

**TRABAJO DE GRADO: “ELABORACIÓN DEL ESTUDIO
DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
CORREDOR VIAL SOGAMOSO – TASCO EN EL
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”**

ING. YENNY ANTE MUÑOZ

ING. DAVID FERNANDO FRAIJA

ING. WILLIAM FERNANDO PEDRAZA

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO
GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA
INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ, D.C.
2015**

**TRABAJO DE GRADO: “ELABORACIÓN DEL ESTUDIO
DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL
CORREDOR VIAL SOGAMOSO – TASCO EN EL
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ”**

ING. YENNY ANTE MUÑOZ

ING. DAVID FERNANDO FRAIJA

ING. WILLIAM FERNANDO PEDRAZA

Informe final

**Director del Trabajo de grado:
Germán Eduardo Giraldo González
M.Sc., PMP, Auditor Interno ISO 9001**

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO
GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA
INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ, D.C.
2015**

Nota de Aceptación:

El Trabajo de grado “Elaboración del estudio de pre-factibilidad para la construcción del corredor vial Sogamoso – Tasco en el departamento de Boyacá” presentado para optar el título de Especialista en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos cumple con los requisitos establecidos y recibe nota aprobatoria.

GERMÁN EDUARDO GIRALDO
M.Sc., PMP, Auditor Interno ISO 9001
Director del Trabajo de grado

Bogotá, 22 de junio de 2015

CONTENIDO

1	PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO	16
1.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	16
1.2	PROPÓSITO DEL PROYECTO	16
1.3	OBJETIVOS GERENCIALES PARA EL PROYECTO	16
1.4	ANÁLISIS DE LAS PARTES INTERESADAS.....	17
1.4.1	IDENTIFICACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS	17
1.4.2	CLASIFICACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS	17
1.5	ENTREGABLES DEL PROYECTO.....	19
1.6	PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL PROYECTO	19
1.7	ANÁLISIS DEL ENTORNO	20
1.7.1	POLÍTICO.....	20
1.7.2	ECONÓMICO	22
1.7.3	SOCIAL	23
1.7.4	TECNOLÓGICO.....	24
1.7.5	AMBIENTAL	25
2	IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO ..	26
2.1	REVISIÓN DE LAS ESTRATEGIAS NACIONALES, REGIONALES, LOCALES Y SECTORIALES.....	26
2.1.1	A NIVEL NACIONAL.....	26
2.1.2	A NIVEL REGIONAL.....	28
2.1.3	A NIVEL LOCAL (TASCO)	29
2.1.4	A NIVEL LOCAL (SOGAMOSO)	30
2.2	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	30
2.3	ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO.....	30
2.4	JUSTIFICACIÓN O RAZÓN DE SER DEL PROYECTO	32
2.4.1	PROBLEMA POR RESOLVER.....	32
2.4.2	NECESIDAD POR SATISFACER.....	33
2.4.3	OPORTUNIDAD POR APROVECHAR.....	34
2.4.4	EXIGENCIA POR CUMPLIR.....	34
2.5	IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA IAEP PARA EL PROYECTO.....	35
3	ESTUDIOS DE MERCADOS.....	35
3.1	HALLAZGOS	36
3.1.1	ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD	36
3.1.2	OFERTA EXISTENTE	39
3.1.3	DEMANDA - PRONÓSTICO DE TRÁFICO	43
3.1.4	PROYECCIONES DE LA DEMANDA (CRECIMIENTO DE TRÁFICO)..	49

3.1.5	ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN	51
3.2	CONCLUSIONES	55
3.2.1	ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD	55
3.2.2	OFERTA EXISTENTE	56
3.2.3	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	57
3.3	RECOMENDACIONES.....	60
3.3.1	ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD	60
3.3.2	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	60
3.3.3	ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN	63
3.4	COSTOS Y BENEFICIOS	70
3.4.1	COSTOS	70
3.4.2	BENEFICIOS.....	72
4	ESTUDIOS TÉCNICOS	74
4.1	HALLAZGOS	75
4.1.1	LOCALIZACIÓN GENERAL	75
4.1.2	CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	77
4.1.3	REQUERIMIENTOS DE OBRAS	78
4.1.4	MAQUINARIA Y EQUIPO	90
4.2	CONCLUSIONES	94
4.3	RECOMENDACIONES.....	95
4.4	SOPORTE DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS	96
4.4.1	CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO	96
4.4.2	CÁLCULO COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR	101
4.5	COSTOS Y BENEFICIOS	105
5	ESTUDIOS AMBIENTALES.....	107
5.1.1	GENERALIDADES.....	113
5.1.2	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	113
5.1.3	EVALUACIÓN DE IMPACTOS CON PROYECTO	114
5.2.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	119
6	ESTUDIOS ADMINISTRATIVOS	123
6.1	HALLAZGOS	123
6.1.1	ANÁLISIS DE CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA	123
6.1.2	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	124
6.1.3	REQUERIMIENTOS DE PERSONAL ADMINISTRATIVO	126
6.1.4	REQUERIMIENTOS DE OBRAS FÍSICAS, MOBILIARIO, EQUIPOS Y SUMINISTROS.....	129
6.2	CONCLUSIONES.....	130
6.2.1	CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA	130
6.2.2	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	130
6.2.3	REQUERIMIENTOS DE PERSONAL ADMINISTRATIVO	130

6.3	RECOMENDACIONES.....	131
6.3.1	CONSTITUCIÓN DE LA COMPAÑÍA	131
6.3.2	PLAN ESTRATÉGICO	131
6.3.3	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	132
6.4	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	136
6.5	COSTOS Y BENEFICIOS	138
7	ESTUDIO DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO	141
7.1	HALLAZGOS	141
7.1.1	SUPUESTOS BÁSICOS UTILIZADOS.....	141
7.1.2	COSTOS Y BENEFICIOS CONSOLIDADOS	146
7.1.3	FINANCIAMIENTO.....	152
7.2	CONCLUSIONES.....	155
7.2.1	PRESUPUESTOS (FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO)	155
7.2.2	CONSTRUCCIÓN DE ESTADOS FINANCIEROS.....	158
7.3	RECOMENDACIONES.....	158
7.3.1	FINANCIACIÓN RECOMENDADA.....	158
7.4	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	159
8	EVALUACIÓN FINANCIERA	164
8.1	HALLAZGOS	164
8.1.1	MARCO DE REFERENCIA.....	164
8.1.2	FLUJO DE CAJA FINANCIERO	168
8.1.3	RESULTADOS DEL ANÁLISIS FINANCIERO	171
8.1.4	INDICADORES FINANCIEROS.....	172
8.1.5	ANÁLISIS DE RIESGO E INCERTIDUMBRE.....	174
8.2	CONCLUSIONES.....	180
8.3	RECOMENDACIONES.....	181
8.3.1	RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA, PARA EL USUARIO Y SU INTERACCIÓN CON EL ENTORNO.....	181
8.3.2	IMPLICACIONES PARA LA IAEP, LA FORMULACIÓN Y LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	182
8.3.3	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES	182

Índice de tablas (pág)

TABLA 1 - CLASIFICACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS	18
TABLA 2 - VARIACIÓN % ICCP	22
TABLA 3 - VARIACIÓN TASA DE DESEMPLEO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.....	24
TABLA 4 - ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO.....	31
TABLA 5 - COMPETIDORES – RIVALIDAD COMPETITIVA	37
TABLA 6 - PARTICIPANTES POTENCIALES – RIESGOS DE NUEVAS EMPRESAS	38
TABLA 7 - COMPRADORES – PODER DE NEGOCIACIÓN DE LOS COMPRADORES.....	38
TABLA 8 - PROVEEDORES – PODER DE NEGOCIACIÓN DE LOS PROVEEDORES	39
TABLA 9 - COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR SOGAMOSO – TASCO, SIN PROYECTO	40
TABLA 10 - COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR SOGAMOSO – TASCO, CON PROYECTO	41
TABLA 11 - COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR SOGAMOSO – DUITAMA – PAZ DE RÍO – TASCO.....	41
TABLA 12 - ESTACIONES INVIAS DE REFERENCIA.....	43
TABLA 13 - ESTACIÓN DE CONTEO 119 BELÉN - PAZ DE RÍO	44
TABLA 14 - ESTACIÓN DE CONTEO 129 PUENTE BLANCO - SOGAMOSO.....	45
TABLA 15 - ESTACIÓN DE CONTEO 130 PUENTE BLANCO - CORRALES	45
TABLA 16 - ESTACIÓN DE CONTEO 903 CORRALES - TASCO.....	46
TABLA 17 - PRODUCTO INTERNO BRUTO EXPRESADO EN MILES DE MILLONES.....	47
TABLA 18 - COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO	48
TABLA 19 - CRECIMIENTO HISTÓRICO DEL TRÁNSITO ESTACIONES DEL INVIAS.....	50
TABLA 20 – TARIFAS 2014 DE ESTACIONES DE PEAJE CERCANAS AL PROYECTO	52
TABLA 21 - TRÁNSITO PROYECTADO TRAMO BELÉN - PAZ DE RÍO.....	57

TABLA 22 - TRÁNSITO PROYECTADO TRAMO PUENTE BLANCO - CORRALES.....	58
TABLA 23 - TRÁNSITO PROYECTADO TRAMO CORRALES - TASCO	59
TABLA 24 - ESCENARIO BAJO DE TRÁFICO.....	61
TABLA 25 - ESCENARIO MEDIO DE TRÁFICO.....	62
TABLA 26 - ESCENARIO DE TRÁFICO ALTO.....	62
TABLA 27 - TARIFAS PROPUESTAS	68
TABLA 28 - ESTIMATIVO COSTOS DE RECAUDO	70
TABLA 29 - CÁLCULO DE RECAUDO DE PEAJE	73
TABLA 30 - PARÁMETROS DE DISEÑO	78
TABLA 31 - CANTIDADES DE REFERENCIA OTROS PROYECTOS	79
TABLA 32 - MOVIMIENTO DE TIERRAS	82
TABLA 33 - VOLÚMENES MATERIALES	82
TABLA 34 - CANTIDADES DE SEÑALIZACIÓN	86
TABLA 35 - CANTIDADES MANTENIMIENTO PERIÓDICO	90
TABLA 36 - MAQUINARIA Y EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	90
TABLA 37 - MAQUINARIA Y EQUIPO PARA COLOCACIÓN DE BASES Y SUB-BASES.....	91
TABLA 38 - MAQUINARIA Y EQUIPO PARA COLOCACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	92
TABLA 39 - MAQUINARIA Y EQUIPO PARA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES.....	92
TABLA 40 - MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA OPERACIÓN	93
TABLA 41 - COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR CARRETERA PAVIMENTADA.....	102
TABLA 42 - COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR CARRETERAS NO PAVIMENTADA.....	102
TABLA 43 - COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR SOGAMOSO - TASCO, SIN PROYECTO..	104
TABLA 44 - COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR SOGAMOSO - TASCO, CON PROYECTO	104

TABLA 45 – COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR SOGAMOSO – DUITAMA – PAZ DE RÍO – TASCO, CON PROYECTO	104
TABLA 46 - COSTO DE INVERSIÓN	105
TABLA 47 - INVERSIÓN INICIAL EN EQUIPOS	105
TABLA 48 - COSTOS DE OPERACIÓN	106
TABLA 49 - COSTO MANTENIMIENTO RUTINARIO	106
TABLA 50 - COSTO MANTENIMIENTO PERIÓDICO	106
TABLA 51 - VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO.....	115
TABLA 52 - MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	117
TABLA 53 - COSTO RECURSO HÍDRICO.....	120
TABLA 54 - REVEGETACIÓN Y REFORESTACIÓN.....	121
TABLA 55 – MONITOREO MEDIO BIÓTICO.....	121
TABLA 56 - PERSONAL PARA MONITOREO MEDIO BIÓTICO.....	121
TABLA 57 - PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD	122
TABLA 58 - COSTO GESTIÓN PREDIAL	122
TABLA 59 - CÁLCULO DEL FACTOR PRESTACIONAL.....	129
TABLA 60 – REQUERIMIENTOS EQUIPOS PARA ADMINISTRACIÓN Y OTROS.....	130
TABLA 61 - PERSONAL ADMINISTRATIVO PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	133
TABLA 62 PERSONAL ADMINISTRATIVO PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN	136
TABLA 63 - ALTERNATIVAS ESTUDIADAS PARA LA CONSTITUCIÓN DE LA COMPAÑÍA	136
TABLA 64 - ALTERNATIVAS ESTUDIADAS PARA LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	137
TABLA 65 - COSTOS MENSUALES DE PERSONAL EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	138
TABLA 66 - COSTOS MENSUALES DE PERSONAL EN LA FASE DE OPERACIÓN.....	139

TABLA 67 – COSTOS EQUIPOS ADMINISTRACIÓN.....	140
TABLA 68 - OTROS GASTOS ADMINISTRATIVOS	140
TABLA 69 - CRECIMIENTO PIB SEGÚN ESTUDIOS MACROECONÓMICOS	142
TABLA 70 - VARIACIÓN DEL IPC SEGÚN ESTUDIOS MACROECONÓMICOS.....	142
TABLA 71 - VARIACIÓN TASA DE CAMBIO	143
TABLA 72 - VARIACIÓN DTF 90 DÍAS.....	144
TABLA 73 - INVERSIÓN INICIAL	145
TABLA 74 - CLASIFICACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS.....	147
TABLA 75 - COSTOS ETAPA DE EJECUCIÓN	148
TABLA 76 - COSTOS ETAPA OPERACIÓN.....	148
TABLA 77 - INGRESOS NO OPERACIONALES.....	149
TABLA 78 – INVERSIONES	150
TABLA 79 - COSTOS OPERACIONALES	151
TABLA 80 - FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO.....	156
TABLA 81 – FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO (CONTINUACIÓN).....	157
TABLA 82 - FLUJO DE LA DEUDA.....	159
TABLA 83 - ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN	159
TABLA 84 - ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.....	160
TABLA 85 - ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS (CONTINUACIÓN).....	161
TABLA 86 - BALANCE GENERAL.....	162
TABLA 87 - BALANCE GENERAL (CONTINUACIÓN).....	163
TABLA 88 - FLUJO DE CAJA LIBRE DEL PROYECTO.....	168
TABLA 89 - FLUJO DE CAJA DE LA DEUDA.....	169

TABLA 90 - FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA.....	170
TABLA 91 - RESULTADOS DEL ANÁLISIS FINANCIERO	171
TABLA 92 - APORTES DE LOS INVERSIONISTAS	172
TABLA 93- INDICADORES FINANCIEROS.....	173
TABLA 94 - EVALUACIÓN DEL PROYECTO CON ESCENARIOS DE TRÁFICO	174
TABLA 95 - VALORES ESPERADOS.....	174
TABLA 96 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD POR INGRESOS OPERACIONALES	174
TABLA 97 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD POR TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO.....	175
TABLA 98 - ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD POR COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA	176
TABLA 99 - DISTRIBUCIONES ANALIZADAS PARA EL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO	177
TABLA 100 - RESULTADOS PRUEBA DISTRIBUCIÓN BETA-PERT	178
TABLA 101 - RESULTADOS PRUEBA DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR.....	179
TABLA 102 - RESULTADOS PRUEBA DISTRIBUCIÓN UNIFORME	180

Índice de ilustraciones (pág)

FIGURA 1 - CLASIFICACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS	18
FIGURA 2 - PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL PROYECTO.....	20
FIGURA 3 - TASAS DE INTERÉS EN COLOMBIA.....	23
FIGURA 4 - CRECIMIENTO DEL PIB – TERCER TRIMESTRE 2013.....	23
FIGURA 5 - EJES DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO, 2010-2014.....	27
FIGURA 6 - LOS EJES DEL DESARROLLO DEPARTAMENTAL DE BOYACÁ	28
FIGURA 7 - PROBLEMA POR RESOLVER.....	33
FIGURA 8 - TIEMPOS DE VIAJE ACTUALES.....	34
FIGURA 9 - ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD	36
FIGURA 10 - OFERTA ACTUAL	40
FIGURA 11 - MOVIMIENTO DE CARGA EN EL CORREDOR FÉRREO	43
FIGURA 12 - LOCALIZACIÓN ESTACIONES DE CONTEO INVIAS.....	44
FIGURA 13 - VOLÚMENES DE TRÁNSITO DE LAS ESTACIONES DE CONTEO DEL INVIAS....	47
FIGURA 14 - TIPOS DE VEHÍCULOS SEGÚN CLASIFICACIÓN INVIAS.....	48
FIGURA 15 - COMPOSICIÓN DE TRÁFICO TRAMO PUENTE BLANCO - CORRALES.....	48
FIGURA 16 - COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TRAMO CORRALES - TASCO.....	49
FIGURA 17 - MUNICIPIOS QUE CONFORMAN LA PROVINCIA DE VALDERRAMA.....	53
FIGURA 18 - CICLO DE VIDA DEL CORREDOR VIAL	74
FIGURA 19 - LOCALIZACIÓN GENERAL.....	76
FIGURA 20 - LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	77
FIGURA 21 - SECCIÓN TÍPICA K0+000 A K5+000.....	80
FIGURA 22 - SECCIÓN TÍPICA K5+000 A K33+000.....	81

FIGURA 23 - ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	82
FIGURA 24 - LOCALIZACIÓN FUENTES DE MATERIALES.....	84
FIGURA 25 - SEÑAL VERTICAL.....	85
FIGURA 26 - SEÑAL TIPO BANDERA	85
FIGURA 27 - DELINEADORES DE CURVA	86
FIGURA 28 - ESQUEMA ESTRUCTURA DE PARTICIPACIÓN	131
FIGURA 29 - ORGANIGRAMA PARA LA CONSTRUCCIÓN	133
FIGURA 30 - ORGANIGRAMA PARA LA OPERACIÓN.....	134
FIGURA 31 - SERIE HISTÓRICA TRM DESDE 01-01-2010.....	143
FIGURA 32 - ETAPAS DEL PROYECTO.....	145
FIGURA 33 - BONO DEL TESORO EEUU A 10 AÑOS	166
FIGURA 34 - RIESGO PAÍS COLOMBIA (EMBI)	167
FIGURA 35 - FLUJO DE CAJA LIBRE DEL PROYECTO	169
FIGURA 36 - FLUJO DE CAJA DE LA DEUDA	170
FIGURA 37 - FLUJO DE CAJA DEL INVERSIONISTA	171
FIGURA 38 - GRÁFICA VPN VERSUS CRECIMIENTO ANUAL DEL TPD.....	175
FIGURA 39 - DENSIDAD DE PROBABILIDAD DE VPN PARA LA DISTRIBUCIÓN BETA-PERT	178
FIGURA 40 - DENSIDAD DE PROBABILIDAD DE VPN PARA LA DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR	179
FIGURA 41 - DENSIDAD DE PROBABILIDAD DE VPN PARA LA DISTRIBUCIÓN UNIFORME ..	180

Lista de anexos

ANEXO A1 – Balance financiero

ANEXO A2 – Estado de pérdidas y ganancias

ANEXO A3 – Flujo de efectivo

INTRODUCCIÓN

El Trabajo de grado consiste en la realización de los estudios de pre-factibilidad para la construcción del corredor vial Sogamoso - Tasco en el Departamento de Boyacá.

Tomando en consideración el fuerte desarrollo de sectores como el de explotación minera, agropecuario, agroindustria y el alto tráfico que generan, la propuesta tiene como objetivo dotar de una mejor infraestructura al departamento de Boyacá, y que los municipios de Sogamoso y Tasco dispongan de una red para proveer una mayor capacidad a los accesos a estos municipio, disminuyendo las altas tasas de accidentalidad, congestión, y contaminación ambiental, entre otros.

Para tal fin, el grupo de trabajo ha adelantado el siguiente informe, en el cual se presenta el perfil del proyecto y donde se definen las características generales del proyecto y su estado actual. A su vez, en el capítulo 2 se presenta la alineación estratégica del proyecto, describiendo la forma en que el proyecto se alinea con las estrategias nacionales, de la gobernación de Boyacá y los municipios de Tasco y Sogamoso.

En el capítulo 3 se presentan los estudios de mercado en el cual se analiza la oferta y demanda del corredor vial y las demás alternativas planteadas, se plasma que las inversiones en infraestructura vial deberían efectuarse de acuerdo con las políticas macro de reordenamiento de los municipios con el propósito de potenciar el crecimiento y desarrollo del transporte.

En el capítulo 4 se presentan los estudios técnicos que permiten determinar la demanda existente, con el fin de adoptar las medidas conducentes a satisfacer las necesidades básicas de movilización en el corredor en el que se contemplan los aspectos técnicos operativos necesarios en el uso eficiente de los recursos disponibles y en el cual se analizan la determinación del tamaño óptimo del lugar de producción, localización, instalaciones y organización requeridos.

En el capítulo 5 se presentan los estudios ambientales donde se evalúan los impactos positivos, negativos, directos e indirectos que se puedan derivar de la etapa de construcción y mantenimiento del corredor vial, se tiene en cuenta el Plan de manejo ambiental con el fin de minimizar y/o compensar probables alteraciones en los parámetros ambientales y procurar la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sostenido.

En el capítulo 6 se presentan los estudios administrativos por medio de los cuales se plantea la estructura organizacional y el personal requerido para un mejor desempeño, se estimaron los recursos necesarios para afectar positivamente el presupuesto muestra los elementos administrativos tales como la planeación estratégica que defina el rumbo y las acciones a realizar para alcanzar los objetivos de la empresa, por otra parte se definen otras herramientas como el organigrama y

la planeación de los recursos humanos con la finalidad de proponer un perfil adecuado y seguir en la alineación del logro de las metas.

En el capítulo 7 se presentan el estudio de costos y beneficios, presupuesto, inversión y financiación donde se muestran los diferentes indicadores del proyecto los cuales permiten inferir sobre la aceptación del proyecto mediante la valoración en términos monetarios de los costos y beneficios asociados directa e indirectamente, incluyendo externalidades, a la ejecución y operación, es un análisis que integra los beneficios económicos que se generarán como consecuencia del proyecto, así como la valoración de todos los costos necesarios para la ejecución y operación del proyecto.

En el capítulo 8 se presentan la evaluación financiera. Cabe destacar que el alcance del proyecto no cubre una evaluación económica del proyecto. Se muestra el plan de financiamiento nombrando aspectos como los recursos con los que cuenta, necesidad de crédito o inversión, se describe el flujo de caja, costo total, rentabilidad y los ingresos esperados. Este capítulo será dedicado a presentar criterios de evaluación financiera a partir de las inversiones, costos e ingresos de una propuesta de inversión distribuidos en el tiempo, con el fin de componer indicadores que sirvan de base estable, firme y confiable para la toma de decisiones

1 PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO

En el presente capítulo se expone el perfil actual del proyecto que permitirá identificar el propósito de llevar a cabo el proyecto, presentar el estado de la situación actual y definir los entregables.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre: “Construcción del corredor vial Sogamoso - Tasco”

Código o alias: “Sogamoso - Tasco”

1.2 PROPÓSITO DEL PROYECTO

El principal propósito del proyecto es mejorar la conexión vial entre los municipios de Corrales, Tasco y Paz del Río, identificados dentro del departamento de Boyacá, como importantes centros de producción, y cercanos al municipio de Sogamoso, el cual está identificado como centro de consumo y distribución a otros lugares de Colombia. El proyecto busca disminuir los tiempos de viajes y los costos de operación entre estos municipios, y de esta manera disminuir los costos asociados al transporte de los productos de la región, para hacerlos más competitivos a nivel nacional e internacional.

Adicionalmente, el proyecto busca disminuir la accidentalidad en la carretera ya que según el informe presentado por el Observatorio de Seguridad Vial de Boyacá¹, en el 2013 se presentó 714 accidentes en el departamento teniendo como principales causas el exceso de velocidad, adelantar en zona prohibida y el consumo de alcohol. El proyecto incluirá la implementación de estrategias para educar a los usuarios del proyecto en seguridad vial, mejorar la infraestructura vial, la señalización y los servicios brindados en los accidentes de tránsito.

1.3 OBJETIVOS GERENCIALES PARA EL PROYECTO

Los objetivos gerenciales del proyecto son los siguientes:

- La Construcción del proyecto debe durar máximo 3 años.
- La construcción del proyecto debe costar menos de 250 mil millones de pesos de noviembre de 2014.

¹ <http://www.excelsio.net/2014/02/ventaquemada-tibasosa-nobsa-y-combita.html>

1.4 ANÁLISIS DE LAS PARTES INTERESADAS

1.4.1 Identificación de las partes interesadas

Las partes interesadas en el proyecto o que pueden tener algún tipo de influencia en el desarrollo o en los resultados del mismo, son las siguientes:

- Alcaldía de Tasco
- Alcaldía de Sogamoso
- Gobernación de Boyacá
- Ministerio de Transporte
- Ministerio de Hacienda
- Planeación Nacional
- Presidencia de la República
- Instituto Nacional de Vías - INVIAS
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA
- Agencia Nacional de Concesiones – ANI
- Empresas de servicios públicos de la región Tasco – Sogamoso
- Empresas del sector privado interesadas en construir y operar el proyecto (Constructoras)
- Las comunidades aledañas al corredor

1.4.2 Clasificación de las partes interesadas

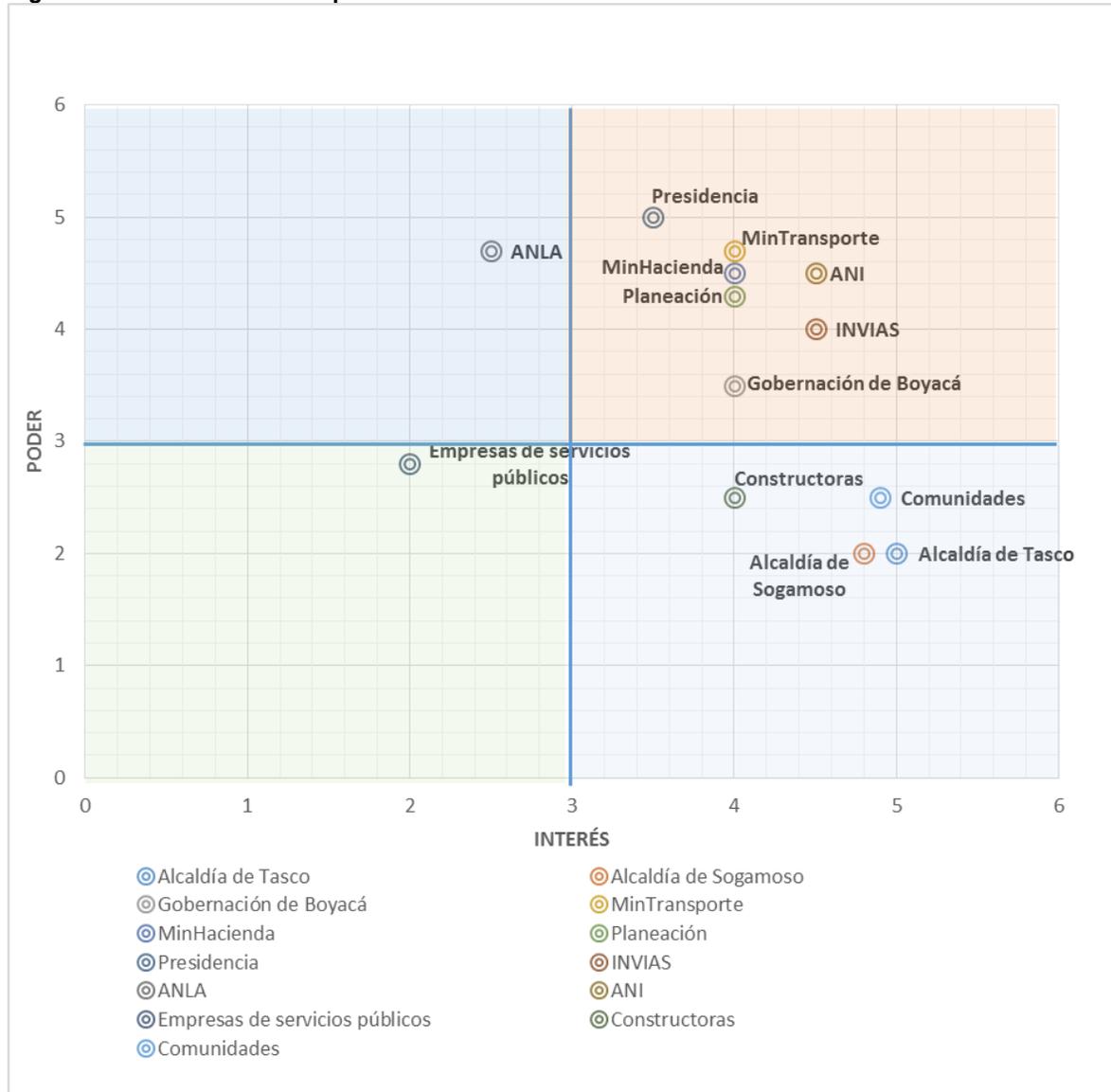
La clasificación de las partes interesadas se realiza según los niveles de interés y poder o grado de influencia en el proyecto. En la Figura 1 se presenta esta clasificación.

La actitud de cada parte interesada también se puede clasificar según su actitud frente al proyecto de la siguiente manera:

- Inconsciente: no es consciente del proyecto ni del impacto sobre su entorno
- Opositor: es consciente del proyecto y su potencial impacto, pero se opone a su ejecución al sentirse afectado negativamente.
- Neutral: es consciente del proyecto, pero no se siente afectado ni positiva ni negativamente por la ejecución del proyecto.
- Partidario: es consciente del proyecto y su potencial impacto y apoya al proyecto.
- Líder: es consciente del proyecto y su potencial impacto y participa activamente para asegurar el éxito del proyecto.

En la Tabla 1 se presenta la clasificación de las partes interesadas de acuerdo con este criterio.

Figura 1 - Clasificación de las partes interesadas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 - Clasificación de las partes interesadas

ID.	PARTE INTERESADA	ACTITUD	PODER	INTERÉS	$\Sigma(p)+(i)$	ESTRATEGIA A SEGUIR
S01	Alcaldía de Tasco	Partidario	2	5	7	Mantener informado
S02	Alcaldía de Sogamoso	Partidario	2	4.8	6.8	Mantener informado
S03	Gobernación de Boyacá	Partidario	3.5	4	7.5	Mantener informado
S04	Min Transporte	Partidario	4.7	4	8.7	Manejar de cerca
S05	Min Hacienda	Neutral	4.5	4	8.5	Manejar de cerca
S06	Planeación	Partidario	4.3	4	8.3	Manejar de cerca
S07	Presidencia	Partidario	5	3.5	8.5	Manejar de cerca

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1 - Clasificación de las partes interesadas (Continuación)

ID.	PARTE INTERESADA	ACTITUD	PODER	INTERÉS	$\Sigma(p)+(i)$	ESTRATEGIA A SEGUIR
S08	INVIAS	Partidario	4	4.5	8.5	Manejar de cerca
S09	ANLA	Opositor	4.7	2.5	7.2	Mantener satisfecho
S10	ANI	Líder	4.5	4.5	9	Manejar de cerca
S11	Empresas de servicios públicos	Neutral	2.8	2	4.8	Hacer seguimiento
S12	Constructoras	Inconsciente	2.5	4	6.5	Mantener informado
S13	Comunidades	Partidarios	2.5	4.9	7.4	Mantener informado

Fuente: Elaboración propia

1.5 ENTREGABLES DEL PROYECTO

Los principales productos del proyecto son los siguientes:

- Los diseños para construcción (fase III)
- Las especificaciones técnicas para construcción
- La carretera construida entre Tasco y Sogamoso
- La infraestructura asociada a la carretera como estaciones de peaje, áreas de servicio, señalización horizontal y vertical, central de emergencias, auxilio mecánico y médico, vigilancia en la vía, campañas de educación vial en colegios y comunidades aledañas, acciones preventivas y utilización eficiente de las inversiones para brindar mayor seguridad vial.

1.6 PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL PROYECTO

El proyecto iniciará con los diseños de detalle que deberán ser elaborados de acuerdo con los requerimientos técnicos para mejoramiento de carreteras publicado por la Subdirección de Apoyo Técnico del Instituto Nacional de Vías – Invias en septiembre de 2011. De acuerdo con esto, los diseños se presentarán en 14 volúmenes así²:

- Volumen I. Estudio de transporte
- Volumen II. Trazado y diseño geométrico, señalización y seguridad vial.
- Volumen III. Geología para ingeniería y geotecnia.
- Volumen IV. Estudio de suelos para el diseño de fundaciones
- Volumen V. Estudio de estabilidad y estabilización de taludes
- Volumen VI. Estudio geotécnico para diseño del pavimento
- Volumen VII. Estudio de hidrología, hidráulica y socavación
- Volumen VIII. Estudio y diseños de estructuras

² <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

- Volumen IX. Urbanismo y paisajismo
- Volumen X. Gestión predial
- Volumen XI. Programa de adaptación de la guía ambiental
- Volumen XII. Estudio de cantidades de obra, análisis de precios unitarios, presupuesto y programación
- Volumen XIII. Evaluación socio-económica del proyecto
- Volumen XIV. Informe final ejecutivo.

