plan de manejo Ambiental del proyecto (Ver Capitulo 11 Plan de Manejo Ambiental y Anexo 9 A. Internalización _ hoja Excel_ presupuesto fichas de manejo), aclarando que en las fichas de manejo se relacionan actividades que atienden de forma diferencial varios impactos, y algunos impactos se circunscriben en varias fichas de manejo, situación que determina que el nivel o grado de atenuación del impacto, se alcance a través de la implementación conjunta de la actividades plasmadas en varias medidas de manejo.

En este orden de ideas en la Tabla 10.40 se registra la información de inversiones y gastos proyectados para la atenuación de los impactos ambientales generados por la construcción de la infraestructura vial, cuyo monto se proyectó en $ 5.353.795.587 pesos, de los cuales el 63% corresponde a inversiones y gastos comprometidos para la implementación de las medidas de manejo del medio abiótico, el cual puede aumentar temiendo en cuenta que muchas de las obras están inmersas en el presupuesto general de la obra.

En cuanto al medio socio económico (30% de la inversión proyectada), se observa que el 27% de los costos están ligados al programa de capacitación, Educación, Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto, seguido del subprograma de cultura vial y el Subprograma Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos

Respecto a los costos e inversiones sobre el medio biótico (7% de la inversión proyectada) se observa que el 83% del presupuesto está al programa de manejo de flora seguido del programa para el manejo de la fauna.

Con relación a la clasificación de los costos fijada en la guía de criterios técnicos, se observa que el 47% corresponde a costos de personal ($ 2.508.067.680), en tanto los costos operativos (insumos, materiales, maquinaria, equipos, infraestructura) alcanzan una cifra de inversión de $ 2.845.727.907 pesos equivalente al 53% del presupuesto del PMA.

[4] http://www.banrep.gov.co/en/series-estadisticas/see_tas_inter_capt_sem_men.htm

Tabla 10.40 Costos implementación plan de manejo ambiental (Cifras en miles de pesos)

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 01	Subprograma Conservación y restauración de la estabilidad geotécnica	CO	$ 456.000	$ 406.900		$ 152.000	$ 152.000	$ 152.000
			CP	$ 124.000	$ 110.648		$ 41.333	$ 41.333	$ 41.333
Cambios en las características de los suelos/Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 02	Subprograma Manejo de residuos de construcción y demolición -RCD y Zodmes	CO	$ 243.000	$ 36.883		$ 13.778	$ 13.778	$ 13.778
			CP	$ 120.000	$ 107.079		$ 40.000	$ 40.000	$ 40.000
Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 03	Subprograma Manejo de materiales y equipos de construcción	CO	$ 5.000	$ 4.462		$ 1.667	$ 1.667	$ 1.667
			CP	$ 387.500	$ 345.776		$ 129.167	$ 129.167	$ 129.167
Modificación de la calidad paisajística/Generación y /o activación de procesos denudativos	PMF 04	Subprograma Manejo paisajístico	CO	$ 14.375	$ 12.827		$ 4.792	$ 4.792	$ 4.792
Cambios en la calidad del agua superficial/Modificación de las propiedades Fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas subterránea	PMF 05	Subprograma Manejo de residuos sólidos, domésticos, industriales y especiales	CO	$ 83.760	$ 74.741		$ 27.920	$ 27.920	$ 27.920
			CP	$ 215.760	$ 192.528		$ 71.920	$ 71.920	$ 71.920
Cambios en la calidad del agua superficial/Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico/Alteración en la capacidad de transporte del agua	PMF 06	Subprograma Manejo de los residuos líquidos	CO	$ 340.400	$ 303.747		$ 113.467	$ 113.467	$ 113.467
Cambios en la calidad del agua superficial/Cambios en la disponibilidad del recurso hídrico/Alteración en la capacidad de transporte del agua/Cambios en la calidad del agua superficial	PMF 07	Subprograma Manejo de fuentes hídricas	CO	$ 6.978	$ 6.227		$ 2.326	$ 2.326	$ 2.326
Variación nivel freático / Modificación de las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de agua subterránea	PMF 08	Subprograma Manejo de aguas subsuperficiales y subterráneas	CO	$ 418.672	$ 373.591		$ 139.557	$ 139.557	$ 139.557
Modificación de la calidad del aire/Cambio en los niveles de presión sonora	PMF 09	Subprograma Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	CO	$ 111.592	$ 99.576		$ 37.197	$ 37.197	$ 37.197
			CP	$ 755.413	$ 674.073		$ 251.804	$ 251.804	$ 251.804

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Modificación de la calidad del aire/Cambio en los niveles de presión sonora	PMF 09	Subprograma Manejo y control de fuentes de emisiones y ruido	CO	$ 108.000	$ 96.371		$ 36.000	$ 36.000	$ 36.000
Cambio en el riesgo de accidentalidad/Cambio en la movilidad peatonal y vehicular/Generación de nuevos conflictos	PMF 10	Subprograma Prevención de accidentalidad vial durante la etapa constructiva	CO	$ 917	$ 865		$ 917	$ 0	$ 0
Cambio en la movilidad peatonal y vehicular/Modificación a la infraestructura vial / Alteración en el acceso de los predios/Generación de expectativas/Generación de conflictos con la comunidad	PMF 12	Subprograma: Manejo ambiental para la adecuación de vías de acceso	CP	$ 0	$ 0		$ 0	$ 0	$ 0
Cambios en la cobertura vegetal/Cambios en las características de los suelos/Cambios en la cobertura vegetal/Modificación de la calidad paisajística/Modificación de la conectividad de ecosistemas/Intervención áreas de manejo especial	PMB 01	Subprograma Manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	CO	$ 27.432	$ 24.478	$ 0	$ 9.144	$ 9.144	$ 9.144
Cambios en la cobertura vegetal/Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural/	PMB 02	Subprograma Manejo de flora	CO	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Cambios en la cobertura vegetal/Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural/	PMB 02	Subprograma Manejo de flora	CO	$ 5.569	$ 4.970	$ 0	$ 1.856	$ 1.856	$ 1.856
Cambios en la cobertura vegetal/Afectación a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural/	PMB 03	Subprograma Manejo del aprovechamiento forestal	CO	$ 237.983	$ 212.358	$ 0	$ 79.328	$ 79.328	$ 79.328

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Cambio en la cobertura vegetal /Cambios en las características de los suelos/Modificación de la calidad paisajística	PMB 04	Subprograma Revegetalización de áreas intervenidas	CO	$ 37.483	$ 45.340		$ 16.937	$ 16.937	$ 16.937
Alteración de hábitat/Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	PMB 05	PROGRAMA MANEJO DE FAUNA Honorarios Personal - Ahuyentamiento, Rescate Reubicación de Fauna	CP	$ 20.174	$ 18.002	$ -	$ 6.725	$ 6.725	$ 6.725
		PROGRAMA MANEJO DE FAUNA Transporte Grúa	CO	$ 22.272	$ 19.873	$ -	$ 7.424	$ 7.424	$ 7.424
/Alteración de hábitat/Cambios en la cobertura vegetal	PMB -06	Subprograma Manejo del recurso hidrobiológico	CP	$ 3.751	$ 3.347		$ 1.250	$ 1.250	$ 1.250
Modificación de la conectividad de ecosistemas/Intervención de áreas de manejo especial/Alteración de hábitat/Cambios en la cobertura vegetal/Cambios en la composición estructura de la fauna silvestre/Afectación a las especies florísticas, endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural.		Subprograma Manejo del recurso hidrobiológico	CO	$ 7.299	$ 6.514		$ 2.433	$ 2.433	$ 2.433
/Alteración de hábitat/Cambios en la cobertura vegetal	PMB 08	Subprograma Protección y conservación de hábitats	CO	$ 4.295	$ 3.833		$ 1.432	$ 1.432	$ 1.432
			CP	$ 6.250	$ 5.577		$ 2.083	$ 2.083	$ 2.083
Cambios en el riesgo de accidentalidad/Cambios en la movilidad peatonal y vehicular/Generación de expectativas/Generación de nuevos conflictos/Modificación en la dinámica de empleo/Modificación en la gestión y capacidad organizativa/Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos.	PGS 01	Subprograma Atención al Usuario	CO	$ 35.300	$ 31.499		$ 11.767	$ 11.767	$ 11.767
			CP	$ 83.520	$ 74.527		$ 27.840	$ 27.840	$ 27.840
	PGS 02		CO	$ 199.220	$ 177.769		$ 66.407	$ 66.407	$ 66.407

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
Generación de nuevos conflictos/ Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos		Subprograma de Educación y Capacitación al Personal Vinculado al Proyecto	CP	$ 182.700	$ 163.028		$ 60.900	$ 60.900	$ 60.900
Modificación en la gestión y capacidad organizativa/ Generación de nuevos conflictos/ Generación de expectativas	PGS 03	Subprograma de Información y Participación Comunitaria	CO	$ 72.330	$ 64.542		$ 24.110	$ 24.110	$ 24.110
			CP	$ 182.700	$ 163.028		$ 60.900	$ 60.900	$ 60.900
Modificación en la gestión y capacidad organizativa	PGS 04	Subprograma Apoyo a la Capacidad de Gestión Institucional	CO	$ 22.800	$ 20.345		$ 7.600	$ 7.600	$ 7.600
			CP	$ 60.900	$ 54.343		$ 20.300	$ 20.300	$ 20.300
Generación de expectativas/ Generación de nuevos conflictos	PGS 05	Subprograma Capacitación, Educación, Concientización de la Comunidad Aledaña al Proyecto	CO	$ 80.300	$ 71.654		$ 26.767	$ 26.767	$ 26.767
			CP	$ 30.450	$ 27.171		$ 10.150	$ 10.150	$ 10.150
Cambios en el riesgo de accidentalidad/Cambios en la movilidad peatonal y vehicular/Modificación a la infraestructura vial / Alteración en el acceso de los predios	PGS 06	Subprograma Cultura Vial	CO	$ 171.150	$ 152.721		$ 57.050	$ 57.050	$ 57.050
			CP	$ 60.900	$ 54.343		$ 20.300	$ 20.300	$ 20.300
Cambios en el desplazamiento poblacional/Generación de expectativas/ Generación de nuevos conflictos	PGS 07	Subprograma Afectación a terceros	CO	$ 129.600	$ 115.645		$ 43.200	$ 43.200	$ 43.200
			CP	$ 60.900	$ 54.343		$ 20.300	$ 20.300	$ 20.300
Afectación a la infraestructura y prestación de los servicios públicos/Generación de nuevos conflictos/Generación de expectativas/	PGS 08	Subprograma Manejo de Infraestructura de Predios y de Servicios Públicos	CO	$ 4.000	$ 3.569		$ 1.333	$ 1.333	$ 1.333
			CP	$ 213.150	$ 190.199		$ 71.050	$ 71.050	$ 71.050
TOTAL, PMA				**$ 5.353.796**	**$ 4.581.973**	**$ 0**	**$ 1.712.218**	**$ 1.711.301**	**$ 1.711.301**
TOTAL, CP				**$ 2.508.068**	**$ 2.238.010**	**$ 0**	**$ 836.023**	**$ 836.023**	**$ 836.023**
TOTAL, CO				**$ 2.845.728**	**$ 2.343.963**	**$ 0**	**$ 876.195**	**$ 875.279**	**$ 875.279**
TOTAL, CT				**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**	**$ 0**

IMPACTOS	CÓDIGO	PROGRAMA/SUBPRO	CATEGORÍA /COSTOS	TOTAL, ACTIVIDAD	VAN	0	1	2	3
MEDIO ABIOTCO				**$ 3.391.366**	**$ 2.846.295**	**$ 0**	**$ 1.063.844**	**$ 1.062.928**	**$ 1.062.928**
MEDIO BIÓTICO				**$ 372.509**	**$ 316.954**	**$ 0**	**$ 118.400**	**$ 118.400**	**$ 118.400**
MEDIO SOCIOECONÓMICO				**$ 1.589.920**	**$ 1.418.724**	**$ 0**	**$ 529.973**	**$ 529.973**	**$ 529.973**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
*Cifras en miles de pesos
CO: Costos operativos; CP: Costos de personal; CT: Costos de transacción

10.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPACTOS NO INTERNALIZABLES

En este numeral se desarrolla la valoración económica de los impactos ambientales residuales asociados a la construcción del segmento vial de la unidad funcional uno (UF 1) la cual hace parte del corredor de cuarta generación (4G) que conectará las ciudades de Cúcuta y Pamplona en el Departamento de Norte de Santander.

Tal y como se expresó en el marco conceptual, la evaluación económica para los impactos residuales se realiza a partir de metodologías de precios de mercado (cambio en la productividad) y gastos actuales y potenciales (costos de reemplazo y precios sombra); las cuales permiten establecer los costos sobre los bienes ambientales y sus servicios ecosistémicos asociados, a través de valores de uso directo e indirecto, y valores de no uso.

En la Tabla 10.41 se relaciona las metodologías específicas de valoración económica utilizadas para la monetización de los impactos no internalizables y el instrumento de valoración seleccionado. Cabe anotar que algunos impactos no tienen una valoración monetaria específica, puesto que sus efectos recaen sobre un mismo bien ambiental, por tanto, su monetización duplicaría los efectos sobre el bien. De igual forma, se presentan impactos sobre los ecosistemas para los cuales no existen usuarios directos o indirectos, por tanto, la puesta en marcha del proyecto no prevé cambios significativos en el bienestar social y por ello no son monetizados.

Tabla 10.41 Impactos no internalizables y Metodologías propuestas para la valoración económica

Impacto ambiental	Ámbitos	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Metodología de valoración
Variación del nivel freático	Manantial UF1-PA13 Puntos de agua de nivel 3 (mayor potencial de afectación: medio a alto)	Provisión	Agua	La construcción del trazado vial tiene una incidencia alta sobre puntos de agua subterránea localizados sobre las líneas de los chaflanes y próximos al eje del trazado. La valoración económica del impacto se deriva de las funciones de uso directo y de valor de existencia. Para el valor de uso se utilizó la técnica de valores de mercado basados en el supuesto que la disminución en la oferta del recurso puede estimarse a través del costo de oportunidad del recurso en otros usos potenciales relacionados con el consumo humano, dados los usos suelo dominantes en el área de estudio. Para estimar el valor del no uso del agua, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio patrocinado por el Centro de investigación económica y social -Fedesarrollo- (García, Calderón, Hernández, & López, 2013) que se titula "Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán".
Generación y /o activación de procesos denudativos	Zona de amenaza geotécnica alta	Regulación	Erosión	Para la valorar el impacto relacionado con fenómenos erosivos y de remoción de masas de suelo y roca, se consideraron los costos inducidos

Impacto ambiental	Ámbitos	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Metodología de valoración
				para la reparación de los daños y los ingresos perdidos por el cierre de la vía.
Cambios en las características de los suelos Alteración del uso actual	Categorías de Clase 5 Clase 7, Clase 8	Provisión	Alimentos materias primas	Valoración de los servicios ambientales directos e indirectos que provee el suelo dentro de ellos: retención de gases, retención hídrica, producción de nutrientes y producción de bienes y servicios (Uso actual).
Cambio en los niveles de presión sonora	Frente de obra - diseño vía Portales Portales y túnel	Cultural /Soporte	Tranquilidad /Fauna	Para la valoración del impacto se recurrió a la metodología de transferencia de beneficios de valor fijo, utilizando los resultados del estudio "Valoración Económica de la Reducción del Ruido por Tráfico Vehicular: una Aplicación para Medellín (Correa, Osorio, & Patiño, 2015), en el cual haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estimaron la disposición a pagar (DAP) por la reducción de ruido por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín.
Modificación de la calidad paisajística	Subsistema Agropecuario (Cap)	Culturales	Percepción	Para estimar el valor de las alteraciones al paisaje, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio titulado "Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto" (Velandia, Trujillo, & Sáenz, 2016), en el cual haciendo uso de la metodología de valoración hedónicos con econometría especial, se estima cuanto se incrementa el valor de cada predio aproximadamente, por cada metro que se aleja del elemento que perturba el paisaje, en este caso la mina El Eucalipto. A continuación, se presentan el estudio empleado para trasferir el valor estimado a los predios que presentan perturbación visual.
Cambios en la cobertura vegetal	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) - Arbustales (3221-3222)	Provisión Regulación	Madera Almacenamiento y captura de carbono Control de la erosión Regulación hídrica	Teniendo en cuenta a que este impacto hace referencia a la transformación del entorno que genera la pérdida de la cobertura vegetal, y con ello a la alteración de los servicios ambientales que el hombre obtiene de la flora En este contexto para la valoración económica se tienen en cuenta los valores de uso directo (madera) e indirecto como son los servicios ambientales prestados por el bosque dentro de ellos: control de la erosión, regulación hídrica y captura de carbono.
Intervención áreas de manejo especial	Bosque de galería (314) - Bosque fragmentado con vegetación secundaria (3132) y Arbustales (3221-3222) en áreas de protección ambiental de POMCA - POT - SIRAP.	Provisión Regulación	Madera Almacenamiento y captura de carbono Control de la erosión Regulación hídrica	Las actividades del proyecto generan intervenciones en áreas estratégicas, sensibles y/o protegidas, causando de esta manera una alteración en las condiciones de dicha área. La valoración económica se fundamentó en la transferencia de valores establecidos por la autoridad ambiental para la protección de las coberturas boscosas protegidas
Alteración de hábitat	Bosque y áreas semi naturales	Soporte o apoyo (Hábitats conservación de la diversida	Proporcionar espacios vitales para las plantas o animales y conservar una	La disminución del tamaño de las coberturas naturales, a parches de diferente tamaño y con un nivel de aislamiento cada vez mayor, tiene como consecuencias principalmente la fragmentación y la perdida de conectividad entre los ecosistemas, la cual conduce a la pérdida la fauna y biodiversidad.

Impacto ambiental	Ámbitos	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Metodología de valoración
		d genética)	diversidad de plantas y animales	Teniendo en cuenta las características de los impactos, la valoración económica de estos se fundamenta en el uso de las variaciones compensatorias preestablecidas en la legislación nacional para la conservación y protección de los ecosistemas naturales boscosos, como proxy de la disponibilidad a pagar del estado colombiano por la conservación de los bosques.
Modificación de la conectividad de ecosistemas	Bosque y áreas semi naturales	Soporte o apoyo (Hábitats conservación de la diversidad genética)	Proporcionar espacios vitales para las plantas o animales y conservar una diversidad de plantas y animales	
Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosque y áreas semi naturales	Soporte o apoyo (conservación de la diversidad genética)	Conservar una diversidad de plantas y animales	
Modificación destinación económica del suelo	Infraestructura (comercial-curva de adioses)	Económicas	ingresos	Las actividades económicas tradicionales de los asentamientos instalados junto a la vía existente específicamente en la curva de los adioses se verán afectados el desarrollo de las obras. Dadas las características del impacto se propone valorar la perdida en el nivel de ingresos que dejan de percibir por familia que subsisten del comercio y que desarrollan su actividad en la unidad funcional 1, tomando como insumo el inventario predial y las encuestas desarrolladas en el marco del estudio de impacto ambiental
Cambios en el desplazamiento poblacional	Unidades territoriales menores del área de influencia (Veredas Sabaneta Alta, Sabaneta Baja, Alcaparral, La Hojancha, El Naranjo, Ulagá Baja y Barrios Simón Bolívar, El Buque y San Luis)	Culturales	socioeconómicos	Para la valoración de los efectos no compensados en la liquidación predial, se empleó la metodología de preferencias declaradas, en la cual se simula un mercado por medio de encuestas de potenciales consumidores (Residentes de las veredas y barrios emplazados en el área de afectación predial del proyecto, específicamente los predios que suponen el traslado de unidades sociales) en donde la oferta es representada por el entrevistador y el formulario de encuesta, mientras que la demanda corre a cargo del encuestado al cual se le pregunta por la valoración del bien o servicio ambiental. Se llama valoración contingente porque la disposición a pagar de las personas es contingente al escenario hipotético planteado por el encuestador.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Respecto a los beneficios, de acuerdo al modelo propuesto en la Metodología para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010) y la guía de Criterios Técnicos del ANLA (ANLA, 2017) los cuales corresponden a los beneficios generados por la Dinamización del empleo local (cambio o delta del beneficio frente a situación sin proyecto), por la implementación de proyectos voluntarios locales (diferentes a las medidas del PMA, compensaciones, o aquellas que atiendan algún impacto generado por el proyecto), Reducción del tiempo de viaje y

mejoramiento de infraestructura social o comunal (diferente a las afectadas por algún impacto generado por el proyecto y Adicionalidad ambiental o social comprobada en el área de influencia debido a los programas ejecutados.

Sin embargo, dadas las características del proyecto y conforme a los resultados de la evaluación ambiental, para la identificación de los beneficios se tomaron como referencia los impacto valorados como Muy relevantes, no obstante se evidencian impactos positivos que si bien modifican el bienestar de la sociedad, no generan cambios en la calidad o suministro de un bien o servicio ambiental, ni se derivan de ellos, por tanto, no se consideran objeto de valoración económica, como es el caso de los impactos relacionados con la generación de expectativas y la modificación de la participación comunitaria.

Por otro lado, varios de los impactos positivos calificados en la evaluación ambiental están asociados a las actividades propias del plan de manejo o el plan de abandono, las cuales son una obligación derivada de las obras y afectación del proyecto, las cuales debe desarrollar el concesionario para dar cumplimiento a la normatividad legal vigente con el fin de disminuir los impactos o efectos negativos del proyecto.

En este contexto se determinó que los beneficios sociales y ambientales del proyecto corresponden a la reducción de los costos por ahorro de tiempo de viaje de los vehículos.

Tabla 10.42 Beneficios del proyecto y Metodologías propuestas para la valoración económica

Beneficio ambiental	Servicios ecosistémicos	Tipo de servicio ecosistémico	Indicador Impacto	Metodología de valoración
Beneficio generado por ahorro en los costos generalizados del transporte	Económico y espacial	Ahorro en costos de operación Ahorro en tiempos de viaje	Ahorro en tiempo 0.35 min Ahorro en costos	El principal beneficio asociado con la construcción de la vía se relaciona con el cambio experimentado en el precio generalizado de las actividades de transporte. La mayoría de los proyectos de transporte implican la reducción del coste de desplazar personas y bienes, es decir, en la reducción del tiempo total de viaje. Dicha reducción puede ser el resultado de aumentos en la velocidad, aumentos en la frecuencia por cambios en la red o en la reducción en congestión o en escasez

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Finalmente, los supuestos bajo los cuales se realiza la valoración económica para el proyecto se listan a continuación:

1) La evaluación económica toma como referencia los potenciales impactos generados por la construcción del segmento vial de la unidad funcional 1 (Variante de Pamplona) en el Departamento de Norte Santander
2) El análisis costo beneficio -ACB- desarrollado responde al modelo propuesto en la Metodología para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) y la Guía de Criterios técnicos (ANLA Rs 1669, 2017), donde se establecen como beneficios: impuestos, el empleo generado y los ahorros en los costos generalizados del transporte y proyectos de Adicionalidad

ambiental. En cuanto a los costos se toman como referencia los valores económicos de los impactos ambientales residuales asociados al proyecto, evaluados en el presente estudio.

3) Para efectos de los cálculos se consideró la tasa social de descuento (TSD) establecida por el Departamento Nacional de Planeación DNP equivalente al 12%.

4) Se selecciona un horizonte de análisis temporal de 25 años para efectos de la estimación de beneficios y costos. El horizonte de análisis de los impactos corresponde a 1 año de pre-construcción, 3 años de construcción y 21 años de operación.

5) En los flujos de fondos no se tuvieron en cuenta los efectos inflacionarios. Es decir que los costos y beneficios se manejaron a precios constantes.

6) Todos los valores presentados corresponden a pesos colombianos (COP).

7) En el Anexo 9B se adjunta la hoja de cálculo de la evaluación económica de impactos ambientales residuales

10.4.1 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En este numeral se desarrolla la valoración económica de los impactos ambientales residuales, a través de la aplicación de técnicas de valoración económicas que se utilizan para determinar en términos monetarios el valor de los potenciales impactos asociados a la construcción de la UF1 que hace parte del proyecto de conexión vial entre Cúcuta y Pamplona.

10.4.1.1 Cambio en las características fisicoquímicas del suelo y el impacto por la Alteración del uso actual del suelo

El suelo es un componente que sustenta la producción primaria de los ecosistemas terrestres, ya que en él se llevan a cabo procesos esenciales para el sostenimiento de la vida en el planeta (Universidad Tadeo Lozano, 2002).

Según (Brejda, Moorman, Karen, & Dao, 2000), citado por (DOSSMAN, 2009), todos los procesos que integran la fauna y microbiota del suelo, como componentes fundamentales de la diversidad al nivel funcional de los sistemas agrícolas, determinan los servicios del suelo. Sus funciones principales (regulación de plagas y enfermedades, ciclaje y retención de nutrientes, y mantenimiento de la estructura del suelo) permiten mantener una alta calidad del suelo (Brejda, Moorman, Karen, & Dao, 2000).

El desarrollo de las actividades constructivas del UF1, puede generar cambios en las características del suelo de la nueva infraestructura vial y la adecuación de la infraestructura

de apoyo (vías industriales, campamentos, zonas de servicios, Zodmes)[5]. En la Tabla 10.43 se presentan las áreas de suelo sujetas de intervención por el proyecto.

Tabla 10.43 Área de suelo objeto de intervención

Actividades	Área en ha	%
Acceso ZODMES	7,81	15,8%
Área de almacenamiento	1,47	3,0%
Bahía	0,58	1,2%
Diseño Vía	19,85	40,2%
Polvorín	0,27	0,6%
Portal	0,43	0,9%
Vía industrial	0,99	2,0%
ZODME	17,95	36,3%
Zona de lavado y parqueo	0,04	0,1%
Total	**49,39**	**100%**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para cuantificar los costos ambientales generados por los cambios en las características de los suelo, a causa de la ejecución de actividades asociadas a la construcción de la vía, se determinó el cálculo de pérdidas del carbono contenido en el suelo, alteración o pérdida del servicio de retención de agua, alteración en el servicio de ciclaje de nutrientes, así mismo también se consideraron los cambios de productividad que se generan en las áreas afectadas con el fin de capturar el valor de uso directo del suelo. La valoración de la pérdida potencial de captura de carbono y retención de agua y cambios de productividad se abordó mediante la metodología de precios de mercado, mientras que el impacto de pérdida de nutrientes con la metodología de gastos actuales y potenciales.

10.4.1.1.1 Alteración servicio secuestro de carbono

La valoración de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento de carbono se desarrolla a través del método de precios de mercado, tomando como referencia los trabajos de (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001), (Cotler, López, & Martínez , 2011)

La metodología consiste en la cuantificación y valoración del carbono(C) fijado y almacenado en el horizonte orgánico de las diferentes unidades cartográficas de suelo, el cual va a ser impactado con las actividades del proyecto. El carbono almacenado en el suelo (CAS) en ton/ha, se estimó a partir del porcentaje de C en el suelo (%CS), la densidad aparente (DA) y la profundidad de muestreo (P) del mismo (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001) a partir de la Ecuación 10.4

Ecuación 10.4 Cálculo del carbono acumulado en el suelo

$$CAS = \%CS \times DA \times P$$

Donde:

CAS: Carbono acumulado en el suelo
%CS: Porcentaje de Carbono en el suelo utilizando el método de Walkley y Black
DA: Densidad aparente del suelo

[5] Se excluyen los reportes del área túnel, en tanto los portales de entrada salida quedan incluidos en el diseño de la vía

P: Profundidad del horizonte orgánico

Fuente: (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001)

Para la conversión de materia orgánica a C, se usó el factor 1,724 (Jaramillo, 2002) y para el cálculo del carbono total, se utilizó el área de cada unidad cartográfica en el área puntual de intervención, como se muestra en la Ecuación 10.5.

Ecuación 10.5 Cálculo carbono total almacenado

$$Ci = AVi \times CVi$$

Donde:

Ci: Carbono total almacenado en el suelo por tipo de unidad cartográfica (i:1,2…4). Las tres unidades suelo identificadas son: MMAe1, MMEg, MMKf1 (Perfiles PC01, PC02, PC03)

AUi: Área total de la unidad cartográfica (Intervanción)

Fuente: (Ávila, Jiménez, Beer, & Muhammad , 2001)

Por su parte, el valor de la concentración de carbono orgánico aproximado de los suelos del área de influencia, proviene de los resultados obtenidos en los análisis de parámetros fisicoquímicos del suelo registrados en el Estudio General de suelos de Norte de Santander desarrollado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Codazzi, 2006), complementado con los resultados de las unidades de suelos que fueron muestreadas en el marco del estudio de impacto ambiental. En el Capítulo 5 se describieron las unidades cartográficas de suelo y los componentes taxonómicos encontrados en el área de influencia del proyecto.

Teniendo en cuenta que el comportamiento de la materia orgánica es un proceso complejo, determinado por las interacciones entre las plantas, insectos, hongos y microorganismos edáficos es no es posible afirmar con precisión qué cantidad del carbono de esta materia corresponde a C almacenado y qué cantidad a C respirado en el metabolismo de los microorganismos del suelo. Sin embargo, se parte del supuesto de que la destrucción del suelo enviará todo el C a la atmósfera como CO_2. De esta manera, el dióxido de carbono transferido por el suelo, a través de la acumulación de materia orgánica se calcula mediante la

Ecuación 10.6 Dióxido de carbono transferido a la atmósfera

$$Ct = \Sigma Ci4i = 1i\ x(PM)$$

Donde:

DCt: Dióxido de carbono transferido a la atmósfera, medido en toneladas de CO_2 para las cinco unidades cartográficas del área puntual de intervención.

PM: Proporción molecular para pasar de carbono (C) a dióxido de carbono (CO_2). Este factor corresponde a (44/12)[6], según, (IDEAM) *y Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente*

Fuente: (CONAP, 1999), Rodríguez y Ramírez (2008), Conservation Strategy Fund (2006, 2007)

La Tabla 10.44 se presenta el cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera considerando una hectárea de cada una de las unidades de suelos caracterizadas a diferentes profundidades. Para el cálculo se utilizan las ecuaciones de carbono acumulado en el suelo, carbono total almacenado y dióxido de carbono transferido a la atmósfera, por cada una de las cinco

[6] Factor de conversión cuyo numerador corresponde al peso molecular del CO2 y el denominador al peso atómico del C.

unidades cartográficas características del UF1, determinando un valor promedio por hectárea de acuerdo con la proporción de cada unidad dentro del área de estudio. El resultado del promedio ponderado representa la base de cálculo para establecer el valor económico del potencial de secuestro de carbono.

Tabla 10.44 Cálculo del carbono total almacenado por la capa orgánica y del dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera

CS	Horizonte	Profundidad	MO	CO	DA	Carbono almacenado CAS	Carbono almacenado CAS	Área Hectáreas	Carbono total	Dióxido de carbono potencialmente transferido	% UCS dentro del área
		cm	%	%	gr/cm3	Kg/Ha	Ton/Ha	ha	(Ton/ha)	(Ton CO2)	%
PC01	1	50	2,84	1,65	1,6	132.000,00	132,0	1,00	132	484	17,9
PC02	1	60	3,3	1,91	1,6	183.360,00	183,4	1,00	183	672	17,1
PC03	1	45	3,13	1,82	1,39	113.841,00	113,8	1,00	114	417	52,8
	2	45	1,5	0,87	1,39	54.418,50	54,4	1,00	54	200	
Valor Total							**120,9**		**145,1**	**531,96**	**88***

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
*El porcentaje restante corresponde áreas de suelo urbano (ZU) y superficie de agua.

Los resultados de la Tabla 10.44 evidencian que en promedio una hectárea de suelo de área de intervención almacena 145,1 ton C/ha (Carbono Total), las cuales equivalen a 531,96 toneladas de dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera debido a la pérdida de una hectárea de horizonte de suelo.

Finalmente, a través de la Ecuación 10.7 se establece de valor económico de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del suelo, utilizando como variables de cálculo las 49,39 ha de área de suelo de intervención. De igual manera para su cuantificación se determina precios promedios del carbono, inferidos con base a los indicadores de precio de carbono del GS VER/CER (La bolsa de SENDECO2, 2018) Premium de enero a Julio del 2018 y traído a pesos en función del precio promedio del Euro del año 2018 ($3.432,29 pesos).

Ecuación 10.7 Valor Económico de la pérdida potencial de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono del suelo

$$VEIS = DCt \times Pc$$

Donde:
VEIS: Valor económico de la pérdida de la capacidad de almacenamiento y fijación de carbono en el suelo o valor económico del impacto.
DCt: Dióxido de carbono transferido, medido en toneladas de CO2
PC: Precio en el mercado del carbono, dado por $686,46/tonCO2 (Precio Promedio del carbono Julio 2018/ GS VER/CER Premium)

Fuente: (CONAP, 1999) y Conservation Strategy Fund (2006, 2007)

Substituyendo los valores se determina qué el valor total del impacto asciende $ 18.035.627,4 pesos año, considerando las 49,39 ha a intervenir. Lo que es equivalente $ 158.430.646,77 asumiendo un horizonte de análisis de 25 años; la tasa de descuento social del 12% planteada para Colombia por el DNP en 2014, tal y como lo muestra la Tabla 10.45.