Para los diseños de detalle se realizará uno o varios subcontratos de diseños con firmas de consultoría o con especialistas de reconocida experiencia. En cuanto a la construcción de la carretera, se propone un solo subcontrato de construcción a precio global fijo. El proceso de construcción se basará en los estudios de detalle, sin embargo, el proceso de construcción será el típico utilizado en Colombia para el mejoramiento de carreteras. En la Figura 2 se muestra el proceso de producción del producto del proyecto.

Figura 2 - Proceso de producción de los productos del proyecto



Fuente: Elaboración propia

1.7 ANÁLISIS DEL ENTORNO

El análisis del entorno permite identificar el contexto en que se desenvolverá el proyecto identificando posibles amenazas y oportunidades externas que pueden afectarlo y sobre las cuales no hay control. El análisis del entorno se realizará identificando factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos y ambientales.

1.7.1 Político

El entorno político se describe a continuación:

- El gobierno ha definido dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014, 5 “locomotoras” para el crecimiento económico, y una de ellas es la construcción de infraestructura.
- Las metas que plantea el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 concernientes a la infraestructura son las siguientes:

- Pasar de 112,7 billones de pesos a 123,7 billones de pesos en inversión privada en infraestructura.³
- 13.000 empleos directos generados anuales de mano de obra no calificada.⁴
- Pasar de 2 000 a 4000 kilómetros de mantenimiento integral de carreteras de la red nacional.⁵
- Pasar de 1015 a 2000 kilómetros de Construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y operación de corredores viales por concesión.⁶
- Por otro lado, el departamento de Boyacá tiene las siguientes metas en su Plan Departamental de Desarrollo 2012 - 2015⁷:
 - Adelantar obras para mejorar la intercomunicación de las 13 provincias del Departamento.
 - Aumentar en 20 municipios intercomunicados con vías pavimentadas.
 - 10 Corredores viales modernizados y técnicamente óptimos.
 - Construcción mejoramiento o pavimentación de 6 corredores viales departamentales. (el mejoramiento del Corredor Tasco – Sogamoso se encuentra incluido dentro de las iniciativas y pactos regionales para el mantenimiento, y/o gestión de recursos, y/o recuperación, y/o rehabilitación, y/o pavimentación de los siguientes corredores viales interregionales)
- La ley 1682 de 2013, llamada ley de infraestructura es una muestra del compromiso de gobierno nacional para agilizar los proyectos de infraestructura que necesita Colombia.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se encuentra en un buen momento político, por lo cual se espera reciba apoyo tanto a nivel departamental con nacional.

³ Plan Nacional de desarrollo 2010-2014, Prosperidad para todos, Capítulo III, tabla III-15. Metas participación privada en infraestructura.

⁴ Plan Nacional de desarrollo 2010-2014, Prosperidad para todos, Capítulo III, tabla III-20. Metas participación privada en infraestructura

⁵ Ibib

⁶ Plan Nacional de desarrollo 2010-2014, Prosperidad para todos, Capítulo III, tabla III-20. Metas participación privada en infraestructura

⁷ Plan Departamental de Desarrollo 2012-2015, Boyacá se atreve

1.7.2 Económico

El entorno económico se describe a continuación:

- Las expectativas de crecimiento del PIB para los próximos 5 años se ubican en un rango del 4,2% al 5,2%. El Ministerio de Hacienda cuenta con una proyección del 4,8%, el Helm Bank proyecta un crecimiento entre el 4,7% y el 5,2%, y Bancolombia plantea un crecimiento entre el 4,2% y el 4,7%. Estas estimaciones se pueden detallar en el numeral 7.1.1.1 de este informe. Por otro lado El Banco de la República sitúa la cifra de crecimiento para el año 2014 entre el 3% y el 5%. (ver Figura 4)
- El IPC para 2013 fue de 1.94%, y la meta para el 2014 se sitúa en 3% y podrá moverse en un rango del 2% al 4% de acuerdo con el Banco de la República.⁸
- Las tasas de interés bajaron con respecto al 2012, y a lo largo del 2013 se mantuvieron estables. (ver Figura 3)
- La variación porcentual del índice de costos de la construcción pesada, ICCP, en los últimos quince años ha estado por debajo de 10% como se muestra en la Tabla 2. Este índice refleja el cambio porcentual promedio de los precios de los principales insumos requeridos para la construcción de carreteras y puentes.

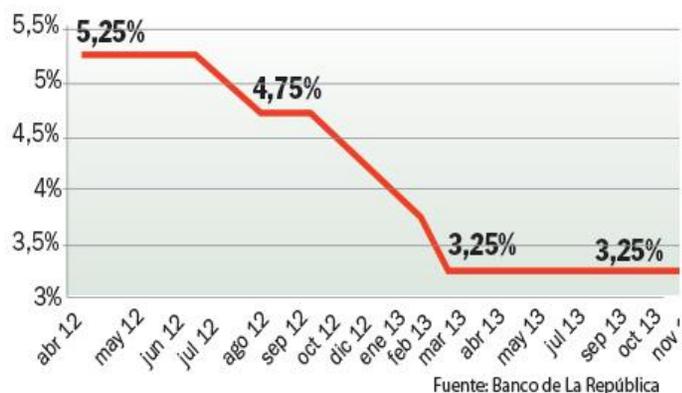
Tabla 2 - Variación % ICCP

AÑO	VARIACIÓN (%)	AÑO	VARIACIÓN (%)	AÑO	VARIACIÓN (%)
1990	25,33	2000	8,36	2010	1,57
1991	20,16	2001	6,97	2011	8,00
1992	21,98	2002	5,58	2012	3,32
1993	28,24	2003	7,77	2013	2,18
1994	18,90	2004	5,86		
1995	10,70	2005	2,60		
1996	14,16	2006	9,44		
1997	14,71	2007	3,94		
1998	13,94	2008	8,74		
1999	8,36	2009	-2,36		

Fuente: www.dane.gov.co

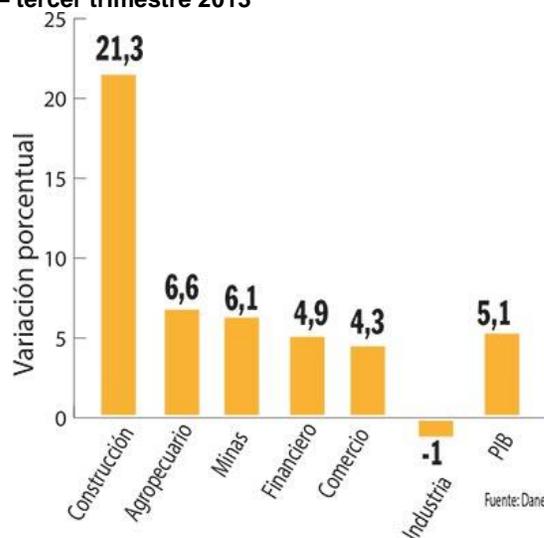
⁸ www.banrep.gov.co

Figura 3 - Tasas de interés en Colombia



Fuente: <http://www.semana.com/economia/articulo/perspectivas-economicas-para-2014/367279-3>

Figura 4 - Crecimiento del PIB – tercer trimestre 2013



Fuente: <http://www.semana.com/economia/articulo/balance-de-la-economia-colombiana-en-2013/369104-3>

De acuerdo con lo anterior se espera que el proyecto se desarrolle con una economía nacional estable.

1.7.3 Social

El entorno social se describe a continuación:

- Según cifras del DANE, en el censo de 2005, Boyacá tenía 1.255.314 habitantes, según las proyecciones en el 2014 estaría cercano a 1.274.615 habitantes y para el 2020 tendrá 1.287.032 habitantes, con tasas de

crecimiento entre 0,3% y 0,25%, a diferencia con la nación que tiene tasas de crecimiento entre 1.07% y 1.23%.⁹

- En los últimos años, el desempleo en la región ha bajado, de acuerdo con la Tabla 3, presentando para el 2012 cerca de 43.300 desempleados.

Tabla 3 - Variación tasa de desempleo Departamento de Boyacá

Año	Tasa de desempleo
2001	12,9%
2002	16,1%
2003	13,6%
2004	12,4%
2005	9,2%
2006	10,5%
2007	9,4%
2008	6,9%
2009	9,8%
2010	10,1%
2011	8,0%
2012	7,3%

Fuente: www.dane.gov.co

- De acuerdo con cifras del DANE, el 22,7% de la población de TASCÓ que cambió de residencia en los últimos cinco años, lo hizo por dificultad para conseguir trabajo; el 64,4% lo hizo por Razones familiares.¹⁰

1.7.4 Tecnológico

Colombia carece de inversiones en investigación de nuevas tecnologías en referencia al sector de la construcción. Sin embargo existe en el mundo una gran variedad de productos aditivos para mejorar las condiciones de los materiales, específicamente para los pavimentos, no obstante, estos requieren de varios años de pruebas bajo las condiciones locales (clima, cargas de los vehículos, etc.) para que puedan ser utilizados sin mayores contratiempos.

- Por otro lado, las empresas de construcción han avanzado en sistemas de planeación y control integral de obras, lo que busca optimizar los procesos

⁹ www.dane.gov.co

¹⁰ www.dane.gov.co

constructivos, así como también controlar las desviaciones tanto en cronograma como en presupuesto.

- Los sistemas inteligentes de transporte (ITS por sus siglas en inglés) han incursionado en Colombia y su implementación ya es obligatoria desde las concesiones de tercera generación (Ruta del Sol y Transversal de las Américas). Estos sistemas permiten una comunicación en tiempo real con los usuarios de las carreteras, informándoles el estado de las mismas y las condiciones climáticas, entre otras que puedan afectar la seguridad vial. Por otro lado, estos sistemas asociados con los sistemas de gestión de carreteras permiten una optimización de los mantenimientos durante operación para asegurar el confort y seguridad en todo momento de los usuarios.

1.7.5 Ambiental

El entorno ambiental se describe a continuación:

- Mayor preocupación por el cambio climático. El Gobierno Nacional tiene como una de sus prioridades preparar al país para el cambio climático. Esto ha hecho que la normatividad ambiental sea más exigente.
- En el 2011 fue creada la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, la cual es encargada de dar aprobación para todos los trámites ambientales como lo son los permisos, autorizaciones y las licencias ambientales necesarias para construcción.
- La ley de infraestructura (ley 1682 de 2013) aclara que para proyectos de rehabilitación, mantenimiento y mejoramiento, como es el caso de este proyecto, no se requerirá del trámite de licenciamiento ambiental¹¹ si no la elaboración del Programa de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA.

¹¹ <http://www.portafolio.co/opinion/ley-infraestructura-avance-competitividad>

2 IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO

La identificación y alineación estratégica del proyecto permite validar la conveniencia del proyecto para asegurar su realización. Es una práctica muy común desarrollar y ejecutar proyectos que cumplen con los requisitos de viabilidad técnica, financiera, legal y ambiental, sin embargo, no siempre que un proyecto cumple con estos requisitos es necesario ejecutarlo, o por lo menos inmediatamente. Siempre es necesario revisar primero que el proyecto esté contribuyendo a lograr los objetivos estratégicos, bien sea de una organización o de una región o de la nación, y posteriormente priorizar aquellos proyectos que aporten más para el cumplimiento de estos objetivos.

El proyecto para la construcción del corredor vial Sogamoso – Tasco en el departamento de Boyacá no hace parte aun de ninguna empresa, razón por la cual se alineará el proyecto con los objetivos estratégicos de la nación, el departamento de Boyacá y los municipios de Tasco y Sogamoso.

2.1 REVISIÓN DE LAS ESTRATEGIAS NACIONALES, REGIONALES, LOCALES Y SECTORIALES

2.1.1 A nivel nacional

El Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014¹² destaca el atraso que tiene Colombia en infraestructura de transporte aunque reconoce un importante avance en los últimos años, también se reconoce que aún el país está rezagado en materia de infraestructura vial. Por ello el plan establece varias políticas enfocadas no solo en aumentar la infraestructura vial, si no que este aumento sea sostenible y orientado en las verdaderas necesidades de las regiones.

2.1.1.1 Crecimiento sostenible y competitividad

El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Prosperidad para todos, se basa en 3 pilares o ejes: 1. Consolidación de la paz, 2. Igualdad para todos y 3. Crecimiento y competitividad. Y establece 4 ejes transversales que están presentes en cada pilar: 1. Innovación, 2. Buen gobierno, 3. Relevancia internacional, y 4. Sostenibilidad ambiental. En la Figura 5 se observan los ejes planteados en el Plan Nacional de Desarrollo.

¹² Departamento Nacional de Planeación. Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014. Prosperidad para todos. Bogotá. <https://pwh.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>.

Figura 5 - Ejes del Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014



Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014. Prosperidad para todos

El pilar del crecimiento sostenible a su vez se basa en 5 “locomotoras de crecimiento” que se definen como “sectores que avanzan más rápido que el resto de la economía”¹³ y por esta razón son las que dinamizan la economía colombiana. Las 5 “locomotoras de crecimiento” son:

- Nuevos sectores basados en la innovación
- Agricultura y desarrollo rural
- Vivienda y ciudades amables
- Infraestructura de transporte.
- Desarrollo minero y expansión energética.

La locomotora de infraestructura de transporte, de acuerdo con el Plan de desarrollo, dinamizará la economía generando empleo, pero también fortalecerá la competitividad de los productos colombianos en mercados internacionales y además tendrá un impacto social al disminuir los precios de los alimentos y bienes de consumo básico al disminuir los costos de transporte nacional.

Esta locomotora se basa en 8 estrategias para su fortalecimiento que en conjunto permitirán robustecer las instituciones y creará nuevos marcos de financiamiento que todo esto se traducirá en asegurar el éxito la construcción, el mantenimiento, la operación de la infraestructura de transporte. Las estrategias son las siguientes:

- a) Principios de buen gobierno.
- b) Fortalecimiento institucional del sector transporte.
- c) Política y regulación de servicios de transporte.
- d) Infraestructura para la competitividad y la integración regional.

¹³ Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014, Prosperidad para todo. Capítulo II, p. 51

- e) Mejoramiento de las condiciones de accesibilidad e intermodalidad.
- f) Consolidación de nodos de transferencia y mejoramiento de la gestión aérea y portuaria.
- g) Estrategia sectorial para la atención de la ola invernal.
- h) Promoción de mecanismos alternativos de financiación de infraestructura.

2.1.2 A nivel regional

En la visión del Plan departamental de Desarrollo 2012-2015¹⁴, Boyacá se proyecta como una región próspera gracias a su infraestructura y conectividad y define cinco ejes para lograr esa visión. Los 5 ejes son:

- Eje No. 1: Un Boyacá que se atreve a generar desarrollo económico sin atentar contra el medio ambiente.
- Eje No. 2: Boyacá se atreve a cambiar su realidad social para posicionarse ante el mundo.
- Eje No. 3: Una economía que se atreve a generar valor agregado para potencializar su riqueza.
- Eje No. 4: Una administración que se atreve a promover el buen gobierno.
- Eje No. 5: un Boyacá que se atreve a integrarse con la región y con el mundo.

En la Figura 6 se observan los ejes planteados en el Plan de desarrollo departamental.

Figura 6 - Los ejes del desarrollo departamental de Boyacá



Fuente: Plan de Desarrollo Departamental, 2012 – 2012. Boyacá se atreve

¹⁴ Gobernación de Boyacá. Plan Departamental de Desarrollo. “Boyacá se atreve 2012-2015”.

El Plan de desarrollo Departamental reconoce como un gran obstáculo la precaria infraestructura vial para desarrollar el eje No. 3, pues resta competitividad a los productos de la región. Por esta razón se fija como una estrategia fundamental el desarrollo de la infraestructura vial que permita incrementar la competitividad. Este componente es denominado “Infraestructura para la productividad”.

Otro punto a destacar es el compromiso que el Plan de Desarrollo Departamental con la seguridad vial I incluir políticas públicas dentro del Eje No. 4 como parte de las políticas del “Buen gobierno”

2.1.3 A nivel local (Tasco)

El Plan de Desarrollo Municipal Tasco 2012-2015, Como debe ser...unidos por Tasco¹⁵ está compuesto por cuatro dimensiones de desarrollo:

- Dimensión socio-cultural y político institucional
- Dimensión económica
- Dimensión ambiental
- Dimensión infraestructura

En esta última dimensión se encuentra el sector denominado “Transporte y movilidad”, en el cual se destaca la actual vía Sogamoso – Corrales – Tasco – Paz de Río como “corredor vial estratégico para la competitividad de la región” razón por la cual los municipios del área de influencia y los propietarios de las minas aledañas hacen aportes para el mantenimiento evitando el cierre de la vía a pesar de que esta vía está a cargo del departamento.

Por otro lado, uno de los objetivos de este sector es promover la integración de Tasco con los municipios vecinos, y para lograr este objetivo traza como estrategia principal la suscripción de convenios con la Gobernación y los municipios vecinos para promover proyectos de mejoramiento de las vías intermunicipales, como es el caso de la vía Sogamoso - Tasco.

¹⁵ Plan de Desarrollo Municipal de Tasco. Como debe ser...Unidos por Tasco 2012-2015. http://www.tasco-boyaca.gov.co/apc-aa-files/33656236363938383238636133343464/plan-de-desarrollo-tasco-2012-2015_3.pdf.

2.1.4 A nivel local (Sogamoso)

El Plan de Desarrollo Municipal de Sogamoso 2012-2015, Sogamoso ciudad competitiva¹⁶, al igual que el de Tasco, está compuesto por dimensiones, pero en este caso son 6:

- Poblacional
- Económica
- Ambiente construido
- Ambiente natural
- Política administrativa
- Sociocultural

De igual manera que el plan de desarrollo de Tasco, se destaca la importancia de la vía Sogamoso – Corrales – Tasco, sin embargo el plan de desarrollo no plantea ninguna estrategia para mejorar la comunicación terrestre con los municipios aledaños.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

El proyecto plantea conectar a Tasco con Sogamoso de forma eficiente para que los productos de la región sean más competitivos tanto a nivel nacional como internacional. Para ello se plantea la construcción del corredor vial entre los dos municipios, cumpliendo con una velocidad de operación de 60 km/h y los estándares actuales para la operación, mantenimiento y servicio al usuario que exige la Agencia Nacional de Infraestructura para las vías que actualmente están bajo su cargo.

2.3 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO

En la tabla Tabla 4 se describe la forma en que el proyecto se alinea con los objetivos estratégicos de la nación, de la gobernación de Boyacá y de los municipios de Tasco y Sogamoso, y como el proyecto contribuye a lograrlos.

¹⁶ Plan de Desarrollo Municipal de Sogamoso. Sogamoso ciudad competitiva. 2012-2015. <http://sogamoso-boyaca.gov.co/apc-aa-files/36316166393539633236346635653330/plan-de-desarrollo-ultimo-2012-2015.pdf>.

Tabla 4 - Alineación estratégica del proyecto

	Objetivos institucionales	Objetivos estratégicos	Contribución del proyecto
NACIÓN	Una estrategia de crecimiento sostenido basado en una economía más competitiva, más productiva y más innovadora y con sectores dinámicos que jalonan el crecimiento (Título I. Artículo 3)	Disminuir del desempleo y formalización del empleo	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de empleos directos e indirectos durante la etapa de construcción del proyecto. - Aumento de empleo de industrias locales al ser más competitivas.
		Dinamizar la economía e impulsar el crecimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de las actividades económicas ya que se relacionan con la construcción de infraestructura. - Aumento de la competitividad de los productos regionales al disminuir sobrecostos en transporte.
		Aumentar la seguridad vial	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la accidentalidad. - Inclusión de servicios al usuario como el servicio de ambulancia, grúa, carro taller, etc.
GOBERNACIÓN DE BOYACÁ	Una economía que se atreve a generar valor agregado para potencializar su riqueza - Aumentar la competitividad del departamento para mejorar la economía boyacense (Eje No.3)	Incrementar el número de municipios que se comunican por vía pavimentada, para integrar la región y potencializar la economía conectando los centros de consumo con las áreas productivas ayudando a disminuir los costos de producción y al mejorar la logística de comercialización.	<ul style="list-style-type: none"> - Conexión de los municipios de Tasco, Corrales, Socha y Paz De Río con Sogamoso de una manera más eficiente, es decir mejorar la conexión de los centros de producción con Sogamoso que es un centro de consumo y distribución a otros lugares de Colombia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 - Alineación estratégica del proyecto (Continuación)

	Objetivos institucionales	Objetivos estratégicos	Contribución del proyecto
MUNICIPIO DE TASCO	Promover la integración con los municipios vecinos y la empresa privada para formular, gestionar y adelantar proyectos estratégicos de interés regional. (Capítulo 2, 2.8)	Promover la integración con los municipios vecinos y la empresa privada para formular, gestionar y adelantar proyectos estratégicos de interés regional.	- Integración de los municipios de Tasco con los municipios de Corrales y Sogamoso. Esta integración logrará un mayor dinamismo de la economía regional al reducir los costos de transporte, lo cual hace que los productos de la región sean más competitivos.
	Erradicar la pobreza extrema y el hambre (Capítulo 3)	Disminución del desempleo	- Aumento de empleos directos e indirectos durante la etapa de construcción del proyecto.
MUNICIPIO DE SOGAMOSO	Competitividad local y regional a través de la configuración oportuna de su sistema vial. (Capítulo 1, 1.3.1)	Consolidar las vías que den proyección eficiente, oportuna, y organizada a las relaciones de productividad.	- Disminución de los costos de transporte de los productos de una de las zonas mineras más importantes de la región de Sogamoso.

Fuente: Elaboración propia

2.4 JUSTIFICACIÓN O RAZÓN DE SER DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra localizado en una de las zonas más productivas de explotación de recursos minerales, así como también es importante la producción agrícola y pecuaria, y en los últimos años se ha incrementado la industria del turismo en todo el departamento de Boyacá. Para todo esto es necesario contar con una buena infraestructura vial que brinde mayor competitividad a la región, generando menores tiempos de desplazamientos, menores costos de transporte, así como comodidad a los usuarios y seguridad vial.

2.4.1 Problema por Resolver

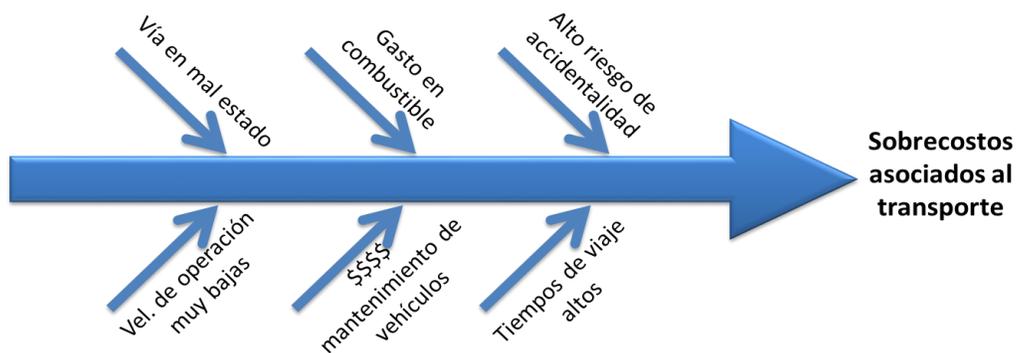
Básicamente, las carreteras, los puertos, los aeropuertos, los ríos y los trenes mueven el crecimiento económico de un país. Los costos asociados a cualquier medio de transporte cargan los productos disminuyendo la capacidad competitiva. La anterior situación no es ajena al departamento de Boyacá y con la necesidad de afianzar su sistema productivo, de una manera eficiente, competitiva y sostenible a

largo plazo, urge de estrategias, recursos y esfuerzos que mitiguen la situación descrita.

Debido al mal estado de la infraestructura vial existente, se presentan sobrecostos de los productos de la zona asociados a mayores costos por transportar dichos productos desde el centro de producción o explotación, en el caso de los recursos minerales, hasta los centros de distribución. Una vía en mal estado genera velocidades de operación bajas tiempos de viaje altos, con un mayor consumo de combustibles, a su vez genera mayores gastos de mantenimiento de los vehículos, y presenta un alto riesgo de seguridad vial. Todos estos factores generan sobrecostos asociados al transporte, lo que incrementa los precios tanto de los insumos como de los productos de la región, haciendo que estos sean menos competitivos a nivel regional, nacional e internacional.

En la Figura 7. Se representa gráficamente la relación hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a los elevados costos de transporte.

Figura 7 - Problema por resolver



Fuente: Elaboración propia

2.4.2 Necesidad por satisfacer

Existe una necesidad de una buena conectividad entre los municipios de la zona. Como se puede observar en Figura 8, los tiempos de viaje actuales entre Sogamoso y Tasco es de aproximadamente 2 horas, siendo apenas 36 km la distancia que los separa. Las condiciones de la carretera existente hacen que se prefiera tomar la carretera Tasco –Paz de Río – Duitama – Sogamoso cuya longitud es de 86 km.

Figura 8 - Tiempos de viaje actuales



Fuente: Google maps

2.4.3 Oportunidad por aprovechar

Leyes recientes fomentan la inversión privada en construcción de infraestructura y altos volúmenes de tráfico en la zona

El Estado Colombiano pretende fomentar la inversión privada para la construcción de infraestructura mediante la ley 1508 de 2012 y su decreto reglamentario 1467 de 2012.

El tráfico actual de la vía Tasco – Puente Blanco es de 2700 Vehículos/día y el de la vía Puente Blanco – Sogamoso es de 8500 Vehículos/día, siendo un 40% vehículos pesados. Este tráfico, más el atraído y el generado conciben la posibilidad de plantear un proyecto atractivo a inversionistas privados teniendo como base de los ingresos el recaudo de un peaje nuevo instalado sobre esta vía¹⁷.

2.4.4 Exigencia por cumplir

Obligación del Estado para la construcción y conservación de las carreteras. De acuerdo con la ley 105 de 1993, es obligación del Estado (la Nación y Entidades Territoriales), la construcción y conservación de todos y cada uno de los elementos de la infraestructura que tienen a su cargo.

Dicha obligación está radicada en cabeza del Instituto Nacional de Vías y entre sus funciones está adelantar las diversas acciones relacionadas con la construcción,

¹⁷ <http://cgb-granboyaca.blogspot.com/2012/07/eje-n-3-del-plna-departamental-de.html>

reconstrucción, mejoramiento, rehabilitación y conservación de la infraestructura vial a cargo de la Nación, ya que como lo establece el artículo 54 del citado decreto 2171 de 1992, al determinar que está entre sus funciones elaborar, conjuntamente con el Ministerio de Transporte, planes, programas y proyectos tendientes, entre otros, a la conservación que requiera la infraestructura vial de su competencia¹⁸.

A su vez, el Decreto 2663 de 1993¹⁹, que adopta los estatutos, la estructura interna y las funciones de las dependencias del Instituto, prescribe en el ordinal tercero del artículo 39, que la Secretaria General Técnica será la encargada de dirigir, coordinar, y controlar el cumplimiento de las actividades de las dependencias a su cargo que deban adelantarse para la construcción, mejoramiento y conservación de las carreteras nacionales y sus obras complementarias, pero debe advertirse que según el artículo 48, ordinal primero, que para esa época, los distritos de obras, eran los encargados dentro de su jurisdicción de adelantar las actividades de construcción y de conservación de las vías a cargo del INVIAS

2.5 IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE LA IAEP PARA EL PROYECTO

En esta propuesta académica de intervención vial para los municipios de Sogamoso y Tasco, coincide la pobreza de sus habitantes, la riqueza ambiental, la explotación minera y el dominio del conflicto armado. Por eso, aunque la construcción de redes viales a nivel nacional sea una apuesta grande, el Estado se arriesga a que alguno de los proyectos propuestos fracase debido a diversos factores sociales y económicos.

Las obras de infraestructura vial originan efectos socio-ambientales, sobre su área de proyección. Entre los impactos positivos se afirma que las vías constituyen el mayor sostenimiento financiero del territorio; generando mejoras y crecimiento económico; estimulan progreso; comunican regiones; unen centros de producción, generan empleo en las diferentes etapas del proyecto activando las actividades turísticas, entre otras.

Este proyecto se alinea con los objetivos estratégicos de la nación, de la gobernación de Boyacá y los municipios de Tasco y Sogamoso descritos en los Planes de Desarrollo vigentes y ya referenciados.

3 ESTUDIOS DE MERCADOS

Durante la etapa de pre-factibilidad del proyecto se utiliza, por lo general, el comportamiento histórico para predecir el comportamiento futuro. Dentro del marco

¹⁸ Ley 105 de 1993. Diciembre 30 de 1993. En: <http://www.leyex.info/leyes/Ley105de1993.htm>. Recuperado el 24 de enero de 2015.

¹⁹ https://www.redjurista.com/documents/d2663_93.aspx

de la formulación del presente proyecto, el estudio de mercado permitirá determinar, entre otras:

- Las características del mercado que enfrentará el producto o servicio (vía construida y operación de la misma)
- La oferta: histórica, actual y proyectada.
- La demanda: histórica, actual y proyectada.
- El precio: disposición a pagar por el uso de una vía en buenas condiciones.
- El plan de comercialización del proyecto vial.
- El flujo de caja asociado a: ingresos y gastos del plan de comercialización y distribución del producto o servicio.

3.1 HALLAZGOS

3.1.1 Análisis de competitividad

El análisis competitivo del corredor vial Sogamoso – Tasco, permitirá identificar las fortalezas y debilidades, así como las oportunidades y amenazas que afectan al proyecto dentro de su mercado y dentro de la región donde se ubica, lo cual permitirá determinar las amenazas y poderes de negociar. La competencia puede estar integrada por los corredores que actúan sobre las misma zona del departamento, los cuales pueden llegar a satisfacer las mismas necesidades con respecto algunos usuarios. Por tal razón, se analizarán las variables de la competitividad que afectan la estructura competitiva del mercado.

Figura 9 - Análisis de competitividad



Fuente: Estrategia Competitiva de Michael Porter

A continuación se citan las variables a analizar:

- Intensidad de la rivalidad entre competidores

- Amenaza de nuevos participantes
- Poder de negociación de los compradores
- Poder de negociación de los proveedores
- Amenaza de sustitución

3.1.1.1 Intensidad de la rivalidad entre competidores

Considerando como competidores a las vías alternas al corredor Sogamoso – Corrales – Tasco, se encuentra que actualmente solo existe una vía alterna que podría generar competencia por el tráfico, la cual es la vía Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco, de una longitud mayor y actualmente es administrada por el INVIAS. Por otro lado, se encuentra el corredor férreo Zipaquirá – Belencito – Paz de Río, el cual si representa una fuerte competencia principalmente para el transporte de cemento. Este corredor está en concesión de la ANI desde Zipaquirá hasta Belencito, y el tramo Belencito – Paz de Río es actualmente operado por uno de los productores de cemento. En la Tabla 5 se presenta el análisis de los competidores.

Tabla 5 - Competidores – Rivalidad Competitiva

DUREZA DE COMPETITIVIDAD	BAJA	CALIFICACIÓN				ALTA
Crecimiento del mercado	Fuerte			x		Lento
Diferenciación del producto	Diferenciado		x			Poco Diferenciado
Costos de cambio	Altos	x				Inexistentes
Número de competidores	Muchos				x	Concentrado
Similitud de competidores	Parecidos		X			Dispares
Barreras de salida	Bajas		X			Altas
Costos fijos	Bajos			x		Altos

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Amenazas de nuevos participantes

La amenaza de la entrada de otro competidor es bastante baja ya que la construcción de un nuevo corredor diferente a los que existen implica grandes costos de inversión. En la Tabla 6 se encuentra el análisis del ingreso de nuevas empresas.

Tabla 6 - Participantes Potenciales – Riesgos de nuevas empresas

DUREZA DE COMPETITIVIDAD	BAJA	CALIFICACIÓN				ALTA
Normativa legal	No discriminada	x				Restringida
Diferenciación del producto	No apreciables	x				Diferencia
Requerimiento de capital	Bajos				x	Altos
Costos de cambio	Inexistentes		x			Altos
Acceso proveedores	Libre	x				Controlados
Represalias esperadas	Bajas		x			Altas
Localización favorable	Libre			x		Restringida
Subsidios gobierno	Para todos	x				los que están

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Poder de negociación de los compradores

El poder de negociación de los usuarios de las vías frente al pago de la tarifa de peaje es relativamente bajo. Sin embargo, la comunidad aledaña al peaje puede unirse para presionar la no instalación del peaje, o tarifas especiales o exenciones, bien sea por vías legales o a través de paros y motines. En la Tabla 7 se presenta el análisis de los compradores.