Tabla 10.45 Resumen valoración pérdidas potencial servicio secuestro de carbono

Valor total pérdidas servicio secuestro de carbono	
Carbono secuestrado	531,96
Precio Promedio del carbono Julio 2018/ GS VER/CER Premium	$ 686,46
Hectáreas que afectar	49,39
VEC	$ 18.035.627,39
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 158.430.646,77**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.1.2 Alteración del servicio de retención hídrica del suelo

La capacidad de retención de agua en el suelo es una de las características más importantes de este, la cual se relaciona con la interacción de este elemento con los poros y la fracción gaseosa presente en el suelo.

Propiedades como la textura, estructura y contenidos de materia orgánica son determinantes para lograr la determinación de la capacidad de retención de humedad de un determinado suelo, en donde los suelos pesados (con altos porcentajes de arcillas) poseen una mayor capacidad de retención de agua en comparación con suelos ligeros (con una alta fracción de arena).

La capacidad de campo (CC), es un parámetro que permite evaluar la capacidad máxima de retención de agua, la cual indica la cantidad de agua que es capaz de retener el suelo que ha sido saturado y dejado drenar libremente. Esta se indica en porcentaje con respecto al peso del suelo.

Para la determinación de la capacidad de retención de agua del suelo, se realizó el cálculo de la CC y el peso del suelo por hectárea (W/ha), utilizado los datos colectados en campo, análisis de laboratorio y la descripción de los perfiles modales. Longa para perfiles. Suelos y la fórmula de Bodmay & Mahmud para la determinación de la capacidad de campo con base en la granulometría de los suelos. Las propiedades de los perfiles se muestran en la Tabla 10.46.

Tabla 10.46 Propiedades físicas de los perfiles

Horizonte	Profundidad		DA	CLASE TEXTURAL	A	L	Ar	CC
	cm		Kg/m3		%			
PC01-1	0 - 50	50	1.600	F-Ar-A	59,42	14,64	25,9	0,209
PC01-2	50 - 74	24	1.600	F-Ar-A	55,47	12,59	31,9	0,239
PC01-3	74 - 100	26	1.390	Ar-A	49,32	14,64	36,0	0,268
PC02-1	0 - 60	60	1.690	A-F	81,72	12,57	5,7	0,085
PC02-2	60 - 90	30	1.630	F-A	73,67	18,60	7,7	0,111
PC03-1	0 - 45	45	1.390	Ar	32,68	24,91	42,4	0,328
PC03-2	45 - 90	45	1.390	Ar	23,69	12,85	63,5	0,425
PC03-3	90 - 116	21	1.390	Ar	15,37	16,98	67,6	0,459

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

DA: Densidad aparente
A: Arena
Ar: Arcilla
F: Franco
CC: Capacidad de campo
W: Peso del suelo

Con base en los datos anteriores se realizó el cálculo de la capacidad de retención de agua en el suelo, la cual se presenta a continuación.

$$Capacidad\ de\ retención\ de\ agua\ \left({m^3}/{ha}\right)(CRA) = W_{hte\ 1}CC_{hte\ 1} + W_{hte\ 2}CC_{hte\ 2}$$

Tabla 10.47 Propiedades físicas del perfil

Horizonte	CC	W	CRA
		Tn/ha	m3/ha
PC01-1	0,209	8.000,00	1.668,00
PC01-2	0,239	3.840,00	918,02
PC01-3	0,268	3.614,00	967,78
PC02-1	0,085	10.140,00	863,04
PC02-2	0,111	4.890,00	540,82
PC03-1	0,328	6.255,00	2.054,34
PC03-2	0,425	6.255,00	2.656,37
PC03-3	0,459	3.614,00	1.657,34
		Total	**11.325,72**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
CC: Capacidad de campo
W: Peso del suelo
CRA: Capacidad de retención de agua

En este sentido, teniendo presente el volumen de capacidad de retención de agua del suelo, se establece el porcentaje de equivalencia de cada perfil, en función del área que ocupa los mismos en el área de intervención de la UF1. Con base en lo expuesto se estima la capacidad de retención de agua a tener presente en cada perfil (Ver Tabla 10.47)

De esta manera, se parte del supuesto que la sumatoria dichos volúmenes responde a los precios de mercado preestablecidos por el acueducto a nivel comercial, por metro cubico consumido la ciudad de Pamplona. Partiendo de esta base y teniendo en cuenta el compartimiento del mercado del servicio de acueducto, en función de una aproximación promedio del valor de metro cúbico de agua para estrato cuatro (4).

Considerando la capacidad de agua retenida en el suelo (11.325,72 m^3/ha) y determinando como precio de mercado el valor promedio del m^3 para la ciudad de Pamplona, se procede a estimar el costo generado con la alteración de las características del suelo, hacia el recurso agua, para la extensión total de 49,39 ha, correspondientes a áreas de intervención del proyecto, como se observa en la Tabla 10.48.

Tabla 10.48 Costo causado con la alteración del agua retenida en el suelo

Hectáreas totales afectadas (ha)	49,39
Capacidad de retención de agua (m^3/ha)	11325,72
Precio Comercial del m3 de agua	$ 1.272,22
Costo anual de la afectación sobre el agua retenida en el suelo	$ 711.650.962,84
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 6.251.366.800,90**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En síntesis, el costo anual generado con la alteración del agua retenida en el suelo se estima en $ 711.650.962,84 pesos anuales, alcanzando una cifra de $ 6.251.366.800,90 teniendo en cuenta el horizonte de análisis del proyecto.

10.4.1.1.3 Alteración servicio producción de nutrientes

La valoración del impacto se desarrolla a partir de la estimación de la pérdida potencial de macronutrientes del suelo, a través de un modelo de costos de reemplazo o costos de sustitución. El enfoque de costos de reemplazo parte del supuesto que es posible medir los costos incurridos para reemplazar los daños en activos generados por un proyecto.

En el caso particular del proyecto se consideran las cantidades y el costo de los fertilizantes requeridos para reemplazar los nutrientes identificados en las unidades muestreadas, los cuales podrían perderse como consecuencia de la alteración de las propiedades FQ y microbiológicas del suelo. En la Tabla 10.49 se presenta el inventario de nutrientes disponible en las cinco unidades cartográficas características del área interés, con base en los análisis químicos de caracterización de suelos.

Tabla 10.49 Concentraciones medias de nutrientes por unidades de suelo identificadas en el área del proyecto

UCS	profundidad	pH	MO	CO	P	acidez inter	Al inter	Sat Al	Ca	Mg	K	Na	CICE(BT)	CIC	% BASES	% UCS dentro del área AI
	cm		%		ppm	Cmol/Kg										%
PC01	50	5,2	2,84	1,65	9,34	1,72	1,48	33	2,01	0,36	0,2	0,14	4,43	2,71	67	18%
PC02	60	4,78	3,3	1,91	34,16	1,9	1,64	56	0,59	0,2	0,09	0,14	2,92	1,02	44	17%
PC03	45	4,91	3,13	1,82	55,3	3,77	3,49	35	4,89	0,93	0,36	0,14	10,9	6,32	65	53%
PC03	45	4,88	1,5	0,87	7,04	12,57	10,64	67	2,47	0,36	0,19	0,18	15,77	3,2	33	
		4,94	**2,7**	**1,56**	**105,8**				**2,49**	**0,46**	**0,21**	**0,15**		**3,312**		**88%**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Siguiendo la metodología (Cotler, López, & Martínez , 2011) se parte del supuesto que los milímetros más superficiales del suelo son los más ricos en nutrientes y humus, y los primeros que se pierden al iniciarse la erosión acelerada del suelo o al presentarse pérdida por cambio en el uso. Dichos nutrientes podrían ser restituidos por fertilizantes comúnmente utilizados en el mercado tales como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K_2O), Fósforo

(P_2O_5) y Nitrógeno (N) asimilable. Por tanto, se aproxima el valor de los nutrientes disponibles en el suelo, al valor comercial de dichos fertilizantes.

Teniendo que los resultados de la Tabla 10.49 representan la cantidad de nutrientes en el suelo en forma elemental se desarrolla la transformación o equivalencia a los requerimientos forma de fertilizantes. En Tabla 10.50 se presentan los resultados del balanceo de nutriente naturales a requerimiento de fertilizantes, anotando que se presentan varias alternativas de compuestos químicos disponibles en el mercado para sustituir o reemplazar los nutrientes del suelo. Para el cálculo del valor económico, se parte del inventario físico de nutrientes para cada unidad muestreada y del valor comercial de los fertilizantes, Carbonato de calcio, Cloruro de potasio, Nitrato amonio y Fosforita, considerando su composición o fórmula comercial, se estima el valor económico del impacto.

Tabla 10.50 Calculo necesidades de fertilizante

Valor (g/ha)	Conversión		Resultado (g/ha)	Kg/ha
1880000	Ca	CaCO3	4694836	469,5
309000	K	KCl	589210	58,9
649000	N	(NH4)NO3	1747047	174,7
400000	P	P2O5	916462	91,6
210000	Mg	MgO	348215	34,8

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con base en los resultados del cálculo de requerimiento de fertilizante en la Tabla 10.51 se referencia el valor comercial de los nutrientes, aproximándolos al valor de mercado de los fertilizantes, teniendo en cuenta su composición o fórmula comercial, y considerando que dichos fertilizantes entrarían en reposición de los macronutrientes perdidos al alterarse las propiedades del suelo y sus servicios ecosistémicos asociados.

Tabla 10.51 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por las coberturas de herbazales y pastos

Nombre comercial	Unidad	Precio $	Precio $/kg
Carbonato de calcio	50kg	$7.687	$153,74
Cloruro de potasio	Ton	$627.553	$627,5
Nitrato de amonio	Ton	$1.049.612	$ 1.049,6
Fosforita	Ton	$257.949,4	$ 257,74
Magnesio	Ton	$171.300	$ 171,30

Fuente: AGRONET - DANE, 2016; (Index Mundi, 2017); (Alibaba, 2017); (Agrogama Colombia, 2013)
Valores tomados de los precios de insumos agropecuarios referenciados en el sistema de estadística agropecuaria AGRONET, el departamento administrativo nacional de estadística DANE y otras bases de costos con registros de precios de fertilizantes para el sector agrícola.

Teniendo en cuenta los precios del mercado, y de acuerdo con la metodología del costo de reposición, se concluye que el valor de impacto sobre los servicios ecosistémicos de ciclado de nutrientes, aproximado a la pérdida potencial de macronutrientes dispuestos en el mismo, asciende a $ 3.858.936,15 por hectárea.

Teniendo en cuenta las 49,39 hectáreas objeto de intervención, el valor del impacto se aproxima a $ 190.592.856,43 considerando un solo cobro, en la medida que los nutrientes

presenten en el suelo son el producto de un proceso de muchos años con tasas de reemplazo muy lentos, por lo tantos se considera como constantes y su valoración corresponde al stock estimado con base en los resultados de las pruebas de laboratorio (Ver Tabla 10.52).

Tabla 10.52 Valoración económica producción de nutrientes del suelo

Unidad cartográfica	Carbonato de calcio	Cloruro de potasio	Nitrato de Amonio	Fosforita	Magnesio
Inventario físico de nutrientes (Kg/ha)	469,48	58,92	174,70	91,65	34,82
Valor comercial Kg	$ 7.687,14	$ 627,53	$ 1.049,60	$ 257,94	$ 171,30
Valor económico por hectárea	$ 3.608.987	$ 36.974	$ 183.370	$ 23.639	$ 5.964
Valor económico total por hectárea					$ 3.858.936,15
Valor económico total por hectárea					$ 190.592.856,43
VPN (TSD 12%; 1 años)					**$ 190.592.856,43**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.1.4 Alteración en el uso económico del suelo

Con el propósito de medir las afectaciones sobre la actividad productiva del suelo en el área a alterar por la construcción de la vía, se analiza tres rubros (Ver ecuación): el primero relativo a la valoración de los cambios perdidas de productividad tomando como referencia las actividades predominantes en el área intervención; como segundo elemento se estima la pérdida de empleos asociada a los requerimientos de personal de cada una de las actividades productivas afectadas y finalmente se analiza el costo de oportunidad del suelo inutilizado tomando como base el valor de arriendo por hectárea.

Ecuación 10.8 Valor uso económico d

$$V_{UD} = Pp + Pe + CO$$

Donde

V_{UD}: Valor de uso directo
P_p: Pérdida de productividad
CO: Costos de oportunidad
P_e: Perdida de empleo

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La Tabla 10.53 señalan las áreas de acuerdo con el uso actual y potencial, por la cual se obtiene los parámetros de medición para la valoración monetaria del impacto.

Tabla 10.53 Áreas afectación del proyecto de acuerdo con las coberturas del suelo

Usos del suelo intervenido			
Actividad	**Cobertura**	**Área**	**%**
Acceso ZODMES	Arbustal	0,045	0,1%
	Bosque de galería y/o ripario	0,00	0%
	Pastos arbolados	0,18	0%
	Pastos limpios	1,18	2%

Usos del suelo intervenido			
Actividad	**Cobertura**	**Área**	**%**
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	6,35	13%
Total Acceso ZODMES		7,75	16%
Área de almacenamiento	Arbustal	0,00	0%
	Construcciones Rurales	0,06	0%
	Pastos arbolados	0,34	1%
	Pastos limpios	1,07	2%
Total Área de almacenamiento		1,47	3%
Bahia	Pastos arbolados	0,01	0%
	Pastos limpios	0,06	0%
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,51	1%
Total Bahia		0,58	1%
Diseño Vía	Arbustal	1,50	3%
	Bosque de galería y/o ripario	0,09	0%
	Construcciones Rurales	0,02	0%
	Mosaico de pastos con espacios naturales	1,80	4%
	Mosaico de pastos y cultivos	0,93	2%
	Pastos arbolados	6,22	13%
	Pastos enmalezados	2,43	5%
	Pastos limpios	5,36	11%
	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,51	1%
	Zonas industriales o comerciales	0,98	2%
Total Diseño Vía		19,85	40%
Polvorín	Pastos arbolados	0,27	1%
Total Polvorín		0,27	1%
Portal	Pastos arbolados	0,01	0%
	Pastos limpios	0,43	1%
Total Portal		0,43	1%
Túnel / Acceso ZODMES	Arbustal	0,03	0%
	Pastos arbolados	0,03	0%
Total Túnel / Acceso ZODMES		0,05	0%
Vía industrial	Arbustal	0,01	0%
	Bosque de galería y/o ripario	0,02	0%
	Mosaico de pastos con espacios naturales	0,06	0%
	Pastos arbolados	0,20	0%
	Pastos enmalezados	0,05	0%
	Pastos limpios	0,65	1%
Total Vía industrial		0,99	2%
ZODME	Arbustal	0,80	2%
	Herbazal	1,04	2%
	Pastos arbolados	2,01	4%
	Pastos enmalezados	0,85	2%
	Pastos limpios	13,25	27%
Total ZODME		17,95	36%
Zona de lavado y parqueo	Construcciones Rurales	0,04	0%
	Pastos enmalezados	0,00	0%
Total Zona de lavado y parqueo		0,04	0%
Total general		49,3996	100%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Valoración pérdida de productividad del suelo**

Con el propósito de medir las afectaciones a la actividad pecuaria en el área de influencia directa y particularmente en la franja del corredor se establecieron parámetros basados en la caracterización contenida en el EIA y se valoró el área en pastos, la capacidad de carga en UGG, los costos de producción, la inversión total y la ganancia por animal.

Se utilizaron los indicadores usuales en la evaluación de la producción pecuaria, como el número de animales y el peso promedio por cada uno, se estableció el precio 3400/kg[7] para animal en pie, y luego se obtuvo el valor por animal y finalmente el valor de hato ubicado en el área de afectación.

Una vez aplicados se obtuvo el valor económico de la producción pecuaria que se dejará de obtener a raíz de la ejecución del proyecto que alcanza un valor de $ 66.674.343 pesos y monto de $ 581.295.837 pesos, teniendo en cuenta un horizonte temporal de 25 años.

Tabla 10.54 Costo por afectación de la actividad ganadera

TIPO DE CULTIVO	ÁREA Ha*	CAPACIDAD DE CARGA (UGG)**		CAPACIDAD DE CARGA (UGG) (cabezas/ha)	
Pastos	36,47	0,8		29,17	
AFECTACIÓN DE LA ACTIVIDAD GANADERA					
CABEZAS DE GANADO				**VALOR PRODUCCIÓN EXISTENTE**	
GRUPO	**N° ANIMALES**	**PESO PROMEDIO (Kg)*** **	**VALOR ANIMAL EN PIE (Kg)**** **	**VALOR/ ANIMAL ($)**	**VALOR TOTAL PESOS ($)**
UGG	29,17	350	3.400	1.190.000	34.715.417
GRUPO	**N° ANIMALES**	**PRODUCCION PROMEDIO (Lit)***** **	**PRODUCCION TOTAL (Lit.)**	**VALOR LITRO LECHE ($)**	**VALOR TOTAL PESOS ($)**
UGG	29,17	3,49	37.161,54	860	31.958.926
Valor total perdida en producción ganadera					**$ 66.674.343**
VNA (TSD 12%; 25 años)					**$ 581.295.837**

* Extraído de la tabla de cobertura.
** El valor de Kg. de animal en pie se obtuvo de la base de FEDEGAN Federación de ganaderos para Norte de Santander, cuyo precio mercado es sustancialmente menor que el promedio nacional, puesto que el mercado en la zona se encuentra afectado por la crisis de Venezuela (Contrabando de ganado) Precio Norte de Santander promedio $3400, fuente artículos Fedegan. Precio Promedio en Colombia junio 2017 -Julio 2018 $ 4704 COP Estadísticas Fedegan.
******El valor promedio del litro 3,49 L para el Departamentos Norte de Santander se obtuvo del Sistema de Información Boletín mensual. PRECIOS DE LECHE EN FINCA DANE (Referencia Cúcuta y Chinácota)

Para evaluar las afectaciones sobre la actividad agrícola se establecieron parámetros basados en la caracterización contenida en el EIA, cuyos resultados muestran que las hortalizas (Cebolla Larga) es el cultivo de mayor representatividad e importancia del área de influencia y de intervención en la UF1.

[7] El valor de Kg. de animal en pie se obtuvo de la base de FEDEGAN Federación de ganaderos para Norte de Santander, cuyo precio mercado es sustancialmente menor que el promedio nacional puesto que el mercado en la zona se encuentra afectado por la crisis de Venezuela (Contrabando de ganado) Precio Norte de Santander promedio $3400, fuente artículos Fedegan. Precio Promedio en Colombia junio 2017 -Julio 2018 $ 4704 COP Estadísticas Fedegan.

Es de resaltar, que los datos de rendimiento por hectárea para los cultivos predominantes en la zona, se obtiene de los registros y estadísticas sectoriales del Ministerio de agricultura (base agrícola), la cual se halla actualizada con datos de producción del 2014 (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015). En cuanto a los precios se utilizaron los valores referenciados en el Boletín Diario de precios Centro de abastos, Bucaramanga y Corabastos Bogotá.

Tabla 10.55 Valoración de los impactos por afectación de la actividad agrícola por intervención del proyecto

VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL (AFECTACIÓN DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA)					
Tipo de cultivo	**Área sembrada Ha ***	**Rendimiento Ton/Ha *****	**Producción/Ton**	**Precio/Ton********	**Valor total pesos ($**
Cebolla Larga	0,93	15,44	14,40	$ 1.400.000,00	$ 20.159.162,40
VALOR AFECTACIÓN ANUAL					$ 20.159.162,40
VNA (TSD 12%; 25 años)					**$ 177.084.448,93**

* Extraído de la tabla de cobertura.
** (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015) (Ministerio de Agricultura - Oficina asesora de planeación y prospectiva - Grupo de información y estadísticas sectoriales, 2015). (Peñaranda , 2012)*;*
***http://www.centroabastos.com/administrador/examples/BU0106.htm,http://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/reportes/BoletinDescarga.php

De esta manera, con la estimación del costo sobre la actividad agrícola, se obtuvo que el valor económico que se dejara de percibir a raíz de la ejecución del proyecto, alcanzado un monto anual de $ 20.159.162,40 pesos, y un estimado de $ 177.084.448,93 pesos considerando el horizonte de análisis de 25 años y una tasa social de descuento planteada para Colombia por el DNP en 2014 del 12% (Ver Tabla 10.55).

Finalmente el valor total por la pérdida de productividad de las coberturas del suelo afectado alcanza un monto de $ 758.380.285 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años, y el cual es equivalente a la suma de la afectación en los suelos con coberturas agrícolas y ganaderas (Ver Tabla 10.54 y Tabla 10.55)

- **Pe - Costo de oportunidad generado con la pérdida del empleo que causaban las actividades agropecuarias (Ganado y cultivos de Cebolla Larga).**

Con la intervención de las áreas ganaderas y agrícolas la dinámica de la oferta de mano de obra de la zona incurre en un cambio significativo, esto a causa del empleo que se dejaría de generar con la intervención de los cultivos de cebolla larga además de la actividad ganadera.

Teniendo presente, como se acotó anteriormente, que parte de dicha área afectada desarrolla actividades de producción de cultivos predominantes en la zona, se procede a estimar el nivel potencial de jornales que esta actividad generaban, comprendiendo un razonamiento global del área a afectar y la cantidad de puesto de trabajo producidos por hectárea, estos últimos determinados con base el en reporte otorgado por el departamento

administrativo nacional de estadística – DANE –, sobre la matriz de empleo en la base 2005 de las cuentas nacionales, a nivel de actividades agropecuarias (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE-, 2011).

Con base en lo anterior, se procedió a estimar el costo de oportunidad generado con la pérdida de empleo de las 0,93 ha de suelo, teniendo presente la equivalencia que representaba en la matriz del DANE para cada tipo de actividad agrícola (Hortalizas) y luego extrapolados a las hectáreas a afectar por el proyecto (Ver Tabla 10.56).

El salario mensual por trabajador se establece en función de 1 salario mínimo legal vigente ($781.242 pesos), el cual es multiplicado por los empleos potenciales a generase por hectárea, y a su vez por el área total a afectar por el proyecto. Con base en los anterior se estima el costo de oportunidad del empleo anual es de $ 3.642.946,05 pesos.

Tabla 10.56 Costo de oportunidad del empleo en el sector agrícola

Tipo de cultivo	Área	Jornales por hectárea	Número de jornales	Puestos de trabajo	Ingresos generados por hectáreas	Ingresos totales generados por cultivo
Cebolla Larga	0,93	150	140	0,81	$ 3.906.210,00	$ 3.642.946,05
VNA (TSD 12%; 25 años)						$ 3.642.946,05

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por otra parte, teniendo presente que el área equivalente de afectación a la actividad ganadera es de 36,47 ha, se procede a estimar el costo de oportunidad generado en dicha actividad. Desarrollándose así los análisis con base en los datos de empleo requerido por kilogramo de ganado en pie, los cuales son registrados por el sistema de información de precios del sector agropecuario (SIPSA), en su informe de costos de producción pecuario – costo de producción kilo de carne bovina – para la costa atlántica (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), 2010)

Al igual que para la actividad agrícola, en la actividad ganadera el salario mensual por trabajador se establece en función de 1 salario mínimo legal vigente ($781.242 pesos), el cual es multiplicado por los empleos potenciales a generase con las cabezas de ganado estimadas. Lo anterior generando un costo de oportunidad total en el mercado laboral de la ganadería de $ 239.304,19 pesos.

Tabla 10.57 Costo de oportunidad del empleo en el sector ganadera

Estudio	Empleos generados por kilo de cabeza de ganado*	Cabezas de ganado estimadas a afectar en el proyecto**	Peso promedio (Kg.)	Puestos de trabajo a afectar en la actividad ganadera	Ingresos totales generados
Actividad ganadera EIA base 2018	0,00003	29,17	350,00	0,30631	$ 239.304,19

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

* Empleo requerido por kilogramo de ganado en pie, registrado por el sistema de información de precios del sector agropecuario (SIPSA);
Fuente: (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario (SIPSA), 2010)

En síntesis, el costo de oportunidad causado al empleo que generaba las actividades agrícolas y ganaderas en el área de influencia del proyecto fue de $ 3.882.250,24 pesos anuales $ 34.102.912,16 extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto.

Tabla 10.58 Costos totales generados con la pérdida de empleo

Costos totales generados con la pérdida de empleo	$ 3.882.250,24
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 34.102.912,16**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **CO- Costo de oportunidad del suelo**

El costo de oportunidad del suelo (CO) corresponde a la mejor inversión alternativa disponible para la zona, que para el caso del área de influencia y dadas características de las actividades predominantes en las áreas objeto de afectación, este corresponde al potencial alquiler o arriendo del terreno para el desarrollo de actividades agropecuarias.

Para la captura del valor se toma como referencia los valores reportados en el Boletín del DANE de Insumos y Factores de producción agropecuaria del mayo de 2018 (Sistema de Información de Precios del Sector Agropecuario -SIPSA-), en el cual reportan los precios de arriendo promedio por Hectárea anual para pastoreo (terreno inclinado/ondulado) con agua, en el Muncipio de Chinacóta departamento Norte de Santander.

En consecuencia, el cálculo del costo de oportunidad corresponde al producto de las áreas a afectar por el valor promedio por hectárea estimado para la zona (Ver Tabla 10.59.)

Tabla 10.59 Valores de referencia hectárea para el área de estudio

Nombre departamento	Nombre municipio	Tipo de arriendo	Precio medio de mayo de 2018
Norte de Santander	Chinácota	Hectárea anual para pastoreo, terreno inclinado/ondulado con agua	$ 1.500.000
Norte de Santander	Cúcuta	Hectárea semestral para arroz, terreno plano con agua	$ 800.000

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El valor del costo de oportunidad inducido por la construcción del todo corredor vial se estimó con base en el promedio del valor del arriendo por hectáreas, multiplicado por el área de afectación de las coberturas productivas. En este contexto las pérdidas esperadas por la construcción del corredor vial se estimaron $ 43.008.134,79 pesos anuales y $ 377.797.038,21 extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto (Ver Tabla 10.60).

Tabla 10.60 Estimación de las perdidas relativas al costos de oportunidad del suelo

Área de afectación	Valor Ha/año	Perdidas
37,40[8]	$ 1.150.000	$ 43.008.134,79
VNA (TSD 12%; 25 años)		$ 377.797.038,21

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Consolidado del impacto total generado con la alteración del uso económico del suelo**

Sumando el costo que se genera a nivel productivo en los cultivos predominantes en el área de intervención y la ganadería, el costo oportunidad que causa la pérdida del empleo que otorgaba el desarrollo de dichas actividades y el costos de oportunidad del suelo, se estima que la alteración del uso económico del suelo alcanza un costo anual de $ 133.723.890 pesos $ 1.174.672.882 considerando el horizonte de vida útil del proyecto (Ver Tabla 10.61)

Tabla 10.61 Pérdidas total potencial productivo del suelo

Pérdida potencial productivo del suelo	**UF1**
Pp - Pérdida potencial productivo	$ 86.833.505
Pe - Pérdida potencial empleo sectores	$ 3.882.250
CO- Costos oportunidad uso del suelo	$ 43.008.135
Valor total pérdida anual en producción	**$ 133.723.890**
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 1.174.672.882**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.1.5 Consolido valoración económica del suelo

Con base en las estimaciones de costos realizadas para cada uno de los servicios socioambientales, potencialmente perturbados con la afectación del suelo, se llegó al consolidado de la Tabla 10.62, el cual alcanzó una cifra estimada en $ 7.775.063.186 pesos extendiendo el análisis a los 25 años de vida del proyecto.

Tabla 10.62 Consolidado de la Valoración económica del impacto generado con los cambios en las características de los suelos

SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES	UF1
Pérdida potencial productivo del suelo (valor de uso directo)	$ 133.723.890
Pérdida potencial secuestro de carbono del suelo (Uso indirecto)	$ 18.035.627
Perdida potencial Retención de agua del suelo (Uso indirecto)	$ 711.650.963
Pérdidas potencial producción de Nutrientes del suelo (Uso indirecto)	$ 190.592.856
Valor Total Anual	**$ 1.054.003.337**
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 7.775.063.186**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

[8] Suma de 36,47 ha de suelo uso pecuario y 0,93 ha uso agrícola.

10.4.1.2 Cambio en la cobertura vegetal

Este impacto se presenta por la eliminación de las coberturas vegetales existentes en las áreas de intervención del proyecto, lo cual implica la afectación de los atributos ecológicos de la cobertura y otros impactos conexos[9].

El proceso de valoración económica se desarrolla a través de un método de valoración basado en precios de mercado, cuya monetización se derivada de la estimación de los servicios ecosistémicos afectados, utilizando como elementos de valoración de uso indirecto, la capacidad de secuestro de carbono, regulación hídrica, alteración producción de nutrientes y valor de uso directo de la producción de madera y leña. La monetización de los servicios de las coberturas boscosas objeto de eliminación como proxy del valor de las perdidas ambientales.

De acuerdo con la información puntualizada en el capítulo 7, para el desarrollo de las etapas de construcción del UF1, se solicita permiso de aprovechamiento forestal único en terrenos de dominio privado de 49,39 ha de las cuales 2,47 ha se desarrollan en ecosistemas o coberturas naturales, no obstante, también se valoran los individuos arbóreos presentes en las coberturas antropizadas correspondientes a 37,4 ha. En este contexto para la valoración del impacto se toma como referencia las coberturas naturales objeto de sustracción tal como están señaladas en la Tabla 10.63.

Tabla 10.63 Área aprovechamiento forestal solicitado por cobertura natural

Ecosistema intervenido	Área intervenida (ha)
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,591
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,710
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,075
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,018
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,080
Mosaico de pastos con espacios naturales/Mosaico de pastos y cultivos/Pastos arbolados/Pastos enmalezados/Pastos limpios	37,398
Total	37,50

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.2.1 Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera

En el Capítulo 7, Demanda de Recursos Naturales se establece que se solicita permiso de aprovechamiento forestal de 2,47 hectáreas en términos de cobertura naturales y 37,4 ha de coberturas antropizadas, subrayando que existen limitaciones frente a las fuentes de información, dada los escases de estadísticas sobre precios para las diferentes calidades, especies y presentaciones de productos de madera a nivel nacional.

[9] Los impactos valorados guardan una estrecha relación entre sí, pues la fragmentación del ecosistema y la modificación del hábitat de la fauna terrestre es resultado del cambio en la cobertura vegetal.

En este sentido para establecer el valor del uso directo se toma como referencia las especies de mayor abundancia[10] y frecuencia conforme los resultados de caracterización de las parcelas muestreadas en el área de estudio, donde se identificó que las especies que presentan mayor densidad corresponde al Aliso (Alnus acuminata) y el Urapán (Fraxinus chinensis) con 136 y 63 que se reportan dominantes en los parámetros analizados para el IVI[11].

Para valorar este impacto se utiliza el precio de mercado de la especie de mayor abundancia identificada para las coberturas de Bosque de Galería[12], correspondiente a la especie Alnus acuminata (Aliso), el cual es un árbol que no es muy apreciado comercialmente teniendo en cuenta que la madera presenta baja durabilidad natural y es susceptible al ataque de termitas y a la pudrición si no se utilizan preservantes. No obstante, se emplea en la elaboración de muebles decorativos, instrumentos musicales, hormas para calzado, baja lenguas, lápices, toneles, artesanías, esculturas, mangos para herramientas, palos de escobas, utensilios domésticos, tableros contrachapados y tableros de partículas, chapas para triplex, cajas corrientes y guacales. La pulpa del aliso es de fibra corta, fuerte y fácil de impregnar, atributos muy valiosos para la elaboración de pasta de celulosa. La madera es muy apreciada para leña (valor calórico= 4.600 kcal/kg), ya que arde uniformemente, pero da mucha ceniza. El carbón, no obstante, es de regular calidad (CENICAFÉ, 2005).

Como segundo elemento se debe precisar que los volúmenes presentados corresponden al volumen total por cobertura (diámetro por altura total de cada uno de los individuos), estableciendo que técnicamente no todo el volumen corresponde a madera comercial[13], por tal motivo y con base en las medidas dasometrica de cada uno de los individuos se estable el volumen comercializable a precios de mercado, y un volumen aprovechable como madera leña.

El valor proxy de m3 de madera se obtuvo del *Estudio de precios comparativos por tipo de madera y etapa del proceso (Productor vs. Consumidor)* desarrollado por Wealth Accounting and Valuation of Ecosystems, con base en información recolectada en la Ciudad de Bogotá D.C (Citado en el documento Diagnostico Colombia Reforesta (DNP, 2015)), en

[10] Generalización de área y volumen considerando la especie de mayor valor comercial identificada en la caracterización de las parcelas. Este primer elemento es sustancial en la medida que se parte de una generalización superlativa, la cual supone que todo el volumen aprovechamiento estimado para cada una de las coberturas corresponde a la especie de mayor valor económico, es decir se extiende a toda el área, lo que sin duda alguna determina que no se subestime el valor del uso directo del Bosque.

[11] Índice de valor de importancia de la especie que considera la abundancia frecuencia y dominancia de cada especie en la parcela

[12] El Valor de uso directo se estima tomando como referencia exclusivamente las coberturas de Bosque de galería, teniendo en cuenta que las coberturas restantes están compuestas por arbustos y herbáceas; no obstante, estas coberturas si se consideran en la estimación de los servicios de uso indirecto.

[13] Madera con características deseables para fines comerciales cuyo dimensionamiento obedece a la cubicación del área basal hasta la altura en la cual se conservan las propiedades de diámetro y rectitud deseables para su comercialización; el volumen restante se considera madera leña.

el cual determinan que en promedio la madera ordinaria de especies exóticas se comercializa a un precio de $ 176.319,92 pesos por metro cubico. Cabe aclarar que dicho valor es traído a precios de 2018 y que el valor por metro cúbico en Bogotá es cerca de siete veces más de lo que recibe el productor de madera proveniente tanto del bosque natural como de plantaciones.

En cuanto al valor la fracción considerada como madera leña se obtuvo del Resolución 1196 del 2009 de la CAR, en el cual determinan que en promedio la madera leña se comercializa a un precio de $144.463 pesos, a un valor equivalente a 9 m3 de madera. Cabe aclarar que dicho valor es traído a precios de 2018 (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, 2009).

En la Tabla 10.64 se presentan el estimado de los recursos maderables el cual se estima en $ 57.718.490 pesos asumiendo un único pago en el primer año del proyecto.

Tabla 10.64 Valoración del impacto de uso directo de las coberturas afectadas

COBERTURA VEGETAL		TALA FORESTAL UF1						
Unidad	**Nº Hectáreas**	**Volumen total m3/Ha**	**Volumen comercial m3/ Ha**	**Volumen Total (m3)/ total***	**Volumen comercial (m3)/ total****	**Valor Madera Comercial ($)/m3 *****	**Valor Madera leña m3******	**Valor Total Anual ($)**
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,018	79,42	25,60	1,43	0,46	$ 176.320	$ 144.463	$ 96.805
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,080	83,50	35,06	6,68	2,80	$ 176.320	$ 144.463	$ 556.730
Individuos censados Mosaico de pastos con espacios naturales/Mosaico de pastos y cultivos/Pastos arbolados/Pastos enmalezados/Pastos limpios	37,4	17,73	7,75	662,89	289,67	$ 176.320	$ 144.463	$ 57.064.955
TOTAL	**0,10**	**161,42**	**VNA (TSD 12%; 1año)**					**$ 57.718.490**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
* Volumen total de aprovechamiento)
Volumen comercial por hectárea de las especies restantes, cuya madera puede comercializarse como madera leña
***El valor del m^3 de madera se obtuvo del Estudio de precios comparativos por tipo de madera y etapa del proceso (Productor vs. Consumidor) desarrollado por Wealth Accounting and Valuation of Ecosystems, con base en información recolectada en la Ciudad de Bogotá D.C
**** Valor de 9 metros cúbicos de Madera leña Resolución 1196 del 2009 de la CAR, traído a precios 2018.

10.4.1.2.2 Valoración alteración servicio de regulación hídrica

La cobertura vegetal permite regular la escorrentía de tal manera que evita la estacionalidad drástica del suministro de agua en fuentes utilizadas para acueductos y otros usos. Un área

de plantación (comparada con un área desprotegida en una microcuenca) tiene una función reguladora de la escorrentía, mejora el almacenamiento de agua y reduce su velocidad de evacuación a un cauce natural. Al aumentar el caudal en el período seco y reducirlo en el lluvioso, se mejora la disponibilidad de agua para consumo humano, riego y otros usos.

En una cuenca determinada hay una disponibilidad de agua superficial que depende del patrón de precipitación, el área de la cuenca o del área de afluencia a un punto determinado o "punto de entrega" y las "pérdidas" naturales a través de evaporación, evapotranspiración e infiltración.

Esta disponibilidad se traduce en oferta, cuando el recurso natural se convierte en insumo de una actividad económica y la cuenca se convierte en un bien de capital natural productivo. Este bien, que puede incluir, componentes naturales y obras de protección (plantaciones forestales, conservación de suelos), requiere mantenimiento con el fin de sostener su capacidad productiva, lo cual tiene un costo en términos principalmente de mano de obra del beneficiario y asistencia técnica de la corporación.

La cantidad del recurso natural está disponible a una tasa natural y estocástica, concentrada durante el período lluvioso del año y muy baja en el período seco, mientras que la cantidad de agua como bien económico se requiere entregar a una tasa preferiblemente constante durante el año. Convertir el primer patrón en el segundo puede ser costoso en términos de obras de regulación, almacenamiento (embalses) y mantenimiento.

Bajo este concepto, la medida pertinente para la cantidad de agua disponible en un área determinada no es, entonces, un volumen o caudal sino una distribución de caudales o un volumen de agua distribuido durante el ciclo hidrológico anual, teniendo que la coberturas naturales minimizan la pérdida de humedad por escorrentía y evaporación y mejorando la disponibilidad de agua del suelo y la eficiencia del uso del agua mediante el mejor manejo del suelo la evaporación directa de la superficie del suelo.

De acuerdo con lo anterior, se establecieron algunos criterios, partiendo de la base que una hectárea recibe determinados mm/año de precipitación que puede aportar una fracción de esta (en m^3) durante algunos meses secos del año:

- Datos precipitación área de estudio: Precipitación media anual registrada en estaciones de referencia 1000 mm/m2-año; Precipitación media anual en m3/ha año

$$1000\frac{mm}{m^2 año} \times \frac{10000\ m^2}{ha} \times \frac{1m^3}{1000\ lt} = 10000\ \frac{m^3}{ha\ año} = 833{,}3\ \frac{m^3}{ha\ mes}$$

- La cuantificación del servicio de regulación hídrica está dado entonces por el volumen de agua asociado a la recarga de humedad al suelo y de acuíferos por percolación (ver Tabla 10.65), tomando como referencia los datos del estudio de

Hidrología de cuatro coberturas vegetales en la microcuenca del Río Jalapa, Yoro, Honduras, citado por Francisco Jiménez[14] (Jimenez).

Tabla 10.65 Estimación regulación hídrica coberturas naturales

	Precipitación	100%	833,3	m3/ha -mes
a	Intercepción hojarasca	3,7%	30,83	m3/ha -mes
b	Intercepción cobertura	39,7%	330,83	m3/ha -mes
c	Escorrentía	12,7%	105,83	m3/ha -mes
d	Evapotranspiración	31,1%	259,17	m3/ha -mes
e	Recarga del acuífero	12,8%	106,67	m3/ha -mes
	Fracción disponible meses secos del año D	**100%**	**106,67**	**m3/ha**

Fuente: (Fassbender & Grimm , 1981) citado por Francisco Jiménez (Jimenez) adaptado por la consultoría.

- El volumen de agua de regulación hídrica corresponde entonces a la fracción interceptada más el volumen de recarga, la cual potencialmente estaría disponible para los meses secos del año y por causa del proyecto se dejaría de percibir y por tanto se constituye en un costo ambiental:

$$\mathbf{106,67}\ \frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha\ año}}\ \boldsymbol{X\ 3\ meses\ secos\ años} = \mathbf{320}\ \frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha}}$$

- El valor del metro cúbico de agua de $1272 corresponde a la tarifa promedio en pesos por m^3 vigente en el año 2018 para el municipio de Pamplona (Tarifas Acueducto de Pamplona vigente para el 2018).

Desde el punto de vista teórico, el valor de la tasa representa el valor de la productividad marginal del recurso o el valor del impacto por extracción, y dado que el monto de pago mínimo fue definido por la autoridad ambiental competente, la tasa representa un buen indicador del valor de uso del recurso agua.

Los resultados se presentan en la Tabla 10.66, en la cual se puede observar que el costo ambiental anualizado por la pérdida de los beneficios de la regulación hídrica asociadas a las coberturas objeto de remoción. Aplicando la tasa social de descuento del 12% el valor presente de la pérdida del servicio por regulación hídrica asciende a $ 8.845.955 pesos, considerando un horizonte de vida útil del proyecto de 25 años.

Tabla 10.66 Valoración económica de la alteración en el régimen de escorrentía

[14] Cita también los resultados de coberturas de bosques Andino de Venezuela (Fassbender & Grimm , 1981)

COBERTURA VEGETAL	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	VALOR TOTAL ($)
Nº Hectáreas	0,591	1,710	0,075	0,018	0,080	2,47
Regulación hídrica 320 m3/ha	189	547,20	24,00	5,76	25,60	791,68
Valor m3($) *	$ 1.272	$ 1.272,00	$ 1.272,00	$ 1.272,00	$ 1.272,00	$ 1.272,00
Valor anual Pesos ($)	$ 240.561	$ 696.038	$ 30.528	$ 7.327	$ 32.563	$ 1.007.017
Años establecimiento**	25	25	25	25	25	25
VNA (TSD 12%; 25 años)						**$ 8.845.955**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.
NOTAS: * El valor del m^3 de agua se obtuvo de la página web de la empresa de servicios públicos de Pamplona Julio de 2018 (Vigentes año desde el año 2016).

10.4.1.2.3 Alteración del régimen de retención de sedimentos

El manejo apropiado de los bosques contribuye a reducir la erosión y la carga de sedimentos a las fuentes de agua potable, lo que se traduce en ahorros en costos de tratamiento para mejorar los índices de turbiedad. La reforestación de una hectárea puede reducir la sedimentación de cauces mediante una reducción de la pérdida de suelo, lo cual se puede reflejar en una reversión de la tendencia decreciente en la capacidad de los cauces para evacuar caudales (inundaciones) y en la entrega de agua de mejor calidad (menos turbiedad) a los acueductos y sistemas de riego.

Si solo se utiliza la mitad del volumen disponible actualmente (105,83 m3/ha mes)[15] y el costo de tratamiento por turbiedad (sedimentación) es de $66,7 por m^3 (Comisión de Regulación de Agua potable y Saneamiento Básico -CRA-, 2013), se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 10.67. En total el costo ambiental de la alteración del régimen de retención de sedimentos en valor presente es $ 1.097.048 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años.

Volumen estimado de retención de sedimentos

$$\mathbf{105,83}\ \frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha\ mes}} \times\ \mathbf{6}\ \boldsymbol{meses\ año} = \mathbf{635}\frac{\boldsymbol{m^3}}{\boldsymbol{ha}}$$

Tabla 10.67 Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos

[15] Volumen de agua de escorrentía ver literal c, columna 3 Tabla 10.65

COBERTURA VEGETAL	Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	VALOR TOTAL ($)
Nº Hectáreas	0,591	1,710	0,075	0,018	0,080	2,47
Regulación hídrica 635 m3/ha/año	375,3	1411,6	23,8	11,4	50,8	1872,9
Valor m3($) *	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7
Valor anual Pesos ($)	$ 25.024,00	$ 94.125,82	$ 1.587,82	$ 762,15	$ 3.387,34	$ 124.887,14
Años establecimiento**	25	25	25	25	26	25
VNA (TSD 12%; 25 años)						**$ 1.097.048**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.2.4 Alteración producción de nutrientes

Las coberturas naturales, juegan un papel importante en la modulación de los ecosistemas, dado que regulan y diversifican la disponibilidad de recursos (temperatura, humedad y nutrientes), necesariamente requeridos por los organismos (Aponte, 2011).

En este sentido, por ejemplo, con la hojarasca las especies vegetales generan modificaciones en las condiciones abióticas del suelo, como son el aumento de la fertilidad, lo cual a su vez tiene efectos sobre la comunidad de organismos del suelo, cuyo entorno y recursos se ven condicionados por la cubierta vegetal. Siendo estas comunidades las gestoras de procesos de descomposición y mineralización de la materia orgánica y, por ende, de la disponibilidad de nutrientes (Aponte, 2011).

Teniendo presente que la hojarasca es la principal fuente de nutrientes del suelo forestal (Vitousek y Sanford, 1986; Landsberg y Gower, 1997), dado que con esta se le regrese aproximadamente el 80% de los nutrientes del suelo, por los atributos de los detritos del árbol. Se toma como base para estimar el costo generado por la alteración de los nutrientes, un estudio realizado en los bosques Antioqueños – Colombia, por Ramírez, et al., en el 2007, en el cual establece un flujo de nutrientes que retornarían al suelo, a partir de la hojarasca, estos enmarcando a su vez el nivel de nutrientes que se perdería en la zona afecta por la remoción total de la cobertura vegetal y así en valor de la alteración (Ver Tabla 10.68)

Tabla 10.68 Valor del flujo de nutrientes producidas por la hojarasca

Fracción	**Flujo de nutrientes medio anual (kg ha. $^{-1}$ año^{-1})**						
	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn
Hojarasca fina	**85,9**	**2,6**	**10,5**	**50,9**	**10,1**	**7,3**	**5,0**

Fuente: Ramírez et al., 2007

A continuación, se presentan los precios de mercado equivalentes a los nutrientes producidos por la hojarasca.

Tabla 10.69 Precios del mercado nutrientes equivalentes producidos por la hojarasca

Nutriente	Unidad de correspondencia por precio	Precio del nutriente según la unidad de correspondencia
N	1 kg	$7.793,00
P	50 kg	$153.600,00
K	50 kg	$69.000,00
Ca	50 kg	$ 7.000,00
Mg	kg	$1.840,00
S	kg	$2.300,00
Mn	1 kg	$23.400,00

Fuente: Valores tomados de los precios de insumos agropecuarios referenciados en el sistema de estadística agropecuaria AGRONET y el departamento administrativo nacional de estadística DANE. Fuente: AGRONET - DANE, 2018.

De esta manera, teniendo presente los indicadores establecidos en el parámetro de alteración a la producción de nutrientes y contemplando el precio de mercado (Ver Tabla 10.69) de lo que costaría aplicar dichos nutrientes en el suelo de las hectáreas de bosque y vegetación secundaria alta a afectar, se procedió a la estimación del costo generado por la alteración de la producción de nutrientes, como se observa en la Tabla 10.70

Tabla 10.70 Valoración económica del impacto generado con la afectación a la producción de nutrientes

COBERTURA	Área total	Flujo de nutrientes medio anual (kg ha. $^{-1}$ año^{-1})							
		N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Total
		85,9	**2,6**	**10,5**	**50,9**	**10,1**	**7,3**	**5**	
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,59	$ 395.626	$ 4.720	$ 8.564	$ 4.211	$ 10.983	$ 9.923	$ 69.147	$ 503.175
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	1,71	$ 1.144.706	$ 13.658	$ 24.778	$ 12.185	$ 31.779	$ 28.711	$ 200.070	$ 1.455.887
Arbustal denso bajo del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,08	$ 50.206	$ 599	$ 1.087	$ 534	$ 1.394	$ 1.259	$ 8.775	$ 63.855
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,02	$ 12.050	$ 144	$ 261	$ 128	$ 335	$ 302	$ 2.106	$ 15.325
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	0,08	$ 53.553	$ 639	$ 1.159	$ 570	$ 1.487	$ 1.343	$ 9.360	$ 68.112
Total	**2,47**	**$ 1.656.142**	**$ 19.760**	**$ 35.848**	**$ 17.630**	**$ 45.977**	**$ 41.538**	**$ 289.458**	**$ 2.038.242**
VNA (TSD 12%; 25 años)									**$ 17.904.560**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En conclusión, el costo total por la alteración de la producción de nutrientes alcanza un monto anual de $ 2.038.242 pesos y $ 17.904.560 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años y una tasa de descuento social del 12% planteada para Colombia por el DNP en 2014

10.4.1.2.5 Disminución en la capacidad de captura de CO2

El valor del servicio de captura de carbono generado por las coberturas arbóreas que serán intervenidas por el desarrollo de las actividades de proyecto se calcula a través de un método de valoración basado en precios de mercado, utilizando como elemento de valoración, la capacidad de secuestro de carbono[16] de las potenciales coberturas objeto de intervención y con ello la reducción en el dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera. Para su cálculo, se requiere información sobre biomasa, capacidad de secuestro de carbono y el precio reportado en el mercado del carbono.

La biomasa total -BT- (aérea y subterránea) y el carbono almacenado en los dos compartimentos es estima a través del método indirecto de ecuaciones alométricas sugerida en el Protocolo para la estimación nacional de biomasa (Yepes A.P., 2011), y tomando como referencia los registros de composición y estructura de la vegetación de las parcelas analizadas para caracterización de línea base (capítulo 5 numeral 3.3) ecosistemas terrestres.

De acuerdo a la zona de vida del área de interés UF1 se utiliza las ecuaciones alométricas sugerida en el Protocolo[17] para los Bosque seco premontano (bs-PM), Bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y Bosque húmedo premontano (bh-PM) (Ver Ecuación 10.9) complementada con la ecuación para la estimación biomasa subterránea (Ver Ecuación 10.10), para cada uno de los arboles muestreado en las parcelas analizadas. La biomasa total -BT- se calcula como la suma de la biomasa de todos los árboles vivos, multiplicando el valor obtenido por el factor de conversión según el tamaño de parcela, con el fin reportar en unidades de toneladas por hectárea (t ha-1).

Ecuación 10.9 Ecuaciones alométricas recomendadas para el cálculo de biomasa en bosques naturales

$$ln(BA) = a + b\ ln\ (D) + c(ln\ (D))2 + d(ln\ (D))3 + B1ln(\rho)$$

Donde:

BA= Biomasa aérea en Kg
D = Diámetro altura de pecho, medido a 1,30 m sobre el suelo en metros
ρ = Densidad de la madera en g /cm3
H= Altura total del árbol metros
a (-229) y B1 (0.932) son constantes del modelo ecuación alométrica bs-T

Fuente: (Yepes A.P., 2011)

Ecuación 10.10 Ecuación para el cálculo de la biomasa subterránea

$$BRG = R\ x\ BA$$

Donde:

[16] Esta metodología ha sido empleada en valoraciones económicas realizadas para diferentes ecosistemas de Centro y Suramérica tal y como lo referencian el Consejo Nacional de Áreas Protegidas de Guatemala (1999), Adgeret al. (1994), Conservation Strategy Fund (2006, 2007), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2000), la Unión Europea, et al. (SF) y Bezaury-Creel (2009).

[17] Ecuaciones alométricas recomendadas para el cálculo de biomasa en bosques naturales de todos los árboles con D≥ 10 cm). Dónde: BA es la biomasa aérea de los árboles en kg; D es el diámetro normal medido a 1,30 m de altura desde el suelo en cm, es la densidad de la madera en g cm-3, a, b, c, d y B1 son constantes del modelo, y R2 es el ajuste del modelo.

BRG= biomasa de raíces gruesas en (t ha-1)
R =es la relación raíces: follaje
BA =es la biomasa aérea en (t ha-1)

Fuente: (Yepes A.P., 2011)

Con base en los resultados de Biomasa Total -BT- se estima la cantidad de carbono almacenado asumiendo que la biomasa de los árboles vivos contiene aproximadamente 50%[18] de carbono, tal y como lo referencian el Protocolo para la estimación nacional de biomasa (Yepes A.P., 2011) en el cual se citan los estudios de MacDicken 1997, Fearneside et al. 1999, Clark et al. 2001b, Malhi et al. 2004, Chave et al. 2005, Aragão et al. 2009).

Para la conversión dióxido de carbono equivalente (CO2e) corresponde a la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios gases de efecto invernadero (GEI), basada en el potencial del calentamiento global de cada uno (Yepes A.P., 2011) . El dióxido de carbono equivalente es el resultado de la multiplicación de las toneladas emitidas de GEI por su potencial de calentamiento global. Para convertir la cantidad de carbono (almacenada o emitida) por los ecosistemas forestales, el IPCC (2003, 2006) recomienda emplear el factor de 44/12 ≈ 3,67[19] (este factor resulta de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono, por el peso específico del carbono).

El resultado general de los cálculos sobre el contenido de carbono almacenado en la biomasa por tipo de cobertura y la pérdida de la capacidad de captura de CO2 se presentan en la Tabla 10.71, no obstante en la Anexo 9B “Análisis Beneficio Costo ambiental” Hojas Excel Cons_Cobert, Arbustales; Bosques, se encuentran las memorias de cálculo desarrolladas con base en los reportes de las parcelas inventariadas para el presente estudio.

Tabla 10.71 Carbono almacenado, dióxido de carbono transferido a la atmósfera por tipo de cobertura vegetal a remover.

Cobertura	No de Parcelas	BA		Carbono Total	Carbono Total + BA subterránea	CO2 e
		Kg/Parcela	Ton/ha	Ton C	Ton C	Ton CO2e
Arbustal denso alto del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	5	141,8	0,284	0,14	0,2	0,6
Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	9	5721,9	6,358	5,72	7,1	26,0
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	4	37745,5	94,364	37,75	46,8	171,6
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	3	18866,4	62,888	18,87	23,4	85,8
Individuos censados Mosaico de pastos con espacios naturales/Mosaico de pastos y cultivos/Pastos arbolados/Pastos enmalezados/Pastos limpios	Censo	19484,4	520,996	19,48	24,2	88,6
Promedio coberturas		**16392,0**	**137,0**	**16,4**	**20,3**	**74,5**
FEB (Anual)						**1,1**

[18] Cifra porcentual comúnmente utilizada para el cálculo del carbono y aceptada por Intergovernmental Panel on Climate Change –IPCC -

[19] Este factor resulta de dividir el peso atómico de una molécula de dióxido de carbono, por el peso específico del carbono (Yepes A.P., 2011).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De esta manera se estima que una hectárea de coberturas vegetales presentes en el área de interés UF1, almacena 20,3 toneladas de carbono y haciendo uso de la ecuación de dióxido de carbono transferido a la atmósfera, se estiman 74,5 toneladas de dióxido de carbono potencialmente transferido a la atmósfera por efecto de la remoción y representa el stock de carbono almacenado en la cobertura en el t_0.

Por otro lado con el fin de incluir la variable de crecimiento de la Biomasa forestal se consideró un factor de expansión entendido como el incremento Medio Anual (IMA) de la biomasa esperada para las coberturas analizadas, tomando como referencia los resultados del estudio de Miguel Peña et al (Peña , López, Yépes, & Cardona, 2015) en el cual se analizó el crecimiento y captura de carbono para especies nativas en Bosque Andinos.

En el estudio de Miguel Peña et al, se estimó que, en promedio, el incremento neto en la BA de los bosques del área de estudio es de 2.23 ± 1.77 t ha-1 año-1 (D≥1 cm); y dosel 2.44 ± 1.53t ha-1 año-1 (D≥10 cm=). Asumiendo que el 50% de la biomasa seca es carbón, los bosques monitoreados acumularon en promedio 1.11 t C ha-1 año1. Con base en los resultados de (Peña , López, Yépes, & Cardona, 2015) se proyecta la captura de carbono adicional relativo al crecimiento de la biomasa anual, considerando la vida útil del proyecto en la estimación de la perdida. En el recuadro se presenta la ecuación utilizada para la estimación de la perdida de secuestro de carbono a lo largo de la vida útil del proyecto.

Ecuación 10.11 Perdida captura de carbono

$$BAt = \sum_{i=1}^{n} BA = BA_{t0} + IMA_{expt1} \dots \dots . IMA_{tn}$$

Donde:

BA_t: Biomasa aérea total
BA_{t0}: Biomasa aérea cobertura (
IMA_{t1}: Incremento Medio Anual por crecimiento de la biomasa año 1
IMA_{tn} el incremento Medio Anual por crecimiento de la biomasa año n.

Fuente: Brown (1997)

Con el fin de establecer el valor del impacto por la pérdida de servicio de captura de CO_2 por las coberturas vegetales, se consultó los precios de los certificados de reducción de carbono CER, que son bonos emitidos por la Junta Ejecutiva del MDL para las reducciones de emisiones logradas por los proyectos del MDL con arreglo a las normas del Protocolo de Kyoto.

El sistema de negociación de bonos de carbono señala que el precio ha fluctuado desde 0.17 € hasta los 0,2 € Euros por tonelada de CO2 (datos a enero a Julio de 2018). Luego de revisar las Cifras del mercado de Carbono, se adoptó el precio promedio (0.20[20] € Ton-1 = $686,46 ton COP) de los últimos 6 meses para estimación del valor de los beneficios por captura de carbono (CO2).

[20] TRM Euro promedio 2018=$3.432,29

En este contexto se concluye que el valor económico del impacto sobre la cobertura vegetal (Ver Tabla 10.72) aproximado a la transferencia de dióxido de carbono a la atmósfera asciende a $ 2.274.280 pesos, considerando el tiempo de vida útil del proyecto.

Tabla 10.72 Valor económico del impacto modificación de la cobertura vegetal

Criterios	Coberturas Naturales
Nº Hectáreas	39,87
CO2e To/ha	74,5
FEB CO2 - Ton/Ha/año*	1,1
Valor/Ton CER	$ 686,46
Valor CO2 año 1 (Stock inicial)	$ 2.039.911,09
Valor anual (FEB)	30.108
Años establecimiento***	25
VNA (TSD 12%; 25 años)	$ 2.274.280

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.2.6 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas arbóreas

Finalmente se presenta el valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales asociados a eliminación de las coberturas naturales equivalen a $ 87.840.332 pesos. Este costo está determinado principalmente por el valor de la madera seguido por la pérdida en el servicio de ciclaje de nutrientes, regulación hídrica y en una menor proporción por la disminución en la capacidad de captura de CO_2 dado los precios del mercado de los bonos de carbono.

Tabla 10.73 Valor presente de las pérdidas de servicios y bienes ambientales coberturas naturales

Servicios y Bienes Ambientales	
Valor de uso directo de las coberturas afectadas: Valor de la madera	$ 57.718.490
Valoración económica de la alteración al régimen de escorrentía	$ 8.845.955
Valoración económica de las pérdidas por alteración en el régimen de retención de sedimentos	$ 1.097.048
Costo ambiental alteración producción de nutrientes	$ 17.904.560
Costo ambiental por disminución en la capacidad de captura de CO2	$ 2.274.280
VNA (TSD 12%; 25 años)	**$ 87.840.332**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.3 Valoración de impactos: Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat

En la evaluación del impacto ambiental, se estimó que se pueden presentar alteraciones en las condiciones actuales de la fauna y la flora a raíz de las obras de construcción que atravesarán una zona con presencia de bosques de galería y Arbustales densos altos. En este contexto las obras planteadas en estas áreas fragmentan estos ecosistemas, entorpeciendo el paso y encuentro de individuos, además de otros impactos conexos como la potencial perdida de la riqueza florística y de fauna.

Adicionalmente las actividades constructivas de la segunda calzada de la UF1 ocasionan un cambio en los niveles de ruido y aumentan las vibraciones del suelo generando que las coberturas remanentes no sean adecuadas para el establecimiento de la fauna. Aunque la vegetación presente una composición y estructura florística apropiados, es decir, que ofrezcan recursos alimenticios y de refugio, las condiciones no son las adecuadas para el establecimiento de las poblaciones, por lo menos de manera temporal y exclusivamente los segmentos aledaños a los frentes de obra.

En este contexto es claro señalar que por el desarrollo de algunas actividades del proyecto se genera externalidades negativas sobre los organismos que habitan en el área objeto de intervención los cuales en conjunto representan la diversidad biológica del área.

De acuerdo al convenio sobre biodiversidad biológica (ONU, 1992), la biodiversidad cumple un papel muy importante, para el mantenimiento de los ecosistemas y en general para el mantenimiento de la vida, y es potencialmente un recurso estratégico para la riqueza de las naciones, no obstante, capturar el valor económico de la biodiversidad, se constituye en una tarea de mucha dificultada dada su complejidad ecológica, o dicho de otro forma, la complejidad de las cadenas tróficas y funcionales de la diversidad biológica dentro del ecosistema.

En diversos estudios y publicaciones se ha reconocido los valores económicos directos derivados de la biodiversidad los cuales incluyen desde la provisión de alimentos, medicinas y productos industriales, hasta los recursos genéticos que potencialmente pueden ofrecer solución a problemas que enfrenta la humanidad (Medicina, nuevos materiales), sin embargo dada las características y el alcance del estudio no se cuenta con la información ni se identificaron las especies que cumplan con los criterios para desarrollar la valoración desde el enfoque de uso directo.

De otro lado los valores económicos indirectos relativos a la regulación del ecosistema, ciclaje de nutrientes, polinización, entre otras, enfrenta la misma dificultad relativa a la falta de información sobre las funciones ecosistémicas que se deben utilizar para dimensionar la magnitud de los servicios afectados, para luego desarrollar su traducción a los valores monetarios.

En este contexto, se reconoce la dificultad de identificar proxy[21] o sustitutos que cubran toda la extensión de la Biodiversidad, por ejemplo, una pequeña subcategoría de especies (Especies claves, sombrilla, carismáticas) no pueden capturar apropiadamente el valor de la biodiversidad. De hecho diversos publicaciones dedicadas a la revisión de estudios indexados de valoraciones económicas de la Biodiversidad, ha concluido que es imposible construir un proxy que permitan capturar todos los aspectos de Biodiversidad (Ver

[21] Anglicismo que se utiliza para denotar un variable que tiene una fuerte correlación con el valor de otra variable inferida. En este caso el Parche de bosque (hábitat) se usa como medida de la biodiversidad, tras el supuesto que al conservar las coberturas se conservan todos elementos e individuos que residen en ella y relaciones interespecíficas que hacen posible o determinan la diversidad biológica.

Economía de la Biodiversidad (Pearce & Moran , 1994) y Captura de la complejidad de la biodiversidad: una revisión crítica de Estudios de valoración económica de la diversidad biológica[22] (Bartkowski, Lienhoop, & Hansjürgens, 2015)).

En consideración a lo anterior, para la valoración económica de los efectos del proyecto sobre la diversidad se buscó una metodología que de manera indirecta pudiese capturar su valor, y para ello se amparó en la estrecha relación que existe entre las coberturas y los demás organismos que conforman el ecosistema.

Para tal efecto se utilizó el parche de cobertura natural como la unidad de medida que representa la magnitud del daño, bajo el supuesto que el parche de *cobertura natural sirve como hábitat y posibilita la conectividad y la materialización de las relaciones funcionales y trasferencia de materia y energía.*

De esta manera, el impacto se desarrolla en función de aspectos de sostenibilidad y conservación de la biodiversidad (fauna y flora), contrastado con niveles ecosistémicos presentes en el área de influencia, los cuales se verán afectados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

Entonces para la valoración económica de este impacto, se recurre a las variaciones compensatorias preestablecidas en la legislación nacional para la conservación y protección de los ecosistemas naturales boscosos, bajo el supuesto que las tasas de conservación representa la disposición del estado a conservar los hábitats y por tanto revelan la disponibilidad a pagar de la sociedad por el conjunto de externalidades positivas que se obtienen al conservar las coberturas naturales entre ellas la diversidad biológica. Los sistemas de incentivos forestales son herramienta de la economía que tiene propósito fundamental la conservación de los bosques y de los servicios que estos representan y por tanto sirven como una aproximación del valor de la biodiversidad.

Con base en lo anterior, para la estimación del costo de estos impactos se toma como proxy las acciones preestablecidas en el Decreto 900 de 1997 por el cual se reglamenta el certificado de incentivo forestal para conservación. Considerando que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar la afectación de los hábitats.

Partiendo del estimativo de las coberturas a intervenir por la ejecución del proyecto, se obtienen los hábitats naturales o seminaturales afectados por la construcción de la obra, para los cuales se calculan el valor base del certificado de incentivo forestal de conservación. De acuerdo con los criterios establecidos en el Decreto 900 de 1997 se estimó como costo total del impacto el valor de $ 1.972.071.743 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años, tal como se observa en la Tabla 10.74.

[22] Bartkowski identifico que los proxys más comunes utilizados en las valoraciones de biodiversidad son los hábitats (51 de los estudios revisados) y especies (43 Estudios revisados), mientras que las otras categorías de representación son menos frecuentes: La diversidad de especies se utilizan en 15 estudios, Genética en 11 y servicios de la fauna7 estudios.