Tabla 7 - Compradores – Poder de negociación de los compradores

PODER COMPRADOR	BAJO	CALIFICACIÓN				ALTO
Importancia para la calidad	Alta	x				Baja
Costos de cambio	Altos		x			Bajos
Número de empresas	Pocas		x			Muchas
Productos sustitutos	No hay			x		Si hay
Similitud de proveedores	Dispares		x			Parecidos
Economías de escala	Bajas		x			Altas
Rentabilidad del negocio	Grandes			x		Pequeñas

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.4 Poder de negociación de los proveedores

Los proveedores de las empresas constructoras son de naturaleza heterogénea. Los proyectos de infraestructura, y sus características en cuanto a elección constructiva y particularidades geomorfológicas y climáticas del lugar de construcción determinan los materiales que deben incorporarse a los mismos. Sin embargo, los fabricantes de materiales de construcción, tienen un similar comportamiento con excepciones (cemento y acero), lo que hace que la intensidad de la fuerza que ejercen estos proveedores no sea significativa. En la Tabla 8 se presenta el análisis de negociación de los proveedores.

Tabla 8 - Proveedores – Poder de negociación de los proveedores

PODER PROVEEDOR	ALTO	CALIFICACIÓN			BAJO	
Importancia para la calidad	Alta	x			Baja	
Costos de cambio	Altos			x	Bajos	
Número de Empresas	Pocas			x	Muchas	
Productos sustitutos	No hay			x	Si hay	
Similitudes de proveedores	Dispares			x	Parecidos	
Economías de escala	Bajas				x	Altas
Posibilidad de integración	Fácil	x			Difícil	

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.5 Amenaza de sustitución

El sustituto del corredor vial es la vía férrea que ofrece costos menores de transporte a un mayor volumen. Sin embargo, actualmente el corredor férreo solo transporta uno de los productos de la zona, el cemento, mientras que los demás productos son transportados por carretera. Sin duda, el modo férreo sería un gran competidor para la carretera si en el futuro se invierte en él para que transporte otros productos y pasajeros.

3.1.2 Oferta existente

En la actualidad, existen las siguientes ofertas para la comunicación terrestre:

- Vía Sogamoso - Tasco (Objeto del presente estudio)
- Vía Sogamoso - Duitama – Paz de Río – Tasco.
- Corredor férreo

La localización de estas ofertas se encuentra en la Figura 10.

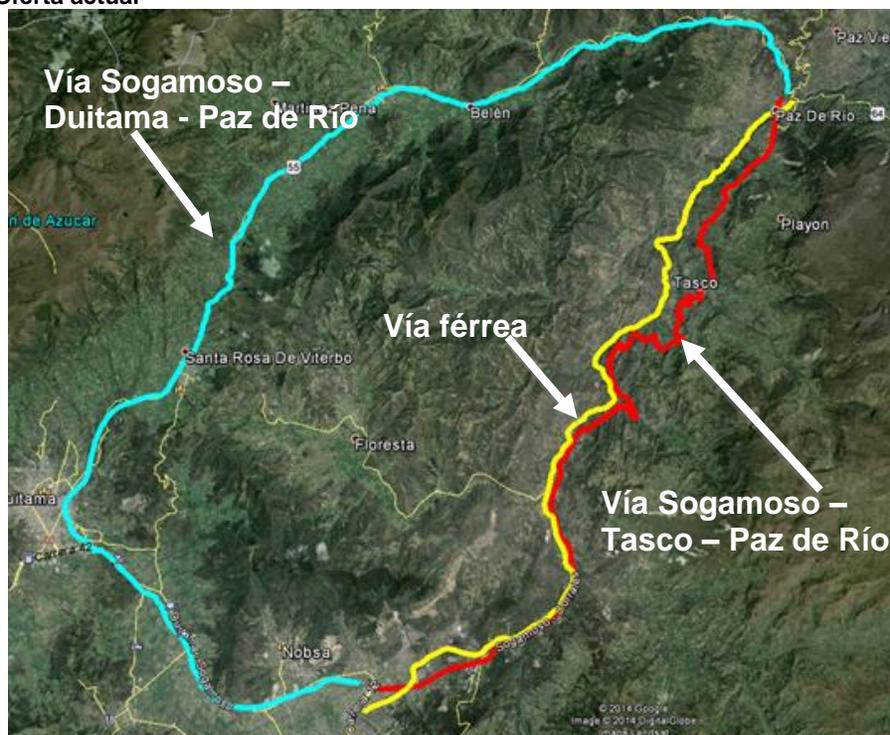
3.1.2.1 Vía Sogamoso - Tasco

La vía Sogamoso -Tasco tiene una longitud aproximada de 33 km de los cuales 9 están pavimentados desde Sogamoso a Corrales, mostrando un fuerte deterioro en la capa asfáltica desde el sitio denominado la tolva (limite Sogamoso-Tópaga) hasta el ramal acceso al casco urbano del Municipio de Corrales. A partir de allí los 21 km del trayecto Corrales- Tasco son destapados, con algún afirmado en recebo y con problemas de deslizamientos, situación que dificulta la transitabilidad del gran número de vehículos de carga pesada y pasajeros que transitan a diario, traduciéndose en tiempos de viajes largos y daños en los vehículos que transitan por esta vía. En época invernal la activación de los deslizamientos no permite la movilidad.²⁰ El ancho promedio de la carretera es de 6 m, con dos carriles y no

²⁰ Fuente: Plan de desarrollo Tasco. 2012 -2015. Pág. 145

cuenta con bermas. El número actual de vehículos que pasa por la carretera existente se encuentra descrito en el numeral 3.1.3 del presente informe. Los costos de operación actuales de acuerdo con lo establecido por el INVIAS se presentan en la Tabla 9. Su cálculo se puede observar en el numeral 4.4.2. Dentro de los costos de operación vehicular se encuentra el consumo de combustible, lubricantes, neumáticos, repuestos, etc.

Figura 10 - Oferta actual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 - Costos de operación vehicular Sogamoso – Tasco, sin proyecto

Valores en COP

Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
				Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
19.495	39.282	65.717	86.860	46.090	79.931	144.928	152.118

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, teniendo una velocidad promedio de 20 km/h, el tiempo de viaje promedio es de una hora y 40 minutos.

De realizarse el proyecto, los costos de viaje disminuirían significativamente, así como los tiempos de viaje promedio, con una velocidad de 60 km/h, el tiempo de viaje sería de 30 a 40 minutos. Los costos de operación vehicular se muestran en la Tabla 10

Tabla 10 - Costos de operación vehicular Sogamoso – Tasco, con proyecto

Valores en COP

Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
				Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
17.665	33.733	47.138	65.127	36.838	65.376	114.839	120.340

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2 Vía Sogamoso – Duitama – Paz del Río – Tasco

El corredor Sogamoso – Duitama - Paz del Río - Tasco, tiene una longitud aproximada de 86 km (mucho más del doble que el corredor anterior), de los cuales un 80% del recorrido presenta un estado bueno y regular del pavimento sobre una trazado de características de vía primaria y secundaria. A partir de Paz de Río, se presenta un deterioro en la capa asfáltica situación que disminuye las condiciones de transitabilidad y seguridad, de los vehículos de carga pesada y pasajeros que transitan.

Dentro de la oferta existente de transporte terrestre por carreteras que ofrece la zona del proyecto, resulta ser actualmente la mejor alternativa para el transportador y usuarios de las vías departamentales. Los costos de operación de acuerdo con lo establecido por el INVIAS se presentan en la Tabla 11. Su cálculo se puede observar en el numeral 4.4.2

Tabla 11 - Costos de operación vehicular Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco

Valores en COP

Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
				Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
43.275	84.155	123.005	161.970	96.585	163.900	271.970	283.785

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, teniendo una velocidad promedio de 60 km/h, el tiempo de viaje promedio es de una hora y 25 minutos.

3.1.2.3 Corredor Férreo

Este sistema de transporte presenta grandes ventajas con relación a otros medios, como mayor seguridad, menor impacto ambiental por la disminución de emisiones y bajo consumo de combustible en relación con la alta capacidad de carga, riguroso control logístico, como se evidencia en los países más avanzados, y en general menores costos de operación. Por su parte, en el transporte por carretera, la movilización de grandes volúmenes de productos como el carbón y el cemento no es técnica ni económicamente sostenible, y tiene efectos muy negativos sobre la infraestructura vial y el medio ambiente.

Actualmente dentro de la oferta existente de la región de estudio, se tiene la línea férrea construida entre 1925-1938, y conocida como el ferrocarril del Nordeste, la

cual une a Bogotá - Usaquén - Albarracín - Tunja – Sogamoso (Belencito) - Paz de Río.

Esta línea férrea tiene unas especificaciones en la mayoría de su recorrido con pendientes longitudinales geométricas máximas del 2%. La operación de esta línea está centralizada principalmente en el transporte del cemento de la empresa Argos (antes Paz del Río), y presenta condiciones geométricas aceptables, sin embargo, debe ser rehabilitada totalmente con cambio de traviesas y rieles de mayor capacidad.

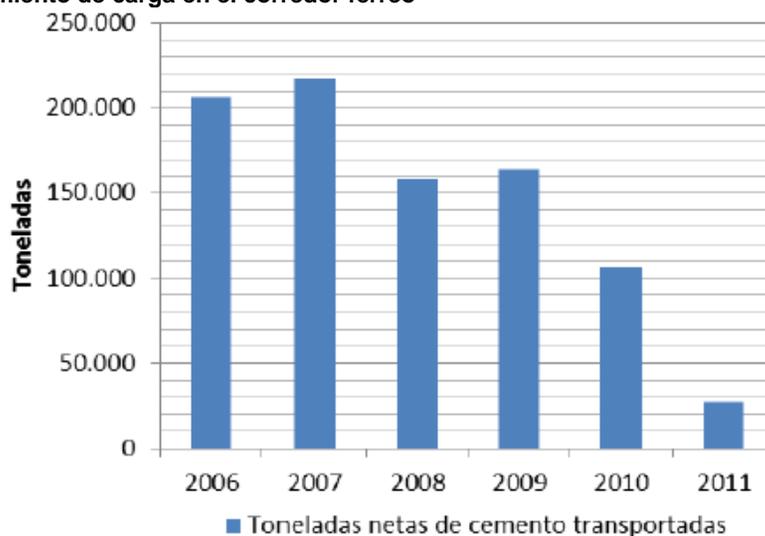
La demanda estimada para esta línea corresponde a la producción de la siderúrgica de Paz del Río y la fábrica de cemento de la empresa Argos, productos que se transportan hacia Bogotá y Medellín, y que pueden ser conducidas hacia un puerto marítimo para exportación. Sin embargo, se encuentra en proceso de estructuración en la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, debido a que el trazado se encuentra en administración, sin rehabilitar, y por lo tanto sin operación.²¹

De acuerdo con el documento Conpes ²² 3748 de junio de 2013, el corredor férreo Bogotá – Belencito moviliza en promedio 170.000 toneladas de carga al año, en su gran mayoría cemento, sin embargo su demanda ha disminuido debido al mal estado de la vía. En la Figura 11 se encuentra el movimiento de carga en el corredor desde el 2006 hasta el 2011, fecha en que se interrumpió parcialmente la operación debido a la ola invernal y problemas con el material rodante. En cuanto al servicio de pasajeros, éste solo se realiza en el tramo Bogotá y Zipaquirá, el cual movilizó en el 2012 cerca de 130 mil pasajeros. La carga que no ha podido circular por esta vía férrea ha sido transportada por carretera, sin embargo actualmente se está ejecutando un contrato de rehabilitación y operación de esta vía por parte de la ANI, por esta razón, en los pronósticos de la demanda de la carretera no se tiene en cuenta este tráfico adicional.

²¹ Fuente: SISTEMA FÉRREO NACIONAL – INFORME DIRECCIÓN TÉCNICA – CÁMARA COLOMBIANA DE INFRAESTRUCTURA.

²² Consejo Nacional de Política Económica y Social

Figura 11 - Movimiento de carga en el corredor férreo



Fuente: Conpes 3748

Con respecto a los de transporte por la vía férrea, dado que el tramo entre Belencito y Paz de Río es privado, no se cuentan con valores de costo de transporte. Sin embargo de acuerdo con el documento Conpes 3748, el costo de movilización de carga por el modo férreo es de \$78/Ton/Km y por carretera es de \$92/Ton/Km.

3.1.3 Demanda - Pronóstico de Tráfico

El tránsito es uno de los factores más importantes para determinar la demanda potencial que ocupará el corredor de estudio así como el daño que sufrirá un pavimento en un periodo de tiempo determinado.

3.1.3.1 Determinación de las tasas de crecimiento actuales

Las proyecciones de tránsito se basan en la definición de tránsito cautivo o presente y de la estimación del tránsito atraído, generado y desarrollado, teniendo en cuenta las series históricas de conteos anuales realizadas por el INVIAS en sus estaciones de conteo²³. En el corredor vial Sogamoso Tasco existen 2 estaciones de conteo identificadas con los números 130 y 903, sin embargo para los análisis se tendrán en cuenta las estaciones 119 y 129 por encontrarse dentro del área de influencia, y parte del tránsito que pasa por la estación 119 se espera que se desvíe por el corredor Sogamoso – Tasco. En la Figura 12 se encuentra su localización, mientras que en la Tabla 12 se encuentra su descripción.

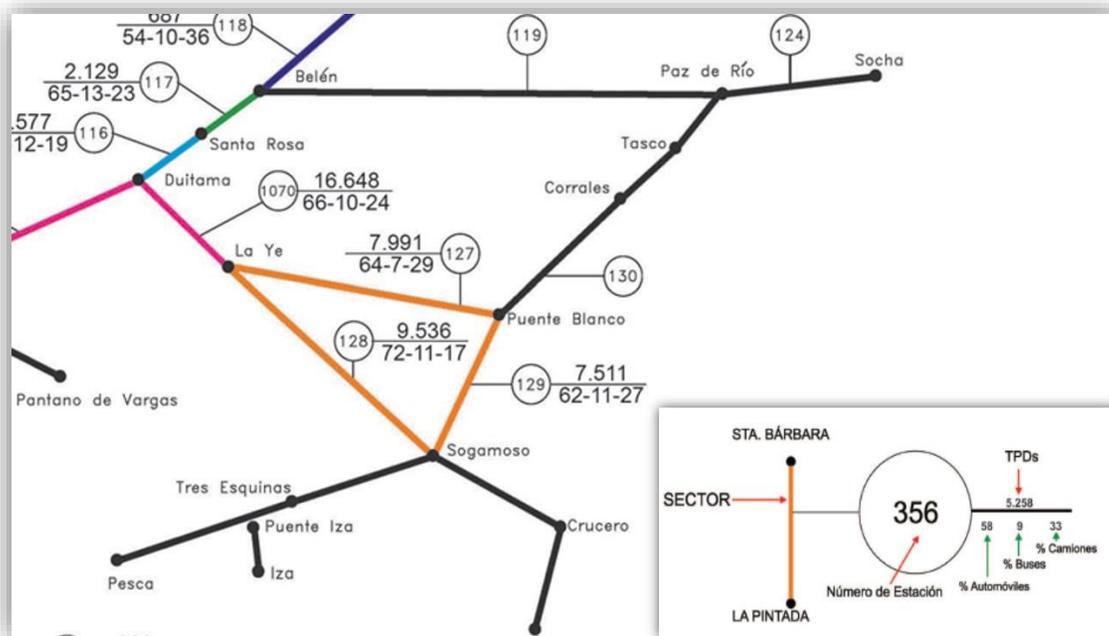
Tabla 12 - Estaciones INVIAS de referencia

²³ <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

ESTACIÓN	INICIO	FINAL	DEPARTAMENTO
119	BELÉN	PAZ DE RÍO	BOYACÁ
129	PUENTE BLANCO	SOGAMOSO	BOYACÁ
130	PUENTE BLANCO	CORRALES	BOYACÁ
903	CORRALES	TASCO	BOYACÁ

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Figura 12 - Localización estaciones de conteo INVIAS



Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

En la cartilla de Volúmenes de tránsito 2010 – 2011 del INVIAS se encuentran los volúmenes históricos de tránsito desde 1997, expresados en tránsito promedio diario semanal, TPDs, que consiste en los promedios diarios de tránsito medidos por semana. En las tablas Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16 y en la Figura 13 se encuentran los volúmenes de tráfico reportados por las estaciones de conteo.

Tabla 13 - Estación de conteo 119 Belén - Paz de Río

Año	TPDs	% Autos	% Buses	% Camiones
1997	606	53	5	42
1998	774	67	7	26
1999	377	60	7	33
2000	397	60	11	29
2001	521	64	9	27
2002	730	54	14	32
2003	459	65	5	30
2004	799	58	12	30
2005	824	58	20	22

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Tabla 13 - Estación de conteo 119 Belén - Paz de Río (Continuación)

Año	TPDs	% Autos	% Buses	% Camiones
2006	912	58	14	28
2007	1.604	60	12	28
2008	1.280	64	11	25
2009	712	65	9	26
2010	1.026	57	9	33

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Tabla 14 - Estación de conteo 129 Puente Blanco - Sogamoso

Año	TPDs	% Autos	% Buses	% Camiones
1997	10.289	81	6	13
1998	9.260	82	5	13
1999	7.101	71	12	17
2000	6.965	68	14	18
2001	9.259	81	9	10
2002	6.285	79	7	14
2003	6.520	75	2	23
2004	5.726	65	13	22
2005	10.468	71	16	13
2006	9.175	69	16	15
2007	9.919	71	15	14
2008	10.430	73	16	11
2009	5.446	65	14	21
2010	6.820	66	10	24
2011	7.511	62	11	27

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Tabla 15 - Estación de conteo 130 Puente Blanco - Corrales

Año	TPDs	% Autos	% Buses	% Camiones
1997	2.561	67	6	27
1998	2.510	64	6	30
1999	1.635	64	11	25
2000	1.665	61	12	27
2001	1.804	57	12	31
2002	1.462	58	16	26
2003	1.569	60	3	37
2004	3.183	72	9	19
2005	2.021	62	13	25
2006	1.980	59	15	26

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Tabla 16 - Estación de conteo 903 Corrales - Tasco

Año	TPDs	% Autos	% Buses	% Camiones
1997	272	37	15	48
1998	670	55	13	32
1999	240	38	19	43
2000	269	35	18	47
2001	275	36	13	51
2002	233	35	19	46
2003	297	40	19	41
2004	274	40	21	39
2005	373	33	15	52
2006	346	29	15	56

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

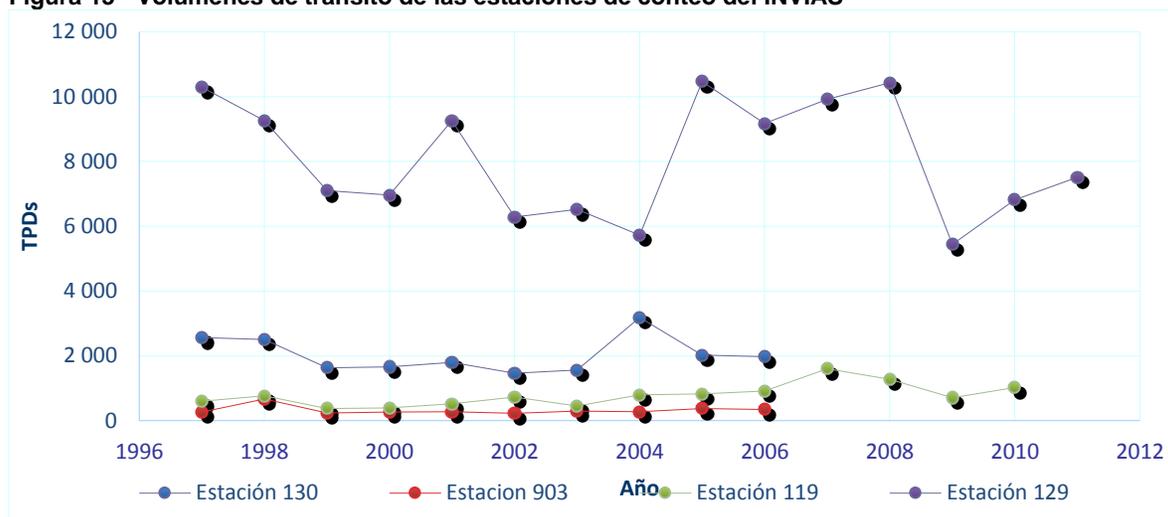
Los generadores de tránsito en el corredor vial son los siguientes entre otros:

- Transporte de Carbón y arena desde los municipios de Tasco, Gámeza, Corrales, Tópaga, Beteitiva y Monguí.
- Producción industrial en los primeros 5 kilómetros del corredor, en donde se encontró ubicada la mayor zona industrial de Sogamoso. Dentro de las industrias más importantes se encontraron Acerías Paz de Río, plantas de producción de cemento y ladrillo.
- Producción agropecuaria en los municipios de Gámeza, Mongua, Tópaga, Monguí y Beteitiva.
- Turismo en los municipios de Mongui, Mongua, Tópaga y Corrales.

De acuerdo con lo anterior, se puede prever que hay una fuerte relación entre estos sectores de la economía y el tránsito del corredor vial. En la Tabla 17 se encuentra el producto interno bruto (PIB) del sector agrícola y del sector minero de Boyacá, así como también el total del departamento y el total del país. Se encontró que en el año 2007 la producción minera se duplicó al igual que el tráfico de la estación 119. Desafortunadamente no se tienen datos de volúmenes de tráfico para las estaciones 130 y 903 a partir de 2006.

En visita de campo se pudo comprobar el alto volumen de tráfico de los primeros 5 kilómetros del corredor vial debido a la presencia de varias compañías de producción industrial. Sin embargo, debido a que no se posee información de tránsito de este lugar ya que la estación de conteo del INVIAS se encuentra ubicada en el kilómetro 8, no se puede determinar su volumen vehicular, asumiendo el volumen de todo el tramo según la estación de conteo 130.

Figura 13 - Volúmenes de tránsito de las estaciones de conteo del INVIAS



Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Tabla 17 - Producto interno bruto expresado en miles de millones

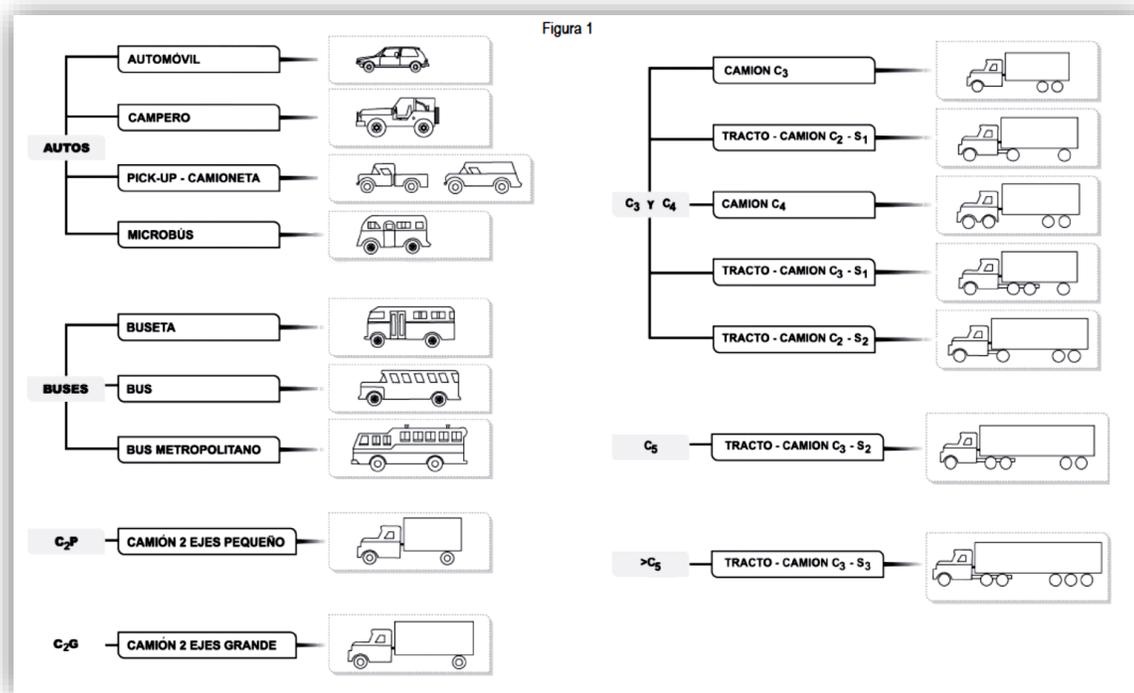
AÑO	PIB AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA, SILVICULTURA Y PESCA	PIB EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	PIB TOTAL DEPARTAMENTAL	PIB COLOMBIA
2000	1.228	230	5.720	208.531
2001	1.247	262	6.114	225.851
2002	1.362	288	6.728	245.323
2003	1.463	330	7.438	272.345
2004	1.538	294	7.947	307.762
2005	1.604	344	8.721	340.156
2006	1.708	465	9.732	383.898
2007	1.888	902	11.514	431.072
2008	2.170	1.537	13.515	480.087
2009	2.319	1.339	14.094	504.647
2010	2.364	1.827	15.257	544.924
2011	2.567	2.810	18.095	619.894
2012	2.546	2.923	19.051	665.441

Fuente: DANE

3.1.3.2 Composición del tráfico

De acuerdo con la cartilla de Volúmenes de tránsito 2010 – 2011 del INVIAS, se encuentra la composición del tráfico de acuerdo con la categorización que plantea el INVIAS y que se observa en la Figura 14. La composición de tráfico para los dos tramos de la vía se observa en la Tabla 18, en la Figura 15 y en la Figura 16.

Figura 14 - Tipos de vehículos según clasificación INVIAS



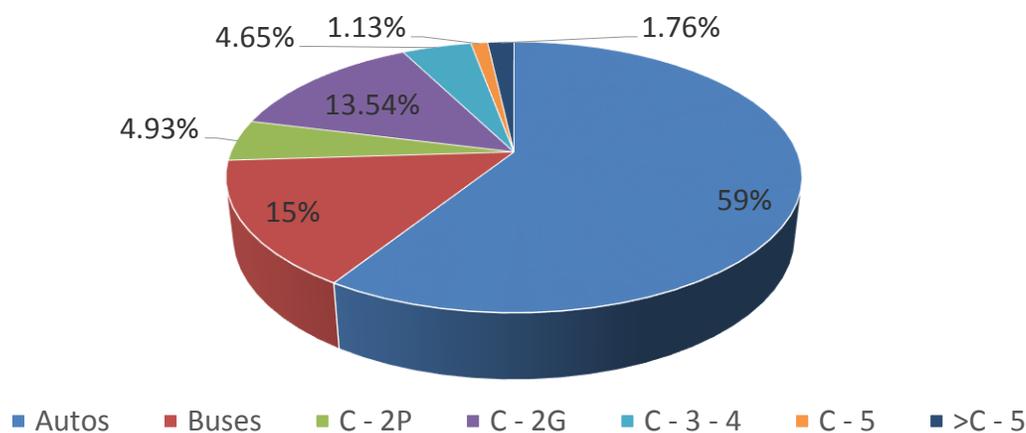
Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Tabla 18 - Composición del tráfico

Tramo	Autos	Buses	C - 2P	C - 2G	C - 3 - 4	C - 5	>C - 5
PUENTE BLANCO - CORRALES	59%	15%	4,93%	13,54%	4,65%	1,13%	1,76%
CORRALES - TASCO	29%	15%	5,36%	48,90%	1,08%	0,08%	0,58%

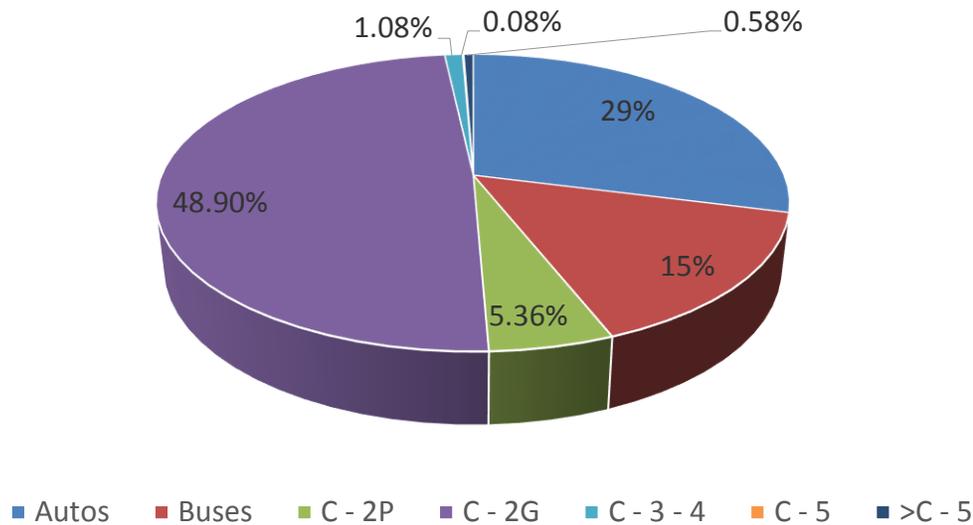
Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Figura 15 - Composición de tráfico tramo Puente Blanco - Corrales



Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Figura 16 - Composición del tráfico tramo Corrales - Tasco



Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

3.1.4 Proyecciones de la demanda (crecimiento de tráfico)

De acuerdo con la cartilla de Volúmenes de tránsito 2010 – 2011 del INVIAS, se deben considerar 3 tipos de tránsito:

- Normal
- Atraído
- Generado

3.1.4.1 Tránsito normal

Se define como el tránsito existente sin tener en cuenta ningún agente externo que lo afecte, es decir que su existencia solo está influenciada por el desarrollo histórico y las características socioeconómicas de la región.

Los crecimientos son tomados como el promedio histórico del crecimiento calculado con la información existente del INVIAS. El crecimiento de tránsito normal se indica en la Tabla 19.

Tabla 19 - Crecimiento histórico del tránsito estaciones del INVIAS

Año	Estación de conteo 129 Puente Blanco - Sogamoso		Estación de conteo 119 Belén - Paz de Río		Estación de conteo 903 Corrales - Tasco		Estación de conteo 130 Puente Blanco – Corrales	
	TPDs	Crecimiento anual	TPDs	Crecimiento anual	TPDs	Crecimiento anual	TPDs	Crecimiento anual
1999	7.101		377		240		1 635	
2000	6.965	-2%	397	5%	269	12%	1 665	2%
2001	9.259	33%	521	31%	275	2%	1 695	2%
2002	6.285	-32%	730	40%	233	-15%	1 462	-14%
2003	6.520	4%	459	-37%	297	27%	1 569	7%
2004	5.726	-12%	799	74%	274	-8%	1 377	-12%
2005	10.468	83%	824	3%	373	36%	2 021	47%
2006	9.175	-12%	912	11%	346	-7%	1 980	-2%
2007	9.919	8%	1 604	76%				
2008	10.430	5%	1 280	-20%				
2009	5.446	-48%	712	-44%				
2010	6.820	25%	1 026	44%				
2011	7.511	10%						
	Promedio	5,15%	Promedio	15,34%	Promedio	6,80%	Promedio	4,25%

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.2 Tránsito atraído

Se define como el tránsito que se extrae de otras vías debido a las mejoras en tiempos de viaje y costos de operación por la puesta en marcha de una vía.

Esta estimación debe partir de la encuestas origen-destino y preferencias declaradas, las cuales están fuera del alcance de este estudio. Sin embargo, Debido a las mejoras que se realizarán al corredor vial, se estima que un porcentaje del tráfico que pasa por la estación de conteo 119 entre Belén y Paz de Río será atraído una vez entre en operación el corredor vial. Se estima que este porcentaje sea entre el 2% y 20%.

3.1.4.3 Tránsito generado

Se define como el tránsito que se genera por el hecho de que exista como nueva o se mejore, induciendo la creación de viajes que anteriormente no se hacían. Lo genera la propia vía y puede ser atribuido a cambios en el uso del suelo.

Se espera que el mejoramiento de la vía induzca la creación de nuevas agroindustrias, industrias mineras y se incremente el turismo de la región. De acuerdo con algunos estudios de tránsito, en carreteras construidas con altas especificaciones el suelo lateral tiende a desarrollarse más rápidamente de lo normal, generando un tránsito adicional el cual se considera como tránsito

desarrollado, actuando por varios años después de la construcción, con valores del orden del 5% del tránsito actual.²⁴

3.1.5 Estrategia de comercialización

3.1.5.1 Producto

El producto de la operación de la carretera es el servicio de transitabilidad cumpliendo ciertos estándares y adicionalmente servicios asociados como servicio de grúa, carro-taller, ambulancia, etc. En general, existen dos clases de productos dependiendo de qué ente gubernamental los tenga bajo su jurisdicción:

- Vía no concesionada a cargo del INVIAS o la gobernación
- Vía concesionada a cargo de la ANI o la gobernación

a) Vía no concesionada

Estas vías son construidas por medio de contratos de obra pública, y la operación está a cargo del ente gubernamental a cargo, que a nivel nacional es el INVIAS o si son vías secundarias o terciarias estarán a cargo de la gobernación correspondiente. En estos casos el mantenimiento rutinario es reducido o nulo y se realiza a través de contratos de menor cuantía por tareas específicas como rocería, o limpieza de puentes, pero generalmente no cuentan con un programa de mantenimiento preventivo y las intervenciones se realizan cuando el deterioro de la vía es muy avanzado. Por otro lado, estas carreteras no cuentan con servicio al usuario como el servicio de ambulancia, grúa o carro-taller.

b) Vía concesionada

Estas vías cuentan con un programa de mantenimiento rutinario y adicionalmente brindan varios servicios al usuario, dependiendo de las obligaciones contractuales particulares de cada carretera, sin embargo los servicios son muy similares.