Tabla 10.74 Valor presente de las pérdidas por los cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat

ID	COBERTURA DE LA TIERRA		ÁREA DE OCUPACIÓN		RANGO ALTITUDINAL	FACTOR TAMAÑO DEL PREDIO (FT)	FACTOR PISO TÉRMICO (FPT)	FAR (FTP*FPT)	VALOR POR HECTÁREA (ANUAL)	VALOR BASE (ANUAL POR PARCHE)	VALOR AJUSTADO (ANUAL POR PARCHE)
	Nombre	Código	m2	Ha							
1	Bosque de galería y/o ripario	3.1.4	23825	2,38	1000<P T<=2000	2,0	0,9	1,80	$ 5.468.694	$ 13.029.163	$ 23.452.494
SUBTOTAL (Bosque de galería y/o ripario)				**3,7**						**$ 13.029.163**	**$ 23.452.494**
2	Arbustal denso alto	3.2.3.2	34400	3,4	1000<P T<=2000	1,6	0,9	1,44	$ 2.734.347	$ 10.144.427	$ 14.607.975
3	Arbustal denso alto	3.2.3.2	873100	87,3	1000<P T<=2000	1,6	0,9	1,44	$ 2.734.347	$ 9.406.154	$ 13.544.861
4	Arbustal denso alto	3.2.3.2	74100	7,4	1000<P T<=2000	1,0	0,9	0,90	$ 2.734.347	$ 136.717.350	$ 123.045.615
5	Arbustal denso alto	3.2.3.3	89600	9,0	1000<P T<=2000	1,6	0,9	1,40	$ 2.734.347	$ 20.261.511	$ 29.176.576
SUBTOTAL (Arbustal denso alto)				**3,7**						**$ 9.406.154**	**$ 201.046.691**
TOTAL ANUAL											$ 224.499.185
VNA(TSD 12%; 25 años)											**$ 1.972.071.743**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.4 Valoración del impacto Intervención áreas de manejo especial

El desarrollo de la infraestructura vial implica la intervención de área de manejo especial definidas o reglamentas en los diferentes instrumentos normativos que aplican para el Área de Influencia. La afectación a áreas de manejo especial es SEVERA en el ámbito de en la categoría 1, por el desarrollo del desmonte y limpieza, dada la importancia ecológica de estas coberturas, pese a que se actualmente se encuentran en un estado de intervención alto, los relictos de bosques y arbustales que se encuentran sobre el área de intervención prestan servicios ambientales como regulación hídrica, captura de carbono, entre otros.

Por lo tanto, para la valoración de este impacto, se estima un valor aproximado para el manejo integral del costo ambiental que generaría dicho cambio, teniendo en cuenta para ello, las tasas de conservación de ecosistemas estratégicos, establecidas por la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) en jurisdicción del área de influencia de la UF1. En este sentido, se hace uso de las variaciones compensatorias preestablecidas en hábitats similares, por corporaciones u organizaciones adyacentes al área de estudio, asociadas con la conservación y protección de ecosistemas, contribuyendo a mantener la estructura ecosistémica de las áreas sensibles y estratégicas.

Para la estimación del costo de este impacto, se toma como proxy las acciones establecidas por CORPONOR en favor de la conservación de los ecosistemas, de la gestión integral de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos, considerando que dichas tasas presupuestales representan lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar una afectación de los ecosistemas.

A continuación, se establecen los supuestos con los que se realiza la estimación del costo.

- Los costos de conservación de los ecosistemas estratégicos responden a la inversión en programas y proyectos para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos presentada por CORPONOR, en su en su Plan de Acción Cuatrienal 2016 -2019 (Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental, 2016).

- Estos programas y proyectos, están en función del manejo y la conservación de las áreas totales de ecosistemas priorizados por la Corporación (Ver Tabla 10.75), con el fin de determinar la inversión promedio por hectárea realizada en áreas de conservación prioritarias (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2016), como se muestra en la
- Tabla **10.76**. Dicho proceso se realiza dividiendo el presupuesto total del programa, en las áreas totales de los ecosistemas priorizados por la corporación, en su jurisdicción

Tabla 10.75 Inversión en programas de gestión integral colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos CORPONOR

LÍNEA	PROGRAMA	PROYECTO	PRESUPUESTO A 2017
Gestión integral y colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, en especial la provisión de agua para el Dto.Norte de Santander	Proyecto 2.1 Gestión para la Conservación Sostenible de las Áreas de Manejo Especial del departamento Norte de Santander	"Hectáreas para la conservación de ecosistemas estratégicos para la regulación hídrica. Áreas protegidas para la conservación de ecosistemas y/o bosques naturales	1.862.500.000

Fuente: Plan de Acción Cuatrienal 2016 -2019 CORPONOR. Proyección de gastos por fuentes de inversión

Tabla 10.76 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción CORPONOR

CONCEPTO	ÁREA (ha)
Hectáreas en proceso de restauración	150
Total hectáreas en proceso de restauración	150

Fuente: Plan de Acción Cuatrienal CORPONOR 2016-2019.

- Con base al estimativo de los parches de coberturas a intervenir por la ejecución del proyecto, se obtienen las áreas totales de los parches que se fragmentarían en las zonas de bosque afectados por la construcción de la obra.

Teniendo en cuenta que dichas tasas presupuestales representan para la sociedad lo que estarían dispuestos a pagar por conservar o evitar una afectación de los ecosistemas estratégicos, se estima a continuación la equivalencia del precio por hectárea promedio destinado por la CORPONOR para la conservación de ecosistemas de prioridad para la conservación de la biodiversidad y con ello el costo total generado por el proyecto, con la modificación de ecosistemas.

Tabla 10.77 Áreas priorizadas para la conservación de la biodiversidad en jurisdicción de CORPONOR

INVERSIÓN EN PROGRAMAS DE GESTIÓN INTEGRAL	HECTÁREAS EN PROCESO DE RESTAURACIÓN	INVERSIÓN PROMEDIO POR ha	Áreas Intervenidas (ha)[23]	COSTO
18.822.827.695	150	3.333.333	9,39	$ 31.285.986,67
VNA (TSD 12%; 25 años)				**$ 274.825.987,17**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018., con base en datos de la Corporación CORPONOR.

Se concluye que el costo total generado con la modificación de la conectividad de ecosistemas alcanza una cifra de $ 274.825.987 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años.

10.4.1.5 Generación y /o activación de procesos denudativos

Para la valoración del impacto ambiental relacionado con los potenciales fenómenos erosivos y de remoción de masas de suelo y roca que se puede materializar dadas las condiciones geológicas, geotécnicas y geomorfológicas del área, se consideraron los costos inducidos para la reparación de los daños y los ingresos perdidos por el cierre de la vía.

Respecto a las reparaciones por movimientos de remoción en masa, se contemplaron los costos de las actividades de limpieza y remoción de derrumbes, reparación de obras de drenaje, reparación de taludes, muros de sostenimiento y reparación de la vía.

El valor resultante de la reparación de un movimiento en masa tipo, se multiplica por el valor esperado de derrumbes que se obtiene de las bases de Información del sistema la Gestión de Riesgo de Desastres específicos para el área de estudio. El análisis se desarrolla bajo el supuesto que las zonas de mayor criticidad geotécnica serán intervenidas en la construcción del eje vial, de tal modo que se estima la probabilidad de ocurrencia en los sectores calificados como riego medio y bajo, expresados como la probabilidad del evento en un año.

En la Tabla 10.78 se presentan los registros de los derrumbes ocurridos en la zona en un periodo 12 años (Se revisaron la bases de datos del sistema la Gestión de Riesgo de Desastres específicas para los Municipios de Pamplona y Pamplonita, Periodo 2005 -2007) , evidenciando que en promedio se presenta 0,13 deslizamiento por año en la vía, lo que supone que a pesar el riesgo geotécnico la estabilidad del área es alta en términos de eventos de deslizamientos por año en el segmento vial analizado.

Tabla 10.78 Derrumbes ocurridos en la zona del proyecto durante el periodo 2005-2017

Año	Fecha	Tramo	No eventos año	Sitio	Condición	Motivo
2015	20/07/2015	Cúcuta Pamplona	1	NEGAVITA Y MORALITOS	CDGRD de Norte de Santander, informa, se presenta, deslizamiento en la vía que de pamplona conduce a Bucaramanga. el deslizamiento se encuentra en el km 18+460 que impide el paso. -866	Deslizamiento

[23] Las áreas de parches se obtienen con base en los reportes de SIG, el cual establece el área total de los parches prioritarios a intervenir

Año	Fecha	Tramo	No eventos año	Sitio	Condición	Motivo
2016	20/11/2016	Cúcuta Pamplona	1	KM 18+460 QUE IMPIDE EL PASO. -866	cdgrd reporta vía Cúcuta - pamplona entre los sitios negavita y moralitos se registró un deslizamiento, dejando un herido, esto sucedió ayer, la vía continúa cerrada y no para de llover. -538	Deslizamiento

Fuente: Base de datos Sistema de Información para la Gestión de Riesgo de Desastres. Consolidado de Atención de Emergencias - Datos Formato Excel Consulta Bases años 2011 al 2015

El cálculo de los ingresos perdidos por el cierre de la vía se fundamentó en la variación del precio generalizado del transporte suponiendo una reducción de la velocidad de 80km/hr a menos de 5km/hr durante la ocurrencia de un evento de remoción den masa. Para la estimación de la variación en el precio generalizado se tomó como referencia el flujo de vehículos proyectado para el periodo 2022-2044.

Finalmente, en la Tabla 10.79 se presenta el valor presente de las pérdidas asociados a la activación de procesos denudativos del sector I correspondientes a $ 5.574.153.860 pesos, en la cual se incluye los costos de reparación de la vía y las perdidas por la reducción del precio generalizado.

Tabla 10.79 Valor estimado del impacto de activación de procesos denudativos

Año	Pérdida del ahorro en tiempos de viaje por día vehículos	Pérdida total de Ahorro en tiempos de viaje Camión	Nº Vehículos	Nº Camiones	Reducción costos penalizado Transporte	Costo de reparaciones por movimientos en masa	Costo Total Año
3	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.397	2.267	$ 92.711.900,00	$ 601.770.026,40	$ 694.481.926,40
4	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.537	2.375	$ 97.076.300,00	$ 601.770.026,40	$ 698.846.326,40
5	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.675	2.481	$ 101.361.300,00	$ 601.770.026,40	$ 703.131.326,40
6	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.814	2.588	$ 105.686.000,00	$ 601.770.026,40	$ 707.456.026,40
7	$ 12.000,00	$ 186.500,00	3.960	2.694	$ 109.990.200,00	$ 601.770.026,40	$ 711.760.226,40
8	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.106	2.801	$ 114.331.700,00	$ 601.770.026,40	$ 716.101.726,40
9	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.253	2.908	$ 118.675.600,00	$ 601.770.026,40	$ 720.445.626,40
10	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.399	3.013	$ 122.942.500,00	$ 601.770.026,40	$ 724.712.526,40
11	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.545	3.122	$ 127.358.600,00	$ 601.770.026,40	$ 729.128.626,40
12	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.708	3.231	$ 131.815.500,00	$ 601.770.026,40	$ 733.585.526,40
13	$ 12.000,00	$ 186.500,00	4.871	3.347	$ 136.533.500,00	$ 601.770.026,40	$ 738.303.526,40
14	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.032	3.457	$ 141.022.900,00	$ 601.770.026,40	$ 742.792.926,40
15	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.195	3.569	$ 145.591.700,00	$ 601.770.026,40	$ 747.361.726,40
16	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.358	3.681	$ 150.160.500,00	$ 601.770.026,40	$ 751.930.526,40
17	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.465	3.755	$ 153.177.500,00	$ 601.770.026,40	$ 754.947.526,40
18	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.574	3.830	$ 156.236.600,00	$ 601.770.026,40	$ 758.006.626,40
19	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.686	3.908	$ 159.414.800,00	$ 601.770.026,40	$ 761.184.826,40
20	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.800	3.985	$ 162.560.500,00	$ 601.770.026,40	$ 764.330.526,40

Año	Pérdida del ahorro en tiempos de viaje por día vehículos	Pérdida total de Ahorro en tiempos de viaje Camión	Nº Vehículos	Nº Camiones	Reducción costos penalizado Transporte	Costo de reparaciones por movimientos en masa	Costo Total Año
21	$ 12.000,00	$ 186.500,00	5.916	4.066	$ 165.860.200,00	$ 601.770.026,40	$ 767.630.226,40
22	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.034	4.146	$ 169.127.400,00	$ 601.770.026,40	$ 770.897.426,40
23	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.154	4.229	$ 172.511.300,00	$ 601.770.026,40	$ 774.281.326,40
24	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.278	4.314	$ 175.979.400,00	$ 601.770.026,40	$ 777.749.426,40
25	$ 12.000,00	$ 186.500,00	6.403	4.400	$ 179.487.200,00	$ 601.770.026,40	$ 781.257.226,40
VNA (TSD 12%; 25 años)							**$ 5.574.153.860,00**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.6 Valoración del impacto: Variación del nivel freático

La valoración económica del impacto parte de la identificación de los servicios ambientales asociados a los puntos de agua potencialmente afectados por la construcción de la vía, bajo el supuesto que el agua posee un valor económico de acuerdo con cada una de las funciones o usos identificados. En este orden de ideas en la Tabla 10.87 se describen los usos identificados, siguiendo la estructura del valor económico total.

Tabla 10.80 Categorías de usos del agua

VET	Uso	Uso directo	De acuerdo con los resultados de caracterización de los puntos hidrogeológicos, el uso directo u aprovechamiento del recurso está relacionado con actividades agropecuarias, subrayando que la mayor proporción de flujos no tienen usos directos identificados.
		Uso indirecto	Dada las características de los puntos hidrogeológicos (Caudal, intermitencia) no se identifican ni posibilitan usos indirectos del agua.
	No uso	Existencia	El valor de existencia que tiene el agua para usuarios que no hacen uso directo o indirecto del recurso y de sus atributos, dado que valora el hecho de que el agua exista en determinadas condiciones fisicoquímicas

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En este contexto, la valoración económica del impacto se deriva de las funciones de uso directo y de valor de existencia las cuales se desarrollan continuación.

- **Valor de no uso de recurso (Valor de existencia)**

Para estimar el valor del no uso del agua, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio patrocinado por el Centro de investigación económica y social -Fedesarrollo- (García, Calderón, Hernández, & López, 2013) que se titula “Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán”, en el cual haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estiman la disposición a pagar (DAP) por preservar la cantidad y calidad del agua que provienen del Páramo de Santurbán.

El objetivo de esta metodología es transferir y adaptar el valor monetario calculado en el estudio base (trasferencia del valor fijo) al sitio de intervención, el cual tiene un contexto similar en el entendido que se desarrolló en la región; en este orden de ideas y con el fin de aplicar la metodología se adoptaron los pasos sugeridos en la guía de Criterios Técnicos (ANLA Rs 1669, 2017).

En la Tabla 10.81 se presentan la descripción general del estudio de referencia en el cual se estimó la disposición a realizar un pago por la protección del recurso hídrico del Páramo, arrojando como resultado una DAP bimensual promedio por persona que oscila entre $3,066 y $ 17,686 pesos.

Tabla 10.81 Descripción general sitio de estudio "Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán"

ESTUDIO	Valoración económica de los servicios ambientales del Páramo Santurbán
	País: Colombia
	Departamentos: Santander y Norte de Santander
	Autor: Helena García, Laura Calderón, Adriana Hernández y José Luis López.
	Tipo de estudio: Documento de trabajo Fedesarrollo
	Fecha: febrero de 2013
SERVICIO ECOSISTÉMICO VALORADO	Ecosistema de páramo
	Valora cinco de los servicios ambientales provistos por el ecosistema, específicamente provisión y regulación hídrica de usuarios del agua, recreación, captura de carbono y existencia y legado.
Para el caso del EIA, tan solo se contempla transferir los resultados de la valoración del servicio de regulación hídrica, la cual se desarrolló a partir de valoración contingente de usuarios residenciales de acueducto en Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona, las tres principales ciudades en el área de influencia del Páramo de Santander.	
VARIABLE DEPENDIENTE	DAP
	Vehículo de pago: Factura de agua
	Periodo: Bimensual
	Pregunta: *Para preservar la cantidad y calidad del agua que recibe es necesario proteger las zonas de nacimiento de agua en el Páramo de Santurbán, lo que implicaría un mayor financiamiento por parte de los usuarios. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar en cada factura del acueducto, adicional a lo que paga actualmente?*
VARIABLES DE MÉTODO	MÉTODO: Preferencias declaradas -Valoración contingente
	MODELO: Probit DAP (Si =1; No=0) = f (P;ΦΩΨr) $DAP = -\frac{\alpha_i}{\beta}\check{z}_i$ Donde α: conjunto de coeficientes de los variables independientes, incluyendo el intercepto β: es el coeficiente del valor monetario (o precio) con el cual se manifestó su disposición a pagar. ž: conjunto de valores promedio de las variables explicativas

	VARIABLES INDEPENDIENTES Φ= variables sociodemográficas como: nacionalidad, lugar de residencia, grado de escolaridad, estrato, ocupación, entre otras Ω= variables socioeconómicas que para este caso es el nivel de ingresos Ψ= variables intrapersonales, en donde se encuentran: conocimientos, percepciones, valoraciones y actitudes frente a temas asociados al consumo de agua y al Páramo de Santurbán ґ= variables de servicio y uso de servicios ecosistémicos.
	RECOLECCIÓN: Entrevista personales
	Número de encuestas: 712 encuestas en las ciudades de Bucaramanga (29,9%), Cúcuta (37,5%) y Pamplona (14,4%).
	La agregación de resultados contemplo la población de los municipios de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona
Resultados	El 56.7% de las personas encuetadas fueron mujeres, mientras que el 43.3%fueron hombres
	La edad de los encuestados oscila entre los 17 y 85 años: edad promedio 39 años
	La distribución de la muestra por estrato se concentra en los estratos dos (30.5% y 38.6% respectivamente).
	La distribución por nivel de ingresos, el 64.1 % de los encuestados reciben un salario mensual menor o igual a los $600,000 pesos
	El valor promedio de la disposición a pagar (DAP) fue de $6,684 pesos bimensual con una significancia estadística del 99% y una desviación estándar de casi $11milpesosV VALOR UNITARIO: $3,066 a $ 17,686 pesos por persona
	Significancia estadística p<0.01
	VARIABLES DE EXPANCIÓN PARA DAP AGREGADA: Población del área de influencia. Ciudades de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona.
SITIO DE POLÍTICA	País: Colombia
	Departamento: Norte de Santander
	Municipio Pamplona, Pamplonita y Cúcuta
	VARIABLE DE EXPANSIÓN DEMANDA AGREGADA: Usuarios Acueductos municipios y veredas áreas de influencia

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

De manera complementaria en la Tabla 10.82, se presenta el porcentaje de DAP sobre el pago bimensual promedio por el servicio de acueducto, según estrato en la ciudad de Cúcuta (García, Calderón, Hernández, & López, 2013), la cual se utiliza como base para establecer la demanda agregada en la transferencia de beneficios.

Tabla 10.82 Porcentaje de la DAP sobre el pago bimensual promedio por el servicio de acueducto, según estrato: Cúcuta

Estrato	Cargo fijo - CF- (COP)	Consumo básico	Consumo complementario	Pago bimestral promedio	DAP/Pago mensual promedio (%)			
		M^3≤20-(COP por M^3)	**M^3>20- (COP por M^3)**	**CF+COPM^3* Consumo bimestral (COP)**	**3,066**	**6,180**	**11,461**	**17,686**
1	3331.7	783.32	1447.91	47956.3	6.4%	13%	24%	37%

Estrato	Cargo fijo - CF- (COP)	Consumo básico	Consumo complementario	Pago bimestral promedio	DAP/Pago mensual promedio (%)			
		M^3≤20-(COP por M^3)	**M^3>20- (COP por M^3)**	**CF+COPM^3* Consumo bimestral (COP)**	**3,066**	**6,180**	**11,461**	**17,686**
2	4664.37	836.89	1447.91	50360.37	6.1%	12%	23%	35%
3	6330.22	1447.91	1447.91	64246.62	4.8%	10%	18%	28%
4	6663.39	1447.91	1447.91	64579.79	4.7%	10%	18%	27%
5	9995.09	2173.31	2173.31	96927.49	3.2%	6%	12%	18%
6	10661.42	2173.31	2296.38	100055.22	3.1%	65	11%	18%

Fuente: Cálculos de Fedesarrollo con información de la Empresa de Acueducto de Cúcuta (García, Calderón, Hernández, & López, 2013).

Teniendo en cuenta que el estudio base fue desarrollado en el Departamento de Santander y Norte de Santander, específicamente en las Ciudades de Bucaramanga, Cúcuta y Pamplona, no se requiere ajustar la DAP en función de los niveles generales de precios e ingresos reales de las poblaciones, no obstante, el valor se actualizo utilizando la inflación anual llevando los valores al año 2018 (Ver Tabla 10.83).

Tabla 10.83 DAP ajustadas año 2018

DAP promedio Sitio de estudio año 2013	DAP promedio Sitio Intervención año 2018
$ 3.066	$ 3.875,3
$ 6.180	$ 7.811,4
$ 11.461	$ 14.486,4
$ 17.686	$ 22.354,6
El valor promedio de la disposición a pagar (DAP)	
$ 6.684,0[24]	$ 8.448,4

Fuente: (García, Calderón, Hernández, & López, 2013), ajustado Aecom - ConCol, 2018.

De acuerdo con el ajuste de los datos presentados en la Tabla 10.83, el promedio de la disposición a pagar (DAP) ajustada es de $ 8.448,4 pesos bimestrales, con rango que oscila entre $ 3.875,3 pesos y $ $ 22.354,6 pesos.

Teniendo en cuenta que el valor de la DAP en el sitio de estudio se estimó tomando como base de pago la factura del servicio de acueducto; para la transferencia de valor fijo e integración de los datos del sitio de política o intervención del proyecto, se tomó como referencia el número de potenciales usuarios[25] de los sistemas de acueducto de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto.

Tabla 10.84 Estimación de número de usuarios potenciales unidades territoriales AI

Municipio	Unidad territorial menor	Tipo de vivienda predominante	Número de viviendas/Usuarios
Pamplona	Sabaneta Alta	Casa	34

[24] El valor promedio de la disposición a pagar (DAP) en el estudio base o sitio de política fue de $6,684 pesos bimensual con una significancia estadística del 99%y una desviación estándar de casi$11mil pesos (García, Calderón, Hernández, & López, 2013).
[25] Se utiliza la expresión potenciales usuarios porque se trata de un valor estimado, dado que la información suministrada por las administraciones tan solo da cuenta de la cobertura del sistema.

	Alcaparral	Casa	26
	El Naranjo	Casa	35
	Ulagá Baja	Casa	100
	V. Sabaneta Baja	Casa	34
Pamplonita	V. La Hojancha	Casa	48
Pamplona	B. El Buque	Casa	230
	B. San Luis	Casa	42
	B. Simón Bolívar	Casa	120
	Otos		220
Total			889

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Con base en las proyecciones de los usuarios de los municipios área de influencia se obtiene que la DAP agregada anual estimada en $ 390.780.627,75 considerando un horizonte de análisis de 25 y utilizando una tasa social de descuento del 12% se obtiene una DAP agregada de $ 390.780.627,75 (Ver Tabla 10.85)

Tabla 10.85 Resultados transferencia de beneficios valoración económica del impacto

DAP promedio	DAP Anual	DAP agregada
		VNA 25 años (TSD=12%)
$ 8.448,40	$ 33.911.870,61	$ 390.780.627,75

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Valor de uso directo**

Para la valoración del impacto, se evalúa las potenciales pérdida de afloramientos de agua y disminución del nivel freático, tomando como referencia el precio de mercado del agua potable, teniendo en cuenta que desde el punto de vista teórico el precio del mercado representa el valor de la productividad marginal del recurso o el valor del impacto por extracción, y dado que el monto de pago mínimo fue definido por la autoridad ambiental competente, la tasa representa un buen indicador del valor de uso del recurso agua.

En el cálculo de la valoración se utilizaron los resultados de los estudios hidrogeológicos, desarrollados para la predicción y cuantificación física de los efectos de la obra en los puntos agua, anotando que dichas predicciones están dotadas de un nivel muy alto de incertidumbre, dada la cantidad de variables que intervienen y determinan el comportamiento natural de flujo subterráneo. En la Tabla 10.86 se presenta el consolidado de puntos de agua identificados en el área de influencia del proyecto, de acuerdo con las categorías establecidas por el consultor y referenciando la distancia a las obras del proyecto y una calificación donde se estima el potencial grado de afectación.

Tabla 10.86 Inventario de puntos de agua identificados en el área de influencia del proyecto

Pto de Agua	Tipo de Punto	Abscisa de referencia	Obra más cercana	Distancia *	Coordenadas Magna Sirgas (origen Bogotá)			Potencial de afectación		
(ID corto)	ID	(---)	(---)	(m)	X	Y	Z	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
UF1-PA01	Flujo subsuperficial	N/A	Zodme 136	48	1157726,908	1308915,353	2381		2	
UF1-PA02	Manantial	K59+880	Túnel Pamplona	420	1158098,742	1308642,080	2420		2	
UF1-PA03	Manantial	K59+880	Túnel Pamplona	383	1158038,908	1308669,323	2409		2	
UF1-PA04	Manantial	K59+880	Túnel Pamplona	332	1158043,048	1308721,332	2421		2	
UF1-PA05	Flujo subsuperficial	K59+760	Túnel Pamplona	218	1158208,072	1308883,157	2442		2	
UF1-PA06	Manantial	K60+060	Túnel Pamplona	194	1157761,979	1309240,267	2482		2	
UF1-PA07	Manantial	K59+480	Túnel Pamplona	108	1158323,025	1309298,380	2568		2	
UF1-PA08	Flujo subsuperficial	K59+280	Túnel Pamplona	177	1158483,874	1309452,670	2536	1		
UF1-PA09	Resurgencia	K58+780	Túnel Pamplona	169	1158987,214	1309630,858	2337	1		
UF1-PA10	Flujo subsuperficial	K58+880	Túnel Pamplona	325	1158862,534	1309767,190	2372	1		
UF1-PA11	Flujo subsuperficial	K58+526	Vía a cielo abierto	140	1159212,676	1309611,343	2287	1		
UF1-PA12	Resurgencia	K57+422	Vía a cielo abierto	3	1159652,923	1308983,297	2257			3
UF1-PA13	Resurgencia	K57+354	Vía a cielo abierto	73	1159760,163	1308981,322	2238	1		
UF1-PA14	Flujo subsuperficial	K57+222	Vía a cielo abierto	11	1159716,310	1308814,242	2256			3
UF1-PA15	Resurgencia	K57+031	Vía a cielo abierto	188	1159458,228	1308674,787	2318	1		
UF1-PA16	Resurgencia	K56+930	Vía a cielo abierto	247	1159414,279	1308468,656	2321	1		
UF1-PA17	Resurgencia	K56+924	Vía a cielo abierto	262	1159404,731	1308450,150	2317	1		
UF1-PA18	Flujo Subsuperficial	K56+172	Vía a cielo abierto	171	1159478,000	1308071,000	2270	1		
UF1-PA19	Flujo subsuperficial	K58+780	Túnel	108	1159212,676	1309611,343	2287		2	
UF1-PA20	Flujo subsuperficial	K58+780	Túnel	98	1159652,923	1308983,297	2257		2	
UF1-PA21	Resurgencia	K56+982	Vía a cielo abierto	24	1159616,395	1308603,098	2250	1		
UF1-PA22	Flujo subsuperficial	K58+416	Vía a cielo abierto	43	1159382,125	1309518,421	2306		2	
UF1-PA23	Interflujo	K57+620	Vía a cielo abierto	65	1159561,458	1309195,628	2312	1		
UF1-PA24	Resurgencia	K57+711	Vía a cielo abierto	79	1159722,253	1309169,985	2225	1		
UF1-PA25	Flujo subsuperficial	N/A	VER 144	100	1156797,563	1308859,654	2463	1		
UF1-PA26	Resurgencia	N/A	VER 148	100	1156738,456	1309819,452	2448	1		
UF1-PA27	Resurgencia	K57+433	Vía a cielo abierto	121	1159737,000	1309074,000	2226	1		
UF1-PA28	Flujo subsuperficial	K58+583	Vía a cielo abierto	157	1159270,000	1309630,000	2269	1		
UF1-PA29	Flujo subsuperficial	K58+377	Vía a cielo abierto	202	1159417,000	1309678,000	2252	1		
UF1-PA30	Resurgencia	N/A	VER 144	2	1156958,000	1308931,000	2421		2	
UF1-PA31	Flujo subsuperficial	N/A	VER 148	1	1156575,000	1309824,000	2432		2	
UF1-PA32	Resurgencia	N/A	VER 149	0	1155968,000	1311082,000	2231			3
UF1-PA33	Resurgencia	N/A	VER 156	0	1155961,000	1311102,000	2228			3
UF1-PA34	Flujo subsuperficial	N/A	VER 118	77	1160146,000	1312162,000	2094	1		
UF1-PA35	Resurgencia	K57+870	Vía a cielo abierto	263	1160040,190	1309265,770	2199	1		
UF1-PA36	Interflujo	K56+595	Vía a cielo abierto	120	1159934,580	1308255,500	2137	1		
UF1-PA37	Flujo subsuperficial	K56+270	Vía a cielo abierto	157	1159579,000	1308160,000	2246	1		
UF1-PA38	Interflujo	K57+962	Vía a cielo abierto	706	1160451,900	1309671,350	2053	1		
UF1-PA39	Interflujo	K57+965	Vía a cielo abierto	648	1160391,830	1309668,390	2031	1		
UF1-PA40	Interflujo	K58+141	Vía a cielo abierto	219	1159640,940	1309748,360	2212	1		
UF1-PA41	Flujo subsuperficial	K57+490	Vía a cielo abierto	326	1159315,000	1308919,000	2415	1		
UF1-PA42	Flujo subsuperficial	K57+554	Vía a cielo abierto	356	1159250,000	1309106,000	2433	1		
UF1-PA43	Flujo subsuperficial	N/A	VER 124	172	1159471,000	1309255,000	2345	1		
UF1-PA44	Flujo subsuperficial	K57+614	Vía a cielo abierto	40	1157808,000	1309104,000	2370	1		

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

* Distancia horizontal al eje de la nueva vía

En este contexto y con fin de delimitar el alcance y cuantificación biofísica sobresalen los siguientes aspectos:

- En el área de influencia del proyecto se identificaron 44 puntos de agua subterránea de los cuales, de acuerdo con la clasificación establecida por el consultor, 5 corresponde a Manantiales,14 Resurgencias, 5 Interflujos y 20 puntos denominados como flujos subsuperficiales.

- De los 44 puntos de agua relacionados, 17 (39%) se encuentran dentro de un radio de 100 m respecto al eje de la vía y/o eje del túnel. De acuerdo con las categorías establecida por el consultor; 8 corresponde a Resurgencias, 1 Interflujo y 8 flujos subsuperficiales, en tanto no se identificaron categorías de manantiales.

- De los 17 puntos reportados en un radio de 100 m a cada lado del eje vial (19 Puntos se incluyen dos puntos localizados a 108 metros de los ejes del proyecto), se tiene que 10 de ellos se ubican en el radio de 50 m del eje del proyecto (vía en superficie, túnel o de las obras de apoyo) y 7 es a un radio superior a los 65 metros.

- En cuanto al grado de afectación se consideró además de la distancia al punto o afloramiento, el tipo de obra a desarrollar, la dirección del flujo, y los usos y usuarios de los sistemas naturales; con base en los cuales se identificaron 4 puntos con alto nivel de afectación (Nivel 3), 5 puntos que suponen un nivel de afectación medio y 8 puntos en los cuales se espera una afectación poca significativa o de intensidad baja.

- El caudal de potencial extracción de agua subterránea durante la operación del túnel, bajo el escenario más desfavorable que involucra no impermeabilizar la infraestructura general, implicaría extraer alrededor de 23 L/s máximo durante la etapa de construcción. El caudal de potencial extracción de agua subterránea durante la operación del túnel bajo el escenario más desfavorable que involucra no impermeabilizar la infraestructura general implicaría extraer alrededor de 4. L/s

En este contexto para la valoración económica de la alteración del nivel freático se parte de un conjunto de supuestos que configuran el peor escenario posible, en el cual se materializa perdidas de manantiales y una leve profundización del nivel freático. La potencial disminución en la oferta de recurso, tendrían uno efectos directos en los usos consuntivos del agua especialmente los relacionados con los usos domésticos y agrícolas, siendo estos últimos, los de menor impacto en la medida que el área de estudio predomina los pastos, en la cual el riego depende casi que exclusivamente del régimen de precipitaciones.

Finalmente, para el dimensionamiento de impacto se consideran 25 puntos en los cuales se esperan efectos significativos dado su localización respecto a las obras del proyecto y al tipo de obra punteada, más el caudal de extracción asociado en la etapa de construcción del túnel conforme los resultados del modelo numérico. En la Tabla 10.87 se presenta la información de la captación, número de usuarios y caudal estimado de los manantiales que potencialmente pueden verse afectados por la construcción de la infraestructura, incluyendo el caudal de extracción del túnel

Tabla 10.87 Valoración económica de puntos de agua potencialmente afectados por la construcción de la infraestructura.