Adicionalmente a lo anterior, la ley colombiana permite la explotación comercial del corredor concesionado, ofreciendo servicios adicionales a los usuarios que no están relacionados directamente con la operación de la carretera, como servicio de restaurante, hoteles, moteles, estaciones de combustibles, etc.

²⁴ <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/azimut/article/view/4039/6082>

3.1.5.2 Personas

En el caso de las carreteras, las personas son los usuarios finales. Dependiendo de la carretera, estos usuarios pueden ser de recorridos largos, por ejemplo entre puertos del océano Pacífico y del Atlántico, o recorridos cortos, que generalmente son de centros de producción agrícola y minera a centros de distribución. Esta distinción es importante para determinar los servicios a ofrecer y las oportunidades de explotación comercial del corredor. Por ejemplo, en el primer caso, las carreteras deben brindar áreas de descanso, hoteles, moteles y restaurantes, mientras que en el segundo caso son menos importantes estas áreas de descanso siendo más importantes otras oportunidades de negocio como el servicio de restaurante y estaciones de combustible.

3.1.5.3 Precio

Las estaciones de peaje cercanas al proyecto, ubicadas en otras carreteras de Boyacá cuentan con las tarifas de peaje que se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20 – Tarifas 2014 de estaciones de peaje cercanas al proyecto

NOMBRE ESTACIÓN DE PEAJE	I	II	III	IV	V	EG (Eje Grúa)	EAR (Eje Adicional Remolque)	EA (Eje adicional)
EL ROBLE	6.500	7.100	18.200	22.700	26.600	4.500	5.400	6.500
ALBARRACÍN	6.500	7.100	18.200	22.700	26.600	4.500	5.400	6.500
TUTA	6.500	7.100	18.200	22.700	26.600	4.500	5.400	6.500

Fuente: www.invias.gov.co

3.1.5.4 Plaza

En el caso de este proyecto, se considera que el área geográfica que se beneficiará con el producto (la carretera y sus servicios conexos), será la provincia de Valderrama, por la que discurre el proyecto, la cual tiene 986 km de red vial de las cuales, 66 km son de carácter departamental (ver Figura 17). Otros 146 km fueron transferidos en el año 1996 al departamento, 164 km corresponden al Instituto Nacional de Vías y 610 tienen jurisdicción municipal. La malla vial se encuentra en regular y mal estado por el tránsito pesado que circula, por la falta de mantenimiento y por la carencia de obras de drenaje e infraestructura.

En la hoya hidrográfica, limita en su margen derecha con los cerros de Tobanquí, Muerto y Tahúr y en medio de las quebradas de Guaza y Carbonera se ubica la población cabecera del municipio de Tasco. Se halla a una altura de 2530 metros sobre el nivel del mar y tiene una temperatura promedio de 15° c. Su extensión es de 167 Kilómetros cuadrados y su territorio es montañoso en gran parte. Su altitud va desde los 2.400 m sobre el nivel del mar en la parte más baja, hasta los 3.800 m en la parte más alta. Su territorio mide de Sur a Norte 20 km y de Oriente a Occidente, 40 km. Se encuentra distanciada de la capital del Departamento de

Boyacá (Tunja) aproximadamente a 115 km por vía en superficie de afirmado de buenas condiciones²⁵.

Figura 17 - Municipios que conforman la Provincia de Valderrama

Bandera	Nombre	Área (km ²)	Habitantes	Altitud (m.s.n.m.)	Año de Fundación
	Betétiva	123	2.413	2.570	1.556
	Chita	748	10.425	2.949	1.727
	Jericó	179	4.538	3.100	1.821
	Paz de Río	116	5.258	2.213	1.934
	Socotá	600	9.812	2.380	1.602
	Socha	264	7.364	2.667	1.540
	Tasco	167	6.707	2.530	1.577

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Valderrama

Tasco limita por el Norte, con el municipio de Socha. Por el Sur, con los Municipios de Corrales y Gámeza. Por el Oriente, con el Municipio de Socotá. Por el Occidente, con los Municipios de Betétiva y Paz de Río.

Tasco se comunica vía terrestre por el norte con la vía Paz del Río – Socha, por el suroeste con la vía Corrales – Sogamoso. A través de Tasco y Socha cruza la denominada Ruta de los Libertadores, lo cual hace que Tasco se convierta en paso obligado de quienes quieran viajar desde o hacia los Llanos Orientales por el Norte de Boyacá hasta la provincia del Sugamuxi²⁶.

La ciudad de Sogamoso está situada en el centro-oriente de Boyacá, y se ubica a 77 km de Tunja la capital del departamento. Es la ciudad principal de la provincia de Sugamuxi en la región del Alto Chicamocha localizándose a 2.500 m de altitud sobre el nivel del mar y una temperatura media de 17 °C. Es considerada el punto centro del comercio interregional entre los llanos orientales y el centro del país, lo cual hace que esto sea la base económica de la ciudad, como lo es también la industria siderúrgica y de materiales de construcción y la explotación de calizas, carbón y mármol. Sogamoso tiene una extensión total de: 209 Km² con unos 117.000 habitantes aproximadamente. Además del área urbana posee 18 veredas.

²⁵ www.boyacacultural.com, www.boyaca.gov.co

²⁶ www.tasco.gov.co,

Sogamoso se encuentra bordeado por una zona montañosa que forma parte de la cordillera Oriental de los Andes. Limitando al norte con los municipios de Nobsa y Tópaga; al oriente con Tópaga, Monguí y Aquitania; al sur con Aquitania, Cuitiva e Iza y al Occidente con Tibabosa, Firavitoba e Iza.

Cuenta con un aeropuerto que lleva el nombre de Alberto Lleras Camargo y uno de los dos Terminales de Transportes reconocido y certificado por el Icontec. La ciudad cuenta con varios tramos que permiten el uso seguro de bicicletas paralelos a los vehículos y las motocicletas. La educación integrada desde niveles de jardín hasta especializaciones universitarias genera gran cobijo en sus habitantes.²⁷

3.1.5.5 Publicidad

La publicidad en las carreteras depende de si son vías concesionadas o administradas y operadas por algún ente gubernamental como el INVIAS.

En el caso de ser operada por el INVIAS, este tiene dentro de su sitio web el programa de viajero seguro, el cual se mantiene actualizado con el avance de todas las obras de infraestructura vial del país, el estado de las carreteras e información útil para los viajeros a través de una base de datos con un sistema de información geográfico.²⁸

En el caso de ser operada por un ente privado a través de una concesión, la publicidad se realiza a través de grandes vallas (señalización informativa, o elevada) instaladas en el corredor concesionado (inicio, fin y vías que confluyen), de una página web y por medio de volantes que se reparten en los peajes y sitios de información turística, indicando los servicios que se prestan a lo largo del proyecto vial. En vías concesionadas recientes, también se ha adoptado por montar estaciones de radio propia o alquilada, por la que se transmite información relevante sobre el estado de las vías concesionadas y la información de servicios a los usuarios.

3.1.5.6 Promoción

La promoción podría considerarse como los tiquetes pre-pagados que generan un pequeño descuento si se pagan con anticipación, o un sistema “*free-flow*” de cobro automático, que de igual forma se pre-paga la tarifa del peaje, como una forma de promoción, sin embargo entendiendo como objetivo de la promoción aumentar las ventas, los sistemas anteriores no buscan aumentar el flujo vehicular para aumentar el recaudo de peaje si no mejorar la operación del peaje disminuyendo las colas, en

²⁷ www.sogamoso.gov.co

²⁸ <http://viajeroseguro.invias.gov.co:8181/ViajeroSeguro/>

lugar de aumentar la capacidad del peaje añadiendo más carriles de cobro. El pago del peaje sin usar efectivo brindará los siguientes beneficios:

- Brinda mayor seguridad
- Facilita el control administrativo
- Agiliza el paso por la estación de peaje
- Ofrece información oportuna de los vehículos

Sin embargo, el Ministerio de Transporte debe estandarizar estos sistemas a nivel nacional para que los usuarios no tengan que adquirir un sin número de tarjetas inteligentes. Una vez que el Ministerio realice la estandarización, es probable que se deba hacer una inversión adicional modificando los equipos y software.

3.2 CONCLUSIONES

3.2.1 Análisis de competitividad

3.2.1.1 Intensidad de la rivalidad entre competidores

Como conclusión, el proyecto enfrenta a un mercado tipo monopolio ya que existen pocos competidores. Por otro lado se concluye que la carretera Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco, aunque ofrece actualmente una mejor solución de transporte entre Sogamoso y Tasco, por la diferencia entre el estado de la vías, con el proyecto, el corredor Sogamoso – Corrales – Tasco ofrecerá unos niveles de operación superiores no solo en cuanto al estado de las carreteras, si no a los servicios al usuario que ofrecerá como el servicio de ambulancia, de grúa, carro-taller, incrementando la seguridad vial y el confort. Estos servicios no serán ofrecidos por la carretera Sogamoso –Duitama – Paz de Río – Tasco, o por lo menos no en un corto plazo ya que el actual administrador de esta vía, el INVIAS, no ofrece este tipo de servicios en sus carreteras pues no hacen parte de sus objetivos estratégicos. Se espera que los costos de transporte de carga sean inferiores por el corredor del proyecto, por lo cual se estima que parte de los actuales usuarios que transitan por la carretera Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco decidan transitar por el corredor Sogamoso – Corrales – Tasco

En cuanto al corredor férreo, existen diferencias importantes en los costos de transporte siendo menor el de la vía férrea. Sin embargo, por esta vía actualmente sólo se transporta cemento ya que el tramo entre Sogamoso y Tasco es operado por uno de los más grandes productores de cemento.

3.2.1.2 Amenazas de nuevos participantes

De acuerdo con lo analizado, dentro de la amenaza de nuevos participantes, se espera que no existan nuevos competidores en el corto y mediano plazo.

3.2.1.3 Poder de negociación de los compradores

Desde el punto de vista de la demanda, el proyecto se enfrenta a un mercado de tipo oligopolio, ya que la oferta es reducida y la demanda es grande, en el cual los compradores o usuarios cuentan con bajo poder de negociación, sin embargo se puede generar resistencia entre los pobladores de la región por la instalación de un peaje.

3.2.1.4 Poder de negociación de los proveedores

Como conclusión, el poder de negociación de los proveedores es relativamente bajo y los productos que como el cemento, el acero y el asfalto, que están en un mercado de monopolio, cuentan con leyes claras para que evitar que los productores alteren el mercado artificialmente para incrementar los precios de venta de estos artículos.

3.2.1.5 Amenaza de sustitución

Existe el riesgo de que el actual corredor férreo comienza a transportar otros productos diferentes al cemento. Sin embargo esta alternativa no ha sido contemplada por el actual operador ya que su objetivo principal es la venta del cemento.

3.2.2 Oferta existente

De acuerdo con los hallazgos encontrados, el modo férreo es el más económico para el transporte, sin embargo el tramo existente entre Belencito y Paz de Río es privado y solo transporta cemento y no hay evidencia de que en corto o mediano plazo se cambie esta situación.

Con la realización de este proyecto, el nuevo corredor vial mejorará no solo los costos de operación vehicular del corredor Sogamoso – Corrales – Tasco, también mejorará los tiempos de viaje, lo que la harán mucho más atractiva esta alternativa para los usuarios. Teniendo en cuenta esta situación, se espera que un buen porcentaje de usuarios que actualmente utilizan la vía Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco prefieran la vía del proyecto.

Por otro lado, aunque los costos de operación vehicular son menores por la actual carretera Sogamoso – Tasco que por la carretera Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco, el tiempo promedio de viaje es menor por esta última ruta.

3.2.3 Proyección de la demanda

A continuación se presentan los principales aspectos de la proyección de la demanda:

- El crecimiento del tráfico normal para el tramo Sogamoso – Corrales es de 4.25% y para el tramo Corrales – Tasco es de 6.80%
- El tránsito atraído puede oscilar entre un 2% y 20% del tráfico actual de la vía, sin embargo su valoración es bastante incierta por no disponer de información más confiable. Para el análisis base, se estima que por las mejoras de la vía, habrá un desvío del actual tráfico que se dirige a Tasco desde Sogamoso por la vía Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco. Para hacer un estimado del porcentaje de vehículos que preferirían la nueva ruta, es necesario realizar encuestas de origen – destino y de preferencias declaradas, sin embargo estos estudios están por fuera del alcance de este trabajo de Grado. Para el caso base, se estima que un 10% del actual tráfico de la carretera Sogamoso – Duitama – Paz de Río se desviará por la nueva carretera. En el análisis de riesgos de este informe se evalúan las condiciones más favorables y desfavorables de esta estimación.
- Se estima que el tráfico generado sea de 2% anual y que actuará por 5 años.

3.2.3.1 Tránsito proyectado

Con base en las conclusiones anteriores se estiman los tránsitos proyectados para el periodo de vida del producto del proyecto.

Para el cálculo del tránsito atraído, se hace la proyección del tránsito de la vía entre Belén y Paz de Río para calcular el 10% que se estima se trasladará al corredor Sogamoso – Tasco. En la Tabla 21 se presenta este tránsito.

El valor estimado para el tránsito atraído resulta del análisis realizado a la información secundaria del INVIAS utilizada, considerando un escenario pesimista, y conforme a las buenas practicas de ingeniería de tránsito en proyectos similares en etapa de pre-factibilidad, en lo referente a la asignación de tránsito atraído. De igual manera, se acostumbra, en una siguiente etapa de estudios (factibilidad), realizar encuestas de preferencia declarada sobre la vía Belén y Paz de Río, para estimar más acertadamente este tránsito.

Tabla 21 - Tránsito proyectado Tramo Belén - Paz de Río

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2010	595	144	95	105	28	8	51	1.026	.
2011	655	158	105	115	31	9	56	1.129	10%
2012	720	174	115	127	34	10	62	1.241	10%
2013	792	191	127	140	38	11	68	1.366	10%

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2014	871	210	139	154	41	12	75	1.502	10%
2015	958	231	153	169	46	13	82	1.652	10%
2016	1.054	254	169	186	50	14	90	1.818	10%
2017	1.160	280	185	204	55	16	99	1.999	10%
2018	1.276	308	204	225	61	17	109	2.199	10%
2019	1.403	339	224	247	67	19	120	2.419	10%
2020	1.543	373	247	272	73	21	132	2.661	10%
10% del tráfico	154	37	25	27	7	2	13	266	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22 se encuentra la estimación del tráfico para el tramo Puente Blanco – Corrales y en la Tabla 23 para el tramo Corrales – Tasco, partiendo desde el año 2006 como año base para el inicio de las estimaciones, teniendo en cuenta que según los estudios técnicos, la ejecución del proyecto durará 4 años iniciando en el 2016, y la operación 20 años iniciando en el 2020.

Tabla 22 - Tránsito proyectado Tramo Puente Blanco - Corrales

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2006	1.169	297	98	268	92	22	34	1.980	
2007	1.219	310	102	279	96	23	35	2.064	4,25%
2008	1.271	323	106	291	100	24	36	2.151	4,25%
2009	1.325	337	111	303	104	25	38	2.243	4,25%
2010	1.381	351	116	316	108	26	40	2.338	4,25%
2011	1.440	366	121	329	113	27	42	2.438	4,25%
2012	1.501	382	126	343	118	28	44	2.542	4,25%
2013	1.565	398	131	358	123	29	46	2.650	4,25%
2014	1.632	415	137	373	128	30	48	2.763	4,25%
2015	1.701	433	143	389	133	31	50	2.880	4,25%
2016	1.773	451	149	406	139	32	52	3.002	4,25%
2017	1.848	470	155	423	145	33	54	3.128	4,25%
2018	1.927	490	162	441	151	34	56	3.261	4,25%
2019	2.009	511	169	460	157	35	58	3.399	4,25%
2020	2.135	543	180	489	167	37	62	3.613	6,25%
2021	2.268	577	191	520	177	39	66	3.838	6,25%
2022	2.410	613	203	553	188	41	70	4.078	6,25%
2023	2.561	651	216	588	200	44	74	4.334	6,25%
2024	2.721	692	230	625	213	47	79	4.607	6,25%
2025	2.837	721	240	652	222	49	82	4.803	4,25%
2026	2.958	752	250	680	231	51	85	5.007	4,25%
2027	3.084	784	261	709	241	53	89	5.221	4,25%
2028	3.215	817	272	739	251	55	93	5.442	4,25%
2029	3.352	852	284	770	262	57	97	5.674	4,25%
2030	3494	888	296	803	273	59	101	5.914	4,25%
2031	3.642	926	309	837	285	62	105	6.166	4,25%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 - Tránsito proyectado Tramo Puente Blanco - Corrales (Continuación)

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2032	3.797	965	322	873	297	65	109	6.428	4,25%
2033	3.958	1.006	336	910	310	68	114	6.702	4,25%
2034	4.126	1.049	350	949	323	71	119	6.987	4,25%
2035	4.301	1.094	365	989	337	74	124	7.284	4,25%
2036	4.484	1.140	381	1031	351	77	129	7.593	4,25%
2037	4.675	1.188	397	1075	366	80	134	7.915	4,25%
2038	4.874	1.238	414	1121	382	83	140	8.252	4,25%
2039	5.081	1.291	432	1169	398	87	146	8.604	4,25%
2040	5.297	1.346	450	1219	415	91	152	8.970	4,25%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 - Tránsito proyectado Tramo Corrales - Tasco

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2006	100	51	19	169	3	1	3	346	
2007	107	54	20	181	3	1	3	369	6,81%
2008	114	58	21	193	3	1	3	393	6,81%
2009	122	62	22	206	3	1	3	419	6,81%
2010	130	66	23	220	3	1	3	446	6,81%
2011	139	70	25	235	3	1	3	476	6,81%
2012	148	75	27	251	3	1	3	508	6,81%
2013	158	80	29	268	3	1	3	542	6,81%
2014	169	85	31	286	3	1	3	578	6,81%
2015	181	91	33	305	3	1	3	617	6,81%
2016	193	97	35	326	3	1	3	658	6,81%
2017	206	104	37	348	3	1	3	702	6,81%
2018	220	111	40	372	3	1	3	750	6,81%
2019	235	119	43	397	3	1	3	801	6,81%
2020	251	127	46	424	3	1	3	855	6,81%
2021	273	138	50	461	3	1	3	929	8,81%
2022	297	150	54	502	3	1	3	1.010	8,81%
2023	323	163	59	546	3	1	3	1.098	8,81%
2024	351	177	64	594	3	1	3	1.193	8,81%
2025	375	189	68	634	3	1	3	1.273	6,81%
2026	401	202	73	677	3	1	3	1.360	6,81%
2027	428	216	78	723	3	1	3	1.452	6,81%
2028	457	231	83	772	3	1	3	1.550	6,81%
2029	488	247	89	825	3	1	3	1.656	6,81%
2030	521	264	95	881	3	1	3	1.768	6,81%
2031	556	282	101	941	3	1	3	1.887	6,81%
2032	594	301	108	1.005	3	1	3	2.015	6,81%
2033	634	321	115	1.073	3	1	3	2.150	6,81%
2034	677	343	123	1.146	3	1	3	2.296	6,81%
2035	723	366	131	1.224	3	1	3	2.451	6,81%
2036	772	391	140	1.307	3	1	3	2.617	6,81%
2037	825	418	150	1.396	3	1	3	2.796	6,81%
2038	881	446	160	1.491	3	1	3	2.985	6,81%
2039	941	476	171	1.593	3	1	3	3.188	6,81%
2040	1.005	508	183	1.701	3	1	3	3.404	6,81%

Fuente: Elaboración propia

3.3 RECOMENDACIONES

A continuación se relacionan cada uno de las recomendaciones del presente estudio de mercado:

3.3.1 Análisis de competitividad

3.3.1.1 Intensidad de la rivalidad entre competidores

Con respecto a la rivalidad de los competidores actuales, se recomienda no tener en cuenta el transporte de cemento en los cálculos de crecimiento del tráfico ya que este se transporta por el corredor férreo.

3.3.1.2 Amenazas de nuevos participantes

Para mitigar la amenaza de nuevos participantes se recomienda hacer seguimiento de los planes del estado frente al desarrollo de nueva infraestructura en la región. De igual forma se recomienda hacer seguimiento a los planes que tenga la compañía Argos con respecto al tramo de vía férrea entre Belencito y Paz de Río ya que aunque no genera competencia frente al transporte de otros productos diferentes del cemento, puede cambiar su estrategia y abrir el transporte a otros productos por modo férreo.

3.3.1.3 Poder de negociación de los compradores

En cuanto al poder de negociación de los compradores, se recomienda realizar una gestión social previa a la instalación del peaje para mitigar y prevenir el riesgo de oposición de la comunidad frente al proyecto.

3.3.1.4 Poder de negociación de los proveedores

Con respecto al poder de negociación de los proveedores se recomienda hacer seguimiento de los precios de los principales insumos y que están en un monopolio como lo son los combustibles, el cemento, el acero y el asfalto para prever su comportamiento futuro y alertar frente a posibles alzas injustificadas.

3.3.1.5 Amenaza de sustitución

De igual forma que para la amenaza de nuevos participantes, para la amenaza de sustitución se recomienda hacer seguimiento de los planes futuros de la vía férrea y de los planes del estado frente al desarrollo de nueva infraestructura en la región.

3.3.2 Proyección de la demanda

Se recomienda incluir en el análisis de riesgos varios porcentajes del tránsito atraído por su grado de incertidumbre por la falta de información en su cálculo. Se

recomienda plantear tres escenarios de tráfico para estimar los ingresos con los siguientes parámetros:

- Escenario bajo o pesimista: Considerando un crecimiento a partir del 2015 dos puntos porcentuales por debajo del PIB proyectado en el numeral 7.1.1.1, 0% del tráfico generado y 2% del tráfico de la vía Sogamoso – Duitama – Paz de Río. Este escenario se puede ver en la Tabla 24.
- Escenario medio o base: Considerando un crecimiento a partir del 2015 igual al PIB proyectado en el numeral 7.1.1.1, 1% del tráfico generado y 10% del tráfico de la vía Sogamoso – Duitama – Paz de Río. Este escenario se puede ver en la Tabla 25.
- Escenario alto u optimista: Considerando un crecimiento a partir del 2015 constante igual al promedio de crecimiento de los últimos años, 2% del tráfico generado y 20% del tráfico de la vía Sogamoso – Duitama – Paz de Río. Este escenario se puede ver en la Tabla 26.

Para la etapa de factibilidad se recomienda realizar encuestas origen – destino y preferencias declaradas adicionalmente a los conteos de tráfico. Tanto los conteos como las encuestas se recomiendan realizarlas en las siguientes localizaciones:

- Al inicio del proyecto en Puente Blanco
- En el acceso a Corrales
- A la entrada de Tasco
- A la salida de Duitama por la vía hacia Paz de Río.

Tabla 24 - Escenario bajo de tráfico

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2014	1.632	415	137	373	128	30	48	2.763	4,25%
2015	1.678	427	141	383	132	31	49	2.840	2,80%
2016	1.725	439	145	394	136	32	50	2.920	2,80%
2017	1.773	451	149	405	140	33	51	3.002	2,80%
2018	1.823	464	153	416	144	34	52	3.086	2,80%

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2019	1.874	477	157	428	148	35	53	3.172	2,80%
2020	1.976	502	168	449	155	36	58	3.346	3,80%
2021	2.045	520	174	465	161	38	60	3.463	3,50%
2022	2.117	538	180	481	167	39	62	3.584	3,50%
2023	2.191	557	186	498	173	40	64	3.709	3,50%
2024	2.268	576	193	515	179	41	66	3.839	3,50%
2025	2.318	589	197	526	183	42	67	3.923	2,20%
2026	2.369	602	201	538	187	43	68	4.009	2,20%
2027	2.421	615	205	550	191	44	69	4.097	2,20%
2028	2.474	629	210	562	195	45	71	4.187	2,20%
2029	2.528	643	215	574	199	46	73	4.279	2,20%
2030	2.584	657	220	587	203	47	75	4.373	2,20%
2031	2.631	669	224	598	207	48	76	4.452	1,80%
2032	2.678	681	228	609	211	49	77	4.532	1,80%
2033	2.726	693	232	620	215	50	78	4.614	1,80%
2034	2.775	705	236	631	219	51	79	4.697	1,80%
2035	2.825	718	240	642	223	52	80	4.782	1,80%
2036	2.862	727	243	650	226	53	81	4.844	1,30%
2037	2.899	736	246	658	229	54	82	4.907	1,30%
2038	2.937	746	249	667	232	55	83	4.971	1,30%
2039	2.975	756	252	676	235	56	84	5.036	1,30%
2040	3.014	766	255	685	238	57	85	5.101	1,30%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 - Escenario medio de tráfico

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2014	1.632	415	137	373	128	30	48	2.763	4,25%
2015	1.710	435	144	391	134	31	50	2.895	4,80%
2016	1.792	456	151	410	140	32	52	3.033	4,80%
2017	1.878	478	158	430	147	34	54	3.179	4,80%
2018	1.968	501	166	451	154	36	57	3.333	4,80%
2019	2.062	525	174	473	161	38	60	3.493	4,80%
2020	2.336	592	209	527	177	42	76	3.960	5,80%
2021	2.465	625	220	556	187	44	80	4.177	5,50%
2022	2.601	659	232	587	197	46	84	4.406	5,50%
2023	2.744	695	245	619	208	49	89	4.649	5,50%
2024	2.895	733	258	653	219	52	94	4.904	5,50%
2025	3.017	764	269	680	228	54	98	5.110	4,20%
2026	3.144	796	280	709	238	56	102	5.325	4,20%
2027	3.276	829	292	739	248	58	106	5.548	4,20%
2028	3.414	864	304	770	258	60	110	5.780	4,20%
2029	3.557	900	317	802	269	63	115	6.023	4,20%
2030	3.706	938	330	836	280	66	120	6.276	4,20%
2031	3.847	974	343	868	291	69	125	6.517	3,80%
2032	3.993	1.011	356	901	302	72	130	6.765	3,80%
2033	4.145	1.049	370	935	313	75	135	7.022	3,80%
2034	4.303	1.089	384	971	325	78	140	7.290	3,80%
2035	4.467	1.130	399	1.008	337	81	145	7.567	3,80%
2036	4.614	1.167	412	1.041	348	84	150	7.816	3,30%
2037	4.766	1.206	426	1.075	359	87	155	8.074	3,30%
2038	4.923	1.246	440	1.110	371	90	160	8.340	3,30%
2039	5.085	1.287	455	1.147	383	93	165	8.615	3,30%
2040	5.253	1.329	470	1.185	396	96	170	8.899	3,30%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 - Escenario de tráfico alto

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2014	1.632	415	137	373	128	30	48	2.763	4,25%
2015	1.701	433	143	389	133	31	50	2.880	4,25%
2016	1.773	451	149	406	139	32	52	3.002	4,25%

AÑO	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3- C4	C5	C6	Total	Tasa de crecimiento
2017	1.848	470	155	423	145	33	54	3.128	4,25%
2018	1.927	490	162	441	151	34	56	3.261	4,25%
2019	2.009	511	169	460	157	35	58	3.399	4,25%
2020	2.444	618	229	543	182	41	88	4.145	6,25%
2021	2.596	656	244	577	193	44	94	4.404	6,25%
2022	2.758	697	259	613	205	47	100	4.679	6,25%
2023	2.930	741	275	651	218	50	106	4.971	6,25%
2024	3.113	787	292	692	232	53	113	5.282	6,25%
2025	3.245	820	304	721	242	55	118	5.505	4,25%
2026	3.383	855	317	752	252	57	123	5.739	4,25%
2027	3.527	891	330	784	263	59	128	5.982	4,25%
2028	3.677	929	344	817	274	62	133	6.236	4,25%
2029	3.833	968	359	852	286	65	139	6.502	4,25%
2030	3.996	1.009	374	888	298	68	145	6.778	4,25%
2031	4.166	1.052	390	926	311	71	151	7.067	4,25%
2032	4.343	1.097	407	965	324	74	157	7.367	4,25%
2033	4.528	1.144	424	1.006	338	77	164	7.681	4,25%
2034	4.720	1.193	442	1.049	352	80	171	8.007	4,25%
2035	4.921	1.244	461	1.094	367	83	178	8.348	4,25%
2036	5.130	1.297	481	1.140	383	87	186	8.704	4,25%
2037	5.348	1.352	501	1.188	399	91	194	9.073	4,25%
2038	5.575	1.409	522	1.238	416	95	202	9.457	4,25%
2039	5.812	1.469	544	1.291	434	99	211	9.860	4,25%
2040	6.059	1.531	567	1.346	452	103	220	10.278	4,25%

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Estrategia de comercialización

3.3.3.1 Producto

La vía que comunica al Municipio de Sogamoso con el Municipio Tasco, ubicada al noroeste del municipio de Sogamoso en el departamento de Boyacá se desarrolla en dirección Sur – Norte, partiendo en el sentido Sogamoso – Tasco. La vía existente inicia en el sector conocido como Gustavo Jiménez o Puente Blanco, y culmina al inicio de la doble calzada en el municipio de Tasco, adicionalmente sirve como corredor principal para acceder a la zona industrial minera y el ingreso a los municipios de Tópaga, Monguí, Corrales y Gámeza.

El propósito fundamental del proyecto, es mejorar las condiciones estructurales y/o geométricas del corredor, obteniendo una vía de muy buenas especificaciones, las cuales mejorarán sustancialmente la conectividad entre los municipios que comunica, permitiendo reducir notablemente los tiempos de operación para los usuarios, siendo claramente favorable el proyecto para el desarrollo económico y la competitividad de la región central del país.

El origen del proyecto se fundamenta en los siguientes aspectos:

- Mal estado de la vía que genera mayores tiempos de viaje y mayores costos de operación en los vehículos.
- Disminución y/o pérdida del turismo.

- Bajos estímulos para la producción agropecuaria por el mayor costo en los insumos y el transporte, con la consecuente afectación de los márgenes de comercialización.
- incrementos en la accidentalidad.

El proyecto contempla el mejoramiento de la actual carretera bidireccional de dos carriles para cumplir con una velocidad de diseño de 60 km/h de acuerdo con los estándares y parámetros establecidos en el manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS del año 2008. Para esto, el ancho de la carretera actual se ampliará para cumplir con la Ley 105 de 1993, esto es con un carril por sentido de 3,65 m de ancho y bermas de 1.8 m. De igual forma se ampliarán los radios de curvatura horizontal y las pendientes verticales para garantizar una velocidad de diseño de 60 KPH. Se mejorarán las obras de drenaje y se realizará el tratamiento de las zonas geológicamente inestables.

Para la operación de la carretera se plantea ofrecer los siguientes servicios una vez construida la vía con las nuevas especificaciones técnicas anteriormente citadas:

- Postes S.O.S
- Ambulancia
- Carro Taller
- Grúa
- Control de tráfico
- Área de servicios
- Mantenimiento vial
- Peaje
- Información al usuario

a) Postes S.O.S

La vía contará principalmente con 16 postes S.O.S., ubicados cada 1,5 kilómetros a cada lado de la vía, los cuales permitirán a los usuarios comunicarse de forma ágil y efectiva con el Centro de Control Operacional, obtener información y atención mecánica y/o de emergencia.

b) Servicio de ambulancia

Contará con personal idóneo y capacitado, con los equipos necesarios para prestar primeros auxilios y traslado de los pacientes a los centros médicos y hospitales de los municipios de influencia sobre la vía.

c) Servicio de carro taller

El servicio de Carro Taller contará con personal calificado y el equipo adecuado, para prestar primeros auxilios mecánicos en casos de fallas menores de los vehículos.

d) Servicio de grúa

El servicio de grúa contará con un equipo de primeros auxilios mecánicos para vehículos y/o su traslado a estaciones de servicio o parqueaderos más cercanos, sobre la vía.

e) Control de tráfico

El servicio de control de tráfico de la vía contará con un personal profesional, el cual vigilará constantemente la disponibilidad de la vía en forma segura y permanente, para verificar la atención correcta y prestación de los servicios a los usuarios.

f) Área de servicios

Se contará con instalaciones de atención al público, cafetería, telefonía, espacios de carga para celulares y baterías sanitarias dispuestas para el servicio de los usuarios.

g) Mantenimiento vial

Se contará con el personal, recursos y equipos suficientes para realizar el mantenimiento integral de la vía, se garantizará el excelente estado de la carretera en sectores como pavimentos, zonas verdes, obras de drenaje, aseo vial, señalización vertical y horizontal para brindar comodidad y seguridad a los usuarios.

h) Información al usuario

Este servicio consiste en una permanente comunicación, con el usuario de la carretera a través de medios como emisoras de radio locales (las cuales deberán definirse en una siguiente etapa de estudios), paneles led con mensajes sobre el estado de la vía, las condiciones climáticas, etc.

i) Recaudo de peaje

De acuerdo con el TPD del proyecto, se recomienda la construcción de una estación de peaje de 3 carriles de cobro, siendo el de la mitad reversible de acuerdo con la necesidad.