ID Formulario	Tipo de Punto	Abscisa de referencia	Obra más cercana	Distancia horizontal al eje de la	Uso del Punto	Usuarios * familias	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)
UF1-PA01	Flujo subsuperficial	N/A	Zodme 136	48	Ninguno	0	0,048383774	0,0000
UF1-PA02	Manantial	k59+880	Túnel Pamplona	420	Abastecimiento Publico	200	0,220785986	0,0002
UF1-PA03	Manantial	k59+880	Túnel Pamplona	383	Ninguno	0	0,213876214	0,0002
UF1-PA04	Manantial	k59+880	Túnel Pamplona	332	Abastecimiento Publico	20	1,028887298	0,0010
UF1-PA05	Flujo subsuperficial	k59+760	Túnel Pamplona	218	Abastecimiento Publico	300	0,156584157	0,0002
UF1-PA06	Manantial	k60+060	Túnel Pamplona	194	Ninguno	0	0,010555556	0,0000
UF1-PA07	Manantial	k59+480	Túnel Pamplona	108	Abastecimiento Publico	300	0,31	0,0003
UF1-PA12	Resurgencia	K57+422	Vía a cielo abierto	2,8	Pecuario	25	0,06	0,0001
UF1-PA13	Resurgencia	k57+354	Vía a cielo abierto	73,07	Pecuario	25	0,04	0,0000
UF1-PA14	Flujo subsuperficial	K57+222	Vía a cielo abierto	10,63	domestico	6	0,002	0,0000
UF1-PA19	Flujo subsuperficial	k59+480	Túnel	108	Domestico	5	0,09	0,0001
UF1-PA20	Flujo subsuperficial	k58+780	Túnel	98	Domestico/pecuario	3	0,07	0,0001
UF1-PA21	Resurgencia	k56+982	Vía a cielo abierto	24	Ninguno	0	0,27	0,0003
UF1-PA22	Flujo subsuperficial	K58+416	Vía a cielo abierto	42,94	Sin información	0	0,08	0,0001
UF1-PA23	Interflujo	k57+620	Vía a cielo abierto	64,77	Sin información	0	0,22	0,0002
UF1-PA24	Resurgencia	k57+711	Vía a cielo abierto	78,97	Pecuario	25	0,90	0,0009
UF1-PA25	Flujo subsuperficial	N/A	VER 144	100	Abastecimiento Publico	30	0,62	0,0006
UF1-PA26	Resurgencia	N/A	VER 148	100	Domestico	5	0,07	0,0001
UF1-PA30	Resurgencia	N/A	VER 144	2,14	Ninguno	NO APLICA	0,01	0,0000
UF1-PA31	Flujo subsuperficial	N/A	VER 148	1	Ninguno	NO APLICA	0,07	0,00007
UF1-PA32	Resurgencia	N/A	VER 149	0	Ninguno	NO APLICA	0,01	0,00001
UF1-PA33	Resurgencia	N/A	VER 156	0	0	NO APLICA	0,01	0,00001
UF1-PA34	Flujo subsuperficial	N/A	VER 118	77	Ninguno	NO APLICA	0,05	0,00005
Túnel Etapa de operación	Agua de infiltración	NA	NA	NA	NA Aplica par manantiales arriba del eje horizontal de túnel ya contemplado	NO APLICA	4,00	0,00400
Túnel	Agua de infiltración	N/A	N/A	N/A			23,00	0,02300
Estimación de caudal etapa de construcción								0,0275
Día (m3/día)								2.375
Mes (m3/mes)								71.254

ID Formulario	Tipo de Punto	Abscisa de referencia	Obra más cercana	Distancia horizontal al eje de la	Uso del Punto	Usuarios * familias	Caudal (l/s)	Caudal (m3/s)
Año (m3/año)								855.045
Pérdidas anuales								$ 1.087.617.198
Estimación de caudal Etapa de operación								0,0085
Día (m3/día)								738
Mes (m3/mes)								22.135
Año (m3/año)								265.624
Pérdidas anuales								$ 337.873.940
Tarifas acueducto $/m3								$ 1.272
VNA (TSD 12%; 25 años)								**$ 4.984.839.007**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

*Los usuarios están asentados en el sector de Cristo Rey y utilizan esta fuente como suministro alterno para agua no potable, ya que el acueducto de Pamplona tiene suministro de agua potable para todo el sector.

Si se considera un horizonte de tiempo de (25) años en los que no recibirán los beneficios generados por el recurso natural, las perdidas alcanzarían un monto de $ 4.984.839.007 pesos, tomando como referencia el valor del metro cúbico de agua es de $ 1272 que corresponde a la tarifa promedio en pesos por m3 vigentes en el año 2018 para la Ciudad de Pamplona, (Tarifas Acueducto Pamplona S.A E.S.P.).

- Consolidado de la Valoración económica del impacto variación del nivel freático

Finalmente, en la Tabla 10.88 se presenta el valor económico de las pérdidas generadas por la afectación de los puntos de agua, las cuales asciende a $ 5.375.619.634 pesos considerando el horizonte de análisis de 25 años del proyecto. Este costo está determinado principalmente por el valor de uso directo del agua y en una menor proporción por el valor de no uso.

Tabla 10.88 Consolidado de costos Impacto variación del nivel freático

Servicios y Bienes Ambientales	VNA 25 años (TSD=12%)
Valor de uso directo	$ 4.984.839.007
Valor de existencia	$ 390.780.628
VALOR PRESENTE	**$ 5.375.619.634**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.7 Valoración del impacto: Modificación a la destinación económica del suelo

Con la ejecución del proyecto se afectarán algunos predios localizados en la curva de los Adioses, específicamente las unidades familiares que cuentan con algún tipo de negocio o perciben ingresos relacionados con las actividades comerciales. Si bien se trata de impacto compensando en el marco del proceso de gestión predial, se incluye como un impacto residual dado el reconocimiento que tiene la población como zona proveedora de servicios comerciales.

Para desarrollar el análisis aplicaron encuestas a las cinco unidades comerciales emplazadas en la Curva de los Adioses las cuales se verán afectadas por el desarrollo de las obras, teniendo en cuenta el nivel de ingresos percibidos, dependencia familiar (Número de personas dentro del núcleo familiar dependientes de los ingresos generados por las actividades desarrolladas) y las características de propiedad y tipo predio donde se desarrollan las actividades (Ver Tabla 10.89).

Tabla 10.89 Registro de actividades comerciales emplazada en la curva de los Adioses UF1

No.	Nombre / Razón Social	Actividades desarrolladas en el predio
1	Tienda Ecoprix	Venta de víveres
2	Muebles Hermanos Ruiz	Venta de muebles
3	Fábrica de bocadillos Príncipe	Fábrica de alimentos
4	Montallantas	Servicio Montallantas
5	Hotel	Servicios de hotelería

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con relación al vínculo con el predio en la base de datos se registra que predominan los arrendatarios (3 de 5), resaltando que en los predios donde se desarrolla la actividad comercial sirven a su vez de vivienda, es decir, tienen un uso mixto. Al realizar el análisis con el tipo de uso se observa que el 80% reporta un uso mixto y tan solo el 20% reporta un uso de tipo comercial exclusivo.

De acuerdo con los propietarios en el desarrollo de las actividades comerciales y de servicios se generan 15 empleos directos, de cuyos ingresos dependen al menos 18 familiares cercanos (Ver Tabla 10.90). Frente a la dependencia de los ingresos, el 100% de las personas aseguran que la actividad desarrollada alrededor de la infraestructura vial es la fuente principal de sus ingresos, algunos de ellos aseguran que es la única fuente de ingresos de sus familias (80%), mientras que el 20% restante a pesar de que tienen entradas adicionales relativas a otras fuentes, estas son menores a las percibidas por su actividad principal.

Tabla 10.90 Empleos y número de dependientes de la actividad comercial

Actividad	Empleos Generados	Familias Dependientes
Tienda Ecoprix	2	5
Muebles Hermanos Ruiz	2	4
Fábrica de bocadillos Príncipe	4	
Montallantas	5	5
Hotel	2	4
Total	**15**	**18**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para indagar por los ingresos mensuales se estableció una pregunta abierta y rangos de valores tomando como referencia el salario mínimo legal vigente. Respecto a la pregunta abierta se debe precisar que no se obtuvo información por parte de los entrevistados, los cuales no se sentían cómodos para declarar la cifra exacta de sus ingresos a desconocidos,

por lo tanto, la información queda inmersa o revelada en los rangos en los cuales los entrevistados situaron los ingresos producto de las actividades comerciales.

En este orden de ideas los resultados evidencian que el 60% obtienen ingresos que oscilan entre uno a dos salarios mínimos, el 20 % reporta ingresos menores a un SMLV y el 20% ingresos en el rango de 1 a 4 SMLV.

Finalmente, la valoración de las pérdidas generadas en las actividades económicas se desarrolla en términos de "valor de consumo perdido" o sacrificado por la construcción del nuevo trazado vial. Se trata entonces de estimar el daño económico, partiendo de los ingresos generados por las ventas del comercio localizado en el segmento vial de la UF1 y proyectando anualmente con las expectativas de crecimiento de la región de acuerdo comportamiento PIB regional de los últimos 23 años.

El ingreso por ventas se obtiene de la información recopilada en campo, donde los comerciantes informaron un rango próximo de ingresos que reciben en promedio por el desarrollo de las actividades productivas, revelando en este orden el nivel de ingresos que se dejarán de percibir a raíz de la entrada en construcción y operación del nuevo trazado.

En este contexto en la Tabla 10.91 se presentan los ingresos por ventas para cada una de las unidades identificadas y encuestadas, subrayando que la cifra corresponde al valor medio del rango declarado en la encuesta presencial.

Tabla 10.91 Ingresos estimados de venta mensuales y anuales, de acuerdo con la caracterización de unidades productivas localizadas en el UF 1

No	Nombre / Razón Social	Actividades desarrolladas en el predio	Valor de ingreso mensual	Valor estimado pérdidas anuales $/año
1	Tienda Eco-Prix	Venta de víveres	$ 1.172.613	$ 14.071.356
2	Muebles Hermanos Ruiz	Venta de muebles	$ 1.172.613	$ 14.071.356
3	Fábrica de bocadillos Príncipe	Fábrica de alimentos	$ 1.172.613	$ 14.071.356
4	Montallantas	Servicio Montallantas	$ 781.742	$ 9.380.904
5	Hotel	Servicios de hotelería	$ 3.908.710	$ 46.904.520
Total, Ingresos anuales UF 1				**$ 98.499.492**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con base en los reportes de ingresos presentados en la Tabla 10.91, se estima el valor de las pérdidas teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: i) La duración del efecto es igual al horizonte de vida del proyecto; ii) Se proyecta una disminución igual al 100% de las ventas; iii) Se estima un crecimiento de los ingresos igual a la proyección del PIB regional tomando como base el comportamiento de los últimos 15 años de acuerdo a los datos DANE[26]; iv) Para efectos de los cálculos se consideró la tasa social de descuento (TSD) establecida por el Departamento Nacional de Planeación DNP equivalente al 12%.

Tabla 10.92 Valoración de la afectación a las actividades económicas tradicionales

Periodo	Valor estimado de pérdidas anuales $/año
1	$ 98.499.492

[26]Www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales

Periodo	Valor estimado de pérdidas anuales $/año
2	$ 102.606.921
3	$ 106.885.629
4	$ 111.342.760
5	$ 115.985.753
6	$ 120.822.359
7	$ 125.860.652
8	$ 131.109.041
9	$ 136.576.288
10	$ 142.271.519
11	$ 148.204.241
12	$ 154.384.358
13	$ 160.822.186
14	$ 167.528.471
15	$ 174.514.408
16	$ 181.791.659
17	$ 189.372.371
18	$ 197.269.199
19	$ 205.495.325
20	$ 214.064.480
21	$ 222.990.969
22	$ 232.289.692
23	$ 241.976.172
24	$ 252.066.578
25	$ 262.577.755
VNA (TSD 12%; 25 años)	$ 1.178.785.194

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Con base en los supuestos descritos, en la Tabla 10.92 se presenta el valor económico de la Afectación a las actividades económicas tradicionales, el cual alcanza un monto de $ 1.178.785.194 pesos, considerando un horizonte de análisis de 25 años.

10.4.1.8 Valoración económica del impacto generado por el traslado involuntario de población

El impacto de traslado involuntario se presenta en la etapa de adquisición predial, en la cual, por motivos de utilidad pública e interés general, unidades sociales (Propietarios, arrendatarios y/o morador) que se encuentren habitando o desarrollen actividades productivas de manera permanente deben trasladarse de manera forzosa porque sus predios se encuentran en el área de diseño y construcción del trazado vial.

En la mayoría de los casos, este impacto detona los niveles de vulnerabilidad en la unidad social, ya que puede llegar a afectar la capacidad de las personas (residentes o productivas) para manejar la alteración de las condiciones de vida relacionadas con aspectos tales como, pérdida de la vivienda, afectación a sus actividades económicas tradicionales e incluso capacidad de instalación. Con relación a ello, cabe mencionar, que el grado de vulnerabilidad está relacionado incluso con los niveles de arraigo, capacidad de gestión, capacidad de adaptación, afectación total o parcial de los ingresos, entre otros.

Si bien todos los predios serán adquiridos por el Concesionario de acuerdo a la normatividad nacional vigente, compensando a los propietarios el valor comercial del predio, teniendo en cuenta la reglamentación urbanística, destinación económica, daño emergente , lucro cesante , y en los casos procedentes otras compensaciones sociales que buscan mitigar los impactos socioeconómicos causados por el proyecto, otorgando los denominados Factores de Compensación Socioeconómica o Factores Sociales, que son reconocimientos socioeconómicos con destinación específica, que se liquidan siempre y cuando cumplan las condiciones y requisitos establecidos en las resoluciones 077 de 2012 Resolución 545 de 2008 (diciembre 5) del Instituto Nacional de Concesiones – INCO-. (Hoy en día, Agencia Nacional de Infraestructura –ANI), así como las modificaciones a esta última a través de las Resoluciones 1776 de 16 octubre de 2015 y 2684 del 6 de agosto de 2015.

No obstante, es posible, que las indemnizaciones definidas en cada caso en particular no compensen o logren resarcir todos los perjuicios o daños causados a las unidades sociales objeto de traslado involuntario, especialmente aquellos elementos o atributos relativos al carácter relacional y emocional de las familias con su lugar de residencia.

En este contexto la valoración económica se enfoca en capturar el efecto no compensado en la liquidación predial, específicamente lo relativo al sentido de pertenencia o arraigo emocional con el lugar de residencia; sin embargo, no existe información para estimar la demanda de este tipo de valores (Valores de no uso), por lo tanto, se recurre a la técnica de preferencias declaradas, en donde a partir de la encuestas se obtiene información directamente de las personas (consumidores) del valor que le asignan a los atributos relativos al carácter relacional y emocional del lugar de residencia.

El cuestionario utilizado para la toma de opinión de la muestra de población seleccionada constó de veintiún preguntas agrupadas en cuatro secciones; en la primera sección se describía en términos prácticos el objetivo de la entrevista y los parámetros y aspectos del problema que permiten direccionar al encuestado al bien específico objeto de valoración.

En la sección 2 se presentó una serie de preguntas en donde se le pidió a las personas que calificaran elementos y características del territorio de residencia a fin de establecer el grado de satisfacción y arraigo de la persona con su territorio. La sección 3 se presentó el escenario del mercado contingente definiendo el medio de pago y formulando las preguntas valorativas a través de un formato mixto en el cual se realiza una pregunta dicotómica seguida de otras abierta por rangos. La sección 4 recoge información socioeconómica del encuestado y en la última sección (5) se deja un espacio para registrar las observaciones del entrevistado o del entrevistador.

El formato de pregunta utilizado para indagar sobre la disponibilidad a pagar por parte de los usuarios fue el formato binario, utilizando un rango de valores determinado, el que se construyó con base en el valor de los arriendos identificados y registrados en las fichas de identificación predial, y ajustadas con base en los ingresos promedios de las personas en cada una de las unidades funcionales. Teniendo en cuenta la poca disponibilidad de tiempo

para desarrollar el ejercicio, no fue posible el aplicar encuestas piloto que permitieran ajustar los valores de partida.

En la Tabla 10.93 se presenta la ficha técnica del procedimiento de valoración contingente utilizado para determinar la disposición a pagar de los residentes afectados por la construcción de la infraestructura vial por evitar el traslado o reubicación, conservado los valores intrínsecos, relacionales que los ata a su territorio.

Tabla 10.93 Ficha técnica del estudio

Características	Descripción	
Método captura del mercado hipotético	Encuestas personales	
Método de valoración	Formato dicotómico: Pregunta abierta y Formato subasta rangos de precios	
Pregunta formato binario de la disposición a pagar	¿Estaría usted dispuesto a pagar una cuota anual parar evitar el traslado de su lugar de residencia, de tal manera que su familia y usted puedan mantener las condiciones actuales?	
Pregunta formato subasta + pregunta abierta	De acuerdo con su ingreso ¿estaría usted dispuesto a pagar, para evitar el traslado de su lugar de residencia, alguno de los siguientes valores? ¿Cuál sería la máxima cantidad que donaría? ___$/año No. No estaría dispuesto a pagar X$ entonces ¿Cuál sería la máxima cantidad que donaría? _$/mes	
Población objetivo	Propietarios, arrendatarios u ocupantes mayores de 18 años residentes en las unidades familiares y productivas identificadas en el proceso de gestión predial. (El estudio se desarrolló en todas las unidades funcionales, correspondientes a 14 veredas donde se requiere el traslado de población)	
	Veredas	Muestra poblacional
	14	61
Tipo de Muestreo	Aleatorio simple estratificado de acuerdo con la población de las veredas localizadas en las áreas de influencia del proyecto de Doble calzada Pamplona Cúcuta UF1, UF2, UF3-4-5	
Encuestas	Se realizaron 61 encuestas, que para un nivel de confianza del 95% arroja un error de muestreo del 10%.	
Desarrollo de la encuesta	Diciembre de 2017.	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La aplicación de la encuesta corrió a cargo de la empresa consultora, mediante entrevistas personales en el domicilio de los encuestados. Con base en la sabana predial donde se registra la información de la población, se estableció al azar una lista de unidades sociales a encuestar y a los individuos mayores de 18 años que viven en estos predios.

Con base en lo anterior, a continuación, se presentan los supuestos y resultados obtenidos con la técnica de valoración contingente en la estimación del valor económica del impacto de Traslado involuntario de población.

Características generales de la muestra

La muestra se definió con base en la población de las veredas localizadas en las áreas de influencia del corredor Pamplona Cúcuta Unidades Funcionales 1,2,3,4 y 5, adicionalmente se consideró la información predial con el fin de seleccionar los sitios que por su localización potencialmente suponen el traslado involuntario de unidades sociales y/o productivas. En

este contexto el tamaño muestral se estimó con base en una población finita y conocida utilizando la fórmula que para este tipo de poblaciones.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^{2} * p * q}{d^{2} * (N-1) + Z_{\alpha}^{2} * p * q)}$$

Dónde:

n:	tamaño muestral	61
N:	tamaño de la población	9299
N-1	grados de libertad	9298
Z:	valor correspondiente a la distribución de gauss, zα= 0.05 = 1.65 y	1,65
Zα:	0.01 = 2.58	3,84
p:	prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (p =0.5), que hace mayor el tamaño muestral	0,8
q:	1 – p (si p = 70 %, q = 30 %)	0,2
i:	error que se prevé cometer si es del 10 %, i = 0.1	0,1

Cabe resaltar que la distribución de estas encuestas se realizó mediante la determinación un muestreo por conglomerados, dicho cálculo muestral, se desarrolla a profundidad en el Anexo 9B. En este sentido, en la Tabla 10.94 se presenta la distribución de las encuestas.

Tabla 10.94 Encuestas realizadas por unidades territoriales

Municipios	Población total de cada uno de los municipios	Porcentaje correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Población correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Margen de Error muestral
Aguas negras	89,9	0,97%	0,59	0,6
Alcaparral	141,4	1,52%	0,93	1,0
Alto Santa Lucia	250,3	2,69%	1,64	1,8
Bajo Santa Lucia	162,1	1,74%	1,06	1,2
Batagá	233,0	2,51%	1,53	1,7
Batatas	80,2	0,86%	0,53	0,6
Buenos Aires	191,5	2,06%	1,26	1,4
Calaluna	101,9	1,10%	0,67	0,7
California	108,6	1,17%	0,71	0,8
Chichira	345,8	3,72%	2,27	2,5
Corozal	308,0	3,31%	2,02	2,2
Curazao	310,7	3,34%	2,04	2,2
El Caney	126,1	1,36%	0,83	0,9
El Colorado	224,5	2,41%	1,47	1,6
El Cúcano	143,9	1,55%	0,94	1,0
El Naranjo	299,7	3,22%	1,97	2,2
El Paramo	358,1	3,85%	2,35	2,6
El Salto	94,3	1,01%	0,62	0,7
El Talco	147,4	1,58%	0,97	1,1

Municipios	Población total de cada uno de los municipios	Porcentaje correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Población correspondiente a cada uno de los municipios, con respecto al total poblacional	Margen de Error muestral
El Volcán	108,4	1,17%	0,71	0,8
Honda Norte	355,3	3,82%	2,33	2,6
La Donjuana	449,7	4,84%	2,95	3,2
La Hojancha	386,6	4,16%	2,54	2,8
La Libertad	124,6	1,34%	0,82	0,9
La Palmita	277,6	2,99%	1,82	2,0
Llano Grande	191,5	2,06%	1,26	1,4
Lobatica	309,7	3,33%	2,03	2,2
Matajira	242,1	2,60%	1,59	1,7
Naranjales	95,4	1,03%	0,63	0,7
Nueva Donjuana	410,9	4,42%	2,70	3,0
Nuevo Diamante	76,4	0,82%	0,50	0,6
Pamplonita	869,3	9,35%	5,71	6,3
Peñaviva	98,6	1,06%	0,65	0,7
Sabaneta Alta	81,5	0,88%	0,53	0,6
San Antonio	193,5	2,08%	1,27	1,4
San Rafael	240,1	2,58%	1,58	1,7
Tescua	268,5	2,89%	1,76	1,9
Tulantá	161,1	1,73%	1,06	1,2
Ulaga Baja	162,9	1,75%	1,07	1,2
Urengue Blonay	143,9	1,55%	0,95	1,0
Urengue Rujas	257,1	2,76%	1,69	1,9
Zarcuta	76,9	0,83%	0,51	0,6
	9299,0	100,00%	61	67

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Escenario Planteado

La definición del contexto o proyecto se realizó a través de un texto introduciendo al entrevistado en el bien a valorar en las primeras siete preguntas de la encuesta. En la sección introductoria se informaba a las personas sobre el problema de valoración a través del siguiente texto (Ver Anexo 9C. Encuesta valoración)

> *Para el desarrollo de la concesión vial Cúcuta Pamplona se requiere de la intervención y traslado de personas y familias localizadas en el área del trazado. Si bien todos los predios serán adquiridos por el Concesionario de acuerdo con la normatividad nacional vigente, compensando a los propietarios el valor comercial del predio, teniendo en cuenta la reglamentación urbanística, destinación económica, daño emergente y lucro cesante. El daño emergente incluye el valor del inmueble (terreno, construcción y/o cultivos objeto de adquisición). El lucro cesante se calculará según los rendimientos reales del inmueble al momento de la adquisición y hasta por un término de seis (6) meses.*

En este contexto se quiere indagar a los propietarios de los predios objeto de intervención, sobre los valores no compensados en la liquidación predial, específicamente lo relativo al sentido de pertenencia o arraigo emocional con el lugar de residencia.

Con esta introducción se buscaba minimizar los sesgos de percepción del contexto y centrar la atención en valor le otorgan las personas a su zona de residencia.

Vehículo de Pago

Para la simulación del mercado se determinó que la forma de pago fuese una cuota anual para mantener las condiciones actuales y no ser traslados.

La pregunta se formuló, pues, en términos de disposición a pagar. La forma de presentación de la pregunta de valoración se efectuó en dos partes. Primero, mediante una pregunta binaria, donde la persona acepta o rechaza la disponibilidad a pagar seguido de un rango de valores determinado, el que se construyó con base en el valor de los arriendos identificados y registrados en las fichas de identificación predial, y ajustadas con base en los ingresos promedios de las personas en cada una de las unidades funcionales

Resultados

De acuerdo con la metodología expuesta, la muestra representativa resultó ser de 61 individuos a encuestar no obstante se incluyen un margen de error adicional para errores en la aplicación de la encuesta por tanto se plantea una muestra de 67 individuos. De esta muestra, se puede establecer un perfil socioeconómico de la persona encuestada con base en la información contenida. En la Tabla 10.95 se presenta las características socioeconómicas generales de la totalidad de las personas encuestadas (61 de las cuales 4 encuestas fueron descartadas).

Tabla 10.95 las características socioeconómicas de la muestra

Variables	Total	% sobre el total/ promedio
Hombres	28	51%
Mujeres	29	49%
Edad promedio (años)	-	46,08
Nivel educativo: No estudió	1	2%
Nivel educativo: Primaria incompleta	12	21%
Nivel educativo: Primaria completa	11	19%
Nivel educativo: Bachillerato incompleto	7	12%
Nivel educativo: Bachillerato completo	16	28%
Nivel educativo: Técnico incompleto	2	4%
Nivel educativo: Técnico completo	2	4%
Nivel educativo: Universidad incompleta	2	4%
Nivel educativo: Universidad completa	4	7%
Nivel educativo: Postgrado	0	0%
Ocupación: Empleado(a)	12	21%
Ocupación: Agricultor	4	7%
Ocupación: Ama de casa	10	18%
Ocupación: Estudiante	2	4%

Variables	Total	% sobre el total/ promedio
Ocupación: Independiente	28	49%
Ocupación: Otro empleo	1	2%
Número de personas en el hogar (promedio)	4,79	
Número de menores en el hogar (promedio)	0,91	
Número de mayores en el hogar (promedio)	0,58	
Casado(a)	18	32%
Soltero(a)	17	30%
Separado	2	4%
Unión libre	14	25%
Viudo (a)	6	11%
Gastos Menos de $260.000	6	11%
Gastos Entre $260.001 y $520.000	2	4%
Gastos Entre $520.001 y $780.000	16	28%
Gastos Entre $780.001 y $1.040.000	10	18%
Gastos Entre $1.040.001 y $1.560.000	10	18%
Gastos Entre $1.560.001 y $2.080.000	2	4%
Gastos Entre $2.080.001 y $2.600.000	0	0%
Gastos Más de $2.600.000	2	4%
Personas que no determinaron sus gastos	0	0
Ingresos Menos de $260.000	8	14%
Ingresos Entre $260.001 y $520.000	0	0%
Ingresos Entre $520.001 y $780.000	13	23%
Ingresos Entre $780.001 y $1.040.000	15	26%
Ingresos Entre $1.040.001 y $1.560.000	7	12%
Ingresos Entre $1.560.001 y $2.080.000	3	5%
Ingresos Entre $2.080.001 y $2.600.000	0	0%
Ingresos Más de $2.600.000	5	9%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De la muestra se puede afirmar que la participación del género fue equivalente, que es un elemento diferenciador con otros estudios en los cuales la participación de la mujer es mucho mayor dado el rol tradicional de la mujer como cuidadora del hogar. Esta situación se corrobora con el dato de ocupación, en la cual tan solo el 18% de los encuestados afirma que su ocupación era ama de casa.

Respecto a la edad; el 63% de la población oscila en un rango de 29 a 65 años con un promedio de 46,08 años, ubicando la muestra como una población mayoritariamente adulta, mientras que el 16% corresponden adultos mayores de 65 años y el 21% población mayor de 18 años y menor de 28 (Jóvenes).

En cuanto al nivel de educación el 98 % de las personas encuestadas refiere haber cursado algún nivel de estudio, siendo la básica primaria y el bachillerato los niveles más representativos de la muestra, seguido de la educación superior técnica y profesional con un 8 % y 7% respectivamente.

Con relación al monto de los ingresos de las familias, se observa que el 61% de la muestra reporta ingresos entre $520.000 y $1.560.000 pesos, el 25% reporta ingresos inferiores a $520.000, en tanto el 14% afirma que sus ingresos son superiores a $1.560.000 pesos. En cuanto a los egresos las personas reportan niveles de gastos en los mismos rangos o en

rangos superiores que los ingresos, lo que indica que todas las rentas son utilizadas para la adquisición de bienes y servicios.

Algunas de estas variables serán importantes a la hora de estimar la DAP promedio del proyecto como explicativas y de control, de manera que se obtenga una estimación eficiente, consistente e insesgada de los parámetros poblacionales con la muestra seleccionada.

Percepciones del Arraigo

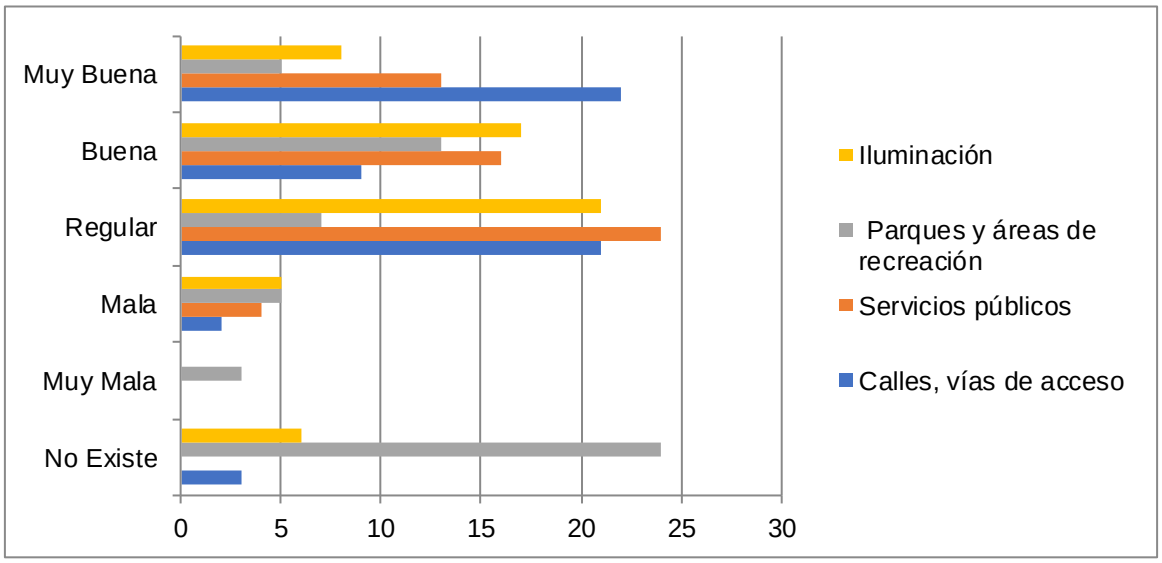
Dentro de la encuesta aplicada se encontraban preguntas que buscaban evaluar la percepción de los habitantes sobre aspectos estructurales, dotacionales y relacionales del territorio de residencia a fin de establecer un proxy del grado de satisfacción y arraigo de la persona con su territorio

Para lograr este objetivo en la encuesta se desplegaban 4 preguntas en donde las personas encuestadas de acuerdo con algunas categorías calificaban elementos o atributos del territorio de residencia que de alguna manera pueden representar el agrado o nivel de satisfacción de las personas con su territorio.

Las preguntas iniciales indagaban sobre el tiempo de residencia y la presencia de familiares en el territorio, evidenciando que el 64% de las personas encuestas residen hace más de 10 años en el sector, el 30% en un rango inferior a 5 años y el 7% afirma que residen en el sector entre 5 y 10 años. En este mismo sentido l el 77% de las personas encuestadas afirman que en el sector residen familia cercana.

En cuanto a la valoración las personas de calidad de elementos de infraestructura, los encuestados perciben la calidad los servicios públicos y calles en las categorías de como Regular a Muy buena calidad, en tanto se evidencia que no existen parques de recreación y existen algunas deficiencias en iluminación de acuerdo con la percepción de los encuestados.

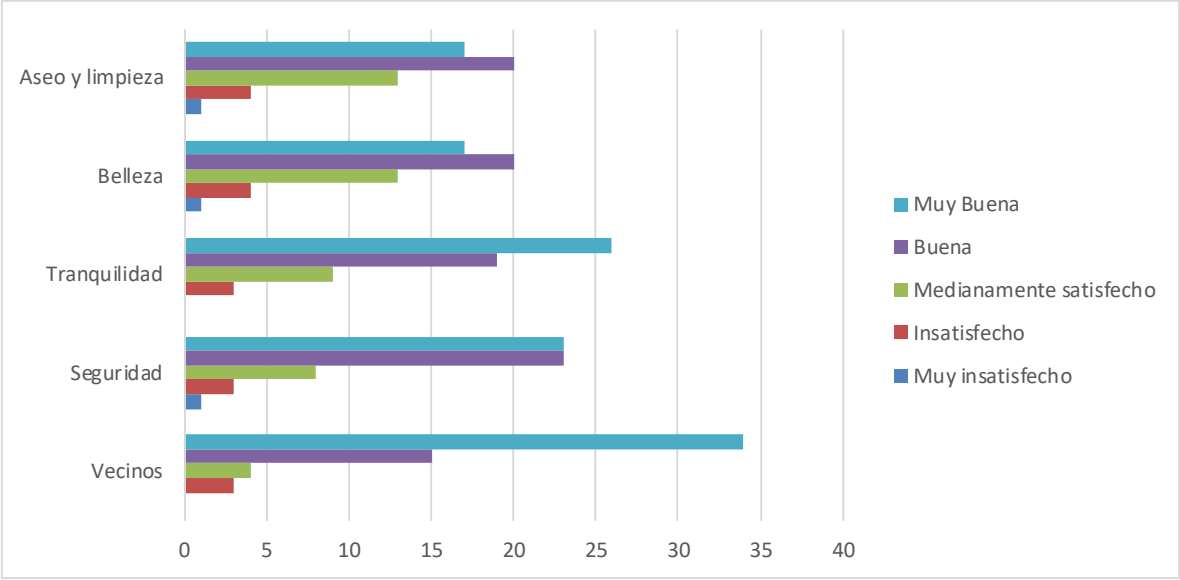
Figura 10-4 Calidad de los elementos de infraestructura del territorio



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En cuanto, a los aspectos y elementos relacionales, las personas encuestadas expresaron un nivel de satisfacción alto en cada uno de los ítems evaluados con porcentajes de calificación superiores al 40% en las categorías Buena a Muy Buena (Ver Figura 10-5) evidenciando un grado alto de satisfacciones con los aspectos relativos a la relación con los vecinos, la seguridad, tranquilidad, la belleza y limpieza de zonas de residencia.

Figura 10-5 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales

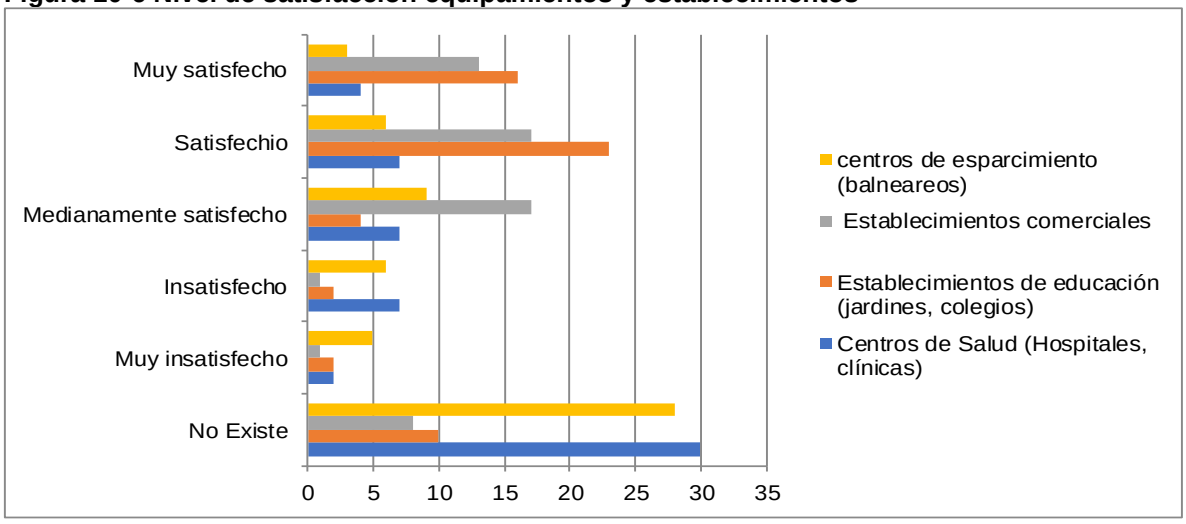


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En cuanto a la dotación de infraestructura social se evidencia un grado de satisfacción respecto a los establecimientos de educación y establecimiento comerciales, en tanto los

sitios de esparcimiento y las instituciones de salud, las personas muestran un alto grado de insatisfacción.

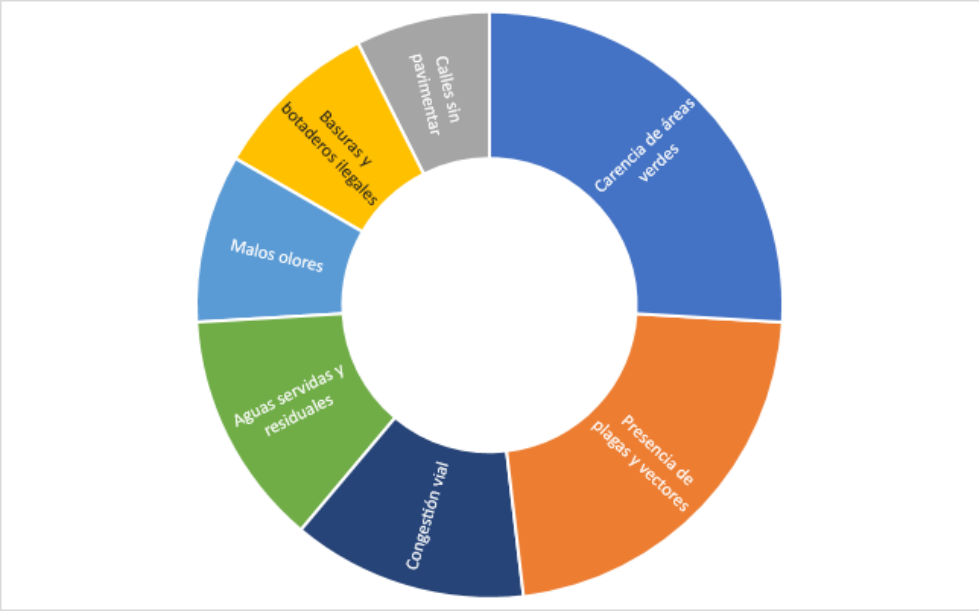
Figura 10-6 Nivel de satisfacción equipamientos y establecimientos



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Respecto a las problemáticas locales se evidencia mayor preocupación por la carencia de áreas verdes, seguido por la presencia de plagas y en menor proporción la congestión vial, las aguas residuales, los malos olores, los botaderos ilegales y las calles sin pavimentar (Ver Figura 10-7).

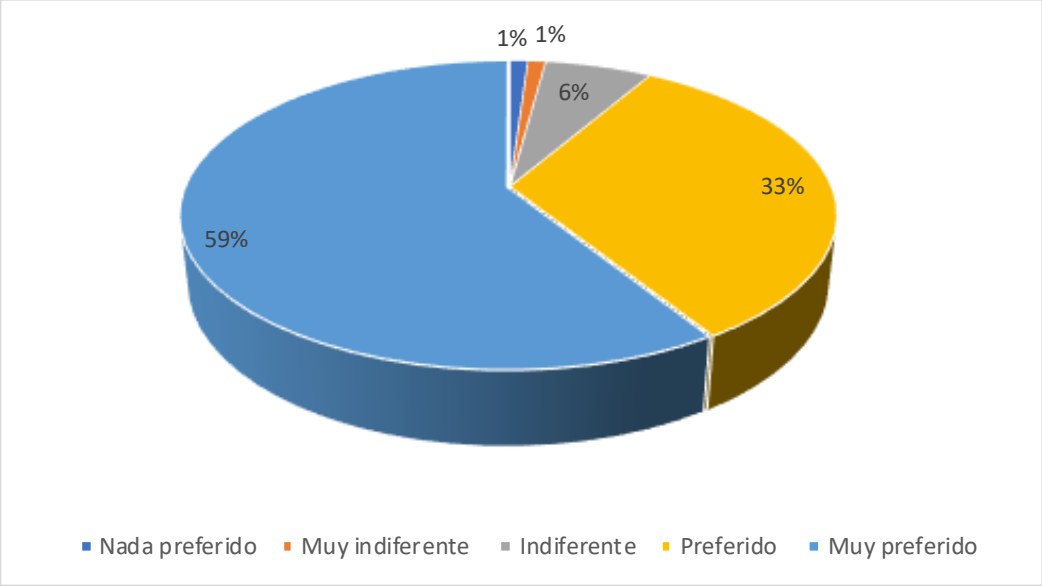
Figura 10-7 Problemática locales



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Finalmente se solicitó a la persona que evaluaran la importancia de su barrio, vereda y/o caserío como lugar de residencia, encontrando la población encuestada valora positivamente su territorio (Ver Figura 10-8) puesto que expresan un nivel de preferencia alto (33%) y muy alto (59%). En este sentido es posible afirmar que población tiene un sentido de pertenencia alto y se sientes muy conforme con su sitio de residencia.

Figura 10-8 Nivel de satisfacción aspectos y elementos relacionales



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Estadísticas descriptivas: DAP

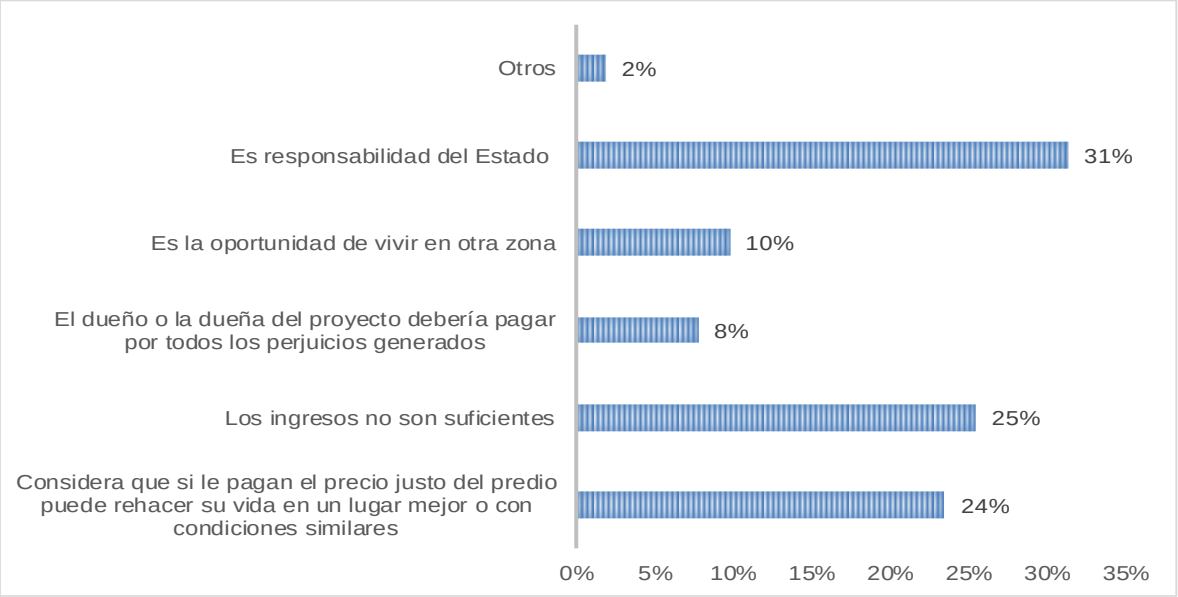
Del total de personas encuestadas el 91% manifestó No estar dispuesto a pagar por evitar el traslado de la unidad territorial, tan solo el 8,77% de la población encuestada estaría dispuesta a pagar por conservar las condiciones actuales y no trasladarse de su sitio de residencia. Este comportamiento de los entrevistados era el esperado, en la medida que el escenario planteado, la persona debía someterse a un pago por conservar las condiciones actuales con los beneficios del proyecto, lo que genera una resistencia natural a pagar por unos daños o efectos que el proyecto les genera sobre su propio bienestar.

En este contexto el 31% de las personas que no están dispuestas a pagar afirman que es el estado el responsable por garantiza por su nivel de bienestar, lo que puede interpretarse como la responsabilidad del estado en la compensación a pago de los costos no sufragados en la negociación predial.

En este mismo sentido las respuestas de protesta muestran que si la concesión les ofrece un precio justo (24%) por el predio quedarían satisfechos con el desarrollo del proyecto y su potencial reasentamiento en otro lugar del área, y en algunos se ve como la oportunidad de rehacer la vida en otro lugar (10%).

El 25% de las personas que no muestran una disponibilidad a pagar aducen que sus ingresos son insuficientes y por tanto no les es justo pagar un monto adicional por conservar las condiciones actuales, mientras que el 8% de los motivos relaciona a que el pago de debería ser responsabilidad del o dueño del proyecto. El 2% (otros) de las motivaciones se encuentran asociadas con la posibilidad que el cobro se hiciera efectivo.

Figura 10-9 Motivos y frecuencia relativa en las respuestas de protesta



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Respecto a los que respondieron afirmativamente, la mayor parte se concentró en los valores más medios altos de los precios ofrecidos en el cuestionario de la encuesta, como se presenta en la Figura 10-10. En cuanto las respuestas asociadas a la calidad de vínculo con el predio, es sustancialmente superior la DAP positivas en el grupo de personas que son arrendatarios.

Figura 10-10 DAP para evitar el traslado involuntario

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por lo que respecta a las veredas de residencia la proporción de DAP afirmativas se concentró en la Municipio de Chinácota. En cuanto a los Unidades Territoriales menores se conserva la misma tendencia, con mayor proporción de respuestas afirmativas en las veradas de Nuevo Diamante y la Don Juana.

Finalmente la asociación del nivel de arraigo con la DAP no es clara, en la medida que los estadísticos descriptivos muestran que las personas sugieren un alto nivel de preferencia con su territorio (el 59% de las personas consideran una muy alta preferencia a su territorio de residencia y el 33% con una categoría alta preferencia), no obstante predominan las DAP negativas en las dos categorías de preferencia seleccionadas por la tanto es posible que DAP no se relacione con el nivel de arraigo.

DAP promedio para evitar el traslado involuntario de familias y valorar el impacto generado

Como se acotó parágrafos atrás, la valoración económica del impacto asociado al traslado involuntario de familias se elaboró por medio del método de valoración contingente bajo la orientación de DAP. La Tabla 10-97 muestra los resultados de la estimación logit necesaria para la obtención del promedio de la DAP.

En este sentido, la estimación del modelo logit en la valoración del impacto por el traslado involuntario de familias, presenta una conducta particular, en el cual omite la variable independiente (DAP_Evit_Trasl: Disponibilidad a pagar por evitar el traslado), esto dado que presenta colinealidad en algunas de las observaciones. Por ende, se opta por modelar en función de un modelo Logit que tenga en cuenta Modelos lineales generalizados, en donde se tiene presente una distribución Binomial-Bernoulli. Este contrastando un mejor acercamiento a una curva normal, la cual genera coeficientes más significativos.

Igualmente, la modelación se realiza teniendo presente, aparte de la variable dependiente de disposición a pagar por evitar el traslado (DAP_Evit_Trasl) y la independiente de cuantía

a pagar por evitar el traslado (Pagoporevitareltraslado[27]), las variables explicativas: Unidad territorial donde se levanta encuesta (Unidadterritorial); Nivel de Calidad de las áreas de interés social (Calles, vías de acceso; Servicios públicos; Parques y áreas de recreación; Iluminación; Otros) (NiveldeCalidaddelasreasde); Calidad de vinculo del encuestado con el predio (VincPredio); Nivel de satisfacción del encuestado con su lugar de residencia, esto con respecto a las características de Vecinos; Seguridad; Tranquilidad; Belleza; Aseo y limpieza (Niveldesatisfaccindelencuest); Nivel de satisfacción de la población con el estado de los equipamientos y establecimientos (Niveldesatisfaccindelapobla); Nivel de problemáticas de las veredas y/o corregimientos (Niveldeproblemticasdelasver); Nivel de importancia que tiene el barrio, vereda y/o caserío para el encuestado (Niveldeimportanciadelbarrio); Estado civil de la persona encuestada (Estado_Civil); Ingresos mensuales del grupo familiar de la persona encuestada (Ingresos_del_grupo_familiar); Gastos mensuales del grupo familiar de la persona encuestada (G_m_grupfamiliar); Ocupación actual de las personas encuestadas (Ocupacion); Estudios realizados de la persona encuestada (Estudios); Edad de la persona encuestada (edad) y Sexo de la persona encuestada (Sexo).

Es pertinente mencionar, que las cuantías de ingresos de la variable Ingresos_del_grupo_familiar se estiman tomando los límites superiores de los rangos de ingresos que determinó cada uno de los encuestados, estableciendo de esta manera un valor proxy del nivel de ingresos. En cuanto, a los rangos en los que la población determino que sus ingresos eran superiores de $2’600.000 pesos, se fijó como ingreso de referencia el valor inferior de $2’600.000 pesos.

Al igual que para la variable Ingresos_del_grupo_familiar, para la variable de G_m_grupfamiliar se determinó las cuantías de egresos de cada persona encuestada, la cual se estima teniendo presente, como el gasto de cada encuestado, el valor promedio del rango de egreso establecido por cada individuo encuestado. Lo anterior, bajo el supuesto de que una parte de los ingresos de la comunidad les queda para el disfrute. En cuanto, a los rangos en los que la población determino que sus gastos eran menos de $260.000 pesos, se fijó como egreso de referencia el valor superior de $260.000 pesos.

Igualmente, en torno a los rangos en los que la población determino que sus egresos eran superiores de $2’600.000 pesos, se fijó como egresos de referencia el valor inferior de $2’600.000 pesos.

El desarrollo del modelo se realiza en primera instancia elaborando una comparación de modelos, esto mediante una distribución logística, en los cuales se contempla variables explicativas como NiveldeCalidaddelasreasde; Niveldesatisfaccindelencuest; Niveldesatisfaccindelapobla; Niveldeproblemticasdelasver; Niveldeimportanciadelbarrio; edad; Unidadterritorial; VincPredio; Sexo; Estado_Civil; Estudios; Ocupacion; Ingresos_del_grupo_familiar y G_m_grupfamiliar.

[27] La cuantía a pagar por evitar el traslado sale de la pregunta directa del valor que está dispuesto a pagar el encuestado por evitar el traslado a otros sitios, dicho valor exacto de pago por evitar el traslado es dado por encuestado.

En este sentido al correr el primer modelo:

Figura 10-11 Modelo 1

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion
Ingresos_del_grupo_familiar G_m_grupfamiliar, family(binomial 1)link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Se evidencio que dicho modelo presentaba problemas de autocorrelación entre las variables, causando de esta manera que el modelo eliminara la mayoría de los datos y con ello generara variables nada significativas, como, por ejemplo, la variable explicativa Ingresos_del_grupo_familiar y la de Edad presenta unos estadísticos poco representativos, con una probabilidad z poco representativa, dado que P|z| es superior a 0,05:

Lo anterior, igualmente generado un R2 McFadden de 0,97302.

Figura 10-12 R2_McFadden modelo 1:

Modelo1: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion Ingresos_del_grupo_familiar G_m_grupfamiliar, family(binomial 1)link(logit) vce(robust)

Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,86E-08
R2 McFadden	0,97302

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Figura 10-13 Resultados modelo 1:

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion
Ingresos_del_grupo_familiar G_m_grupfamiliar, family(binomial 1)link(logit) vce(robust)
Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3754038
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                          No. of obs      =        53
Optimization     : ML                              Residual df     =        37
                                                   Scale parameter =         1
Deviance         =  1.06000e-06                    (1/df) Deviance =  2.86e-08
Pearson          =  5.30000e-07                    (1/df) Pearson  =  1.43e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                  [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))              [Logit]

                                                   AIC             =  .6037736
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07                BIC             = -146.9008

------------------------------------------------------------------------------------------
                             |               Robust
                DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----------------------------+------------------------------------------------------------
     Pagoporevitareltraslado |   .0003439   2.30e-06   149.75   0.000     .0003394    .0003484
   NiveldeCalidaddelasreasde |   4.343574   .2850693    15.24   0.000     3.784848    4.902299
Niveldesatisfaccindelencuest |  -3.368598   .2860798   -11.78   0.000    -3.929304   -2.807892
 Niveldesatisfaccindelapobla |  -.3938684   .1697528    -2.32   0.020    -.7265779   -.0611589
 Niveldeproblemticasdelasver |   2.676659   .1092313    24.50   0.000     2.462569    2.890748
 Niveldeimportanciadelbarrio |  -.6515892   .2038708    -3.20   0.001    -1.051169   -.2520098
                        edad |   .0043923    .010364     0.42   0.672    -.0159208    .0247053
           Unidadterritorial |   .2910549   .0561573     5.18   0.000     .1809887    .4011212
                  VincPredio |  -2.155169   .1805947   -11.93   0.000    -2.509128    -1.80121
                        Sexo |   6.309338    .287935    21.91   0.000     5.744996     6.87368
                Estado_Civil |  -2.351097   .1112292   -21.14   0.000    -2.569102   -2.133092
                    Estudios |  -.1366688   .0721902    -1.89   0.058     -.278159    .0048213
                   Ocupacion |  -.6996444   .1229984    -5.69   0.000    -.9407168   -.4585719
 Ingresos_del_grupo_familiar |  -1.02e-08   4.19e-07    -0.02   0.981    -8.31e-07    8.11e-07
            G_m_grupfamiliar |  -5.66e-06   5.84e-07    -9.69   0.000    -6.81e-06   -4.52e-06
                       _cons |  -31.32176   1.753294   -17.86   0.000    -34.75815   -27.88537
------------------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Analizando el modelo y los datos obtenidos en las encuestas tomadas, se halló que la variable de los ingresos del grupo familiar no explica el modelo, dado que guardan una relación directa con los gastos del grupo familiar y a su vez una autocorrelación que genera que la variable de ingresos se rechace y cause indicadores poco significativos.

En este sentido, una vez analizado el modelo 1 se planteó otro modelo, en el cual se eliminaba la variable que estaba generando la probabilidad z poco representativa, y por ende que las variables no arrojaran los signos esperados. Dejando de esta manera el siguiente modelo:

Figura 10-14 Modelo 2

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Con el modelo 2, se evidencio una mejora en los signos esperados de las variables explicativas, al igual que en el R2 de McFadden; aunque aun manteniéndose los problemas de autocorrelación entre algunas variables, causando de esta manera que el modelo generara que la variable edad persistiera con un indicador z nada significativo, dado que su probabilidad z está superando los 0,05:

El R2 McFadden del modelo 2 (0,97368), en función del generado con la regresión del modelo 1, registra mayor significancia, dado que está más cercano a 1.

Figura 10-15 R2_McFadden modelo 2:

Modelo2: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G m grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,79E-08
R2 McFadden	0,97368

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Figura 10-16 Resultados modelo 2

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio edad Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3755487
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                          No. of obs      =        53
Optimization     : ML                              Residual df     =        38
                                                   Scale parameter =         1
Deviance         =  1.06000e-06                    (1/df) Deviance =  2.79e-08
Pearson          =  5.30000e-07                    (1/df) Pearson  =  1.39e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                  [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))              [Logit]

                                                   AIC             =  .5660378
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07                BIC             = -150.8711

------------------------------------------------------------------------------------------
                             |               Robust
                DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----------------------------+------------------------------------------------------------
     Pagoporevitareltraslado |    .000344   2.29e-06   149.99   0.000     .0003395    .0003485
   NiveldeCalidaddelasreasde |   4.318703   .2842187    15.19   0.000     3.761644    4.875761
Niveldesatisfaccindelencuest |   -3.34343   .2839805   -11.77   0.000    -3.900021   -2.786838
 Niveldesatisfaccindelapobla |  -.4019677   .1681433    -2.39   0.017    -.7315225    -.072413
 Niveldeproblemticasdelasver |   2.670112   .1085255    24.60   0.000     2.457406    2.882818
 Niveldeimportanciadelbarrio |  -.6485988   .2002622    -3.24   0.001    -1.041105   -.2560921
                        edad |   .0046189   .0102524     0.45   0.652    -.0154755    .0247133
           Unidadterritorial |   .2936166   .0547401     5.36   0.000     .1863279    .4009052
                  VincPredio |  -2.145895    .174587   -12.29   0.000     -2.48808   -1.803711
                        Sexo |    6.26947   .2856558    21.95   0.000     5.709595    6.829345
                Estado_Civil |  -2.350312   .1097983   -21.41   0.000    -2.565513   -2.135111
                    Estudios |   -.133551   .0676322    -1.97   0.048    -.2661077   -.0009943
                   Ocupacion |  -.7052821   .1183939    -5.96   0.000      -.93733   -.4732343
             G_m_grupfamiliar |  -5.66e-06   3.58e-07   -15.80   0.000    -6.36e-06   -4.96e-06
                       _cons |  -31.32826   1.753167   -17.87   0.000     -34.7644   -27.89212
------------------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

En este sentido, una vez analizado el modelo 2 se planteó otro modelo, en el cual se eliminaba la variable que estaba generando la probabilidad z poco representativa. Obteniéndose, de este modo el siguiente modelo:

Figura 10-17 Modelo 3

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El R2 McFadden del modelo 3 (0,97434), en función del generado con la regresión del modelo 2, registra mayor significancia, dado que está más cercano a 1.

Figura 10-18 R2_McFadden modelo 3:

Modelo3: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)	
Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,72E-08
R2 McFadden	0,97434

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El tercer modelo evidencio una mejora en los signos esperados de las variables explicativas, al igual que en el R2 de McFadden; no obstante, con el propósito de generar un mejor modelo se planteó otro modelo en el cual se eliminaron las variables de Niveldesatisfaccindelapobla y Estudios:

Figura 10-19 Resultados modelo 3

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial
VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3761557
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                          No. of obs      =        53
Optimization     : ML                              Residual df     =        39
                                                   Scale parameter =         1
Deviance         =  1.06000e-06                    (1/df) Deviance =  2.72e-08
Pearson          =  5.30000e-07                    (1/df) Pearson  =  1.36e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                  [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))              [Logit]

                                                   AIC             =  .5283019
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07                BIC             = -154.8414

------------------------------------------------------------------------------------------
                             |               Robust
                DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----------------------------+------------------------------------------------------------
     Pagoporevitareltraslado |   .0003444   2.26e-06   152.44   0.000       .00034    .0003489
   NiveldeCalidaddelasreasde |   4.261578   .2784235    15.31   0.000     3.715878    4.807278
Niveldesatisfaccindelencuest |  -3.326272   .2802222   -11.87   0.000    -3.875498   -2.777047
 Niveldesatisfaccindelapobla |  -.3735823   .1673502    -2.23   0.026    -.7015828   -.0455819
 Niveldeproblemticasdelasver |   2.669106    .103706    25.74   0.000     2.465846    2.872366
 Niveldeimportanciadelbarrio |  -.6474674   .2002569    -3.23   0.001    -1.039964   -.2549711
           Unidadterritorial |   .2930853    .054112     5.42   0.000     .1870276    .3991429
                  VincPredio |  -2.118923   .1666494   -12.71   0.000     -2.44555   -1.792297
                        Sexo |   6.187414   .2836337    21.81   0.000     5.631502    6.743326
                 Estado_Civil |  -2.355282   .1096506   -21.48   0.000    -2.570194   -2.140371
                     Estudios |  -.1309737   .0663876    -1.97   0.049    -.2610909   -.0008565
                    Ocupacion |  -.7042193    .114542    -6.15   0.000    -.9287176    -.479721
            G_m_grupfamiliar |  -5.63e-06   3.55e-07   -15.84   0.000    -6.32e-06   -4.93e-06
                       _cons |  -30.98962    1.71089   -18.11   0.000     -34.3429   -27.63634
------------------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

En este sentido, una vez analizado el modelo 3 se planteó otro modelo, en el cual se eliminaba la variable que estaba generando los coeficientes menos significativos. Dejando de esta manera el siguiente modelo, el cual es final:

Figura 10-20 Modelo 4

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil
Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

De esta manera, para el modelo final (modelo 4) ("*glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)*") se omitió la variable Niveldesatisfaccindelapobla y Estudios, lo cual genero una mejoría en los estadísticos, obteniéndose de esta manera el mejor modelo posible.

Lo anterior, igualmente está sustentado en el R2_McFadden, el cual evalúa el ajuste general de cada modelo, permitiendo de esta manera la comparación del mejor modelo. En donde, según los criterios del R2_McFadden el modelo con R2_McFadden más cercano a 1, presenta el mejor ajuste, el cual al compararse en los 4 modelos planteados (R2_McFadden(modelo1) = 0,97302, R2_McFadden(modelo2) = 0,97368, R2_McFadden(modelo3) = 0,97434 y R2_McFadden(modelo4) = 0,97557) se halla que el mejor modelo es el 4.

Figura 10-21 R2_McFadden modelo 4:

Modelo4Final: glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldesatisfaccindelapobla Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Estudios Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)	
Deviance	1,06E-06
(1/df) Deviance	2,59E-08
R2 McFadden	0,97557

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El modelo final se desarrolla con la variable independiente de Pagoporevitareltraslado y las variables explicativas NiveldeCalidaddelasreasde, Niveldesatisfaccindelencuest, Niveldeproblemticasdelasver, Niveldeimportanciadelbarrio, Unidadterritorial, VincPredio, Sexo, Estado_Civil, Ocupacion y G_m_grupfamiliar.

Es de resaltar que el modelo se fundamenta en un modelo lineal generalizado, con familia binomial logit, lo cual está respaldado por presentar su variable dependiente de tipo binaria, de base referéndum.

En este sentido habiéndose corrido el modelo logit y a su vez corregido la heteroscedasticidad, se obtuvo los parámetros de la Tabla 10-96, los cuales representan el promedio de la DAP para el área de influencia directa.

Tabla 10-96 Estimación logit – DAP Evitar el traslado involuntario de familias

Ecuación	**glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civil Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)**					
Variable dependiente DAP (Sí=1, No=0)	Coeficiente	Robuststd. est.	Z	P>|z|	[95% Int. Conf.]	
Pago (β)	0,0003459	2,24e-06	154,62	0.00	0,0003415	0,0003503
NiveldeCalidaddel asreasde	4,143307	0,2593641	15,97	0,00	3,634963	4,651651
Niveldesatisfaccin delencuest	-3,458029	0,2730688	-12,66	0,00	-3,993234	-2,922824
Niveldeproblemtic asdelasver	2,776936	0,1001289	27,73	0,00	2,580687	2,973185
Niveldeimportanci adelbarrio	-0,7668133	0,1996945	-3,84	0,00	-1,158207	-0,3754194
Unidadterritorial	0,2574844	0,0540055	4,77	0,00	0,1516355	0,3633333
VincPredio	-2,135844	0,1662422	-12,85	0,00	-2,461672	-1,810015
Sexo	6,222894	0,2704999	23,01	0,00	5,692724	6,753064
Estado_Civil	-2,469857	0,1032729	-23,92	0,00	-2,672268	-2,267446
Ocupacion	-0,7470565	0,1089985	-6,85	0,00	-0,9606896	-0,5334234
G_m_grupfamiliar	-5,52E-06	3,24E-07	-17,03	0,00	-6,15E-06	-4,88E-06
Constante (α)	-30,10456	1,626258	-18,51	0,00	-33,29197	-26,91715
Obs.	53					
Deviance	1,06000e-06	-	(1/df) Deviance	2,59e-08	-	-
Pearson	5,30000e-07	-	(1/df) Pearson	1,29e-08	-	-

Fuente: Concol By WSP, 2018.

Análisis: Los signos de los coeficientes coinciden con los signos esperados, dado que, debido a las condiciones socioeconómicas de la población del área de influencia, para el caso de Gastos, a medida que se reduce el excedente resultante de los ingresos menos los gastos, decrece la disponibilidad a pagar que realiza cada individuo. Generando así un efecto negativo, enmarca que, con un incremento de unidad en los gastos del grupo familiar, disminuye la cuantía a pagar de los individuos en 5.52e-06.

Por otra parte, Nivel de satisfacción del encuestado con su lugar de residencia (Niveldesatisfaccindelencuest) presenta un efecto negativo con el modelo, dado que, a menor satisfacción con el lugar de residencia, la disponibilidad a pagar de los habitantes por conservar las áreas donde actualmente viven disminuye. Generando así un efecto con cada decrecimiento de una unidad en el Niveldesatisfaccindelencuest, hasta el punto de disminuir el valor a pagar por evitar el traslado.