Esta estación de peaje operará las 24 horas del día y contará con las siguientes instalaciones:

- Casetas de cobro
- Cubiertas
- Caseta administrativa
- Caseta para la planta eléctrica
- Cuarto subterráneo para la instalación de todos los equipos de clasificación y conteo y la caja fuerte.

Para la operación de la estación de peaje se requiere considerar los siguientes ítems:

- Personal necesario para la estación de peaje
- Consumibles (boletería impresa, papelería, libros de registro, etc.)
- Mantenimiento de instalaciones y equipos de la estación de peaje
- Transportes y servicios públicos.

A continuación se describen cada uno de los anteriores ítems:

- i. El personal necesario para operar el peaje es el siguiente:
 - Recaudadores: uno por caseta de cobro, de tres turnos cada una.
 - Supervisores: uno para toda la estación de peaje, de dos turnos
 - Jefe de peaje: uno para toda la estación de peaje, en un solo turno
 - Jefe técnico: uno para toda la estación de peaje, de dos turnos
 - Personal de vigilancia las veinticuatro horas del día
 - Personal de aseo, un solo turno
- ii. Consumibles

Son todos aquellos costos que se consumen durante la operación del peaje como lo son la papelería, los útiles de oficina, elementos de aseo y cafetería, rollos térmicos, boletería impresa, formatos y conos para señalización, entre otros.

- iii. Mantenimiento de instalaciones y equipos

El segundo grupo es el que tiene que ver con los mantenimientos de los equipos y de las instalaciones del peaje. Dentro de los mantenimientos se encuentran las calibraciones para el equipo de conteo y clasificación de tráfico, el mantenimiento de los equipos de cómputo, de la planta, del equipo meteorológico, entre otros equipos, así como también el mantenimiento del pavimento de los carriles, de las casetas de recaudo, de la cubierta y otras instalaciones.

iv. Transportes y servicios públicos

Por último, se tienen otros costos como el transporte de valores, el transporte del personal, los servicios públicos, entre otros.

j) Servicios adicionales

Dadas las condiciones de los usuarios de la carretera, los posibles servicios adicionales son:

- Estaciones de gasolina
- Parqueaderos para camiones
- Tiendas de insumos para la agroindustria y minería
- Restaurantes

Sin embargo, cada uno de estos servicios adicionales debe tratarse como un proyecto en sí, y debido a la poca información disponible en esta etapa del proyecto, se recomienda no tener en cuenta los posibles costos y beneficios de estos servicios adicionales.

3.3.3.2 Personas (usuarios de la vía)

Analizando la composición del tráfico, la mayoría de los usuarios son vehículos particulares y camiones grandes de dos ejes (C-2G o categoría IV). Sin embargo, con el mejoramiento de la carretera se espera que se incrementen los camiones de mayor capacidad. Teniendo en cuenta lo anterior, los viajes que se desarrollan son cortos ya que unen el centro de producción agrícola y minera como Tasco, Paz de Río, Gámeza y otros con el centro de distribución, Sogamoso.

Teniendo en cuenta lo anterior, los usuarios principales del corredor vial son los habitantes de los municipios de Sogamoso, Tópaga, Corrales, Mongua, Monguít, Gámeza, Beteitiva y Tasco con población de alrededor 50.000 habitantes. Las comunidades se caracterizan por su bajo nivel de ingreso producto de la explotación minifundista que los caracteriza en los aspectos agrícolas y pecuarios. Se distinguen dos municipios el primero Sogamoso que se encuentra al inicio del trayecto. El segundo es el municipio de Tasco ubicado a la terminación de la vía y se caracteriza por ser municipio con vocación agropecuaria y minera.

Alrededor del 60% de la población está localizada en el sector rural y un alto porcentaje muy cerca a la vía objeto del presente estudio. Las organizaciones comunitarias más destacadas corresponden a las Juntas de Acción Comunal para cada una de las veredas. No existen organizaciones activas encargadas de la producción y comercialización agropecuaria.

En menor medida se encuentran los turistas que visitan los municipios de Monguí, Mongua, Tópaga y Corrales.

3.3.3.3 Precio (tarifa de peaje)

La tarifa de peaje deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Aplicar tarifas competitivas para los usuarios según los volúmenes de tráfico estimados.
- Aplicar tarifas que para los niveles de inversiones y costos de operación de tal manera que generen para los inversionistas tasas atractivas de retorno;
- Aplicar tarifas que permiten generar flujos de caja con amplios márgenes de cobertura para el servicio de la deuda.
- Aplicar tarifas que impliquen los menores desembolsos de recursos por parte del Estado, vía apropiaciones de vigencias futuras.

Adicionalmente a los ingresos por el recaudo de peaje, el proyecto puede recibir recursos por parte del Estado, mediante la apropiación de vigencias futuras. Sin embargo, los montos y la forma de pago dependerán del tipo de contrato con el que se ejecute el proyecto, es decir si es por un contrato de obra pública, o si es mediante un contrato de asociación público – privada. La necesidad de recurso del estado será objeto de análisis en los estudios financieros y de financiación. Es necesario mencionar este punto en el estudio de mercado pues esto afecta directamente los análisis.

Se recomienda tomar la tarifa del peaje nuevo igual a las casetas de peaje cercanas. Las tarifas recomendadas se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27 - Tarifas propuestas

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	TARIFA
Categoría I	Automóviles, camperos y camionetas	6.500
Categoría II	Buses, busetas y microbuses	7.100
Categoría III	Camiones pequeños de dos ejes	18.200
Categoría IV	Camiones grandes de dos ejes	22.700

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	TARIFA
Categoría V	Camiones de tres y cuatro ejes	26.600
Categoría VI	Camiones de cinco ejes	33.100
Categoría VII	Camiones de seis ejes o más	39.600

Fuente: Elaboración propia

El incremento de los peajes a cargo del INVIAS se realiza por decreto todos los años, mientras que los peajes a cargo de las concesiones viales se realiza de acuerdo con las condiciones particulares establecidas por la Agencia Nacional de Infraestructura. Sin embargo, en general, el incremento para ambos casos es de acuerdo con el Índice de Precios al Consumidor. Para este proyecto, se propone que la evolución de las tarifas sea debida únicamente al IPC, redondeando a la centena. Las proyecciones del IPC se estiman en el estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento.

3.3.3.4 Plaza

El área de influencia directa del proyecto es la zona que está en contacto directo con la carretera, en donde se tendrá gran actividad de las obras para el mejoramiento de la carretera, para el mantenimiento, tanto periódico, como rutinario y para la operación. De acuerdo con lo anterior se recomienda tener como área de influencia directa una franja a lo largo de toda la carretera con un ancho de doscientos metros a ambos costados de la carretera existente. Esta zona por estar en contacto con la carretera se verá afectada tanto positivamente como negativamente por el hecho de realizar el mejoramiento del corredor vial.

Los primeros cinco kilómetros de esta zona se caracterizan por tener una alta densidad de viviendas, comercio e industria en su gran mayoría relacionada con la minería. Posteriormente, hasta el kilómetro 17, pasando el acceso a Corrales, la densidad de la vivienda, el comercio y la industria se reduce, mientras que la actividad agrícola se incrementa.

Desde el kilómetro 17 hasta el final del trayecto esta zona es poco desarrollada, con escasos cultivos y algunas minas pequeñas de carbón y arena.

Por otro lado, el área de influencia indirecta es toda la zona que se afecta positiva o negativamente pero que no está en contacto directo con la carretera. De acuerdo con esto, esta área está compuesta por la zona rural y urbana de los municipios de Sogamoso, Corrales, Tasco, Mongua, Monguít, Gámeza, Betétiva y Tópaga.

En cuanto a la localización del peaje, éste se recomienda que se ubique sobre el tramo Puente Blanco – Corrales, el cual generaría mayores ingresos por tener mayores volúmenes de tráfico. De acuerdo con el TPD (tráfico promedio diario) para el horizonte del proyecto, se estima que la estación de peaje cuente con 3 carriles para una adecuada operación de acuerdo con los estándares de Colombia. Esta estación de peaje comenzará a operar una vez culmine la etapa de construcción.

3.3.3.5 Publicidad

La publicidad recomendada para la carretera será la siguiente:

- Vallas informativas al inicio y fin del corredor indicando los servicios al usuario.
- Página web informando teléfonos de emergencia, los servicios al usuario y una descripción del corredor entre otros.
- Difusión a través de una emisora de radio sintonizable a lo largo de todo el corredor, emitiendo Información de contacto del sistema de Atención al Usuario, información confiable sobre situaciones meteorológicas, información sobre los planes de manejo de tráfico e información de Incidentes, Accidentes y Emergencias

Adicionalmente, se considera realizar campañas publicitarias y distribución de boletines informativos dentro del corredor y en vías cercanas al proyecto, como parte del programa de seguridad vial para vincular a los usuarios de la carretera (conductores, peatones y ciclistas) y de esta manera incrementar los índices de seguridad vial, e incentivar a los usuarios a tomar como mejor alternativa el corredor que hace parte de este proyecto.

3.3.3.6 Promoción

Para el caso del corredor vial, se recomienda no tener en cuenta los sistemas “*free-flow*” hasta que el Ministerio de Transporte no defina el estándar a utilizar. En un inicio, se recomienda utilizar boletería pre-pago como forma de realizar la promoción.

3.4 COSTOS Y BENEFICIOS

3.4.1 Costos

De acuerdo con la experiencia en la operación de los peajes a cargo del INVIAS de dos de los integrantes del grupo de trabajo, la operación de un peaje de 2 carriles cuesta en promedio mensualmente 100 millones de pesos, uno de 3 carriles, 120 millones y uno de 4 carriles, 140 millones de pesos. El estimativo de estos costos se puede ver en la Tabla 28. De acuerdo con las recomendaciones, el peaje será de 3 carriles por lo que su costo anual será de 1 440 millones.

Tabla 28 - Estimativo costos de recaudo

ÍTEM	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total dos carriles	Valor total tres carriles	Valor total cuatro carriles
Personal (incluye factor prestacional)						
Vigilancia	un	1,00	\$7.000.000	\$7.000.000	\$7.000.000	\$7.000.000
Personal adicional - contratación temporal	un	1,00	\$1.350.000	\$1.350.000	\$1.350.000	\$1.350.000
Recaudadores	un	4,00	\$1.400.000	\$11.200.000	\$16.800.000	\$22.400.000

ÍTEM	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total dos carriles	Valor total tres carriles	Valor total cuatro carriles
Supervisores	un	4,00	\$2.500.000	\$10.000.000	\$10.000.000	\$10.000.000
Jefe de peaje	un	2,00	\$3.500.000	\$7.000.000	\$7.000.000	\$7.000.000
Jefe técnico	un	2,00	\$3.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000	\$6.000.000
Servicios generales	un	1,00	\$1.100.000	\$1.100.000	\$1.100.000	\$1.100.000
Consumibles						
Útiles oficina y Papelería	GL	1,00	\$2.500.000	\$2.500.000	\$2.500.000	\$2.500.000
Elementos de aseo y cafetería	GL	1,00	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000
Boletería pre-impresa	GL	1,00	\$7.000.000	\$14.000.000	\$21.000.000	\$28.000.000
Rollos térmicos	GL	1,00	\$7.000.000	\$14.000.000	\$21.000.000	\$28.000.000
Libros boletería pre-impresa	GL	1,00	\$150.000	\$150.000	\$150.000	\$150.000
Formatos boletería pre-impresa	GL	1,00	\$200.000	\$200.000	\$200.000	\$200.000
Dotación menores (chalecos reflectivos, conos, cintas de señalización y prevención, Etc.)	GL	1,00	\$800.000	\$800.000	\$800.000	\$800.000
Mantenimiento						
Mantenimiento Infraestructura peajes	un	1,00	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Mantenimiento cubierta y estructura metálica	un	1,00	\$100.000	\$200.000	\$300.000	\$400.000
Mantenimiento menor Equipos Conteo y Clasificación	un	1,00	\$200.000	\$400.000	\$600.000	\$800.000
Pintura Instalaciones	un	1,00	\$400.000	\$800.000	\$1.200.000	\$1.600.000
Señalización vertical	un	1,00	\$300.000	\$300.000	\$300.000	\$300.000
Mantenimiento Equipos Control de Tráfico	un	1,00	\$500.000	\$1.000.000	\$1.500.000	\$2.000.000
Mantenimiento UPS, aires acondicionados, pararrayos y malla a tierra, pozos sépticos, plantas eléctricas, etc.	un	1,00	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Transportes y servicios públicos						
Transporte Valores	un	1,00	\$12.000.000	\$12.000.000	\$12.000.000	\$12.000.000
Transporte personal	un	1,00	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000
Servicio de Comunicaciones	un	1,00	\$3.000.000	\$3.000.000	\$3.000.000	\$3.000.000
Servicios Públicos	un	1,00	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Total				98.800.000	\$119.600.000	\$140.400.000

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el costo de construcción de la estación de peaje contempla la construcción de las casetas de recaudo, las islas, la caseta administrativa, la cubierta de los carriles, la señalización y las redes de servicios públicos. Se estima que el valor de la obra civil es de 1.200 millones.

Por último, se debe considerar el costo de los equipos de conteo y clasificación de tráfico, el circuito cerrado de televisión, el equipo de monitoreo meteorológico, los equipos de cómputo, el detector de galibo, la planta eléctrica, la malla a tierra, y la UPS.

Adicionalmente se debe tener en cuenta el mobiliario de oficina. El valor inicial del equipo del peaje se estima en 800 millones de pesos. Se debe tener en cuenta que la vida útil de este equipo es en promedio de 8 años, de acuerdo con la experiencia en otros proyectos.

3.4.2 Beneficios

Por otra parte, los ingresos anuales se calculan de acuerdo con la tarifa de cada categoría de vehículos por el tráfico promedio diario de cada año y por el número de días del año, asumiendo un incremento del IPC anual del 3%. Este cálculo se puede ver en la Tabla 29

Tabla 29 - Cálculo de recaudo de peaje

TPD (veh/día)																				
AÑO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Categoría I	2.336	2.465	2.601	2.744	2.895	3.017	3.144	3.276	3.414	3.557	3.706	3.847	3.993	4.145	4.303	4.467	4.614	4.766	4.923	5.085
Categoría II	592	625	659	695	733	764	796	829	864	900	938	974	1.011	1.049	1.089	1.130	1.167	1.206	1.246	1.287
Categoría III	209	220	232	245	258	269	280	292	304	317	330	343	356	370	384	399	412	426	440	455
Categoría IV	527	556	587	619	653	680	709	739	770	802	836	868	901	935	971	1.008	1.041	1.075	1.110	1.147
Categoría V	177	187	197	208	219	228	238	248	258	269	280	291	302	313	325	337	348	359	371	383
Categoría VI	42	44	46	49	52	54	56	58	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93
Categoría VII	76	80	84	89	94	98	102	106	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165
Total	3.960	4.177	4.406	4.649	4.904	5.110	5.325	5.548	5.780	6.023	6.276	6.517	6.765	7.022	7.290	7.567	7.816	8.074	8.340	8.615

TARIFA (COP)																				
Categoría I	7.700	7.900	8.100	8.300	8.500	8.800	9.100	9.400	9.700	10.000	10.300	10.600	10.900	11.200	11.500	11.800	12.200	12.600	13.000	13.400
Categoría II	8.300	8.500	8.800	9.100	9.400	9.700	10.000	10.300	10.600	10.900	11.200	11.500	11.800	12.200	12.600	13.000	13.400	13.800	14.200	14.600
Categoría III	21.700	22.400	23.100	23.800	24.500	25.200	26.000	26.800	27.600	28.400	29.300	30.200	31.100	32.000	33.000	34.000	35.000	36.100	37.200	38.300
Categoría IV	27.100	27.900	28.700	29.600	30.500	31.400	32.300	33.300	34.300	35.300	36.400	37.500	38.600	39.800	41.000	42.200	43.500	44.800	46.100	47.500
Categoría V	31.700	32.700	33.700	34.700	35.700	36.800	37.900	39.000	40.200	41.400	42.600	43.900	45.200	46.600	48.000	49.400	50.900	52.400	54.000	55.600
Categoría VI	39.600	40.800	42.000	43.300	44.600	45.900	47.300	48.700	50.200	51.700	53.300	54.900	56.500	58.200	59.900	61.700	63.600	65.500	67.500	69.500
Categoría VII	47.300	48.700	50.200	51.700	53.300	54.900	56.500	58.200	59.900	61.700	63.600	65.500	67.500	69.500	71.600	73.700	75.900	78.200	80.500	82.900

RECAUDO (millones COP)																				
Categoría I	6.566	7.108	7.690	8.313	8.982	9.691	10.443	11.240	12.087	12.983	13.933	14.884	15.886	16.945	18.062	19.239	20.546	21.919	23.360	24.871
Categoría II	1.794	1.939	2.117	2.308	2.515	2.705	2.905	3.117	3.343	3.581	3.835	4.088	4.354	4.671	5.008	5.362	5.708	6.075	6.458	6.858
Categoría III	1.653	1.799	1.956	2.128	2.307	2.474	2.657	2.856	3.062	3.286	3.529	3.781	4.041	4.322	4.625	4.952	5.263	5.613	5.974	6.361
Categoría IV	5.215	5.662	6.149	6.688	7.270	7.793	8.359	8.982	9.640	10.333	11.107	11.881	12.694	13.583	14.531	15.526	16.528	17.578	18.677	19.886
Categoría V	2.052	2.232	2.423	2.634	2.854	3.062	3.292	3.530	3.786	4.065	4.354	4.663	4.982	5.324	5.694	6.076	6.465	6.866	7.312	7.773
Categoría VI	608	655	705	774	847	905	967	1.031	1.099	1.189	1.284	1.383	1.485	1.593	1.705	1.824	1.950	2.080	2.217	2.359
Categoría VII	1.316	1.422	1.539	1.679	1.829	1.964	2.103	2.252	2.405	2.590	2.786	2.988	3.203	3.425	3.659	3.901	4.156	4.424	4.701	4.993
Total	19.204	20.817	22.579	24.526	26.602	28.594	30.727	33.008	35.423	38.027	40.827	43.668	46.646	49.862	53.285	56.880	60.617	64.555	68.700	73.100

Fuente: Elaboración propia

4 ESTUDIOS TÉCNICOS

Los estudios técnicos a nivel de pre-factibilidad buscan identificar la capacidad de la vía, la localización, las actividades y los recursos para la ejecución del proyecto, así como los costos de inversión. Para determinar lo anterior, el ciclo de vida del corredor vial se dividirá en las etapas mostradas en la Figura 18.

Figura 18 - Ciclo de vida del corredor vial



Fuente: Elaboración propia, basado en las concesiones de cuarta generación estructuradas por el Estado colombiano

- Etapa de Pre-construcción. En esta fase se ejecutarán los diseños definitivos o diseños fase III para construcción de todas las obras necesarios para la ejecución de la carretera los cuales comprenderán como mínimo las áreas de topografía, diseño del trazado geométrico de la vía, geología y geotecnia, hidráulica e hidrología y socavación, estudio de puentes y estructuras, estudio de pavimentos, estudios socio-prediales, estudios ambientales, detección y reposición de servicios afectados, iluminación vial, señalización y seguridad vial, instalaciones de comunicación y asistencia a los usuarios, sistemas inteligentes de tráfico, diseño del centro de control y operación,

estudio de áreas de peaje, estudio de afección de las obras al tráfico y de seguridad vial durante las obras, plan de obra y cantidades de obra. Adicionalmente, en esta fase se adelantará la consecución de todas las licencias y permisos, así como la obtención de recursos de terceros, como créditos bancarios, para la financiación del proyecto. Se estima que esta fase dure 12 meses.

- Etapa de construcción. Consiste en la ejecución de todas las obras del corredor vial. Se estima que esta fase dure 36 meses. La intervención que se realizará será un mejoramiento del corredor actual, con el objetivo de llevarlo a unas características técnicas determinadas y de mayores beneficios que los que presenta la vía, de tal manera que mejoren la capacidad o el nivel de servicio, bien sea, mediante la ejecución de actividades que mínimo logren aumentar la velocidad de diseño, rectificar o mejorar alineamientos horizontales o verticales puntuales o continuos, ampliar las secciones geométricas de las vías, ampliación de calzadas o nuevos carriles, minimizar los impactos de sitios críticos o vulnerables, pavimentar incluyendo la estructura del pavimento, entre otros.
- Etapa de operación y mantenimiento. Consiste en la operación de la carretera, así como también la ejecución de los mantenimientos periódicos y rutinarios para que la carretera tenga un buen nivel de operación. Esta etapa se estima en 21 años.
- Etapa de reversión. Al finalizar la etapa de operación y mantenimiento todos los bienes muebles e inmuebles, infraestructuras, instalaciones y cualquier otro bien destinado a la operación y mantenimiento de la vía revertirá a la ANI, libres de cargas. En esta etapa se realizará un levantamiento de todos los bienes afectos al proyecto y un recorrido por la vía para verificar el estado de toda la infraestructura.

4.1 HALLAZGOS

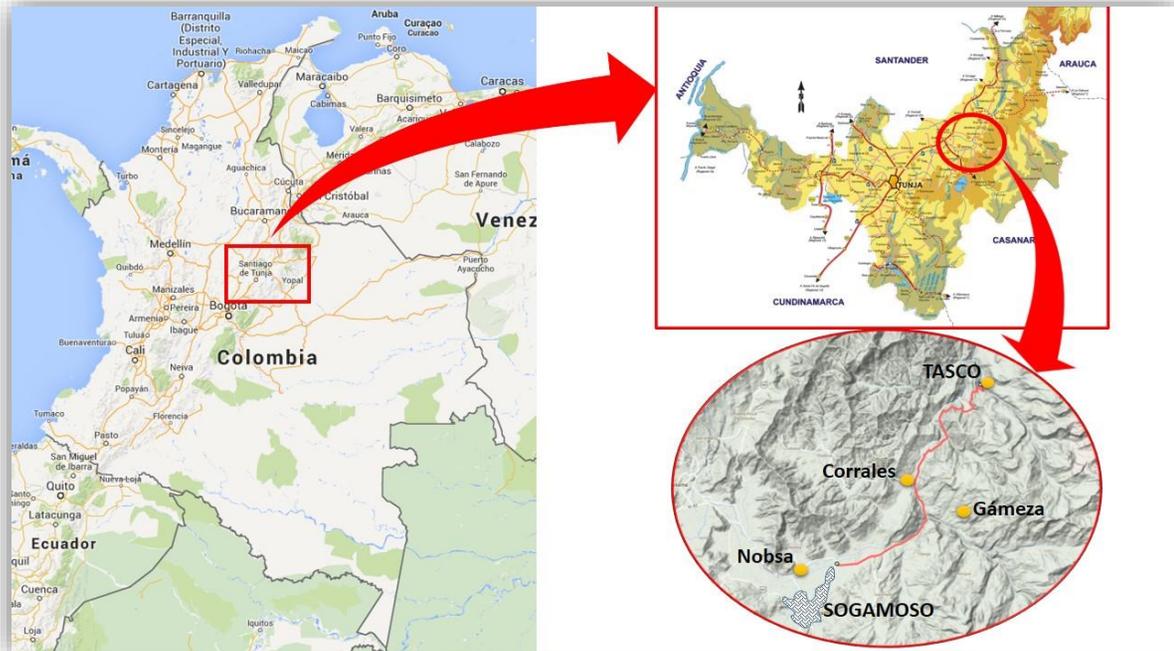
4.1.1 Localización general

El proyecto se localiza al nororiente del departamento de Boyacá, entre los municipios de Sogamoso y Tasco. Su localización general se puede observar en la Figura 19. La longitud del corredor vial es de 33 km, de los cuales 5 km son en terreno plano, 12 km en terreno ondulado y 16 km en terreno montañoso-escarpado. Para la evaluación de las condiciones existentes del tramo de estudio se encontró

mejor analizarlas en los siguientes tramos homogéneos por separado (ver Figura 20):

- Sogamoso – Corrales (15 km)
- Corrales – Tasco (18 km)

Figura 19 - Localización general



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.1 Tramo Sogamoso – Corrales

La vía entre Sogamoso y Corrales se encuentra pavimentada pero en muy mal estado; las obras hidráulicas existentes funcionan parcialmente, por lo que hay que hacer mantenimiento y limpieza. El ancho de la calzada es de 7.3 m en una longitud de 14.9 km. El tipo de terreno es plano para los primeros 5 kilómetros, y ondulado para el resto. La geometría de la vía existente permite velocidades de operación entre 40 y 50 km/h, sin embargo el mal estado del pavimento reduce la velocidad a 30 km/h.

4.1.1.2 Tramo Corrales – Tasco

Este tramo de vía se encuentra actualmente en material de afirmado. El ancho actual de este tramo es de 6 m y cunetas en tierra de 1 m en un 75% de la longitud de este tramo. El tipo de terreno es ondulado en 2.1 km y montañoso

en los restantes 16 km. La velocidad de operación de acuerdo con las características existentes es de 20 km/h.

Las obras de drenaje existentes consisten en cunetas, alcantarillas y pontones, los cuales se encuentran funcionando parcialmente debido a obstrucciones en encole y descole, otras se encuentran totalmente obstruidas por lo que se tendrán que construir de nuevo.

Figura 20 - Localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Capacidad y niveles de servicio

Un estudio de capacidad de un proyecto vial es un estudio cuantitativo y cualitativo, el cual permite evaluar la suficiencia (cuantitativo) y la calidad (cualitativo) del servicio ofrecido por el sistema (oferta) a los usuarios (demanda).

La demanda vehicular es la cantidad de vehículos que requieren desplazarse por el tramo de estudio u oferta vial. Por otro lado, la oferta vial o capacidad, representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en dicho tramo.

Si la demanda vehicular es menor que la oferta vial, el flujo será no saturado y los niveles de operación variarán de excelentes a aceptables. Si la demanda vehicular es igual que la oferta vial, se llega a la capacidad del sistema. El tránsito se torna inestable y se puede llegar a la congestión. Y si la demanda vehicular es mayor que la oferta vial, el flujo será forzado, presentándose detenciones frecuentes y grandes demoras.

Para determinar la capacidad de un proyecto vial, no sólo es necesario conocer sus características físicas o geométricas, sino también las características de los flujos

vehiculares, bajo una variedad de condiciones de operación sujetas a los dispositivos de control y al medio ambiente.

Partiendo entonces del TPD y la distribución del tránsito encontrado en los estudios de mercado y siguiendo la metodología del Manual de Capacidad y niveles de servicio, adoptado mediante Resolución No. 005864 de 1998 del INVIAS, se obtiene la capacidad de la vía existente y la proyectada.

De acuerdo con esta metodología, el nivel de servicio actual de la carretera es E y para el año 2040, el nivel sería F, mientras que con el proyecto la vía en el 2020, estará en nivel B y en el 2040 alcanzará un nivel de servicio D. El cálculo se puede observar en el numeral 4.4.1

Aunque no se cuenta con datos reales sobre el TPD de los primeros 5 km, en visita de campo se comprobó los altos volúmenes de tráfico que transitan por esta zona. Por esta razón se espera que aun en la situación con proyecto el nivel de servicio sea F. Por esta razón en los primeros 5 kilómetros se debe duplicar la capacidad.

4.1.3 Requerimientos de obras

4.1.3.1 Etapa de pre-construcción

En esta etapa se deben realizar los diseños definitivos, los cuales se estiman entre un 1% y un 3% del costo de la construcción, de acuerdo datos obtenidos del costo promedio de diseños de proyectos del INVIAS, suministrado por la oficina de licitaciones de la firma consultora Neoingeniería P&T SAS. Por otro lado se deben adelantar las gestiones sociales y ambientales. Estos costos se encuentran en el capítulo correspondiente a los estudios ambientales. Los parámetros de diseño se encuentran en la Tabla 30.

La velocidad de diseño es escogida de acuerdo con el manual de diseño del INVIAS teniendo en consideración la carretera es primaria de una sola calzada y se desarrolla por terreno montañoso a escarpado.

Tabla 30 - Parámetros de diseño

Parámetro	Valor
Velocidad de diseño	60 km/h
Radio mínimo	120 m
Pendiente máxima	8%
Ancho de calzada	7.3 m
Ancho de bermas	1.8 m
Pendiente mínima	0.5%
Peralte máximo	8%

Fuente: Elaboración propia

De igual forma, se seguirá lo establecido en el Manual de diseño geométrico para carreteras, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del INVIAS.

En la Tabla 31 se presenta un estimativo de cantidades sobre las grandes partidas que pueden afectar el presupuesto del proyecto. Es importante aclarar, que la estimación de todas las cantidades de obra, se realizaron con base a la metodología propuesta por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del 2008, para estudios en etapa de pre-factibilidad, en donde se recomienda aprovechar la experiencia en proyectos similares. Por lo anterior, la firma Neoingeniería P&T SAS, suministró información de cantidades de obra, de proyectos similares en los que ha participado, con fines únicamente académicos para el desarrollo del presente trabajo.

Tabla 31 - Cantidades de referencia otros proyectos

PROYECTO	unid	LA ESPRIELLA - RIO MATAJE	DUITAMA - CHARALÁ	EL ESPINO - TIPACOQUE
Localización	n.a,	Nariño	Boyacá	Boyacá
Tipo terreno	n.a.	Ondulado	Montañoso	Escarpado
Velocidad de Diseño	km/h	60	60	60
Longitud	km	19,8	41	25,5
\$ Aprox estudios	\$ col	1.382.400	2.073.600	1.555.200
Prom. M3 corte	m3/k m	5.000	28.000	53.500
Prom. M3 terraplén	m3/k m	16.000	26.000	18.000
Volumen corte	m3	99.000	1.148.000	1.364.250
Volumen terraplén	m3	316.800	1.066.000	459.000
Mdc-1	m3	9.371	19.405	12.069
Mdc-2	m3	13.120	27.167	16.896
Base granular	m3	37.485	77.619	48.276
Subbase granular	m3	61.046	126.409	78.620
Alcantarillas	unid	91	188	117
Box culvert	unid	51	106	66
Pontones	unid	2	5	3
# Puentes	unid	1	2	4
Long. Total puentes	m	200	335	209
Líneas de demarcación	m	79.200	198.000	99.000
Tachas refractivas	unid	9.900	24.750	12.375
Señales verticales	unid	297	743	371

PROYECTO	unidad	LA ESPRIELLA - RIO MATAJE	DUITAMA - CHARALÁ	EL ESPINO - TIPACOQUE
Señales bandera 4x2 m	unidad	4	11	5
Delineadores de curva	unidad	396	990	495
Postes de kilometraje	unidad	20	50	25
Defensa metálica	m	1.800	4.500	2.250

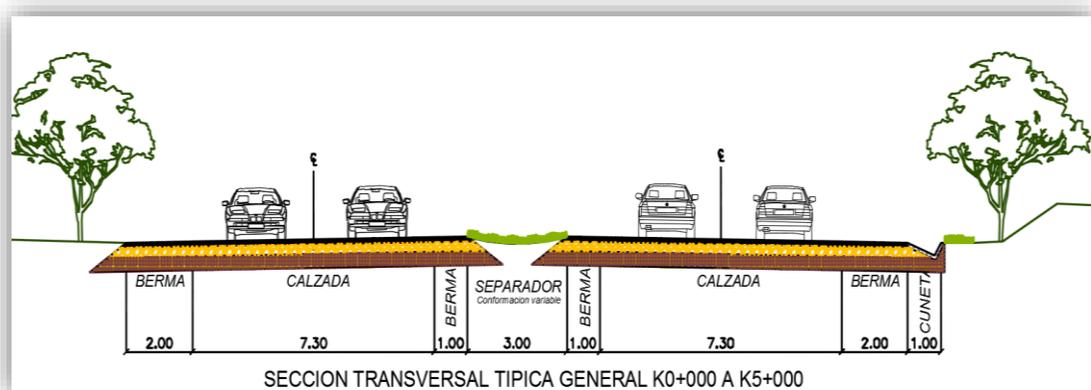
Fuente: Elaboración propia

A partir de la información anterior, y apoyados en la experiencia de los integrantes del grupo, se realizaron los estimativos de cantidades de obra, necesarios para la construcción del proyecto

4.1.3.2 Etapa de construcción

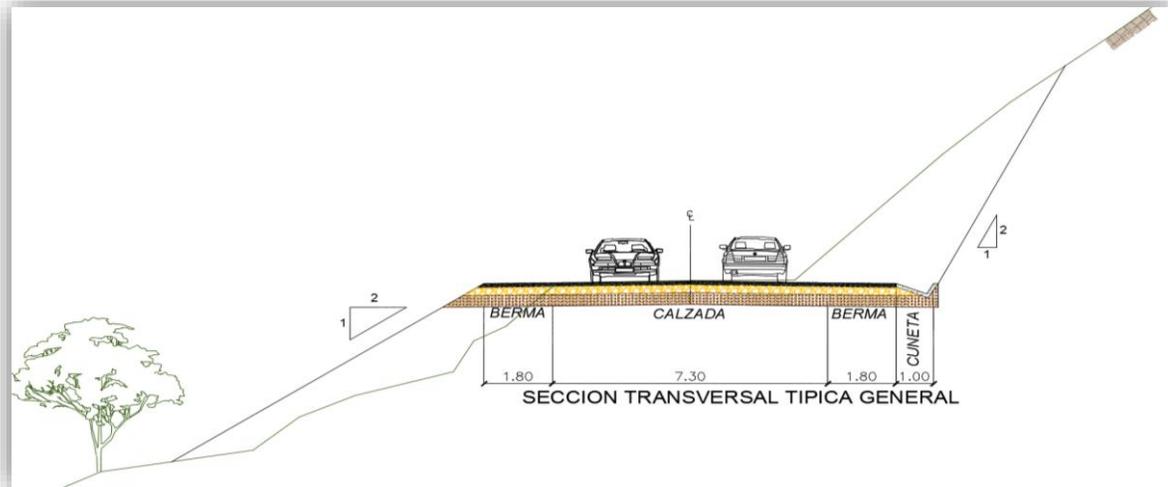
Debido a los altos volúmenes de tráfico que se tiene en los primeros 5 kilómetros del corredor vial (ver Tabla 14 - Estación de conteo 129 Puente Blanco - Sogamoso y análisis de capacidad y nivel de servicio del capítulo 4.1.2), se propone como intervención el desdoblamiento para la segunda calzada y el mejoramiento y ampliación de la existente en los 5 kilómetros. Para el resto del corredor vial se propone como intervención el mejoramiento y ampliación de la vía existente. Las secciones típicas para cada uno de los segmentos anteriores se puede observar en la Figura 21 y en la Figura 22. De acuerdo a los requerimientos mínimos establecidos en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del 2008 para una velocidad de diseño de 60 km/h.

Figura 21 - Sección típica K0+000 a K5+000



Fuente: Elaboración propia (según MDG2008)

Figura 22 - Sección típica K5+000 a K33+000



Fuente: Elaboración propia (según MDG2008)

A continuación se relacionarán todas las cantidades de obra estimadas para el proyecto de construcción, siguiendo la metodología establecida por el INVIAS, en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del año 2008, en donde indica en su capítulo 1.3 PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE UNA CARRETERA, que para la etapa de estudios a nivel de pre-factibilidad, se debe realizar un pre-diseño aproximado de la carretera a lo largo del corredor, recurriendo a cantidades y costos obtenidos en proyectos de condiciones similares. Por lo anterior, se realizó un pre-diseño a nivel conceptual sobre imágenes de *Google Earth* como se muestra en la Figura 20, y apoyados además, en la experiencia específica en la consultoría y estructuración de proyectos viales, por parte de los integrantes del grupo

a) Movimiento de tierras

De acuerdo con las intervenciones y secciones anteriores definidas para el proyecto, se estima que las cantidades de movimiento de tierras por kilómetro para el tramo inicial es de 20 000 m³ para el corte y de 15 000 m³ para el terraplén, mientras que en la zona ondulada es 30 000 m³ para el corte y de 20 000 m³ y para el terreno escarpado es de 50 000 m³ para el corte y de 25 000 m³, para un total de 1'260 000 m³ de corte y 715 000 m³ de terraplén, como se observa en la Tabla 32 - Movimiento de tierras.

Tabla 32 - Movimiento de tierras

Terreno	Longitud	Volumen por kilómetro		Volumen total	
		Corte (m ³ /km)	Terraplén (m ³ /km)	Corte (m ³)	Terraplén (m ³)
Plano	5	20 000	15 000	100 000	75 000
Ondulado	12	30 000	20 000	360 000	240 000
Escarpado	16	50 000	25 000	800 000	400 000
TOTAL	33			1 260 000	715 000

Fuente: Elaboración propia

b) Estructura de pavimento

De acuerdo con el tráfico de la vía, asumiendo un CBR (*California Bearing Ratio*) en promedio de 6, la estructura de pavimento sería de 5 cm de rodadura MDC-2, 7 cm de base asfáltica, MDC-1, 20 cm de base granular y 30 cm de sub-base granular. La estructura típica se encuentra en la Figura 23, mientras que los volúmenes de estos materiales se encuentran en la Tabla 33

Figura 23 - Estructura de pavimento



Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 - Volúmenes materiales

Material	Volumen (m ³)
MDC-1	17985
MDC-2	25179
Base granular	71940
Sub-base granular	107910

Fuente: Elaboración propia

c) Estructuras de drenaje

En cuanto a obras de drenaje, las siguientes son las cantidades que se estiman:

- Alcantarillas: 151 unidades

- Box *Culvert*: 85 unidades
- Pontones: 4, cada uno de 10 m de luz
- Puentes: 2, uno de 150 m de luz y otro de 80 m de luz.

d) Fuentes de materiales

Las fuentes para los materiales pétreos necesarios para la base granular, sub-base granular, mezcla asfáltica y concretos se encuentran localizadas al inicio de corredor vial objeto del estudio. Su localización se puede observar en la Figura 24.

1. Fuente de materiales Central de Triturados, ubicada en el municipio de Nobsa (Boyacá), en la vía Sogamoso-Nobsa, suministra material para Base y Sub-base y Concretos.
2. Asfalto S.A.S, ubicada en el municipio de Sogamoso (Boyacá), en el parque industrial de Sogamoso, suministra el asfalto para la vía.
3. Evm Construcciones y Pavimentos, ubicada en el km 6 vía Sogamoso-Belencito (Nobsa-Boyacá), suministra material para Base y Sub-base y asfalto.
4. Calizas Nobsa, Localizada en la Vereda Las Caleras Municipio de Nobsa (Boyacá), transitando hacia el nor-oeste por la Vía Sogamoso Nobsa, en el sentido del proyecto. Esta fuente produce material triturado para base, sub-base y para concretos.
5. Cominco, Localizado en el km 5 de la vía Sogamoso – Corrales. Esta fuente produce material triturado para base, sub-base y para concretos.

De acuerdo con la localización de esas fuentes y estimando que el centro de gravedad del proyecto es en la mitad, es decir en el km 16.5, se estiman las siguientes longitudes de acarreo de material de base y sub-base:

- Central de triturados: 20 km
- EVM Construcciones y pavimentos: 17.5 km
- Calizas Nobsa: 21 km
- Cominco: 11.5 km

Mientras que para los asfaltos son:

- Asfaltos SAS: 17.5 km
- EVM Construcciones y pavimentos: 17.5 km

Figura 24 - Localización fuentes de materiales



Fuente: Elaboración propia

e) Estabilización de taludes

De acuerdo con una inspección visual (visita realizada al proyecto el pasado 11 de agosto del 2014) se han identificado algunos puntos de inestabilidad a lo largo del corredor. Dentro de las obras para estabilización se tienen en cuenta las siguientes:

- Reconformación de taludes
- Empradización y vegetalización
- Construcción de obras de drenaje como cunetas de coronación y drenes verticales y horizontales.
- Muros de gavión
- Muros de concreto

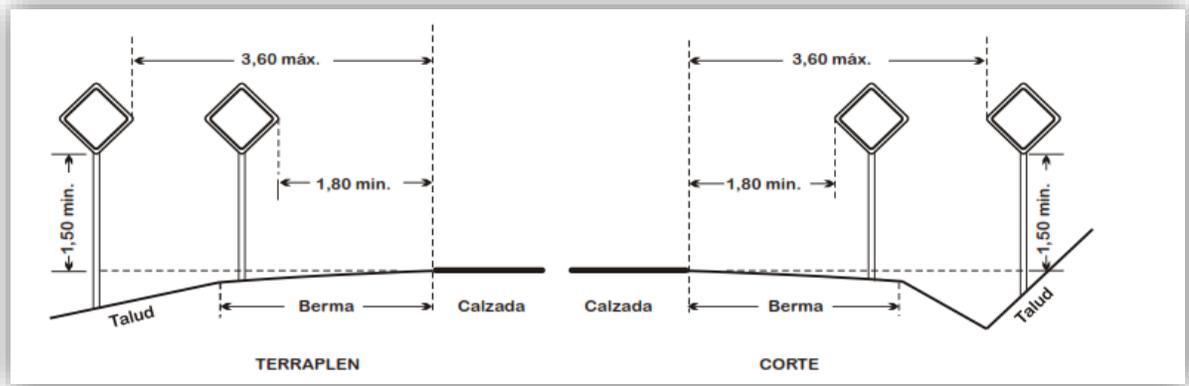
f) Señalización

La señalización estará acorde con el Manual de señalización – dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo-rutas de Colombia, adoptado por la Resolución 4577 de 2009 del Ministerio de Transporte.

Se estiman 15 señales verticales por kilómetro (ver Figura 25), 7 señales tipo bandera en todo el trayecto (ver Figura 26), 20 delineadores de curva cada kilómetro

(ver Figura 27), así como 50 m de defensas metálicas por cada kilómetro en la zona ondulada y 150 m en la zona montañosa. Las cantidades de la señalización se encuentran en la Tabla 34.

Figura 25 - Señal vertical



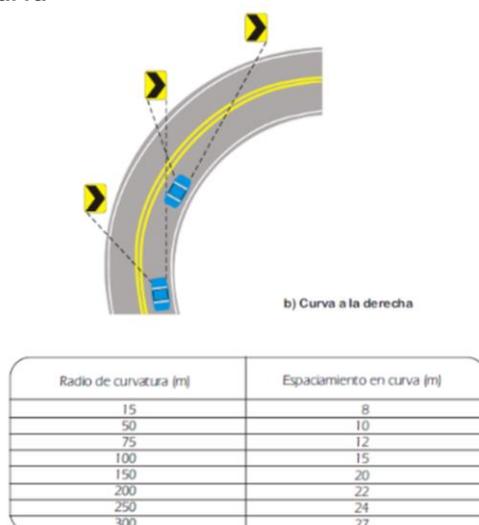
Fuente: Manual de señalización del INVIAS del 2004

Figura 26 - Señal tipo bandera



Fuente: Manual de señalización del INVIAS del 2004

Figura 27 - Delineadores de curva



Fuente: Manual de señalización del INVIAS del 2004

Tabla 34 - Cantidades de señalización

ÍTEM	CANTIDAD	UNIDAD
Líneas de demarcación	132000	m
Tachas refractivas	16500	un
Señales vertical (tipo Sp, Sr y Si) ø 1.20 m	495	un
Señales bandera 4x2 m	7	un
Delineadores de curva	660	un
Postes de kilometraje	33	un
Defensa metálica	3000	m

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3 Etapa de operación y mantenimiento

Para la etapa de operación y mantenimiento se tiene en consideración los servicios que se proyectaron necesarios en los estudios de mercado. De igual manera, el mantenimiento es considerado para sostener los niveles de transitabilidad a lo largo de la vida de la carretera.

Es importante aclarar, que todos los estimativos y supuestos citados en el presente capítulo, resultan de la experiencia obtenida por algunos de los integrantes del grupo, en la participación dentro de la estructuración de proyectos de concesiones viales y peajes del grupo Odinsa.

a) Operación

La operación de la vía se divide en las siguientes actividades:

- Servicio al usuario
 - Servicio de ambulancia
 - Servicio de grúa
 - Servicio de Información al usuario
 - Servicio de carro-taller
- Monitoreo y control de tráfico

i. Servicio de ambulancia

El objetivo del servicio es trasladar a los heridos al centro de salud más próximo, contando con un mínimo para dar los primeros auxilios mientras el traslado. Adicionalmente, se contará con equipo de rescate para atender accidentes e incidentes.

Se prevé subcontratar el servicio de ambulancia en lugar de adquirir una y operarla debido a la complejidad que ello requiere.

ii. Servicio de grúa y carro-taller

Se contará con un carro-taller para atender averías básicas en el sitio mismo del incidente. De ser una avería mayor, se contará con una grúa para trasladar el vehículo averiado a la población más cercana que cuente con los servicios especializados. En caso de que se requiera una reparación mayor, los costos de traslado al taller y el pago de peajes de salida del sistema vial del proyecto correrán por cuenta del damnificado.

Para la operación de la vía, se construirá un Centro de control y operación, CCO, que estará ubicado en el inicio del corredor vial. En éste, estarán ubicados la ambulancia, la grúa y el carro-taller, equipo de rescate y equipo médico, que estarán disponibles las 24 horas del día y los 365 días del año para atender accidentes e incidentes. Adicionalmente, se dispondrán de dos vehículos de inspección que recorrerán la vía constantemente.

iii. Información al usuario

Se instalará un sistema de información al usuario mediante paneles informativos, para dar a conocer acerca de los trabajos que se presentan en la vía, accidentes o incidentes que afecten la normal circulación de vehículos dentro del corredor vial y tarifas de cada estación de peaje, entre otros. Adicionalmente, se dispondrá de una central telefónica para recibir las quejas y reclamos, dar información a la comunidad y atender llamadas de emergencia. Otro canal de comunicación con los usuarios

será una página web que mantendrá actualizada la información relevante sobre el estado de la vía y la información de sitios turísticos de la región entre otros.

iv. Monitoreo y control de tráfico

El monitoreo y control de tráfico se realizará con los equipos del peaje y adicionalmente se instalarán circuitos cerrados de televisión en los peajes y en algunos sitios de la vía. Se estima que se instalarán 5 de estos circuitos cerrados de televisión.

Adicionalmente, toda la información se centralizará en el Centro de control y operación (CCO). En este lugar se encontrará todo el personal necesario para la coordinación de las labores de operación:

- Coordinador *call center*
- Agentes del *call center*
- Operador de cámaras
- Secretaria
- Coordinador operativo
- Coordinador de informes de peaje
- Personal de seguridad y aseo

El equipo necesario para la operación que se ubica en el CCO es el siguiente:

- Equipo auditoria
- Planta eléctrica
- Equipos de cómputo
- Comunicaciones
 - Sistema móvil mensajería variable
 - Sistema página WEB
 - Sistema de información, control y contabilización

Por otro lado, en carretera se instalará el siguiente equipo:

- Postes SOS
- Paneles LED fijo de 6,0 * 2,5 m
- Paneles LED móvil de 3,2 * 2,0 m

- Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) en la vía

b) Mantenimiento

A continuación se describen los tipos de mantenimiento rutinario y periódico que se realizan para pavimentos flexibles.

i. Mantenimiento rutinario

El objetivo del mantenimiento rutinario es mantener toda la infraestructura inherente al corredor vial en óptimas condiciones de operación, transitabilidad, seguridad y confort y controlar el deterioro prematuro de la infraestructura vial, para obtener la categoría esperada en cada uno de los tramos viales que componen el proyecto.

En el mantenimiento rutinario se realiza labores preventivas y correctivas. Estos mantenimientos se realizan constantemente a lo largo de la operación, sin embargo es de esperar que los mantenimientos para la estructura de pavimento, se incrementen su intensidad a lo largo del tiempo.

Dentro de las actividades para el mantenimiento rutinario, preventivo y correctivo se han establecido las siguientes actividades:

- Limpieza de drenajes (cunetas, sumideros, alcantarillas, etc.)
- Limpieza de señales verticales.
- Reposición de señales verticales deterioradas o dañadas
- Reposición de defensas metálicas
- Demarcación horizontal.
- Rocería
- Remoción de derrumbes
- Sellos de fisuras en la superficie asfáltica.
- Parcheo
- Bacheo.

ii. Mantenimiento periódico

El objetivo del mantenimiento periódico es recuperar la capacidad estructural y funcional de todos y cada uno de los tramos viales en las mejores condiciones de impermeabilidad, transitabilidad y operación, para un período de vida útil determinado. De acuerdo con la experiencia en proyectos similares, este mantenimiento consiste en reforzar la estructura de pavimento mediante un fresado

de la capa superficial de 3 cm de profundidad para corregir deformaciones y una sobre-carpeta asfáltica de 6 cm de espesor, cada 8 años, es decir el primer se realizaría en el 2028 y el segundo en el 2036. Las cantidades estimadas para cada mantenimiento se encuentran en la Tabla 35.

Tabla 35 - Cantidades mantenimiento periódico

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD
Mezcla densa en caliente tipo mdc - 2	m ³	24.852
Fresado de pavimento asfáltico	m ³	16.568
Riego de liga con emulsión asfáltica	m ²	414.200
Transporte de mezclas asfálticas	m ³ -km	434.910

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Maquinaria y equipo

4.1.4.1 Etapa de ejecución

Para la construcción de la carretera se utilizará principalmente la siguiente maquinaria mostrada en las Tabla 36, Tabla 37, Tabla 38 y Tabla 39

Tabla 36 - Maquinaria y equipo para movimiento de tierras

Retroexcavadora 330	
Retroexcavadora pequeña	
Volquetas	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 - Maquinaria y equipo para movimiento de tierras (Continuación)

Bulldozer D6	
Cargador	
Compactador de tambor	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 - Maquinaria y equipo para colocación de bases y sub-bases

Compactador de tambor	
Volquetas	
Motoniveladora	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 - Maquinaria y equipo para colocación de la mezcla asfáltica

Terminadora de asfalto	
Compactador de tambor	
Compactador de llantas	
Volquetas	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 - Maquinaria y equipo para construcción de puentes

Grúa	
Bomba de concreto	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 - Maquinaria y equipo para construcción de puentes (Continuación)

<p>Vibrador de concreto</p>	
-----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo la adquisición, operación y mantenimiento de estos equipos estará a cargo del subcontratista de construcción.

4.1.4.2 Etapa de operación

Para la operación de la carretera se utilizará principalmente el siguiente equipo mostrado en la Tabla 40

Tabla 40 - Maquinaria y equipo para la operación

<p>Ambulancia</p>	
<p>Grúa</p>	
<p>Carro-taller</p>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40 - Maquinaria y equipo para la operación (Continuación)

Vehículo de inspección	
Mini cargador	
Equipo de peaje	
Equipo de información al usuario	

Fuente: Elaboración propia

4.2 CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta los resultados encontrados, la capacidad de la vía requerida es acorde con la propuesta del proyecto. Sin embargo, como se mencionó en los estudios de mercado, los primeros 5 kilómetros tienen un volumen vehicular muy superior al del resto del tramo.
- Es necesario que los primeros 5 km se construyan en doble calzada capacidad de la vía. El resto del trazado será en una sola calzada bidireccional, pero cumpliendo con los anchos de carriles y bermas según recomienda el Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, para condiciones seguras de transitabilidad.
- Los estudios técnicos permitieron determinar que el mejoramiento de la vía existente, deberá cumplir con las especificaciones técnicas para una vía secundaria de velocidad de diseño de 60 km/h para alcanzar los niveles de servicio adecuados.
- Debido a las características topográficas y geométricas, y la variación del flujo vehicular a lo largo del corredor, se concluyó que resulta más viable para

el proyecto trabajar dos tramos con intervenciones diferentes. Por lo anterior se propuso en el presente estudio un tramo en doble calzada, y otro en calzada sencilla.

- Se concluye que el estudio de factibilidad debe cumplir con los requerimientos técnicos mínimos exigidos por el INVIAS y la ANI.
- De los estudios técnicos de pre-factibilidad, se puede concluir si el proyecto ofrece posibilidades de ser viable económicamente, es decir, si supera umbrales preestablecidos para indicadores como la relación Beneficio / Costo o la Tasa Interna de Retorno. Si la evaluación económica no es satisfactoria se archiva el proyecto. En caso contrario, se debe continuar afinando los estudios a nivel de Fase 2 con la solución que presente la mayor rentabilidad.

4.3 RECOMENDACIONES

Del anterior estudio se tiene las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que el proyecto contemple en los 5 primeros kilómetros la construcción la segunda calzada para duplicar la capacidad de la vía en este tramo.
- Mantener el proyecto dividido en los tramos citados en el presente estudio, durante las siguientes fases de estudio, y para las etapas propuestas de pre-construcción, construcción operación y mantenimiento, y reversión.
- Es indispensable que durante las etapas de estudios posteriores, se mantengan vigentes las especificaciones técnicas.
- En una siguiente fase de estudios se recomienda calcular las cantidades de obra del proyecto, a partir de la toma de información topográfica primaria.
- En una siguiente fase de estudios se deberá realizar exploración geotécnica para determinar con menor incertidumbre el diseño estructural de la vía. Información de vital importancia, y que puede incidir fuertemente en el cálculo del costo final del proyecto.
- Se recomienda realizar muestreos de las fuentes materiales propuestas, y realizar los respectivos resultados de laboratorio, en una siguiente etapa de estudios. Lo que permitirá ajustar mejor el presupuesto respecto a la disponibilidad de materiales de la zona y las distancias de acarreo al proyecto.
- La estimación de recursos durante la etapa de operación y mantenimiento, puede ser optimizada durante una siguiente fase de estudios. Se recomienda en primera instancia subcontratar algunos servicios como el de ambulancia, pues se requiere personal con experiencia y equipos especializados

- Se recomienda realizar un estudio de sistema inteligentes de transporte en la etapa de factibilidad, para mejorar la propuesta que este estudio presenta para el monitoreo y control del tráfico.

4.4 SOPORTE DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS

4.4.1 Capacidad y niveles de servicio

La metodología del INVIAS para el cálculo de la capacidad y niveles de servicio, parte de las condiciones ideales de una vía de dos carriles que proporcionaría una capacidad de 3200 Veh/Hr. Estas condiciones ideales son:

- Velocidad de proyecto, igual o mayor de 90 km/h
- Carriles de 3,65 m de ancho
- Bermas de 1,8 m o más
- Inexistencia de tramos con prohibición de adelantamiento
- No existencia de vehículos pesados
- Distribución direccional 50/50
- Ninguna restricción al tránsito principal debido a algún tipo de control o vehículos que giren
- Terreno plano

Partiendo de las condiciones ideales, la capacidad de 3200 Veh/Hr se multiplica por factores de ajuste por condiciones físicas y de tráfico. La capacidad en vehículos mixtos que puede circular durante la hora pico, en ambos sentidos sin causar congestión suponiendo que no hay variaciones aleatorias se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_{60} = C_i \times F_{pe} \times F_d \times F_{cb} \times F_p$$

En donde:

- C_{60} : Capacidad del sector en vehículos mixtos por hora en ambos sentidos, sin tener en cuenta las variaciones aleatorias
- C_i : Capacidad ideal igual a 3200 Veh/Hr
- F_{pe} : Factor de ajuste por pendiente de acuerdo con la Tabla 1 del Manual de Capacidad del INVIAS
- F_d : Factor de ajuste por distribución de tráfico de acuerdo con la Tabla 2 del Manual de Capacidad del INVIAS

- F_{cb} : Factor de ajuste por efecto combinado de achura del carril y berma de acuerdo con la Tabla 3 del Manual de Capacidad del INVIAS
- F_p : Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes de acuerdo con la Tabla 4 del Manual de Capacidad del INVIAS

Posteriormente se calcula el volumen mixto máximo que puede circular durante la hora pico sin que se produzca congestión durante el período de cinco minutos de mayor tránsito de esa hora, C_5 :

$$C_5 = C_{60} \times FHP$$

En donde FHP es el factor del pico horario basado en periodos de 5 minutos suponiendo llegadas de vehículos aleatorias, de acuerdo con la tabla 5 del manual de capacidad del INVIAS.

Posteriormente se calcula la relación entre el flujo real (Q) sobre la capacidad buscando comparar la demanda real frente a la oferta que puede alojar la vía. Se calcula a partir del TPD multiplicando este por un factor, que en este caso es 0.12

El nivel de servicio se obtiene partiendo de un valor ideal de velocidad media de recorrido y luego afectándolo por factores de corrección de acuerdo con las condiciones reales de la vía.

$$V_f = V_i \times F_u \times F_{sr} \times F_{cb} \times F_{p1} \times F_{p2}$$

En donde:

- V_f : Velocidad de tránsito mixto a flujo restringido
- V_i : Velocidad media ideal de autos a flujo libre en pendiente ascendente y sin interacción vehicular de acuerdo con la Tabla 6 del Manual de Capacidad del INVIAS
- F_u : Factor de ajuste por utilización de la capacidad de acuerdo con la Tabla 7 del manual de capacidad del INVIAS
- F_{sr} : Factor de ajuste por el estado de la superficie de rodadura de acuerdo con la Tabla 8 del manual de capacidad del INVIAS
- F_{cb} : Factor de ajuste por el efecto combinado del ancho del carril y berma de acuerdo con la Tabla 9 del manual de capacidad del INVIAS
- F_{p1} : Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes de acuerdo con la Tabla 10 del manual de capacidad del INVIAS
- F_{p2} : Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados de acuerdo con la Tabla 11 del manual de capacidad del INVIAS

Finalmente, con los resultados obtenidos se entra en la Tabla 13 del manual de capacidad del INVIAS y se determina el nivel de servicio. Los niveles de servicio van desde A, como el nivel más alto que representa el flujo libre, hasta F, como el nivel más bajo que representa el flujo forzado. Se considera que el nivel de servicio E representa el nivel al cual la carretera está al límite de su capacidad.

4.4.1.1 Situación sin proyecto

Teniendo en cuenta los siguientes datos geométricos y de tránsito del corredor existente, se calcula su capacidad actual:

- Tramo Sogamoso – Corrales
 - Ancho de berma: 0 m
 - Ancho de carril: 3.65 m
 - Pendiente de ascenso: 3%
 - Longitud de la pendiente de ascenso: 6 km.
 - Porcentajes de zonas de no rebase: 40%
 - Distribución del tráfico por sentido: 60/40
 - Porcentaje de vehículos pesados: 26% de acuerdo con el estudio de mercado
 - Volumen horario Q: 278 veh/Hr para el 2014 y 602 veh/Hr para el 2040

- Tramo Corrales – Tasco
 - Ancho de berma: 0 m
 - Ancho de carril: 3.0 m
 - Pendiente de ascenso: 8%
 - Longitud de la pendiente de ascenso: 6 km.
 - Porcentajes de zonas de no rebase: 80%
 - Distribución del tráfico por sentido: 60/40
 - Porcentaje de vehículos pesados: 56% de acuerdo con el estudio de mercado
 - Volumen horario Q: 57 veh/Hr para el 2014 y 302 veh/Hr para el 2040

De acuerdo con lo anterior, para el corredor vial sin proyecto la capacidad C_{60} y C_5 es:

- **Tramo Sogamoso – Corrales**

$$C_{60} = 3200 \times 0.95 \times 0.87 \times 0.97 \times 0.72 = 1847 \text{ veh/hr}$$

$$C_5 = 1847 \times 0.92 = 1699 \text{ veh/hr}$$

Para el año 2014:

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{278}{1847} = 0.15 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{278}{1699} = 0.16$$

$$V_f = 75 \times 0.98 \times 0.77 \times 0.88 \times 0.95 \times 1.00 = 47\text{KPH}$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2014 es **E**

Para el año 2040:

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{602}{1847} = 0.33 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{602}{1699} = 0.35$$

$$V_f = 75 \times 0.92 \times 0.77 \times 0.88 \times 0.95 \times 0.96 = 45\text{KPH}$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2040 es **E**

- **Tramo Corrales – Tasco**

$$C_{60} = 3200 \times 0.84 \times 0.85 \times 0.92 \times 0.53 = 1114 \text{ veh/hr}$$

$$C_5 = 1114 \times 0.85 = 947 \text{ veh/hr}$$

Para el año 2014:

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{57}{1114} = 0.05 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{57}{947} = 0.06$$

$$V_f = 49 \times 0.99 \times 0.93 \times 0.73 \times 0.89 \times 0.96 = 28\text{KPH}$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2014 es **E**

Para el año 2040:

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{302}{1114} = 0.27 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{302}{947} = 0.32$$

$$V_f = 49 \times 0.96 \times 0.93 \times 0.73 \times 0.89 \times 0.92 = 26\text{KPH}$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2040 es **F**

4.4.1.2 Situación con proyecto

El proyecto propone un mejoramiento del corredor actual con las siguientes condiciones:

- Tramo Sogamoso – Corrales
 - Ancho de berma: 1.80 m
 - Ancho de carril: 3.65 m
 - Pendiente de ascenso: 3%
 - Longitud de la pendiente de ascenso: 4 km.
 - Porcentajes de zonas de no rebase: 20%
 - Distribución del tráfico por sentido: 60/40
 - Porcentaje de vehículos pesados: 26% de acuerdo con el estudio de mercado
 - Volumen horario Q: 367 veh/Hr para el año 2020 y 602 veh/Hr para el 2040

- Tramo Corrales – Tasco
 - Ancho de berma: 1.80 m
 - Ancho de carril: 3.65 m
 - Pendiente de ascenso: 8%
 - Longitud de la pendiente de ascenso: 4 km.
 - Porcentajes de zonas de no rebase: 20%
 - Distribución del tráfico por sentido: 60/40
 - Porcentaje de vehículos pesados: 56% de acuerdo con el estudio de mercado
 - Volumen horario Q: 126 veh/Hr para el año 2020 y 302 veh/Hr para el 2040

- **Tramo Sogamoso – Corrales**

$$C_{60} = 3200 \times 0.95 \times 0.89 \times 1.00 \times 0.78 = 2110 \text{ veh/hr}$$

$$C_5 = 2110 \times 0.94 = 1984 \text{ veh/hr}$$

Para el año 2020

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{367}{2110} = 0.17 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{367}{1984} = 0.18$$

$$V_f = 75 \times 0.98 \times 0.97 \times 1.00 \times 0.80 \times 1.02 = 59KPH$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2020 es **B**

Para el año 2040

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{602}{2110} = 0.28 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{602}{1984} = 0.30$$

$$V_f = 75 \times 0.97 \times 0.97 \times 1.00 \times 0.79 \times 0.98 = 55KPH$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2040 es **D**

- **Tramo Corrales – Tasco**

$$C_{60} = 3200 \times 0.84 \times 0.89 \times 1.00 \times 0.53 = 1268 \text{ veh/hr}$$

$$C_5 = 1268 \times 0.87 = 1103 \text{ veh/hr}$$

Para el año 2020

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{126}{1268} = 0.10 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{126}{1103} = 0.11$$

$$V_f = 55 \times 0.99 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.75 \times 0.97 = 40KPH$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2020 es **C**

Para el año 2040

$$\frac{Q}{C_{60}} = \frac{302}{1268} = 0.24 \quad ; \quad \frac{Q}{C_5} = \frac{302}{1103} = 0.27$$

$$V_f = 55 \times 0.97 \times 1.00 \times 1.00 \times 0.75 \times 0.92 = 38KPH$$

De acuerdo con la Tabla 13 del Manual de Capacidad del INVIAS, el nivel de servicio para el año 2040 es **D**

4.4.2 Cálculo costo de operación vehicular

Los costos de operación vehicular se realiza de acuerdo con la cartilla de Volúmenes de Tránsito 2010 – 2011 del INVIAS. En la Tabla 41 y Tabla 42 se encuentran los costos de operación vehicular dependiendo del tipo de terreno y el estado de la carretera.