Tabla 10-97 Modelo de la disponibilidad a pagar por Evitar el traslado involuntario de familias

Modelo generado con STATA

```
glm DAP_Evit_Trasl Pagoporevitareltraslado NiveldeCalidaddelasreasde Niveldesatisfaccindelencuest
Niveldeproblemticasdelasver Niveldeimportanciadelbarrio Unidadterritorial VincPredio Sexo Estado_Civi
Ocupacion G_m_grupfamiliar , family(binomial 1) link(logit) vce(robust)

Iteration 0:   log pseudolikelihood = -5.3909217
Iteration 1:   log pseudolikelihood = -5.300e-07
Iteration 2:   log pseudolikelihood = -5.300e-07

Generalized linear models                          No. of obs      =        53
Optimization     : ML                              Residual df     =        41
                                                   Scale parameter =         1
Deviance         =  1.06000e-06                    (1/df) Deviance =  2.59e-08
Pearson          =  5.30000e-07                    (1/df) Pearson  =  1.29e-08

Variance function: V(u) = u*(1-u)                  [Bernoulli]
Link function    : g(u) = ln(u/(1-u))              [Logit]

                                                   AIC             =  .4528302
Log pseudolikelihood = -5.30000e-07                BIC             =  -162.782

------------------------------------------------------------------------------------------
                             |               Robust
              DAP_Evit_Trasl |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-----------------------------+------------------------------------------------------------
     Pagoporevitareltraslado |   .0003459   2.24e-06   154.62   0.000     .0003415    .0003503
   NiveldeCalidaddelasreasde |   4.143307   .2593641    15.97   0.000     3.634963    4.651651
Niveldesatisfaccindelencuest |  -3.458029   .2730688   -12.66   0.000    -3.993234   -2.922824
 Niveldeproblemticasdelasver |   2.776936   .1001289    27.73   0.000     2.580687    2.973185
 Niveldeimportanciadelbarrio |  -.7668133   .1996945    -3.84   0.000    -1.158207   -.3754194
           Unidadterritorial |   .2574844   .0540055     4.77   0.000     .1516355    .3633333
                  VincPredio |  -2.135844   .1662422   -12.85   0.000    -2.461672   -1.810015
                        Sexo |   6.222894   .2704999    23.01   0.000     5.692724    6.753064
                Estado_Civil |  -2.469857   .1032729   -23.92   0.000    -2.672268   -2.267446
                   Ocupacion |  -.7470565   .1089985    -6.85   0.000    -.9606896   -.5334234
            G_m_grupfamiliar |  -5.52e-06   3.24e-07   -17.03   0.000    -6.15e-06   -4.88e-06
                       _cons |  -30.10456   1.626258   -18.51   0.000    -33.29197   -26.91715
------------------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Concol By WSP, 2018.

El modelo muestra significancia estadística, en donde enmarcar en el (β) un error Std robustos bajo y un z altamente representativo (154,62). Igual mente el modelo presenta un coeficiente de Pearson de 5,30000e-07.

Igualmente, dicho modelo enmarca su significancia en el P>|z|, dado que tanto su beta (β), como su constante, con una probabilidad inferior a 0,05, son significativos.

De acuerdo con la estimación realizada, la DAP media (por persona) para evitar el traslado involuntario en el AID, resultó ser de $87.028.601 partiendo de la transformación a un modelo de utilidad aleatoria con linealidad en el parámetro de pago, como lo propone Hanemann (1984).

Si se considera ese valor y teniendo en cuenta que el 8,77% de las familias estarían dispuestas a pagar para evitar el traslado, y se supone que los hogares afectados con el proyecto corresponden al número de hogares en las unidades territoriales localizadas en el área de influencia se estiman 669 de acuerdo con la información levantada en la caracterización de línea base, el perjuicio económico agregados del proyecto ascenderían

$ 5.106.081,16 anuales y a $ 44.853.429,42 considerando el horizonte de vida del proyecto (ver Tabla 10.98).

Tabla 10.98 Disponibilidad a pagar por evitar el traslado involuntario de las familias

Número de hogares AID	Familias con disponibilidad a pagar (8,77%) (a)	Disponibilidad a pagar – Anual – por familia (b)	Costo total de la afectación (a*b)
669	59	$ 87.028,60	$ 5.106.081,16
VNA (TSD 12%; 25 años)			**$ 44.853.429,42**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.9 Cambio en los niveles de presión sonora

Para la valoración de los cambios en los niveles de presión sonora asociados a las actividades de construcción de la nueva infraestructura vial, se utiliza la metodología de transferencia de beneficios tomando como referencia los resultados de un estudio desarrollado en la ciudad de Medellín, donde se estima la disposición a pagar (DAP) por disminución de niveles de ruido o eliminación de la molestia.

En concreto, la transferencia de beneficios es un método de valoración que consiste en extrapolar los resultados de cuantificaciones de externalidades realizados en otros lugares, y que, por motivos técnicos, logísticos o monetarios, no fue posible aplicarlos en el área de estudio.

La transferencia de beneficios es un método de cuantificación aceptado por la literatura económica e incluso aparece como uno de los métodos sugeridos por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible en la resolución 0751 de marzo de 2015 (Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles), en el Manual de Criterios Técnicos para el Uso de Herramientas Económicas en los Proyectos, Obras o Actividades Objeto de Licenciamiento Ambiental (ANLA Rs 1669, 2017) y en la Guía de Aplicación de la Valoración Económica Ambiental (Resolución 1084 de 2018).

En estos documentos de referencia, se reseña dos grandes enfoques de transferencia de beneficios; el primero está relacionado con la transferencia de valor, y el segundo es la transferencia de función. El primer caso consiste “en la estimación de un valor a partir de un único estudio o de un conjunto de estudios”. En el segundo caso se estima “una función de demanda de un sitio de estudio o una regresión de metaanálisis que se construye a partir de las estimaciones de varios estudios”. Con respecto al primer caso, la guía agrega que “cuando se utiliza más de un estudio, es posible aproximarse al valor con una medida de tendencia central tal como la media” (ANLA Rs 1669, 2017)

En este contexto, para estimar el valor del cambio en los niveles de presión sonora, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios de valor fijo, utilizando los resultados del estudio titulado “Valoración Económica de la Reducción del Ruido por Tráfico Vehicular: una Aplicación para Medellín (Colombia)” (Correa, Osorio, & Patiño, 2015), en el cual

haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estima la disposición a pagar (DAP) por la reducción de ruido por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín.

El objetivo del estudio buscaba establecer el valor económico que las personas le asignan a un programa que busque reducir el ruido por tráfico vehicular. En la Tabla 10.99 se describen las características y aspectos del estudio, indicando variables, método, resultados y sitio de aplicación.

Tabla 10.99 Descripción general sitio de estudio "Valoración económica de la reducción del ruido por tráfico vehicular: una aplicación para Medellín (Colombia)"

ESTUDIO	Valoración Económica De La Reducción Del Ruido Por Tráfico Vehicular: Una Aplicación Para Medellín (Colombia)
	País: Colombia
	Departamentos: Medellín
	Autor: Francisco Javier Correa Restrepo, Juan David Osorio Múnera, Bernardo Andrés Patiño Valencia
	Tipo de estudio: Grupo de investigación de Economía Aplicada (GEA), Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Medellín, Medellín, Colombia, clasificado en categoría B por Colciencias
	Fecha: Recibido: 25 de marzo de 2014 - Aprobado: 5 de junio 2015
SERVICIO ECOSISTÉMICO VALORADO	Ciudad de Medellín, entorno urbano.
	Valora los servicios de calidad de vida, en cuanto a la perturbación sonora que pueda tener la población residente.
Para el caso del EIA, tan solo se contempla transferir los resultados de la valoración de los beneficios económicos que obtendrían los hogares de zonas residenciales en la ciudad de Medellín (Colombia) por la reducción del ruido por tráfico vehicular.	
VARIABLE DEPENDIENTE	DAP
	Vehículo de pago: Factura de agua
	Periodo: Trimestral
	Ya que no se conoce el costo exacto de remover la molestia por ruido y, por tanto, la contribución exacta por hogar para llevar a cabo la implementación y mantenimiento de la superficie absorbente de ruido. Se le preguntará si definitivamente pagaría, posiblemente pagaría, si no sabe, si posiblemente no pagaría o definitivamente no pagaría los siguientes valores trimestrales para la implementación y mantenimiento de la superficie ya mencionada. *¿Está usted dispuesto a pagar $6000 pesos trimestrales para reducir de manera permanente la molestia generada por el ruido?*
VARIABLES DE MÉTODO	MÉTODO: Preferencias declaradas -Valoración contingente
	MODELO 1: Se incluyen como variables independientes solo las variables dummys que explican los diferentes niveles de molestia, es decir, se corre el modelo sin constante. Nivel de significancia de 1% e intervalos de confianza de 95%. $DAP = \delta_1 nmolesto + \delta_2 Imolesto + \delta_3 momolesto + \delta_4 mumolesto + \delta_5 exmolesto$ MODELO 2: mínimos cuadrados ordinarios (MCO) MODELO 3: Tobit censurado en cero Donde:

	Cada coeficiente estimado en las variables es interpretado como el promedio de disponibilidad a pagar trimestral por hogar en pesos colombianos para cada nivel de molestia Método: Bjorner (2004) $DAPe = (\sum_{K=1}^{5} (P_k^{dBx} - P_k^{dBy})\ x\ DAP_k)N$ Donde K: es el nivel de molestia P_k^{dBx}: es la probabilidad de molestia k en el nivel inicial de decibeles de ruido dBx. P_k^{dBy}: es la probabilidad de molestia k en el nivel final de decibeles de ruido dBy. DAP_k: es la media de la disponibilidad a pagar para cada nivel de molestia. N: es el número de hogares beneficiados.
	VARIABLES INDEPENDIENTES K: es el nivel de molestia Vertv: problemas para ver tv Nper: Número de personas que componen el hogar Edad: Edad de las personas que componen el hogar Niveledu: nivel educativo. Tvivienda: tipo de vivienda (casa o apartamento). Ingresos: ingresos por familia N: es el número de hogares beneficiados VARIABLE DEPENDIENTE DAP: Disponibilidad a Pagar
	RECOLECCIÓN: Encuesta
	Número de encuestas: 1075, positivos 614, ceros 451, no respuesta a la DAP 1, encuestas incompletas 9.
Resultados	El 57% de las personas encuetadas (614) tienen una disposición a pagar positiva a la implementación de un programa que tenga como objetivo la reducción del ruido generado por tráfico vehicular.
	Para un hogar expuesto a 65 dB(A), Al multiplicar este cambio en la probabilidad de molestia por la disponibilidad media a pagar estimada se determinan que los beneficios económicos anuales esperados por hogar por la ejecución de este proyecto, el cual reduce el ruido en 5 dB(A), ascienden a 565 pesos colombianos del 2012.
	Si se considera que la reducción del ruido es generalizada para todos los niveles de exposición al ruido, los beneficios sociales asociados a la reducción de 5 decibeles de ruido por tráfico vehicular. Al multiplicar este cambio en la probabilidad estimada por la disponibilidad a pagar media por hogar se obtiene un valor de la disponibilidad a pagar por reducir 5 decibeles de 602 pesos colombianos.
SITIO DE POLÍTICA	País: Colombia
	Departamento: Antioquia
	Ciudad: Medellín

Fuente WSP, 2018 con datos de (Correa, Osorio, & Patiño, 2015)

•Dimensionamiento del impacto

Respecto al dimensionamiento del impacto se parte de la línea base ambiental establecida en las mediciones de presión sonora en las estaciones referencia, cuyos resultados se

describen en el Capítulo 5 caracterización del área de influencia. En la Tabla 10.100 se presentan los niveles de presión sonora obtenidos en horario diurno y nocturno durante los días hábiles.

Tabla 10.100 Datos ruido ambiental estación de referencia (R03) modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora

Estación	Día hábil	
	Diurno	Nocturno
R01	70,3	78,5
R02	54,8	75,0
R03	53,7	53,6
Promedio	**60**	**69**

Para la estimación del cambio en la presión sonora producto del movimiento y operación de la maquinaria se simulo un escenario típico de operación en el cual N fuentes sonoras producen en un punto del espacio (Frente de obra) presiones acústicas instantáneas p1(t), p2(t), ..., pN(t); la presión acústica resultante es la suma de las presiones acústicas instantáneas de cada una de las fuentes (Para la estimación de escenario típico de operación se toma como referencia los registros de intensidades típicos emitidos en la construcción de una obra civil, los cuales se registran en la Tabla 10.101).

Tabla 10.101 Nivel de sonido distinto tipos de maquinaria de construcción

Equipo	Nivel de presión sonora (dBA)		
	Min	Max	Promedio
Martillo neumático	103	113	108
Sierra de cortar cemento	99	102	100,5
Sierra de cortar hierro	88	102	95
Bulldozer	93	96	94,5
Grúa	90	96	93
Aplanadora de tierra	90	96	93
Retroexcavadora	84	93	88,5
Volqueta	80	90	85
Escenario de operación	**109 db**		

Fuente: https://www.marketizer.com/articulos/prevencion-de-problemas-auditivos-en-la-industria-mexicana-3825587.htm (Ver Anexo 9B Hoja de Excel Imp_Ruido)

Para la determinación del nivel de incidencia de la contaminación sonora sobre los potenciales receptores, se tuvieron en cuenta los factores que afectan la propagación del ruido; para el caso de una infraestructura de carretera es considerada desde el punto de vista acústico como una fuente lineal. Si el sonido proviene de una fuente lineal, éste se propagará en forma de ondas cilíndricas, obteniéndose una diferente relación de variación de la energía en función de la distancia (David, 2010). En este sentido para la determinación de la magnitud de afectación se consideraron los siguientes supuesto:

- La atenuación del ruido depende de si la fuente emisora es puntual o lineal. En ausencia de obstáculos, se refiere que cada vez que se dobla la distancia con relación a una

fuente puntual el sonido se atenúa en 6 dBA, mientras que, en el segundo caso, cada vez que se dobla la distancia con relación a una fuente lineal (por ejemplo, una autopista con mucho tráfico automotor) la atenuación del sonido será sólo de 3 dBA.

Idn = Id1 – 6 (log dn – log d1) /log 2 Fuente Puntual

Idn = Id1 – 3 (log dn – log d1) /log 2 Fuente Lineal

- Efecto causado por el suelo: el suelo supone la existencia de un plano sobre el cual podremos tener rebotes. El efecto de estos rebotes dependerá mucho del tipo de suelo, de si el suelo es una superficie dura o si por el contrario es porosa. Como resulta difícil de determinar en principio no se incluirá en el cálculo.

- Climatología: la previsión de propagación del sonido generado por el tráfico se realiza suponiendo siempre una atmósfera homogénea. Estas condiciones no siempre se cumplen, y el viento o la lluvia pueden provocar desviaciones respecto a las previsiones (de hasta 10 dB como como el caso de lluvia). De todos modos, estas alteraciones fluctúan en el tiempo. estadísticamente son insignificantes. Excepto en casos particulares, la influencia de estos fenómenos no se tendrá en consideración.

Con base en estos supuestos se simulo la dispersión de las ondas sonoras para establecer la magnitud del impacto en los potenciales receptores identificados en el área de estudio, cuyos resultados se presentan en la Tabla 10.102, donde se evidencia que las variaciones en los niveles de presión sonora a distintas distancias, subrayando que en el modelo no fueron consideradas otras variables de atenuación (Barreras) que sin duda afectarían sustancialmente la magnitud del impacto.

Tabla 10.102 Datos ruido ambiental estaciones de referencia modelación del impacto de cambios en los niveles de presión sonora

Nivel de ruido registrado L_1 (Fuente de emisión lineal)														109,3	dB
Distancia para el cálculo (m)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400	500
Nivel de sonido esperado L_2 (dB)	89	82	79	77	75	73	72	71	70	69	65	63	59	57	55
Diferencia $\Delta L = L_1 - L_2$	-20	-27	-30	-32	-34	-36	-37	-38	-39	-40	-44	-46	-50	-52	-54
Norma Nocturna	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Delta de impacto	-34	-27	-24	-22	-20	-18	-17	-16	-15	-14	-10	-8	-4	-2	0
Área de estudio	20	15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Área de estudio %	20%	15%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Hogares expuestos AI	**134**	**100**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**	**33**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Datos modelados http://www.sengpielaudio.com/calculator-distance.htm

Con base en los niveles de intensidad sonora establecidos en el modelo de dispersión se seleccionaron los potenciales receptores o zonas en la cual los niveles de emisión de ruido emitidos por la construcción de la vía superan los niveles normales de presión sonora, tomando como referencia los registros de ruido nocturno día hábil obtenidos en la

caracterización de la línea base ambiental. En este contexto la distancia al eje vial a construir determina el área de afectación o potenciales usuarios expuestos a los cambios de presión sonora.

Los resultados del modelo señalan que la impacto por cambios en los niveles de presión sonora afecta puntualmente a 669 viviendas[28] y a la universidad de Pamplona, las cuales son la base para establecer la magnitud económica del impacto.

Respecto a la universidad de pamplona, según lo indicado en Estudio de Caracterización de la Universidad de Pamplona (2016), cuenta con una población estudiantil de 23.762 alumnos, donde se destaca una distribución de genero de 12.131 mujeres y 11.631 hombres, es decir, una proporción de 51% y 49% respectivamente. Por su parte, la universidad cuenta con un pul de profesores en distintas modalidades como, hora catedra, medio tiempo y tiempo completo, que suman un total de 998 profesores, sumando el personal administrativo estimado en 228 personas, lo que representa en total una comunidad universitaria de 24.988 personas (Herrera, Velasco, & Quiroga, 2016)

Es importante resaltar, que alterar un entorno universitario por altas emisiones sonoras, incide directamente en su objetivo, que se basa en el trasmitir información y conocimiento, a los estudiantes, con el fin de que ellos, generen nuevos y aumenten la productividad en los demás sectores de la economía. Estudios realizados por Luis Barbier citados por (Lucic, 2009) en formación educativa, indican el porcentaje de obtención de conocimientos por el oído es de 11%, mientras la retención de conocimiento de lo que se escucha es del 20%. Capacidad, que puede ser afectada, pues los resultados muestran que, a nivel estudiantil, se puede presentar sueño, estrés, disminución de retención de memoria a corto y largo plazo, perdida de atención, motivación, etc., a causa de perturbación por ruido.

La normatividad vigente colombiana (Resolución 627 de 2006 (MAVDT, 2006)) establece que las universidades están catalogadas en el Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado, que permite 65 dB(A) en el día y 55 dB(A) en la noche. Es importante indicar, que para efectos del estudio se decide tomar el valor más bajo teniendo en cuenta que las actividades académicas requieren escasos niveles de ruido para su correcto desarrollo.

• Monetización del impacto

Para la monetización del impacto se utiliza los resultados del estudio “Valoración Económica de la Reducción del Ruido por Tráfico Vehicular: una Aplicación para Medellín (Correa, Osorio, & Patiño, 2015),en el cual haciendo uso de la metodología de Valoración contingente, estimaron la disposición a pagar (DAP) por la reducción de ruido por tráfico vehicular en la ciudad de Medellín.

En el estudio de referencia se estimaron los beneficios sociales asociados a la reducción de 5 dB de ruido por tráfico vehicular través de un modelo de exposición-molestia el cambio

[28] Teniendo en cuenta los vacíos de información respecto al número de viviendas se toma como referencia de cálculo, el número de viviendas por unidad territorial menor registrados el capítulo 5.3.3.1.

discreto en la probabilidad de cada molestia por una reducción de 5 decibeles. Al multiplicar este cambio en la probabilidad estimada por la disponibilidad a pagar media por hogar se obtiene un valor de la disponibilidad a pagar por reducir 5 decibeles de 602 pesos colombianos. El valor objeto de transferencia se encuentran a precios de 2014, por lo tanto, se ajustan o actualiza a precios 2018 en función de las variaciones de precios, de acuerdo con el cálculo de IPC que hace el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Teniendo en cuenta que los resultados del estudio presentan una DAP por hogar, para la estima el efecto en la institución universitaria es necesario estimar el valor individual, en este sentido, se emplean los datos reportados por el Censo 2005 (DANE - Censo poblacional, 2005) ara el departamento de Norte de Santander (Ver Tabla 10.103), donde las estimaciones indican una composición familiar de 3,9 personas.

Tabla 10.103 Promedio personas por hogar según DANE Censo Poblacional 2005.

Departamento de Norte de Santander	Registro	Personas por hogar
Total, Población	1.085.489	
Total, Hogares	276.840	3,9

Teniendo en cuenta que el impacto se materializa en la etapa de construcción y de acuerdo con los criterios establecidos se estimó como costo total del impacto en $ 33.238.937 anuales y $ 113.073.255 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años, tal como se observa en la Tabla 10.104.

Tabla 10.104 Valor presente de las pérdidas por los cambios en los niveles de presión sonora

Descripción	Unidad	Valor
Número hogares en el Área de Influencia de Directa	Unidad	669
Número de personas universidad de Pamplona	Unidad	24.988
Nivel máximo de presión sonora permitido según normatividad vigente	dB	55
Nivel promedio de presión sonora en actividades estaciones de referencia EIA (diurno)	dB	60
Nivel esperado de presión sonora en actividades constructivas	dB	109,3
Valoración Económica anual del impacto en actividades constructivas (Universidad)	COP	$ 25.585.212
Valoración Económica anual del impacto en operación	COP	$ 7.653.725
Total Anual	COP	$ 33.238.937
VNA (TSD 12%; 25 años)	**COP**	**$ 113.073.255**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

10.4.1.10 Valoración del impacto modificación de la calidad paisajística

La carretera o vía es un elemento de extraordinaria importancia paisajística tanto por ser un agente modificador del paisaje como por posibilitar el acceso visual a toda su cuenca de visión. En el contexto histórico, con la llegada de vehículos más rápidos y el aumento de sus usuarios, se empezó a exigir carreteras más seguras, lo que consistía en principio en

mayor anchura, curvas menos cerradas, menos cambios de rasante, etc. Así, los estándares para el diseño de las carreteras han ido evolucionando para acomodarse a los requerimientos derivados de una mayor velocidad, un tráfico más numeroso y mayores exigencias de seguridad. Debido a todo ello, las carreteras se convierten en infraestructuras con mayor posibilidad de ser causa de alteraciones paisajísticas, como consecuencia de una mayor rigidez de trazado y mayor zona afectada por la obra (Glaría, 1993).

Para estimar el valor de las alteraciones al paisaje, se recurre a la metodología de transferencia de beneficios, utilizando los resultados del estudio titulado "Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto" (Velandia, Trujillo, & Sáenz, 2016), en el cual haciendo uso de la metodología de valoración hedónicos con econometría especial, se estima cuanto se incrementa el valor de cada predio aproximadamente, por cada metro que se aleja del elemento que perturba el paisaje, en este caso la mina El Eucalipto. A continuación, se presentan el estudio empleado para trasferir el valor estimado a los predios que presentan perturbación visual.

Tabla 10.105 Descripción general sitio de estudio Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto.

ESTUDIO	Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto
	País: Colombia
	Verada El salto, municipio de Lenguazaque, Cundinamarca,
	Autor: John Fredy Velandia Castillo, Diego Fernando Trujillo González, Daniel Esteban Sáenz Restrepo.
	Tipo de estudio: Estudio universitario - Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
	Fecha: 2016
SERVICIO ECOSISTÉMICO VALORADO	Cundinamarca – predios veredales
	Calidad de vida y bienestar – evalúa como las alteraciones sobre los elementos naturales, inciden sobre el ser humano, repercutiendo en el precio de los predios.
Para el caso del EIA, se contempla transferir los resultados de la valoración de los beneficios económicos, es decir, utilizar el incremento del valor predial de $2.356 pesos aproximadamente por cada metro que se aleja de la mina El Eucalipto, esto teniendo en cuenta el aumento de la calidad del aire y de la percepción paisajística debido al flujo de beneficios que se espera obtener por estos atributos.	
VARIABLE DEPENDIENTE	Incrementos del valor predial
	En la elaboración de la matriz de Vester se analizaron los parámetros catastrales, econométricos y geográficos que, según la recopilación de la información bibliográfica hecha con anterioridad, se determinaron que serían los que podrían tener una influencia sobre el precio de los predios cercanos a la mina El Eucalipto en la vereda El Salto, municipio de Lenguazaque
VARIABLES DE MÉTODO	MÉTODO: matriz de Vester
	MODELO: Econometría tradicional $Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 \ldots.. \beta_n X_n$ $Y = X_1\beta_1 + X_2\beta_2 + X_3\beta_3 + X_4\beta_4 + u$
	VARIABLES INDEPENDIENTES β_1: área total: expresada en metros cuadrados del área total el predio, se espera que el precio aumento a medida que aumenta el área.

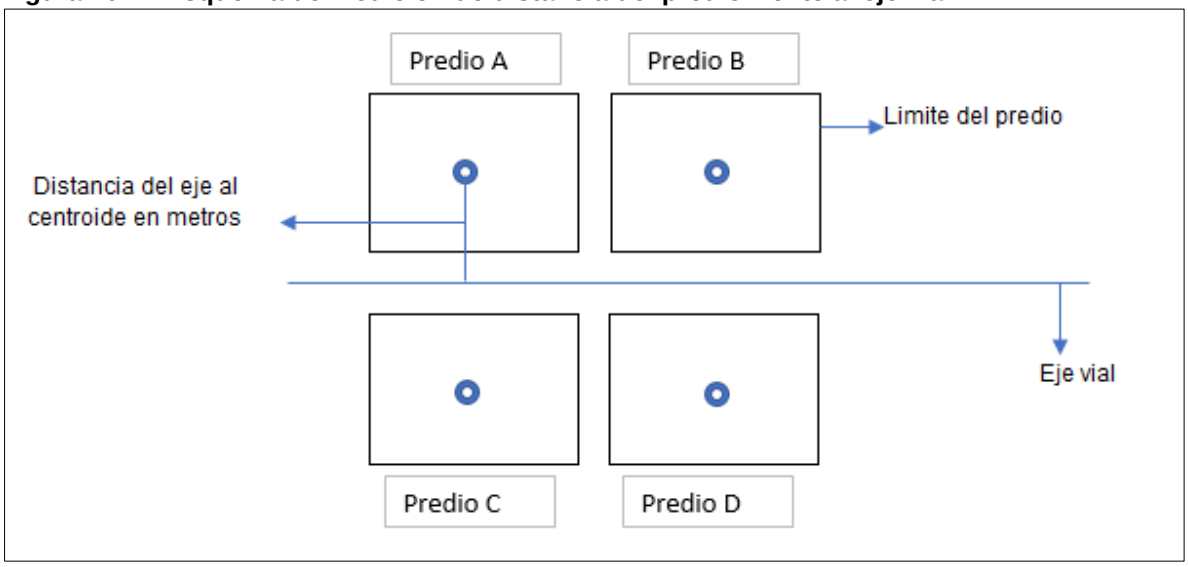
	β_2: área construida: expresada en metros cuadrados es el área del predio en la que se hizo algún tipo de construcción. β_3: distancia a la mina: expresada en metros cuadrados hace referencia a que tan alejado se encuentra el predio a la mina. VARIABLE DEPENDIENTE Y: Avaluó catastral
	RECOLECCIÓN: Información catastral
	Matriz de Vester: 169 calificaciones
Resultados	Teniendo en cuenta los resultados del modelo, se puede deducir que el aumento en el valor del predio será compensado con un aumento en la calidad ambiental de la vereda El Salto lo que no afecta la utilidad social.
SITIO DE POLÍTICA	País: Colombia
	Departamento: Cundinamarca
	Ciudad: Bogotá

Fuente WSP, 2018 con datos de (Velandia, Trujillo, & Sáenz, 2016)

- **Dimensionamiento del impacto**

El impacto visual por la construcción de la vía ·Cúcuta – Pamplona Unidad funcional 1, genera alteración a la calidad visual en ciento cincuenta y siete (157) predios contiguos o próximos al proyecto (ubicados en el área físico-biótica). Es importante mencionar, que el impacto se ve atenuado por la distancia en que el observador que este perciba el elemento que perturba el paisaje, es decir, a mayor distancia el efecto del nuevo elemento va a tener menor relevancia en el campo visual, en este sentido, se consideró medir la distancia de los predios al eje vial. Para este ejercicio se empleó el programa Arcgis 10.5, fundamentado en el siguiente esquema.

Figura 10-22 Esquema de medición de distancia del predio frente al eje vial