Tabla 41 - Costo de operación vehicular carretera pavimentada

Valores en COP/km

	Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
					Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
RECTILÍNEA LLANA								
Velocidad (km/hora)	92	100	75	75	76	78	79	78
Bueno	501	941	1.346	1.783	1.082	1.848	3.011	3.140
Regular	518	995	1.509	1.973	1.173	1.976	3.272	3.414
Malo	539	1.066	1.673	2.148	1.246	2.079	3.496	3.650
RECTA ONDULADA								
Velocidad (km/hora)	92	100	74	71	75	78	77	76
Bueno	511	959	1.349	1.790	1.083	1.852	3.026	3.157
Regular	526	1.010	1.512	1.979	1.173	1.980	3.288	3.432
Malo	543	1.072	1.676	2.155	1.246	2.085	3.518	3.674
ONDULADO POCO SINUOSO								
Velocidad (km/hora)	91	100	71	67	74	75	72	71
Bueno	530	1.007	1.354	1.803	1.083	1.854	3.062	3.196
Regular	544	1.050	1.518	1.993	1.173	1.984	3.325	3.470
Malo	552	1.088	1.678	2.166	1.247	2.088	3.554	3.713
MONTAÑOSO								
Velocidad (km/hora)	86	93	66	59	70	69	61	59
Bueno	545	1.043	1.383	1.857	1.086	1.880	3.272	3.416
Regular	555	1.075	1.546	2.048	1.178	2.011	3.528	3.684
Malo	558	1.095	1.708	2.220	1.250	2.125	3.753	3.920
CURVADO LIGERAMENTE ONDULADO								
Velocidad (km/hora)	77	80	64	58	67	60	59	58
Bueno	549	1.058	1.388	1.874	1.095	1.891	3.353	3.514
Regular	559	1.086	1.551	2.064	1.186	2.021	3.613	3.786
Malo	559	1.098	1.710	2.240	1.259	2.132	3.846	4.031
ESCARPADO								
Velocidad (km/hora)	67	68	53	45	59	53	45	43
Bueno	550	1.059	1.510	2.161	1.152	2.118	3.940	4.143
Regular	560	1.087	1.673	2.352	1.243	2.249	4.202	4.418
Malo	560	1.099	1.832	2.523	1.317	2.357	4.427	4.653

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

Tabla 42 - Costos de operación vehicular carreteras no pavimentada

Valores en COP/km

	Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
					Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
RECTILÍNEA LLANA								
Velocidad (km/hora)	64	64	62	63	63	64	64	63
Bueno	539	1.040	1.684	2.196	1.251	2.132	3.637	3.809
Regular	582	1.060	1.934	2.474	1.366	2.327	4.039	4.232
Malo	623	1.285	2.186	2.779	1.482	2.570	4.501	4.715
RECTA ONDULADA								
Velocidad (km/hora)	64	64	61	61	63	64	63	62
Bueno	540	1.041	1.688	2.199	1.253	2.133	3.646	3.821
Regular	583	1.061	1.938	2.477	1.367	2.329	4.047	4.243
Malo	624	1.285	2.191	2.779	1.483	2.574	4.504	4.721
ONDULADO POCO SINUOSO								
Velocidad (km/hora)	63	64	60	58	62	63	61	60
Bueno	540	1.041	1.689	2.217	1.253	2.139	3.677	3.855
Regular	583	1.168	1.940	2.496	1.368	2.333	4.077	4.277
Malo	624	1.288	2.191	2.794	1.484	2.576	4.529	4.749
MONTAÑOSO								
Velocidad (km/hora)	63	64	57	54	60	60	55	54
Bueno	540	1.043	1.714	2.281	1.259	2.171	3.838	4.020
Regular	584	1.166	1.959	2.555	1.374	2.359	4.204	4.408
Malo	625	1.286	2.208	2.841	1.490	2.600	4.623	4.848
CURVADO LIGERAMENTE ONDULADO								
Velocidad (km/hora)	62	62	56	51	59	58	54	52
Bueno	544	1.052	1.728	2.291	1.273	2.189	3.938	4.137
Regular	587	1.178	1.975	2.560	1.386	2.362	4.312	4.532
Malo	628	1.295	2.220	2.855	1.498	2.604	4.736	4.973
ESCARPADO								
Velocidad (km/hora)	59	60	49	42	54	51	43	41
Bueno	551	1.064	1.843	2.576	1.330	2.394	4.540	4.781
Regular	597	1.192	2.087	2.848	1.444	2.374	4.908	5.168
Malo	636	1.306	2.326	3.133	1.556	2.780	5.300	5.582

Fuente: Volúmenes de tránsito 2010-2011, INVIAS

4.4.2.1 Costo de operación vehicular para la vía Sogamoso – Corrales – Tasco

La actual vía cuenta con los siguientes tramos:

- 5 km en terreno plano, pavimentado en mal estado
- 12 km en terreno ondulado, pavimentado en mal estado

- 16 km en terreno escarpado, no pavimentado en mal estado.

Con base en lo anterior se tiene los costos de operación vehicular que se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43 - Costos de operación vehicular Sogamoso - Tasco, sin proyecto

Valores en COP

Superficie – Terreno – Estado	Long. (km)	Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
						Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
Pavimentado – Plano – Malo	5	2.695	5.330	8.365	10.740	6.230	10.395	17.480	18.250
Pavimentado – Ondulado – Malo	12	6.624	13.056	20.136	25.992	14.964	25.056	42.648	44.556
No pavimentado – Escarpado – Malo	16	10.176	20.896	37.216	50.128	24.896	44.480	84.800	89.312
TOTAL	33	19.495	39.282	65.717	86.860	46.090	79.931	144.928	152.118

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la situación con proyecto, el corredor tendrá el mismo tipo de terreno, pero en su totalidad será pavimentado en buen estado. Los costos de operación vehicular en la situación con proyecto se encuentran en la Tabla 44.

Tabla 44 - Costos de operación vehicular Sogamoso - Tasco, con proyecto

Valores en COP

Superficie – Terreno – Estado	Long. (km)	Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
						Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
Pavimentado - Plano - Bueno	5	2.505	4.705	6.730	8.915	5.410	9.240	15.055	15.700
Pavimentado - Ondulado - Bueno	12	6.360	12.084	16.248	21.636	12.996	22.248	36.744	38.352
Pavimentado - Escarpado - Bueno	16	8.800	16.944	24.160	34.576	18.432	33.888	63.040	66.288
TOTAL	33	17.665	33.733	47.138	65.127	36.838	65.376	114.839	120.340

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2 Costo de operación vehicular para la vía Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco

Para esta vía, se estima que 50 kilómetros son en terreno plano, 25 kilómetros en terreno ondulado y 10 en terreno montañoso. Todo el tramo se encuentra en buen estado pavimentado. Los costos de operación vehicular de esta vía se encuentran en la Tabla 45.

Tabla 45 – Costos de operación vehicular Sogamoso – Duitama – Paz de Río – Tasco, con proyecto

Valores en COP

Superficie – Terreno – Estado	Long. (km)	Automóvil 1.6 cm ³	Campero 3.000 cm ³	Bus 21 pasajeros	Bus 34 pasajeros	Camiones			
						Dos ejes	C2-S1	C3-S2	C3-S3
Pavimentado - Plano - Bueno	50	25.050	49.750	75.450	98.650	58.650	98.800	163.600	170.700
Pavimentado - Ondulado - Bueno	25	12.775	23.975	33.725	44.750	27.075	46.300	75.650	78.925
Pavimentado - Montañoso - Bueno	10	5.450	10.430	13.830	18.570	10.860	18.800	32.720	34.160
TOTAL	85	43.275	84.155	123.005	161.970	96.585	163.900	271.970	283.785

Fuente: Elaboración propia

4.5 COSTOS Y BENEFICIOS

De acuerdo con las características descritas del proyecto, y de acuerdo con proyectos similares, se estima que el costo por kilómetro-calzada en terreno plano es de 1000 millones de pesos, mientras que en terreno ondulado es de 1300 millones de pesos y en terreno montañoso es de 2000 millones de pesos. De acuerdo con lo anterior el costo de inversión para la construcción del proyecto se estima en 57 mil millones de pesos, de acuerdo con la Tabla 46

Tabla 46 - Costo de inversión

Terreno	Longitud	Costo por Km- carril (COP Millones)	Costo total (COP Millones)
Plano	5 x 2	1.000	10.000
Ondulado	12	1.300	15.600
Montañoso	16	2.000	32.000
TOTAL	33		57.600

Fuente: Elaboración propia

La inversión inicial en equipos para operación se presenta en la Tabla 47, y se estima que estos equipos se repongan cada 8 años. El costo de estos equipos se toma del promedio de otros proyectos similares

Tabla 47 - Inversión inicial en equipos

EQUIPO	COSTO (COP)
Equipo CCO	1.000.000.000
Equipo en carretera	300.000.000
TOTAL	1.300.000.000

Fuente: Elaboración propia

Los costos de operación se presentan en la Tabla 48. Igualmente, estos costos son tomados del promedio resultante de proyectos similares.

Tabla 48 - Costos de operación

ÍTEM	COSTO MENSUAL (COP)	COSTO ANUAL (COP)
Servicio de ambulancia	20.000.000	240.000.000
Servicio de grúa	15.000.000	180.000.000
Vehículos de inspección	15.000.000	180.000.000
Carro-taller	11.000.000	132.000.000
CCO		
Personal	30.000.000	360.000.000
Mantenimiento instalaciones	10.000.000	120.000.000
Servicios públicos	5.000.000	60.000.000
TOTAL	106.000.000	1.272.000.000

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los costos de mantenimiento rutinario se estiman en 1 millón mensual por kilómetro-calzada. Este índice es tomado del costo promedio de otros proyectos similares. De acuerdo con esto, el costo mensual se estima en la Tabla 49, mientras que el costo del cada mantenimiento periódico se calcula en la Tabla 50. En este caso, el costo unitario es tomado de proyectos de la zona.

Tabla 49 - Costo mantenimiento rutinario

Longitud total calzada (km)	Costo unitario mensual (COP)	Costo anual (COP)
38	2 000 000	912 000 000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50 - Costo mantenimiento periódico

DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (COP)	COSTO (COP)
Mezcla densa en caliente tipo mdc - 2	m ³	24.852	450.000	11.183.400.000
Fresado de pavimento asfáltico	m ³	16.568	45.000	745.560.000
Riego de liga con emulsión asfáltica	m ²	414.200	1.500	621.300.000
Transporte de mezclas asfálticas	m ³ -km	434.910	1.250	543.637.500
TOTAL				13 093 897 500

Fuente: Elaboración propia

5 ESTUDIOS AMBIENTALES

Para la evaluación de las afectaciones ambientales se siguió la metodología de la Matriz de Identificación de Impactos, la cual consiste en la identificación de aquellos causados por las actividades propias del proyecto, y su asociación con cada uno de los componentes del medio ambiente sobre los cuales influyen.

En el estudio ambiental se toman en cuenta las principales actividades del proyecto y su posible grado de afectación sobre los elementos o componentes del medio ambiente en su ámbito de influencia directa e indirecta .

5.1 HALLAZGOS

A continuación se mencionarán los factores ambientales impactados y su mitigación:

- ***Deterioro del paisaje:*** causado por movimientos de tierra (llenos y cortes); acopio de materiales, zonas de depósito, instalaciones provisionales, construcción obras de drenaje y construcción puentes.

Medida a implementar:

- Adecuada conformación y cobertura de terraplenes.
- Establecer un programa de mejoramiento del entorno intervenido a través de la siembra y cobertura en terraplenes.

- ***Reducción del área forestal y de especies vegetales:*** Causado por desmonte y limpieza (tala, rocería y descapote) del corredor y zonas de depósito.

Medida a implementar:

- Revegetalización de áreas susceptibles a la erosión como terraplenes con especies rastreras o de porte bajo.
- Establecimiento de plantaciones forestales lineales de tipo ornamental adecuadas para zonas urbanas, recuperación franjas protectoras de caños.

- ***Disminución de la fauna terrestre:*** Causado por la remoción de la cobertura vegetal y movimiento de maquinaria y equipo.

Medida a implementar:

- Medida a implementar: Mediante la creación de condiciones adecuadas para el incremento de población afectada, tales como

reposición de especies arbóreas erradicadas y recuperación franjas protectoras de caños.

- **Contaminación del agua:** Causado por desmonte y descapote; movimientos de tierra (llenos); acopio de materiales; zonas de depósito, construcción obras de drenaje; construcción puentes; mantenimiento de maquinaria y vehículos y Construcción de sub-base, base y capa de rodadura.

Medida a implementar:

- Adecuado manejo de movimientos de tierra, adecuación de obras como trinchos o costales de suelo cemento para evitar que los sedimentos lleguen a las corrientes de agua por escorrentía, adecuación de lozas de concreto con diques y trampas de grasa para el mantenimiento vehicular, monitoreos de calidad de agua para verificar la eficacia de las medidas preventivas, separación de las aguas servidas y las aguas lluvias para realizar una adecuada disposición de cada una de ellas.
- Los campamentos estarán ubicados por lo menos a 50 m de fuentes superficiales y a 100 m de nacederos, obras de sedimentación para los descoles de las obra de manejo de lluvias de la vía.

- **Contaminación atmosférica:** Causado por movimientos de tierra, zonas de depósito, mantenimiento de maquinaria y vehículos y construcción de sub-base, base y capa de rodadura.

Medida a implementar:

- Adecuado manejo de movimientos de tierra, limitar las vibraciones, presión sonora y emisiones atmosféricas a los límites permisibles, reglamentados por la normatividad ambiental, certificación ambiental para el equipo, barrido y riego de la vía para evitar el material particulado, monitoreos de calidad del aire para verificar la eficacia de las medidas preventivas.

- **Contaminación del suelo:** Causado por mantenimiento de maquinaria y vehículos y Construcción de sub-base, base y capa de rodadura.

Medida a implementar:

- Adecuación zonas de mantenimiento y reparación con losa de concreto, diques perimetrales y trampas de grasa, recolección de los

regueros que se causen, el campamento contara con un sistema de recolección de residuos sólidos y líquidos domésticos, que un sistema de manejo, recolección y disposición de residuos industriales sólidos y especialmente aquellos provenientes del mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos lubricantes, grasas, aceites, combustibles, envases metálicos y plásticos y demás, descripción de zonas de depósito, obras de adecuación, construcción de filtros, obras provisionales, obras de conformación, obras de reconfiguración morfológica y paisajística.

- **Cambio en la dinámica fluvial de los caños:** Causado por movimientos de tierra (llenos); construcción obras de drenaje; construcción sistema de drenaje de la vía, construcción puentes, construcción obras de arte menores.

Medida a implementar:

- Un adecuado manejo de las obras de drenaje de la vía, obras para evitar la socavación en las zonas de descole de los drenajes.

- **Afectación de los servicios públicos:** Causado por movimiento de tierras.

Medida a implementar:

- Establecer un Plan de Contingencia con las empresas prestadoras de servicios, con el fin de atender de manera precisa y causando la menor perturbación posible a la comunidad, la reubicación de las estructuras que fuese necesario intervenir.

- **Incremento de riesgos de accidentes:** Causado por construcción de obras; operación de maquinaria y equipo y operación de la vía.

Medida a implementar:

- Establecer un proyecto de señalización vial, durante la etapa de construcción, proporcionar una adecuada educación en seguridad vial dirigida a los trabajadores y residentes del corredor vial, diseñar un programa de Seguridad y Prevención vial dirigido a las comunidades y Centros Docentes ubicados cerca al corredor vial.

- **Mejoramiento de las comunicaciones:** Causado por la etapa de operación del proyecto.

Medida a implementar:

- Diseñar un programa de Seguridad y Prevención vial dirigido a las comunidades y Centros Docentes ubicados cerca al corredor vial para el uso adecuado de la vía y de los puentes peatonales, establecer un proyecto de señalización vial, durante la etapa de operación, ubicación de puentes peatonales a lo largo del corredor vial.
 - Proporcionar una adecuada educación en seguridad vial dirigida a los residentes del corredor vial.
- **Alteración de accesibilidad a ambos lados de la vía:** Causado por Compra de predios y cambio en las especificaciones de vía que genera un flujo vehicular alto y rápido.
Medida a implementar:
 - Construcción de pasos peatonales sobre la vía donde existan centros poblados que requieran de los bienes y servicios que se prestan en ambos lados de la vía.
 - El valor del costo ambiental para la etapa de construcción es de 797 millones de pesos, mientras que para la etapa de operación se estima en 80 millones de pesos anuales.

Los componentes del medio ambiente analizados fueron:

- Físico químicos: Agua, suelo y aire
- Biológicos: Flora y fauna
- Ecológicos: Paisaje
- Socio culturales: Costumbre, tráfico y migración
- Económicos: Empleo, crecimiento del sector, valorización de predios, uso del suelo y consumo de recursos

Las etapas determinadas como objeto de análisis dentro del ciclo de vida del proyecto fueron:

- Etapa de Ejecución
 - I. Construcción: Selección, adquisición de terrenos, trámites legales y obras civiles
- Etapa de Operación:

- I. Operación: Obtención, compra, transporte e ingresos de materia prima e insumos, generación de energía eléctrica, operación de equipos de construcción, generación de residuos sólidos de la construcción y generación de vertimientos.

Posteriormente, al interior de la matriz, se realizó el cruce de las actividades versus los componentes ambientales, cuantificando la afectación resultante de la operación.

Descripción de los impactos identificados

- Etapa de Ejecución

A esta etapa se asocian diferentes componentes, debido a que estos incluyen la mayor parte de los aspectos relacionados con el área ambiental, debido a la variedad de actividades.

A continuación se describe el origen o base de consideración de los impactos identificados.

- Selección, adquisición de terrenos y trámites legales

Migración: Se considera, debido a que una vez se inicien las actividades de construcción en la zona, los habitantes de esta, deberán trasladarse a otro lugar de residencia.

Crecimiento del sector: La construcción del corredor vial en la zona, trae como consecuencia, el desarrollo de esta.

Valorización: El valor de los terrenos se verá incrementado respecto a su costo inicial, una vez se presente la oportunidad de urbanizarlos.

Uso del suelo: Se puede asociar al cambio de uso del suelo, por explotar un terreno virgen o destinado a otras actividades.

- Construcción del corredor vial

Agua: Durante esta etapa es considerable el consumo de este recurso, ya que se requiere para cada uno de los procesos de construcción (Excavaciones, explanaciones, llenos, instalación de base, imprimación y aplicación de asfalto).

Aire: Se presenta afectación de este recurso, debido a la contaminación por emisiones de ruido causado por la operación de maquinaria pesada y polvo generado durante las labores de construcción.

Suelo: Se debe a la afectación del perfil natural del terreno por las excavaciones.

Flora: Debido a las actividades de descapote y limpieza, se presenta afectación de la vegetación existente en las áreas intervenidas. La mayor parte de la vegetación es silvestre, por lo que se puede considerar como un menor impacto. Sin embargo, en caso de encontrarse especies con diámetros significativos, se deberán inventariar para realizar la respectiva compensación.

Fauna: Este elemento se puede ver afectado, en caso de encontrarse fauna silvestre en la zona, las cuales deberán buscar nuevos ecosistemas, en caso de que sobrevivan a las modificaciones del ecosistema.

Paisaje: Obedece a la modificación del entorno natural, por el endurecimiento o y/o afectación del terreno por las nuevas estructuras.

Ruido: Constituye un impacto significativo, ya que afecta a la comunidad. El ruido es causado por la operación de la maquinaria pesada necesaria para la construcción y se puede originar también, en caso de ser necesario usar explosivos en la etapa de excavación.

Tráfico: Se presentan alteraciones del tráfico por el ingreso de materiales propios de la construcción.

Empleo: Obedece a la contratación de mano de obra calificada y no calificada de la zona de influencia del proyecto. Otra fuente indirecta de empleo es la derivada de las actividades comerciales temporales que se instalan durante el desarrollo del proyecto.

Crecimiento del sector: Se puede presentar un breve crecimiento del sector de la construcción en los municipios de Tasco y Mosquera, debido a la compra de insumos y materiales, alquiler de maquinaria menor y subcontratación de servicios con ferreterías y/o proveedores de la región.

Consumo de recursos: Constituye el uso de materiales de construcción utilizados, como agregados pétreos y materiales provenientes de canteras o lechos de río. Los proveedores de estos materiales deberán tener los permisos de explotación debidamente diligenciados y vigentes.

- Etapa de Operación

Crecimiento del sector: Se refiere al crecimiento de los sectores: agrícola, minero, de servicios, gracias a la mayor comercialización de los productos derivados con las demás regiones.

Aire: Se asocia la afectación de este recurso a la combustión de vehículos utilizados para el transporte de insumos y productos, además del desarrollo del sector turístico.

Suelo: Se afecta este componente por la disposición de terrenos para la construcción del corredor vial y demás obras derivadas.

Fauna: Como consecuencia de una inadecuada disposición de recursos, se puede presentar la migración de especies que no son propias de la zona.

Agua: Se puede presentar afectación de este recurso debido a la desviación de los cauces de las fuentes hídricas existentes.

5.1.1 Generalidades

En la búsqueda de alternativas para mejorar la circulación en la vía que de Sogamoso conduce al municipio de Tasco, se proyecta construir una vía que alivie el flujo del tránsito municipal y nacional por esta zona.

Los trabajos del proyecto en el sector, con la construcción de una segunda calzada requieren de una licencia nueva, por lo cual se elabora el siguiente Estudio de Impacto Ambiental – EIA. Esta solución necesita del análisis del tipo de los problemas ambientales que causará y así definir las nuevas estrategias de gestión ambiental, que deben responder eficaz y oportunamente a los posibles impactos generados, potenciando a su vez aquellos considerados benéficos para la comunidad de su área de influencia²⁹.

El EIA está orientado hacia la optimización y racionalización del uso de los recursos naturales y culturales. Una vez observado el entorno natural en el que se desarrollará el proyecto, se señalan las alteraciones posibles para este alineamiento.

5.1.2 Identificación y evaluación de impactos

Los impactos en la situación sin proyecto serían los siguientes:

- Aumento de emisiones de los autos por circulación más lenta.
- Deslizamientos por zonas inestables no tratadas.
- Aumento de zonas erosionadas por no tratamiento adecuado.
- Aumento de la accidentalidad.

²⁹<http://www.anla.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=144&conID=7916>
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/gelaboestuimpacambi.pdf>

5.1.3 Evaluación de impactos con proyecto

Una vez realizado el análisis del proyecto, se llevó a cabo la previsión de los efectos que generará sobre el medio, este análisis permitió la elaboración de la zonificación ambiental, que es una primera aproximación a los impactos que presentará. A continuación se elaborará la matriz de impacto ambiental:

1. Identificación de las acciones del proyecto potencialmente impactantes.
2. Identificación de los factores del medio potencialmente impactados.
3. Identificación de relaciones causa – efecto entre acciones del proyecto y factores del medio.
4. Calificación de cada relación de acuerdo a la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto (Impacto Relativo). Para esto se aplicaron los siguientes rangos:
 - Signo. El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
 - Intensidad (I). Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa.
 - Extensión (EX). Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.
 - Momento (MO). El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado.
 - Persistencia (PE). Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.
 - Probabilidad (PO). Como no se tiene certeza absoluta de la ocurrencia de un impacto, la probabilidad califica la posibilidad de que el impacto se presente.
 - Sinergia (SI). Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperarse de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea.
 - Acumulación (AC). Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

- Efecto (EF). Este atributo se refiere a la relación causa – efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
- Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.
- Periodicidad (PR). La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).
- Importancia del impacto (IA). Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de la acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

Importancia del impacto. La importancia del impacto viene representada por un valor que puede obtenerse mediante el modelo siguiente:

$$I A= +/- [3i + 2EX + MO + PE + PO + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Valoración cualitativa.

- Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles (I).
- Los impactos moderados (M) presentan una importancia entre 25 y 50.
- Los impactos serán severos o altos (S) cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75.
- Los impactos se calificarán como Críticos (C) cuando el valor sea superior a 75.

5. Valoración cuantitativa del Impacto ambiental, incluyendo valores conmensurables de calidad ambiental Unidades de Importancia Ambiental – UIP y suma ponderada de ellos para obtener el impacto total. (Impacto Absoluto)

6. Análisis de resultado obtenidos en la Matriz de Valoración de Impactos.

El valor de cada una de las variables será calificado de acuerdo a la Tabla 51:

Tabla 51 - Valoración cualitativa del impacto

NATURALEZA (N)		INTENSIDAD (I)	
		(Grado de destrucción)	
Impacto Beneficioso	+ (B)	Baja	1

NATURALEZA (N)		INTENSIDAD (I)	
Impacto Perjudicial	- (P)	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)	
(Área de influencia)		(Plazo de Manifestación)	
Puntual	1	Largo Plazo	1
Parcial	2	Mediano Plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE)		PROBABILIDAD (PO)	
(Permanencia del efecto)		(Probabilidad de Ocurrencia)	
Fugaz	1	Improbable	1
Temporal	2	Probable	2
Permanente	4	Cierta	4
SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulado	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)	
(Relación Causa-efecto)		(Regularidad de la manifestación)	
Indirecto	1	Irregular-discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA (IA)	
(Con acciones humanas)			
Recuperable inmediatamente	1	$IA = (3I + 2EX + MO + PE + PO + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable a mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, la matriz de impactos se presenta en la Tabla 52.

Tabla 52 - Matriz de impactos ambientales

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			ACTIVIDADES																														
SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTORES AMBIENTALES	UIP	Compra de predios		Desmonte y limpieza		Contratación mano de obra		Movimiento de tierras (corte y llenos)		Acopio de materiales		Movimiento y mantenimiento de maquinaria y equipo		Zonas de depósito		Instalaciones provisionales		Obras de drenaje (alcantarillas, box couvert)		Construcción puentes		Construcción de sub-base, base y capa de rodadura		TOTAL CONSTRUCCIÓN			TOTAL OPERACIÓN				
IMPACTO				N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	Cal	UIP	N	Imp	Cal	
ABIÓTICO	Aire	Nivel de gases	10											P	47	P	30	P	47	P	30			P	50	P	37	M	5	P	57	S	
		Nivel de material particulado	10							P	43				P	47	P	30	P	47	P	30			P	50	P	38	M	5	P	57	S
		Nivel de ruido	10			P	45								P	47	P	30	P	47	P	30			P	50	P	39	M	5	P	57	S
	Agua	Calidad del agua	20			P	22			P	56	P	44	P	47	P	25	P	47	P	25	P	51	P	30	P	40	M	11	P	39	M	
		Dinámica fluvial	20							P	33												P	53			P	50	S	13	P	41	M
		Desestabilización de cauces	10			P	20			P	39	P	44										P	48			P	40	M	5	P	35	M
		Inundaciones	10			P	16			P	30												P	30			P	25	I	3			
	Suelo	Ecosistema agua	20			P	21			P	33	P	34	P	51	P	27	P	51	P	27	P	50	P	35	P	40	M	11	P	43	M	
		Agrología	10			P	39			P	57	P	26										P	45			P	47	M	6			
		Relieve y formas	30								P	53															P	19	I	8			
Ecosistema suelo		10			P	41			P	35	P	32	P	45	P	34	P	45	P	34					P	46	P	40	M	5			
Erosión del suelo		20			P	19			P	26	P	26														P	26	M	7				
Desestabilización de laderas y taludes		100								P	26	P	27										P	27			P	28	M	37	P	37	M
BIÓTICO	Flora	Interés	25			P	23																			P	24	M	8				
		Densidad	25			P	20										P	24								P	22	I	7				
	Fauna	Calidad	25			P	20																				P	20	I	7			
		Abundancia	25			P	20			P	28																P	30	M	10			
	Procesos	Replacación vegetal	20			P	20																				P	20	I	5			
		Corredores forestales	20			P	20																				P	20	I	5			

FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS			ACTIVIDADES																														
SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTORES AMBIENTALES	UIP	Compra de predios		Desmonte y limpieza		Contratación mano de obra		Movimiento de tierras (corte y llenos)		Acopio de materiales		Movimiento y mantenimiento de maquinaria y equipo		Zonas de depósito		Instalaciones provisionales		Obras de drenaje (alcantarillas, box coulvert)		Construcción puentes		Construcción de sub-base, base y capa de rodadura		TOTAL CONSTRUCCIÓN			TOTAL OPERACIÓN				
IMPACTO				N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	N	Imp	Cal	UIP	N	Imp	Cal	
		Alteración ecosistemas	20			P	20			P	28			P	43			P	43							P	30	M	8	P	32	M	
SOCIO/CULTURAL	Infraestructura	Acueductos	14	P	44					P	42															P	43	M	8				
		Alcantarillados	14	P	44					P	42																P	43	M	8			
	Cultural	Relaciones de la comunidad	15	P	41					P	41																P	36	M	7	P	53	S
		Modos de vida tradicionales	25	P	25	P	56			P	55				P	45											P	41	M	14	P	53	S
	Humanos	Calidad de vida	30	B	36	P	37								P	45											B	36	M	14			
		Salud	10												P	47											P	47	M	6			
		Accidentalidad	5							P	32				P	35											P	31	M	2	P	52	S
	Economía	Organizaciones	5	B	34																						P	34	M	2			
		Ingresos	20	B	24			B	26	P	47																B	32	M	9	P	34	M
		Actividades económicas	25	B	27			B	25	P	47																B	31	M	10	B	43	M
Uso del suelo		15	B	36												B	41									B	34	M	7	B	33	M	
		Valorización predios	10	B	36										B	41										B	36	M	5	B	34	M	
TOTAL IMPACTO SOCIAL			500		37		37		43		26		46				37		40										37	M	245		
CALIFICACIÓN					M		M		M		M		M		M		M		M									M					
VALORACIÓN IMPACTO RELATIVO AMBIENTAL TOTAL					37		37		34		26		41		32		49		40		62		40		30		46		41	M			
CALIFICACIÓN					M		M		M		M		M		M		M		M		S		M		M		M		M				
VALORACIÓN IMPACTO ABSOLUTO AMBIENTAL TOTAL			1000		492		499		451		349		550		432		658		529		627		685		402		616		410		459		

Fuente: Elaboración propia

5.2 CONCLUSIONES

5.2.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El manejo exitoso de los recursos naturales hace parte de un sistema socio-económico y político que aunque se vea complejo, es dinámico e integrador de los mismos. Agua, biodiversidad, bosques unidos al conocimiento local y académico crearán espacios de participación e interacción entre los investigadores, las comunidades y los diseñadores de políticas públicas con un ganador: el ambiente.

Aunque el enfoque sea uno, el ambiente, deben desarrollarse fases al interior de la participación, pues así se involucra y compromete a los diversos actores. Las respuestas están ahí, en la comunidad y deben ser reconocidas y respetadas; en cuanto a las normas, se ligarán al conocimiento y este, a la acción.

5.3 RECOMENDACIONES

- Etapa de Ejecución
 - Aplicar el PMA para el desarrollo de los trabajos o actividades de construcción del corredor vial y el mantenimiento de vehículos, equipos y maquinaria pesada.
 - Realizar todos los monitoreos previstos en el PMA
 - Colocación de cerramientos de obra, riego de excavaciones, cubrimiento con plástico las zonas de acopio de materiales de cantera y uso de maquinaria en buen estado para el control de emisiones y ruidos, durante la ejecución de la obra civil.
 - Instalación de señalización preventiva y provisión de personal para control permanente de tráfico en la vía, con el fin de disminuir la posible afectación del tráfico en la vía de acceso a la obra.
 - Facilitar a los profesionales que aplicarán el Proceso de Participación Social, todos los mecanismos e información pertinente.

- Etapa de Operación
 - Se recomienda aplicar las medidas ambientales descritas para mitigar los recursos biológicos afectados.
 - Ejecutar todos los Programas de Capacitación descritos en el PMA.
 - Además cumplir con todo lo estipulado en este estudio y, con lo determinado en la Normativa Ambiental Vigente y Leyes Complementarias relativas al propósito de construcción del corredor vial.

- Se debe diseñar un documento de seguimiento y control, constituido por fichas, donde se programen las medidas formuladas para el control de cada componente del medio ambiente. Estas fichas deben tener indicadores que permitan medir la efectividad de las mismas.

5.4 BENEFICIOS Y COSTOS ASOCIADOS AL ESTUDIO AMBIENTAL

Los beneficios socioeconómicos proporcionados por el proyecto, incluyen la confiabilidad bajo todas las condiciones climáticas, la reducción de los costos de transporte, el mayor acceso a los mercados para los cultivos y productos locales, el acceso a nuevos centros de empleo, la contratación de trabajadores locales en el proyecto en sí, el mayor acceso a la atención médica y otros servicios sociales, y el fortalecimiento de las economías locales.

Los costos más importantes del Proyecto son la pérdida de ciertos recursos biológicos y los cambios de los componentes. De acuerdo con la longitud del proyecto, y con base en proyectos similares, se estiman las cantidades para el recurso hídrico, revegetación y reforestación, participación de la comunidad, gestión predial y los ensayos de calidad de agua y nivel de ruido.

Los costos para atender el impacto en el componente hídrico se encuentran en la Tabla 53.

Tabla 53 - Costo recurso hídrico

Obras	Unidad	Cantidad	Costo unidad (COP)	Costo Total (COP)
Barricadas	m	1	50.000	10.000.000
Canales	m	500	35.000	17.500.000
Desarenadores	m ³	200	80.000	16.000.000
Trampas de grasas	Unidad	20	600.000	12.000.000
Baños portátiles	Unidad	100	800.000	80.000.000
Tratamiento aguas residuales	Unidad	6	3.000.000	18.000.000
TOTAL				153.500.000

Fuente: Elaboración propia

Se estima la siembra de 250 árboles a lo largo del proyecto y un área de revegetación de 2 Ha. Los costos de estas actividades se encuentran en la Tabla 54.