Fuente WSP, 2018

Figura 10-22, esquematiza el concepto considerado para este estudio en cuanto a la medición de las distancias de los predios al eje. En primer lugar, el eje se trazó linealmente al centro de la vía y, en segundo lugar, se puntualizó un centroide dentro de cada predio, con el fin, de medir la distancia que tendría el predio al eje vial, fundamentado, en el concepto de homogenizar la distancia de todos los predios, y suponer que en ese punto existe un receptor del impacto.

• Monetización del impacto

Como base de cálculos, se emplea el valor estimado en el estudio titulado "Análisis de la influencia de los atributos ambientales en el valor de los predios de la vereda El Salto" que estima un incremento en el valor predial de $2.356 pesos ($ 2.544,32 pesos 2018) aproximadamente por cada metro que se aleja de la mina El Eucalipto, esto teniendo en cuenta el aumento de la calidad del aire y de la percepción paisajística, de esta manera, se hace la relación de cuanto aumentarían los predios al alejarse del elemento que perturba e paisaje en su etapa constructiva. Es importante mencionar, que este impacto se considera solo en la etapa constructiva, dado que, en el momento de entrar en operación, la vía como elemento del paisaje se hace un elemento más y no algo intrusivo, integrándose al paisaje local.

En total, en el área de influencia físico-biótica se identifican ciento cincuenta y siete predios, encontrándose, una distancia promedio de 993 metros a la vía, y donde se destacan fincas, casas, comercio e infraestructura educativa. De esta manera, al relacionar la distancia de cada predio con respecto al incremento del valor predial, genera un valor total de $ 396.697.672,50 pesos anules que sería igual al valor económico anual del impacto por cambios en la calidad del paisaje considerando un único pago.Los resultados se muestran en la Tabla 10.106.

Tabla 10.106 Incremento en el valor predial

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
1	EJE_115	2595,045315	$ 2.544,32	$ 6.602.635,86
2	EJE_115	2526,425388	$ 2.544,32	$ 6.428.044,53
3	EJE_115	3043,80848	$ 2.544,32	$ 7.744.434,71
4	EJE_115	152,367484	$ 2.544,32	$ 387.672,23
5	EJE_115	472,603494	$ 2.544,32	$ 1.202.456,37
6	EJE_115	474,645648	$ 2.544,32	$ 1.207.652,27
7	EJE_115	137,879858	$ 2.544,32	$ 350.811,02
8	EJE_115	231,053187	$ 2.544,32	$ 587.874,15
9	EJE_115	79,293839	$ 2.544,32	$ 201.749,21
10	EJE_115	973,803143	$ 2.544,32	$ 2.477.670,63
11	EJE_115	762,578636	$ 2.544,32	$ 1.940.247,06
12	EJE_115	464,612024	$ 2.544,32	$ 1.182.123,48
13	EJE_115	672,364131	$ 2.544,32	$ 1.710.712,14
14	EJE_115	20,220689	$ 2.544,32	$ 51.447,98

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
15	EJE_115	1929,379846	$ 2.544,32	$ 4.908.967,28
16	EJE_115	508,016356	$ 2.544,32	$ 1.292.558,16
17	EJE_115	435,088253	$ 2.544,32	$ 1.107.005,45
18	EJE_115	331,936061	$ 2.544,32	$ 844.552,86
19	EJE_115	417,163919	$ 2.544,32	$ 1.061.400,14
20	EJE_115	329,495149	$ 2.544,32	$ 838.342,39
21	EJE_115	479,918609	$ 2.544,32	$ 1.221.068,39
22	EJE_115	2493,212162	$ 2.544,32	$ 6.343.539,33
23	EJE_115	2784,630296	$ 2.544,32	$ 7.085.001,46
24	EJE_115	2368,553294	$ 2.544,32	$ 6.026.366,79
25	EJE_115	2602,911195	$ 2.544,32	$ 6.622.649,20
26	EJE_115	1900,673999	$ 2.544,32	$ 4.835.930,31
27	EJE_115	2067,141516	$ 2.544,32	$ 5.259.477,59
28	EJE_115	1502,301697	$ 2.544,32	$ 3.822.342,14
29	EJE_115	59,159148	$ 2.544,32	$ 150.520,04
30	EJE_115	87,018984	$ 2.544,32	$ 221.404,48
31	EJE_115	264,54992	$ 2.544,32	$ 673.100,69
32	EJE_115	165,334615	$ 2.544,32	$ 420.664,81
33	EJE_115	337,117595	$ 2.544,32	$ 857.736,36
34	EJE_115	807,715519	$ 2.544,32	$ 2.055.089,91
35	EJE_115	1798,41827	$ 2.544,32	$ 4.575.758,61
36	EJE_115	2209,572778	$ 2.544,32	$ 5.621.868,86
37	EJE_115	1939,523915	$ 2.544,32	$ 4.934.777,08
38	EJE_115	2165,069394	$ 2.544,32	$ 5.508.637,84
39	EJE_115	1034,595751	$ 2.544,32	$ 2.632.346,71
40	EJE_115	1170,493947	$ 2.544,32	$ 2.978.115,74
41	EJE_115	10,513766	$ 2.544,32	$ 26.750,43
42	EJE_115	443,423877	$ 2.544,32	$ 1.128.213,97
43	EJE_115	797,19142	$ 2.544,32	$ 2.028.313,19
44	EJE_115	1140,468859	$ 2.544,32	$ 2.901.722,19
45	EJE_115	712,493674	$ 2.544,32	$ 1.812.814,69
46	EJE_115	217,849159	$ 2.544,32	$ 554.278,83
47	EJE_115	394,28732	$ 2.544,32	$ 1.003.194,66
48	EJE_115	289,327439	$ 2.544,32	$ 736.142,72
49	EJE_115	133,601023	$ 2.544,32	$ 339.924,28
50	EJE_115	1021,064058	$ 2.544,32	$ 2.597.917,70
51	EJE_115	961,350738	$ 2.544,32	$ 2.445.987,67
52	EJE_115	894,896878	$ 2.544,32	$ 2.276.907,53
53	EJE_115	848,250375	$ 2.544,32	$ 2.158.223,72
54	EJE_115	929,415771	$ 2.544,32	$ 2.364.734,77
55	EJE_115	737,395471	$ 2.544,32	$ 1.876.172,93
56	EJE_115	721,35299	$ 2.544,32	$ 1.835.355,66
57	EJE_115	199,478812	$ 2.544,32	$ 507.538,71
58	EJE_115	439,725542	$ 2.544,32	$ 1.118.804,21
59	EJE_115	2162,11418	$ 2.544,32	$ 5.501.118,82
60	EJE_115	2444,386417	$ 2.544,32	$ 6.219.310,82
61	EJE_115	1572,486442	$ 2.544,32	$ 4.000.914,86
62	EJE_115	568,093894	$ 2.544,32	$ 1.445.414,88
63	EJE_115	706,748177	$ 2.544,32	$ 1.798.196,29
64	EJE_115	311,352381	$ 2.544,32	$ 792.181,31

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
65	EJE_115	533,623971	$ 2.544,32	$ 1.357.712,23
66	EJE_115	1208,65025	$ 2.544,32	$ 3.075.197,74
67	EJE_115	860,092119	$ 2.544,32	$ 2.188.352,95
68	EJE_115	1858,616206	$ 2.544,32	$ 4.728.921,66
69	EJE_115	2508,43081	$ 2.544,32	$ 6.382.260,50
70	EJE_115	1525,228267	$ 2.544,32	$ 3.880.674,76
71	EJE_115	1010,331211	$ 2.544,32	$ 2.570.609,86
72	EJE_115	2227,385654	$ 2.544,32	$ 5.667.190,59
73	EJE_115	2121,834753	$ 2.544,32	$ 5.398.634,91
74	EJE_115	796,750355	$ 2.544,32	$ 2.027.190,98
75	EJE_115	541,446481	$ 2.544,32	$ 1.377.615,23
76	EJE_115	1349,830935	$ 2.544,32	$ 3.434.407,13
77	EJE_115	3083,951917	$ 2.544,32	$ 7.846.572,62
78	EJE_115	397,854654	$ 2.544,32	$ 1.012.271,11
79	EJE_115	395,323981	$ 2.544,32	$ 1.005.832,26
80	EJE_115	438,141126	$ 2.544,32	$ 1.114.772,95
81	EJE_115	433,102241	$ 2.544,32	$ 1.101.952,39
82	EJE_115	385,363123	$ 2.544,32	$ 980.488,61
83	EJE_115	467,357216	$ 2.544,32	$ 1.189.108,14
84	EJE_115	444,85778	$ 2.544,32	$ 1.131.862,29
85	EJE_115	414,849514	$ 2.544,32	$ 1.055.511,54
86	EJE_115	383,546483	$ 2.544,32	$ 975.866,49
87	EJE_115	359,658586	$ 2.544,32	$ 915.087,94
88	EJE_115	303,442235	$ 2.544,32	$ 772.055,34
89	EJE_115	347,84959	$ 2.544,32	$ 885.042,03
90	EJE_115	326,590442	$ 2.544,32	$ 830.951,87
91	EJE_055	158,028055	$ 2.544,32	$ 402.074,56
92	EJE_056	2092,64977	$ 2.544,32	$ 5.324.378,86
93	EJE_056	1979,19082	$ 2.544,32	$ 5.035.702,54
94	EJE_056	1663,615843	$ 2.544,32	$ 4.232.777,57
95	EJE_056	293,954001	$ 2.544,32	$ 747.914,19
96	EJE_056	1403,281026	$ 2.544,32	$ 3.570.401,47
97	EJE_056	1068,028697	$ 2.544,32	$ 2.717.410,96
98	EJE_056	1440,283477	$ 2.544,32	$ 3.664.547,69
99	EJE_056	304,915178	$ 2.544,32	$ 775.802,98
100	EJE_056	356,060808	$ 2.544,32	$ 905.934,03
101	EJE_056	400,876209	$ 2.544,32	$ 1.019.958,93
102	EJE_056	2162,524453	$ 2.544,32	$ 5.502.162,68
103	EJE_056	634,282213	$ 2.544,32	$ 1.613.819,40
104	EJE_056	789,691453	$ 2.544,32	$ 2.009.230,85
105	EJE_056	1230,900724	$ 2.544,32	$ 3.131.810,15
106	EJE_056	1025,522231	$ 2.544,32	$ 2.609.260,74
107	EJE_056	762,674907	$ 2.544,32	$ 1.940.492,01
108	EJE_056	725,546571	$ 2.544,32	$ 1.846.025,49
109	EJE_056	754,340532	$ 2.544,32	$ 1.919.286,66
110	EJE_056	724,961531	$ 2.544,32	$ 1.844.536,96
111	EJE_056	706,858087	$ 2.544,32	$ 1.798.475,94
112	EJE_056	763,869829	$ 2.544,32	$ 1.943.532,27
113	EJE_056	842,693584	$ 2.544,32	$ 2.144.085,44
114	EJE_056	284,319135	$ 2.544,32	$ 723.399,97

PREDIO	NOMENCLATURA	DISTANCIA DEL PREDIO FRENTE AL EJE VÍAL	VALOR POR METRO QUE SE ALEJA DE LA VÍA	PRECIO TOTAL
115	EJE_056	513,112734	$ 2.544,32	$ 1.305.525,00
116	EJE_056	996,198216	$ 2.544,32	$ 2.534.650,95
117	EJE_056	1090,273313	$ 2.544,32	$ 2.774.008,46
118	EJE_056	2281,517523	$ 2.544,32	$ 5.804.919,60
119	EJE_056	1826,458405	$ 2.544,32	$ 4.647.101,80
120	EJE_056	1085,9885	$ 2.544,32	$ 2.763.106,51
121	EJE_056	1170,510288	$ 2.544,32	$ 2.978.157,32
122	EJE_056	1554,959544	$ 2.544,32	$ 3.956.320,75
123	EJE_056	879,877681	$ 2.544,32	$ 2.238.693,83
124	EJE_056	1308,539622	$ 2.544,32	$ 3.329.348,65
125	EJE_056	810,083642	$ 2.544,32	$ 2.061.115,18
126	EJE_056	1264,718953	$ 2.544,32	$ 3.217.854,68
127	EJE_056	1977,972405	$ 2.544,32	$ 5.032.602,49
128	EJE_056	1132,604568	$ 2.544,32	$ 2.881.712,89
129	EJE_056	1565,440536	$ 2.544,32	$ 3.982.987,79
130	EJE_056	917,497985	$ 2.544,32	$ 2.334.412,07
131	EJE_056	2417,169995	$ 2.544,32	$ 6.150.063,42
132	EJE_056	2872,169191	$ 2.544,32	$ 7.307.728,76
133	EJE_056	1570,393534	$ 2.544,32	$ 3.995.589,82
134	EJE_056	245,591796	$ 2.544,32	$ 624.865,08
135	EJE_056	615,333365	$ 2.544,32	$ 1.565.607,40
136	EJE_056	270,858207	$ 2.544,32	$ 689.151,01
137	EJE_056	519,729648	$ 2.544,32	$ 1.322.360,57
138	EJE_056	448,496978	$ 2.544,32	$ 1.141.121,59
139	EJE_056	579,355851	$ 2.544,32	$ 1.474.068,95
140	EJE_056	1577,856998	$ 2.544,32	$ 4.014.579,29
141	EJE_056	755,51551	$ 2.544,32	$ 1.922.276,18
142	EJE_056	987,828295	$ 2.544,32	$ 2.513.355,15
143	EJE_056	974,417747	$ 2.544,32	$ 2.479.234,38
144	EJE_056	2619,661025	$ 2.544,32	$ 6.665.266,20
145	EJE_056	2516,220373	$ 2.544,32	$ 6.402.079,67
146	EJE_056	2396,6746	$ 2.544,32	$ 6.097.916,50
147	EJE_056	2744,887178	$ 2.544,32	$ 6.983.882,09
148	EJE_064	269,074943	$ 2.544,32	$ 684.613,81
149	EJE_064	40,090072	$ 2.544,32	$ 102.002,13
150	EJE_067	4,305616	$ 2.544,32	$ 10.954,88
151	EJE_067	8,948325	$ 2.544,32	$ 22.767,44
152	EJE_067	13,338556	$ 2.544,32	$ 33.937,61
153	EJE_068	43,271622	$ 2.544,32	$ 110.097,02
154	EJE_068	7,154096	$ 2.544,32	$ 18.202,34
155	EJE_068	12,89516	$ 2.544,32	$ 32.809,46
156	EJE_068	113,234525	$ 2.544,32	$ 288.105,31
157	EJE_068	168,399511	$ 2.544,32	$ 428.462,90
Promedio		**993,0876932**	**total**	**$ 396.697.672,50**

Fuente WSP, 2018

10.4.2 VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES

La variante de pamplona UF1 y en general la construcción del corredor vial doble calzada Cúcuta -Pamplona, generará beneficios ambientales y sociales relacionados con el mejoramiento de las condiciones de transporte que se ven reflejados en el ahorro de los tiempos de viaje y la disminución en los costos operativos que contribuyen al crecimiento económico, al reducir el tiempo empleado de recorrido.

De otro lado y de acuerdo con la guía de Criterios técnicos (ANLA Rs 1669, 2017), *los beneficios ambientales (externalidades positivas) corresponde a la mejora en el ámbito social, ambiental o económico que obtiene la población objetivo en el momento en que se decide ejecutar un proyecto*…. Listando entre otros la *Dinamización del empleo local (cambio o delta del beneficio frente a la situación sin proyecto), Proyectos voluntarios locales (diferentes a medidas del PMA, compensaciones o aquellas que atiendan un impacto del proyecto), Reducción de tiempo de viaje, disminución en accidentalidad y mejoramiento de infraestructura comunal (diferente a la afectada por el proyecto) y Adicionalidad ambiental o social comprobada en el área de influencia, debido a los programas ejecutados.*

En este contexto y como los beneficios sociales y ambientales del proyecto corresponde a: la generación de empleo, la reducción de los costos por ahorro de tiempo de viaje de los vehículos y los efectos económicos por la demanda de bienes y servicios en el área de influencia.

5.1.1.1 Cambios en los costos generalizados del transporte

El principal beneficio asociado con la construcción de la vía se relaciona con el cambio experimentado en el precio generalizado de las actividades de transporte. La mayoría de los proyectos de transporte implican la reducción del coste de desplazar personas y bienes, es decir, en la reducción del tiempo total de viaje. *Dicha reducción puede ser el resultado de aumentos en la velocidad, aumentos en la frecuencia por cambios en la red o en la reducción en congestión o en escasez. En términos generales, los costos de viaje incluyen los costos de operación, los costos asociados al tiempo de viaje y los costos del peaje*. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2006).

En este contexto, la construcción y operación de proyecto trae consigo una reducción en los costos de operación y tiempos de viaje en comparación con los costos de viaje causados con las especificaciones técnicas de la vía actual. Para el análisis de reducción de costos generalizados del transporte se considera las diferencias entre el recorrido en las condiciones actuales del trazado versus las modificaciones propuestas en el proyecto.

Los cambios en los costos generalizados de transporte se calculan de la diferencia según tipo de vehículo por kilómetro de circular en una vía de buena calidad comparada con una vía regular o mala en una misma pendiente media. La diferencia de costos se multiplica por el número de vehículos que circulan y por la longitud de la vía.

Los datos y resultados presentados en este contenido fueron tomados del documento de estructuración vial Anexo 4 Estudio Trafico y Demanda Corredor Cúcuta Pamplona (Consorcion estructuración vial, 2015), documento donde se desarrollaron las estimaciones de tráfico para distintos escenarios de oferta y demanda, considerando peajes existentes y futuros del corredor Cúcuta-Pamplona.

Todos los valores[29] empleados en el modelo están expresados en precios constantes y de esta forma son comparables y no requieren ajustes por inflación u otras variables. El mismo supuesto se estableció para los costos de operación. Los factores de expansión fueron calculados a partir de la toma de información del año 2013[30], el factor mes-año fue actualizado con los datos de estacionalidad del peaje de influencia del corredor Cúcuta-Pamplona, en este caso la estación Los Acacios. Esta actualización consistió en calcular un factor de expansión promedio de tráfico entre el mes y el año para los últimos 10 años rexportados (2005-2015).

En la Tabla 10.107 se especifican el comparativo de los tiempos y costos de recorrido en un trayecto, considerado además que se pasa de niveles de servicio actuales entre E y F (dependiendo del tramo) a niveles entre A y B, de acuerdo al Manual de capacidad 2010, y de velocidades promedio entre 30-40 km/h a velocidades entre 50-60 km/h.

Tabla 10.107 Tiempos, costos y ahorros por trayecto. Proyecto Pamplona-Cúcuta

Variable	Tipo	Sin proyecto	Con proyecto	Ahorro
Tiempo de recorrido (horas por trayecto)	Vehículo	1,58	1,00	0,58
	Camión	1,85	1,52	0,33
Costo de operación vehicular (pesos por trayecto)	Vehículo	49.293	31.132	18.161
	Camión	136.821	112.169	24.653
Costo de peajes (pesos por trayecto)	Vehículo	4.800	16.500	-11.700
	Camión	19.400	63.800	-44.400
Costo del tiempo (pesos por trayecto)	Vehículo	19.000	12.000	7.000
	Camión	227.550	186.550	41.000
Costo total (pesos por trayecto)	Vehículo	73.093	59.632	13.461
	Camión	383.771	362.519	21252

Fuente: Agencia Nacional de Infraestructura

Los resultados de los cálculos de operación de las condiciones con y sin proyecto se presentan en la Tabla 10.108, en la cual se evidencia que por la construcción y mejoramiento de la infraestructura la sociedad obtiene un beneficio por ahorro en costos de operación estimado en $ 40.442.207.835 pesos.

Tabla 10.108 Ahorro en costos de operación

[29] Los costos unitarios de operación y mantenimiento por tipo de vehículo son publicados por INVIAS tanto a precios de mercado como a precios económicos, por lo que no se requiere adopción de RPC. La información se extrajo de la Cartilla de Volúmenes de Tránsito publicada por el INVIAS para el año 2011.

[30] Los valores fueron indexados al año 2022 teniendo en cuenta el índice de costos de Transporte de Carga ICTC publicado por el DANE proyectado, incluyendo los precios del peaje Rs 0586 de 2017 Mintransporte.

Año	costos de operación Sin	Costos Operación Con proyecto	Ahorro costos de operación
2018	-	-	-
2019	-	-	-
2020	-	-	-
2022	$ 88.614.489.091	$ 83.326.893.109	$ 5.287.595.982
2023	$ 92.405.013.361	$ 86.917.004.639	$ 5.488.008.722
2024	$ 96.137.042.853	$ 90.450.935.248	$ 5.686.107.605
2025	$ 99.898.319.733	$ 94.012.956.317	$ 5.885.363.417
2026	$ 103.788.300.785	$ 97.685.972.365	$ 6.102.328.420
2027	$ 107.687.785.281	$ 101.369.693.194	$ 6.318.092.087
2028	$ 111.607.013.722	$ 105.070.799.703	$ 6.536.214.018
2029	$ 115.487.491.329	$ 108.733.110.971	$ 6.754.380.358
2030	$ 119.405.982.713	$ 112.438.241.362	$ 6.967.741.352
2031	$ 123.660.121.163	$ 116.438.928.313	$ 7.221.192.850
2032	$ 127.980.783.721	$ 120.514.548.729	$ 7.466.234.992
2033	$ 132.204.937.724	$ 124.491.169.101	$ 7.713.768.623
2034	$ 136.487.586.506	$ 128.523.970.394	$ 7.963.616.112
2035	$ 140.770.235.288	$ 132.556.771.688	$ 8.213.463.600
2036	$ 143.586.092.271	$ 135.209.193.229	$ 8.376.899.042
2037	$ 146.450.940.588	$ 137.907.090.912	$ 8.543.849.677
2038	$ 149.403.531.073	$ 140.689.259.977	$ 8.714.271.097
2039	$ 152.386.106.004	$ 143.495.495.621	$ 8.890.610.383
2040	$ 155.446.182.602	$ 146.379.321.748	$ 9.066.860.853
2041	$ 158.536.243.645	$ 149.287.214.455	$ 9.249.029.190
2042	$ 161.694.302.911	$ 152.261.992.864	$ 9.432.310.047
2043	$ 164.950.344.845	$ 155.327.723.555	$ 9.622.621.290
VNA (TSD 12%; 25 años)			**$ 40.442.207.835**

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

De otra parte, el ahorro en tiempo se calcula como el valor del tiempo de una persona que en lugar de estar produciendo se está transportando. Ese ahorro de tiempo se logra gracias a las mejores condiciones de servicio que presta la vía y por lo tanto el correspondiente aumento en la velocidad promedio de transitarla. El aumento de velocidad promedio genera la disminución correspondiente al tiempo de transportarse en dos puntos de referencia.

Los ahorros en tiempo de viaje se calcularon a partir de la información establecida en el estudio de preferencias declaradas que se utilizó para estimar la probabilidad de elección entre rutas alternativas de viaje con/sin peaje. Este tipo de encuesta permite estimar los parámetros de los principales atributos de las alternativas modeladas (tiempo de viaje -el valor del peaje). El ejercicio de Preferencias Declaradas[31] (PD) consiste en preguntar la encuestada qué alternativa escogería ante una serie de situaciones hipotéticas (Estudio de

[31] 3.27 Las encuestas de Preferencias Declaradas se hicieron por internet. La promoción para participar en la encuesta se realizó mediante la entrega de volantes a usuarios de los corredores en estudio en las plazas de peaje existentes. En los volantes se invitaba a estos a ingresar al sitio de la encuesta. Se entregaron volantes entre el 03 y el 11 de enero del 2014

tráfico y demanda corredor Cúcuta - Pamplona. Anexo 4. Plan de Intervenciones, 2015, págs. 48-65)

De acuerdo con los volúmenes de tráfico esperados según para los escenarios de modelación, la reducción en el tiempo de viaje se estimó los ahorros en los tiempos viaje los cuales alcanzan un monto de $ 334.846.750.117 pesos (Ver Tabla 10.109).

Tabla 10.109 Valoración ahorros en tiempo de viaje

Año	Tiempo de viaje Sin	Tiempo de viaje Con proyecto	Ahorro tiempo de viaje
2018	-	-	-
2019	-	-	-
2020	-	-	-
2022	$ 211.845.580.250	$ 169.240.590.250	$ 42.604.990.000
2023	$ 221.786.501.250	$ 177.207.591.250	$ 44.578.910.000
2024	$ 231.547.440.750	$ 185.029.650.750	$ 46.517.790.000
2025	$ 241.398.371.000	$ 192.924.181.000	$ 48.474.190.000
2026	$ 251.214.790.500	$ 200.781.280.500	$ 50.433.510.000
2027	$ 261.114.265.750	$ 208.706.470.750	$ 52.407.795.000
2028	$ 271.020.676.000	$ 216.636.041.000	$ 54.384.635.000
2029	$ 280.754.039.750	$ 224.425.049.750	$ 56.328.990.000
2030	$ 290.819.626.500	$ 232.486.421.500	$ 58.333.205.000
2031	$ 301.003.108.250	$ 240.622.253.250	$ 60.380.855.000
2032	$ 311.767.980.250	$ 249.234.720.250	$ 62.533.260.000
2033	$ 322.020.647.750	$ 257.429.882.750	$ 64.590.765.000
2034	$ 332.453.296.750	$ 265.769.986.750	$ 66.683.310.000
2035	$ 342.885.945.750	$ 274.110.090.750	$ 68.775.855.000
2036	$ 349.774.116.250	$ 279.617.466.250	$ 70.156.650.000
2037	$ 356.759.212.500	$ 285.201.692.500	$ 71.557.520.000
2038	$ 364.014.281.000	$ 291.003.331.000	$ 73.010.950.000
2039	$ 371.200.163.750	$ 296.745.638.750	$ 74.454.525.000
2040	$ 378.732.139.500	$ 302.769.069.500	$ 75.963.070.000
2041	$ 386.194.929.500	$ 308.733.169.500	$ 77.461.760.000
2042	$ 393.920.756.750	$ 314.910.301.750	$ 79.010.455.000
2043	$ 401.840.435.500	$ 321.241.135.500	$ 80.599.300.000
VNA (TSD 12%; 25 años)			**$ 334.846.750.117**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Finalmente se presenta el valor presente de los beneficios por el ahorro en los costos generalizados del transporte los cuales ascienden a $ 375.288.957.952 pesos considerando un horizonte de análisis de 25 años (Ver Tabla 10.110).

Tabla 10.110 Consolidado beneficios por ahorro en los costos generalizados de transporte

Beneficios ahorro en los costos generalizados del transporte	
Disminución de tiempo de viaje (Minutos)	35
Ahorro en los costos de operación comparación	$ 40.442.207.835
Ahorro en tiempos de viaje vía al Mar	$ 334.846.750.117
VNA (TSD 12%; 25 años)	$ 375.288.957.952

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

10.4.3 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO ACB

Valorados los impactos ambientales el paso siguiente indicado en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales consisten en descontar los beneficios y costos en términos de la sociedad teniendo en cuenta el VPN como el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad del proyecto y realizar un análisis de sensibilidad.

La eficiencia económica ambiental del proyecto se refiere a la relación entre las externalidades ambientales (costos) y los rubros definidos como beneficios que para el caso del proyecto corresponden Ahorro en tiempos generalizados del transporte y la dinamización de la economía local durante la construcción del proyecto. Si los beneficios superan a los costos el proyecto se considera eficiente desde la perspectiva ambiental, no obstante, pueden existir mejores alternativas para el uso de los recursos consumidos.

En la Tabla 10.111 se presenta el consolidado del valor presente neto de los costos y beneficios totales (En el Anexo 9B se adjunta el flujo del análisis beneficio costo-ambiental, así como memoria de cálculo de los impactos y beneficios utilizados para la evaluación), los cuales arrojan un flujo de caja descontado positivo que asciende a $ 353.093.205.040 pesos, lo que significa que el proyecto renta por encima de la tasa social de descuento seleccionada en el 12%.

Tabla 10.111 Flujo fondos ambiental proyecto construcción corredor Cúcuta -Pamplona

VPN (Valor descontado 12%) (a 25 años)	
Beneficios	
Beneficio ahorro costo generalizado	$ 375.288.957.952
Beneficios Totales	**$ 375.288.957.952**
	Costos
Cambio características de los suelos	$ 7.775.063.186
Modificación en la cobertura vegetal	$ 87.840.332
Cambios en la estructura ecológica del paisaje y pérdidas de hábitat	$ 1.972.071.743
Intervención áreas de manejo especial	$ 274.825.987
Generación y /o activación de procesos denudativos	$ 4.976.923.089
Variación del nivel freático	$ 5.375.619.634
Cambios en el desplazamiento poblacional	$ 44.853.429
Modificación a la destinación económica del suelo	$ 1.178.785.194
Cambio en los niveles de presión sonora	$ 113.073.255
Modificación de la calidad paisajística	$ 396.697.062
Costos Totales	**$ 22.195.752.912**
FLUJO DE CAJA (B-C)	**$ 353.093.205.040**
Relación Beneficio /Costo	**16,91**

Fuente: Aecom - ConCol, 2017

Con relación a los costos, estos representan el 6,29 % del flujo de caja, lo que determina que la relación B/C sea positiva (16,91) e indica que los daños ambientales podrían compensarse por los beneficios generados, y por tanto el proyecto es viable desde el punto de vista socioambiental.

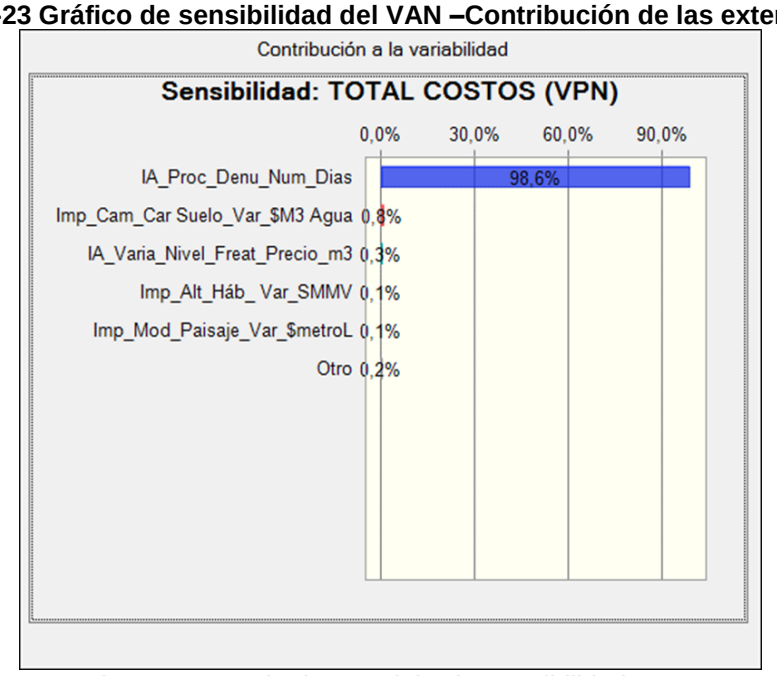
10.4.4 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de la sensibilidad permite estimar las posibles variaciones de los costos y beneficios ambientales que determinan el resultado del flujo de fondos, en función de algunos criterios o supuestos que determinan el comportamiento probabilístico de las variables.

El análisis de las diferentes variables se lleva a cabo con el fin de determinar cómo las modificaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio afectan la rentabilidad y la relación beneficio costo del proyecto. Utilizando el programa CrystalBall, se ejecutaron una serie de simulaciones que permitieron mostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto. Para el modelo de simulación se han asumido una serie de supuestos para realizar la variación de cada una de las variables identificadas las cuales se pueden observar en el Anexo 9B Análisis Beneficio –Costos Hoja de Excel Supuestos.

Con relación a los costos o externalidades del proyecto, en la Figura 10-23 se observa que el costo asociado al número de días que estar cerrada la vía, utilizado en la modelación del impacto de generación de procesos denudativos de suelo, responde al 98,6% de la variación del VPN, manteniendo las demás variables constantes, siendo este valor el más representativo.

Figura 10-23 Gráfico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades

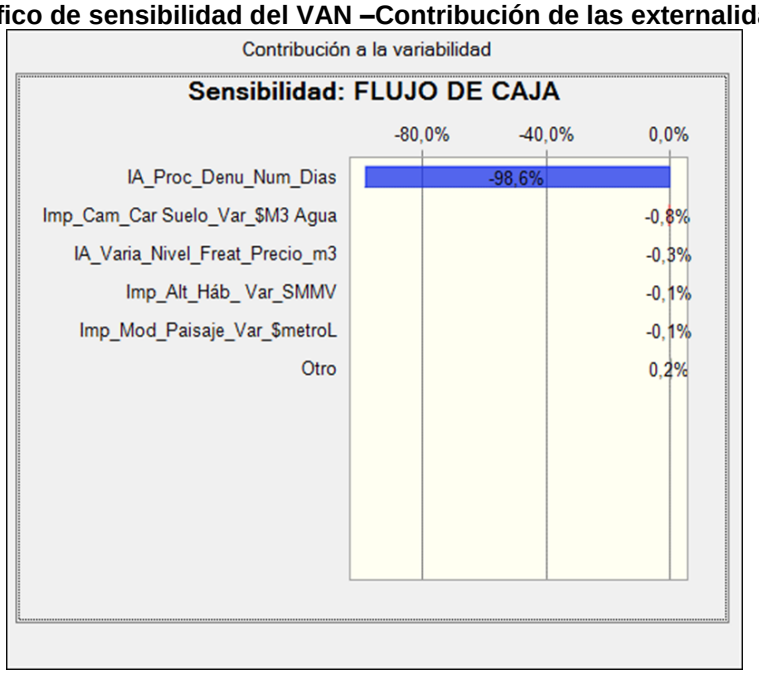


Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010

En cuanto al modelo integrado es claro que el flujo de caja responde esencialmente al ahorro en costos generalizados del transporte, sin embargo, en este caso no se tuvo en cuenta para el análisis porque opacaba el comportamiento de las demás variables.

Excluyendo las variables del beneficio de ahorro en los costos generalizados del transporte, se evidencia nuevamente que el flujo es muy sensible a los costos de cierre de la vía por el incremento en los procesos de denudativos con un potencial impacto en el flujo de -98,6% de la variación del VPN. En segundo orden le siguen el precio del metro cúbico del agua con un -0,8% de la variación del VPN (Ver Figura 10-24).

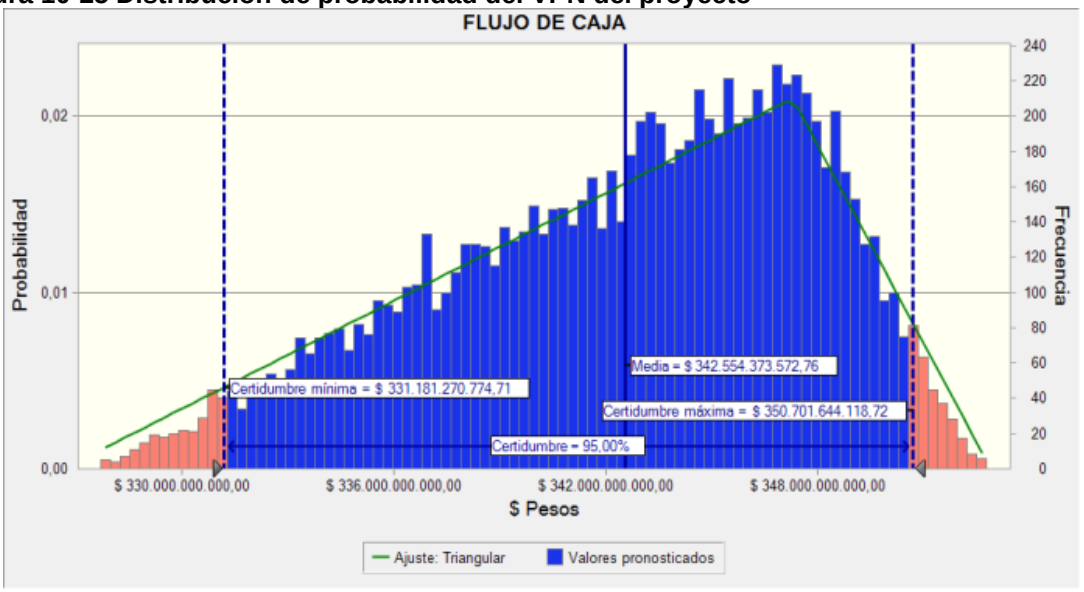
Figura 10-24 Grafico de sensibilidad del VAN –Contribución de las externalidades



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010

Para el análisis de riesgo se realiza simulaciones Monte Carlo, en la cual Crystal Ball calcula automáticamente 10 mil iteraciones considerando todas las variables que generan incertidumbre al VPN. En el eje horizontal se muestra los posibles valores del VPN, mientras que, en el eje vertical se muestra la probabilidad asociada a las variaciones del VPN, al experimentarse cambios en las variables que generan incertidumbre respecto del valores utilizados en la modelación del flujo.

Figura 10-25 Distribución de probabilidad del VPN del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Resultados modelo de sensibilidad programa CrystalBall Oracle 2010.

La distribución de probabilidad estadística que más se ajusta al arreglo de datos es la distribución de beta, en la cual se evidencia que el valor de la VPNE va a ser positivo (VPNE>0) con un 95% de confianza con media esperada de beneficios de $342.554.373.572, lo cual ratifica el valor positivo obtenido en la evaluación determinista ($ 353.093.205.040) Asimismo, se muestra que no existe posibilidad de un VPN menor que cero.

De acuerdo con la estructura del arreglo de datos que configura el ACB propuesto, se concluye que los beneficios pueden compensar los potenciales daños o impactos asociados a la construcción del proyecto y por tanto se considera ambientalmente viable.