Tabla 54 - Revegetación y reforestación

Actividad	Cantidad árboles	Valor unidad (COP)	Valor Total (COP)
Siembra lineal	1	30.000	30.000.000
Resiembra	250	30.000	7.500.000
Cerramiento	2	12.000	24.000.000
Confinamiento	1, 000	56.000	56.000.000
Mantenimiento en dos años	1	6.000.00	6.000.000
Actividad	Cantidad/ Ha	Valor.unidad.	Valor.Total
Siembra en drenajes	2	33.000.000	66.000.000
Resiembra	0,5	33.000.000	16.500.000
Cerramiento	2	4.500.000	9.000.000
Mantenimiento en dos años	2	6.000.000	12.000.000
TOTAL			227.000.000

Fuente: Elaboración propia

Se estiman 200 ensayos para el monitoreo de calidad de agua y 70 de calidad de aire y ruido. Los costos de estos monitoreos se encuentran en la Tabla 55, mientras que en la Tabla 56 se encuentra el personal necesario para realizar esta labor.

Tabla 55 – Monitoreo medio biótico

Monitoreos	Cantidad	Costo unidad	Costo Total
Calidad del agua			
Caños y drenajes	200	1.000.000	200.000.000
Calidad del aire			
Partículas sólidas en el aire	40	2.000.000	.80.000.000
Ruido	30	3.500.000	105.000.000
TOTAL			385.000.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56 - Personal para monitoreo medio biótico

Personal	Cantidad	Tiempo/mes	Valor unidad	Valor Total
Inspector	1	36	600.000	21.600.000
Transporte	1	36	280.000	10.080.000
TOTAL				31.680.000

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la longitud del proyecto y la duración de la etapa de construcción de 3 años, se obtienen los costos para la participación de la comunidad, basándose en cantidades de proyectos similares. Estos costos se muestran en la Tabla 57.

Tabla 57 - Participación de la comunidad

Coordinación y seguimiento	Cantidad	Tiempo/ meses	Total	Costo por Unidad (COP)	TOTAL (COP)
Coordinador Gestión Social	1	36	36	5.000.000	180.000.000
Coordinador Ambiental	1	36	36	5.000.000	180.000.000
Auxiliar Gestión Social	1	36	36	1.200.000	43.200.000
				Subtotal:	403.200.000
Capacitaciones					
Capacitación personal	1	36	36	400.000	14.400.000
Talleres de seguridad y prevención Vial	4	36	144	400.000	57.600.000
Talleres con la comunidad sobre los cuidados ambientales	6	36	216	400.000	86.400.000
Elaboración de volantes y folletos informativos	100	36	3.600	360	1.296.000
				Subtotal:	159 696 000
TOTAL					562 896 000

Fuente: Elaboración propia

Para la gestión predial se estima una cantidad de 50 predios que son requeridos para la ampliación y mejoramiento del corredor vial. Los costos de la gestión predial se muestran en la Tabla 58.

Tabla 58 - Costo gestión predial

Actividad	Cantidad	Tiempo/ meses	Costo unidad (COP)	TOTAL (COP)
Coordinador predial	1	6	5.000.000	30.000.000
Coordinador social	1	6	5.000.000	30.000.000
Auxiliar social	1	6	2.500.000	15.000.000
Topógrafo –fichas	50	-	200.000	10.000.000
Elaboración de Fichas Socio-Económicas	50	-	300.000	15.000.000
Abogado – fichas	50	2	500.000	50.000.000
Avalúos	50	-	250.000	12.500.000
Papelería	Global	6	500.000	3.000.000
Vehículo	1	3	3.000.000	9.000.000
TOTAL				174.500.000

Fuente: Elaboración propia

Para la etapa de operación, se estiman que los costos ambientales son del 10% anual del costo total ambiental, sin tener en cuenta la gestión predial, que es la única actividad que no se realizará durante operación.

6 ESTUDIOS ADMINISTRATIVOS

En los estudios administrativos se analiza la constitución de la compañía que construirá y operará el proyecto, su plan estratégico, la estructura organizacional tanto para la etapa pre-operativa como para la operativa y los requerimientos de personal, equipos, instalaciones y demás necesarios para la administración de la compañía.

6.1 HALLAZGOS

6.1.1 Análisis de constitución de la empresa

La constitución de la empresa que construirá y operará la carretera depende de la forma en sea presentado el proyecto. De acuerdo con la ley colombiana, existen dos formas de presentar el proyecto, como iniciativa pública o como iniciativa privada.

Como iniciativa pública, el proyecto tendría que presentarse ante el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, o ante la Gobernación de Boyacá para que estos adelanten el proceso de licitación pública para los diseños de factibilidad y de resultar factible, adelantar el proceso de licitación para su construcción. En este caso estas entidades llevarían directamente la operación de la carretera a excepción de la operación del peaje, el cual podría ser contratado con un tercero mediante otra licitación. En cuanto al mantenimiento rutinario, generalmente es contratado anualmente mediante un proceso de menor cuantía con cooperativas de la zona del proyecto, mientras que los mantenimientos periódicos se contratarían mediante procesos de licitación por separado cada uno justo cuando sean requeridos. Esta alternativa tiene el inconveniente de que los servicios a los usuarios son limitados como el monitoreo y control de tráfico, información al usuario, o el servicio de ambulancia debido a que las entidades estatales los proporcionan y no tienen indicadores que los apremien. Por otro lado, los recursos para los mantenimientos no están asegurados y dependen del presupuesto anual de la entidad, entrando a competir por recursos dependiendo de la coyuntura política del momento.

Otra forma de ser presentado como iniciativa pública sería como una asociación público–privada de iniciativa pública. En este caso el proyecto debe ser presentado ante la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, quien adelantaría los estudios de factibilidad y posteriormente llevaría a cabo el proceso de precalificación de los manifestantes de interés verificando su capacidad financiera y su experiencia en consecución de financiación de proyectos similares, y posteriormente el proceso de licitación entre los precalificados de acuerdo con la ley 1508 de 2012 y sus decretos reglamentarios. En este caso la misma compañía responsable de construir el proyecto lo operará.

Sin embargo, de acuerdo con la ley colombiana, las entidades públicas no podrían reconocer ninguna compensación económica por los estudios realizados y, si encuentran el proyecto conveniente tendrían que iniciar el proceso de licitación para su estructuración desde la etapa de pre-factibilidad.

La otra forma de presentar el proyecto para su desarrollo es como una iniciativa privada. En este caso, se presentaría ante compañías de construcción de infraestructura con capacidad financiera, medida de acuerdo con sus indicadores financieros como patrimonio y el índice de endeudamiento entre otros, y experiencia en consecución de recursos financieros para proyectos similares. Dicha compañía, o unión de compañías tendrían que seguir lo estipulado en la ley 1508 de 2012³⁰ y sus decretos reglamentarios, completar este estudio de pre-factibilidad, incluyendo los estudios socio-económicos y presentar ante la ANI el proyecto a nivel de pre-factibilidad como una asociación público-privada de iniciativa privada. Una vez la ANI de su concepto favorable, el originador de la iniciativa podrá avanzar con los estudios de factibilidad. En cuanto la ANI acepte la propuesta y decida otorgar el contrato para desarrollar el proyecto al originador, se procederá a constituir una sociedad que, de acuerdo con la Ley 80 del 1993 y la Ley 1508 de 2012 debe ser de objeto único y su objeto consistirá en la celebración y ejecución del contrato de asociación público-privada. Los accionistas de esta sociedad serán las compañías que conformaron el originador.

6.1.2 Estructura organizacional

Las actividades que desarrollará la compañía en la etapa de construcción son las siguientes:

- Seguir y manejo contractual del proyecto con el cliente
- Adelantar el cierre financiero.
- Adelantar actividades de contabilidad.
- Adelantar actividades de compras
- Adelantar la contratación del recurso humano
- Coordinar y hacer el seguimiento y control de los diseños definitivos.
- Hacer el control y supervisión de obra en cuanto a tiempo, costo, alcance y calidad, y cumplimiento con el sistema de seguridad y salud ocupacional.
- Adelantar la gestión social y ambiental y obtener las licencias ambientales requeridas
- Adelantar la gestión predial para la adquisición de la totalidad de los predios requeridos para la ejecución de las obras.

³⁰ <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/Ley150810012012.pdf>

Por otro lado, las actividades que se realizarán en la etapa de operación son las siguientes:

- Hacer el seguimiento y manejo contractual del proyecto con el cliente
- Realizar la gestión del recurso humano
- Realizar actividades de contabilidad
- Adelantar actividades de compras
- Realizar la coordinación, seguimiento y control de las labores de mantenimiento rutinario y periódico.
- Realizar la medición de los indicadores de cumplimiento de los niveles de servicio tanto funcionales como de operación.
- Realizar la gestión ambiental y social
- Ejecutar la operación de la vía en cuanto al servicio al usuario, recaudo de peaje, monitoreo y control de tráfico.

Con base en lo anterior, se plantean las posibles estructuras las cuales pueden ser:

- Funcional
- Projectizada
- Matricial
- Compuesta

6.1.2.1 Estructura funcional

En este tipo de estructuras el trabajo está dividido por funciones, agrupando a los trabajadores por especialidad. Generalmente estas organizaciones son jerárquicas, es decir cada trabajador tiene un jefe inmediato definido.

La ventaja principal de este tipo de estructura es que el manejo de especialistas se realiza de una forma óptima y eficiente. Por otro lado, la desventaja principal es que los proyectos compiten por el mismo recurso humano y el gerente de cada proyecto no tiene autoridad directa sobre, dificultando la comunicación y coordinación de los miembros del proyecto.³¹

6.1.2.2 Estructura projectizada

Este tipo de estructuras divide las áreas de la compañía por proyectos y no por funciones o especialidades.

³¹ *Project management body of knowledge – fifth edition*

Dentro de las principales ventajas se encuentra que cada proyecto tiene su propio equipo de trabajo y el gerente de proyecto cuenta con libertad del uso de los recursos humanos y estos se dedican tiempo completo al proyecto.

En cuanto a las desventajas, la estructura proyectizada es menos eficiente en el uso de recursos y dentro de la organización se pueden duplicar funciones y cargos.³²

6.1.2.3 Estructura matricial

Existen tres clases de estructura matricial, fuerte, débil y balanceada. Estas estructuras son una mezcla entre las estructuras funcionales y proyectizadas. La estructura matricial débil cuenta con más características de las estructuras funcionales y las fuertes con más características de las proyectizadas.

Las principales ventajas son la optimización de los recursos por su gran flexibilidad sin embargo los miembros del equipo de trabajo cuenta con dos jefes, el gerente de proyecto y el gerente funcional.³³

6.1.2.4 Estructura compuesta

Consiste en la mezcla de las anteriores estructuras a distintos niveles de la organización. Este tipo de organización busca obtener las ventajas de cada tipo de estructura, sin embargo puede caer en altos costos administrativos.³⁴

6.1.3 Requerimientos de personal administrativo

De acuerdo con las actividades que se desarrollarán, tanto en la etapa de construcción como en la de operación, se determinaron los requerimientos de personal administrativo para la ejecución del proyecto.

6.1.3.1 Etapa de construcción

Para la etapa de construcción, la organización estará dividida en tres grandes áreas:

- Financiera administrativa
 - Adelantar el cierre financiero
 - Recursos humanos
 - Contabilidad
 - Compras
- Jurídica
 - Seguimiento y manejo contractual del proyecto

³² *Project management body of knowledge – fifth edition*

³³ *Project management body of knowledge – fifth edition*

³⁴ *Project management body of knowledge – fifth edition*

- Asesoría para compras
- Técnica
 - Coordinación, seguimiento y control de los diseños definitivos
 - Control y supervisión de obra en cuanto a tiempo, costo, alcance y calidad, y cumplimiento con el sistema de seguridad y salud ocupacional.
 - Adelantar la gestión social y ambiental y obtener las licencias ambientales requeridas.
 - Adelantar la gestión predial para la adquisición de la totalidad de los predios requeridos para la ejecución de las obras.

De acuerdo con estas actividades, se requerirá el siguiente personal para la etapa de ejecución:

- Financiera administrativa
 - Financiero
 - Analista contable
 - Auxiliar administrativo
- Jurídica
 - Abogado
- Técnica
 - Ingeniero coordinador de diseños
 - Coordinador de calidad
 - Especialistas
 - Comisión de topografía
 - Ingeniero de programación y control de presupuesto
 - Ingeniero de supervisión de obra
 - Inspector HSEQ
 - Coordinador social y ambiental
 - Trabajadores sociales
 - Inspectores ambientales
 - Coordinador gestión predial
 - Abogado predial
 - Especialista predial
 - Especialista en sistemas de información geográfica

6.1.3.2 Etapa de operación

Para la etapa de operación, la organización estará dividida en cuatro grandes áreas:

- Financiera administrativa
 - Adelantar el cierre financiero

- Recursos humanos
- Contabilidad
- Compras
- Jurídica
 - Seguimiento y manejo contractual del proyecto
 - Asesoría para compras
- Técnica
 - Coordinación, seguimiento y control de las actividades de mantenimiento rutinario y periódico
 - Medición de los indicadores de cumplimiento.
 - Gestión social y ambiental.
 - Aseguramiento del cumplimiento con el sistema de seguridad y salud ocupacional
- Operación
 - Servicio al usuario
 - Recaudo de peaje
 - Monitoreo y control de tráfico

De acuerdo con estas actividades, se requerirá el siguiente personal para la etapa de operación:

- Financiera administrativa
 - Financiero
 - Analista contable
 - Auxiliar administrativo
- Jurídica
 - Abogado
- Técnica
 - Ingeniero coordinador de mantenimiento.
 - Coordinador de calidad
 - Cuadrilla mantenimiento rutinario
 - Ingeniero de supervisión de mantenimiento
 - Inspector HSEQ
 - Coordinador social y ambiental
 - Trabajadores sociales
 - Inspectores ambientales
- Operación
 - Director de operaciones

- Inspectores viales
- Coordinador de operaciones
- Director de recaudo

6.1.3.3 Factor prestacional

El valor del factor prestacional necesario para calcular los costos de personal se hace teniendo en cuenta lo establecido en la ley colombiana, entre ellas el Código Sustantivo del Trabajo, Ley 52 de 1975, Ley 11 de 1984, Ley 1122 de 2007, Ley 797 de 2003, Ley 1607 de 2012, Ley 1772 de 1994, Ley 89 de 1988, Ley 21 de 1982 y Ley 789 de 2002. El cálculo se presenta en la Tabla 59.³⁵

Tabla 59 - Cálculo del factor prestacional

DESCRIPCIÓN	% MENSUAL		
	DÍAS	MESES	% MENSUAL
Días pagados por año			
Cesantía	30,00	1,00	8,33%
Prima de servicios	30,00	1,00	8,33%
Vacaciones	15,00	0,50	4,17%
Seguridad social - salud (8.5% mensual)	31,03	1,02	8,50%
Riesgos profesionales (6.96% mensual)	25,40	0,84	6,96%
Seguridad social - pensión (12% mensual)	43,80	1,44	12,00%
Sena (2% mensual)	0,00	0,00	2,00%
Caja de subsidio familiar (4% mensual)	0,00	0,00	4,00%
ICBF (3% mensual)	0,00	0,00	3,00%
Intereses de cesantía (12% anual)	3,65	0,12	1,00%
FACTOR PRESTACIONAL			1,583

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo anterior, se encontró que el factor prestacional para el personal administrativo es de 1,583

6.1.4 Requerimientos de obras físicas, mobiliario, equipos y suministros.

Durante la etapa de construcción se debe prever el arriendo de una oficina con capacidad de 35 a 40 personas. Una vez concluyan las obras del Centro de control y operación, toda la administración se realizará desde allí. En ambos casos se requerirá el pago de servicios públicos y consumibles como papelería, útiles, elementos de aseo, etc.

Por otro lado se estima la necesidad de adquirir 32 computadores de gama media para la etapa de construcción, mientras que para la etapa de operación se estiman

³⁵ <http://www.mintrabajo.gov.co/calculadora-laboral.html>

22 computadores con una reposición cada 3 años. Adicionalmente se prevén 2 impresoras de alto desempeño y una impresora para planos (plotter). Estas últimas con reposición cada 8 años.

De igual manera se estima 7 vehículos durante la construcción y 5 durante la operación. La reposición de los vehículos se estima cada 5 años. Las cantidades de estos ítems se pueden ver en la Tabla 60

Tabla 60 – Requerimientos equipos para administración y otros.

Ítem	Cantidad etapa de construcción	Cantidad etapa de operación	Reposición (años)
Inversión en equipos			
Computadores	32	22	3
Vehículos	7	5	5
Impresoras	2	1	5
Plotter	1	1	5
Gastos mensuales			
Arriendos	1	1	n.a.
combustible y mantenimiento vehículos	7	5	n.a.
Consumibles (papelería, útiles, elementos de aseo, etc.)	1	1	n.a.
Servicios públicos	1	1	n.a.

Fuente: Elaboración propia

6.2 CONCLUSIONES

6.2.1 Constitución de la empresa

En conclusión, la mejor alternativa para desarrollar el proyecto es mediante una asociación público-privada de origen privado, para ello será necesario crear un vehículo de propósito especial, una nueva sociedad cuyos accionistas serán los inversionistas del proyecto, aportando el patrimonio necesario (*equity*) para el proyecto.

6.2.2 Estructura organizacional

La estructura organizacional que mejor se adapta a las condiciones y actividades de la nueva compañía es la funcional jerárquica debido a que al ser un vehículo de propósito especial no podrá desarrollar proyectos similares al proyecto establecido en su objeto.

6.2.3 Requerimientos de personal administrativo

El personal requerido para la etapa de construcción suma 41 personas, mientras que para la etapa de operación es de 25 personas. Por otro lado, el factor

prestacional promedio calculado y que se utilizará para la estimación de los costos es de 1.583

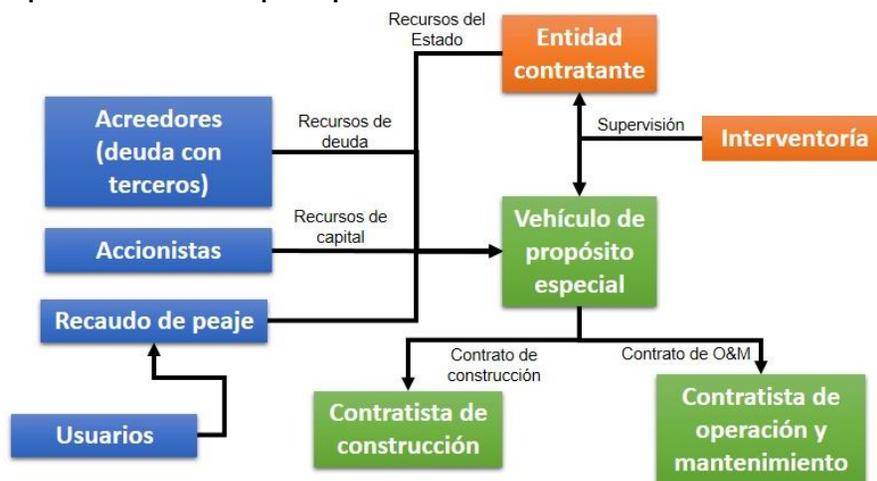
6.3 RECOMENDACIONES

6.3.1 Constitución de la compañía

Se recomienda presentar el proyecto dentro de una asociación público – privada de iniciativa privada. De igual modo, se recomienda que la empresa que desarrollará el proyecto se llame Concesión Tasco-Sogamoso S.A.S. y se recomienda que sea del tipo de sociedad por acciones simplificada por las ventajas y facilidades que se le otorgan a este tipo de sociedades. Sin embargo, en el momento de requerir que la financiación sea a través del mercado de capitales, esta se podrá transformar fácilmente al tipo de sociedades anónimas.

Por otro lado, los diseños y la construcción de las obras del proyecto serán a través de subcontratos, en los cuales los mismos accionistas de la concesión podrán participar directamente. En la Figura 28 se puede observar un esquema simplificado de las interacciones de los distintos actores en el proyecto. La estructura administrativa de los contratistas no se evalúa en este capítulo ya que estos valores hacen parte de los costos incluidos dentro del valor de las obras que se cuantificaron en los estudios técnicos anteriormente descritos en este informe.

Figura 28 - Esquema estructura de participación



Fuente: Elaboración propia, basado en las estructuraciones de la ANI para las concesiones de cuarta generación,

6.3.2 Plan estratégico

La duración de la sociedad deberá ser de mínimo lo que dura la concesión. Por otro lado, se recomienda que esta nueva compañía tenga el siguiente plan estratégico.

6.3.2.1 Misión

El propósito de la empresa es realizar la operación y ejecutar los proyectos de la infraestructura de la carretera Tasco - Sogamoso garantizando la protección al medio ambiente, mejora continua de la seguridad vial y de los servicios a los usuarios, generando valor a sus accionistas, a la comunidad y al cliente.

6.3.2.2 Visión - 2020

Ser una compañía reconocida debido a la satisfactoria ejecución de la construcción de la carretera Tasco – Sogamoso, destacándose por la excelencia en el servicio al usuario, reduciendo los índices de accidentalidad y contribuyendo al desarrollo de los municipios de Tasco, Sogamoso, Corrales y Paz de Río, del departamento de Boyacá y del país.

6.3.2.3 Objetivos estratégicos

- Desarrollar una empresa competitiva sostenible.
- Atraer a inversionistas con gran capital garantizándoles rentabilidad a través del buen manejo administrativo, optimizando gastos y costos.
- Promover la seguridad vial en las carreteras.

6.3.2.4 Valores

Los principales valores de la compañía son:

- Respeto al ser humano, transparencia y comportamiento ético.
- Responsabilidad Social
- Calidad y mejoramiento continuo
- Competitividad que asegura rentabilidad y generación de valor.

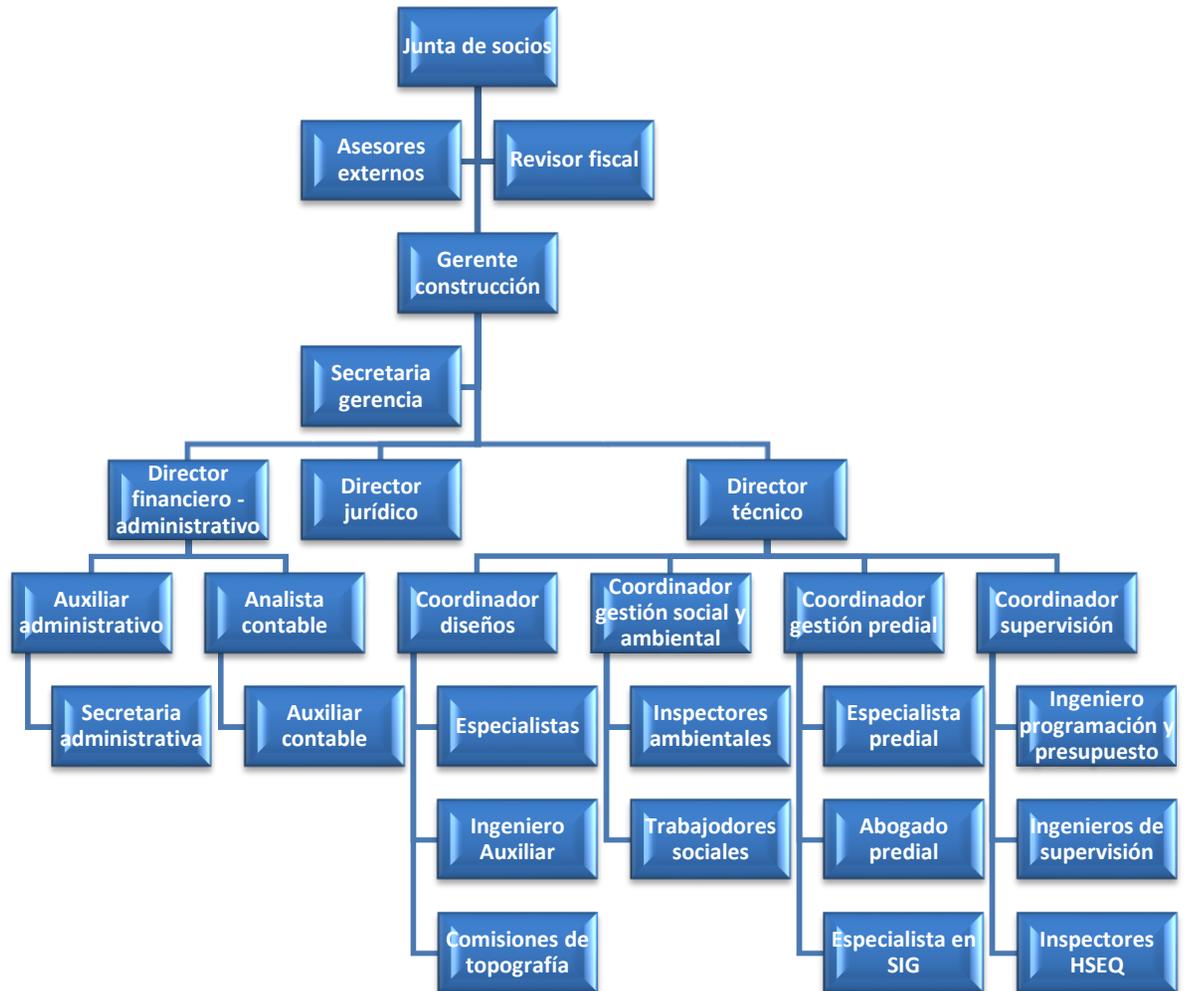
Se debe tener en cuenta que la sociedad tendrá un código de buen gobierno de acuerdo con lo exigido en la ley 1508 de 2012 y sus decretos reglamentarios, para las asociaciones público-privadas.

6.3.3 Estructura organizacional

La estructura organizacional recomendada es la del tipo funcional jerárquica tanto para la etapa de construcción como de operación, ya que la compañía que ejecutará y operará la carretera no ejecutará otros proyectos ya que es de propósito único. Esta estructura tiene como ventaja el manejo de especialistas de manera óptima y eficiente. El organigrama para la ejecución del proyecto se puede observar en la Figura 29, mientras que en la

Figura 30 se puede observar la estructura para la operación.

Figura 29 - Organigrama para la construcción



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 61 se encuentra el personal requerido durante la etapa de construcción con base al organigrama recomendado.

Tabla 61 - Personal administrativo para la etapa de construcción

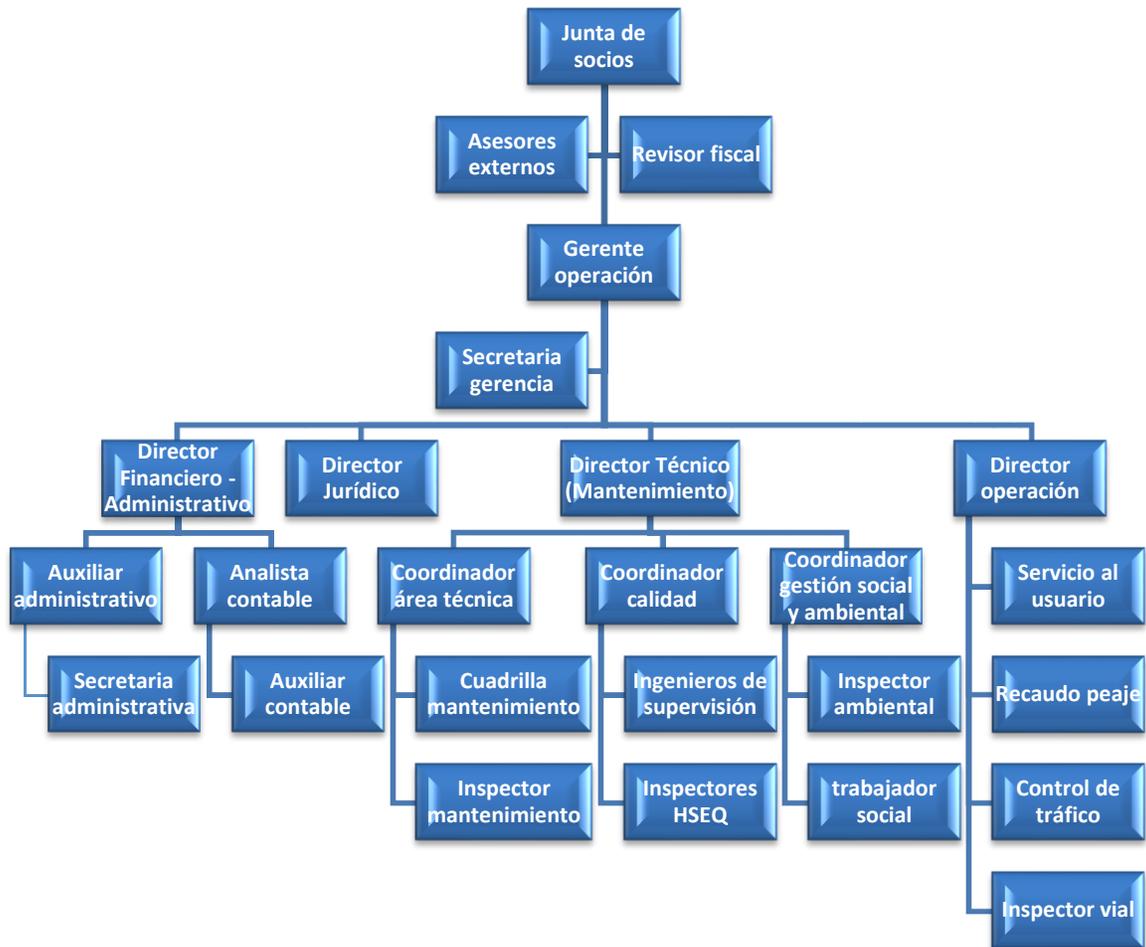
PERSONAL	CANTIDAD
Gerente construcción	1

PERSONAL	CANTIDAD
Secretaria de gerencia	1
Director Financiero - administrativo	1
Auxiliar Administrativo	1
Secretaria administrativa	1
Analista contable	1
Auxiliar contable	1
Director Jurídico	1
Director Técnico	1
Coordinador Diseños	1
Especialista diseño geométrico	1
Especialista diseño de pavimentos y geotecnia	1
Especialista en estructuras	1
Ingeniero auxiliar	1
Topógrafo	2
Cadenero primero	2
Cadenero segundo	4
Coordinador gestión social y ambiental	1
Inspector ambiental	2
Trabajador social	2
Coordinador gestión predial	1
Especialista predial	1
Abogado predial	1
Especialista en SIG	1
Coordinador supervisión	1
Ingeniero de programación y presupuesto	1
Ingeniero de supervisión obra	2
Inspector HSEQ	2
Mensajero	1
Auxiliar de Bodega	1
Secretaria general	1
Personal de Aseo	1

Fuente: Elaboración propia

Con base en las actividades que se realizarán en la etapa de operación se conforma el organigrama para la fase de operación.

Figura 30 - Organigrama para la operación



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 62 se muestra el personal administrativo requerido para la operación de la carretera con base al organigrama recomendado para esta etapa. Como se puede observar, las diferencias de requerimientos de personal entre la etapa de operación y la etapa de construcción es que el área técnica está constituida por personal necesario para la supervisión de la ejecución, mientras que en la etapa de operación, esta área está enfocada a la operación y mantenimiento del corredor vial.

Tabla 62 Personal administrativo para la etapa de operación

PERSONAL	CANTIDAD
Gerente operación	1
Secretaria de gerencia	1
Director Financiero - administrativo	1
Auxiliar Administrativo	1
Secretaria administrativa	1
Analista contable	1
Auxiliar contable	1
Director Jurídico	1
Director Técnico	1
Coordinador área técnica	1
Inspector de mantenimiento	1
Coordinador calidad	1
Ingenieros de supervisión medición	1
Inspector HSEQ	1
Coordinador gestión social y ambiental	1
Inspector ambiental	1
Trabajador social	1
Director operaciones	1
Inspectores viales	1
Coordinador operaciones	2
Mensajero	1
Auxiliar de Bodega	1
Secretaria general	1
Personal de Aseo	1

Fuente: Elaboración propia

6.4 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Las alternativas estudiadas se resumen en las Tabla 63 y Tabla 64

Tabla 63 - Alternativas estudiadas para la constitución de la compañía

Constitución de la compañía		
Alternativa 1 iniciativa pública	Obra pública, más contratos independientes de mantenimiento y la operación sería directa por la entidad pública	<ul style="list-style-type: none"> • Las entidades responsables de la estructuración del proyecto sería la Gobernación o el INVIAS • Se debe hacer tramite mediante acciones populares para que estas entidades realicen el proyecto • Si encuentran el proyecto conveniente tendrían que iniciar el proceso de licitación para su estructuración desde la etapa de pre-factibilidad • Los recursos del mantenimiento no están asegurados y dependen del presupuesto anual de cada entidad • La operación sería mínima y no habría servicio al usuario

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63 - Alternativas estudiadas para la constitución de la compañía (Continuación)

Constitución de la compañía		
Alternativa 1 iniciativa pública	Asociación público-privada de iniciativa pública	<ul style="list-style-type: none"> • La entidad responsable de la estructuración del proyecto sería la ANI • Se debe hacer tramite mediante acciones populares para que esta entidad realice el proyecto • si encuentra el proyecto conveniente tendría que iniciar el proceso de licitación para su estructuración desde la etapa de pre-factibilidad • La compañía que gane el proceso licitatorio debe conformar una nueva compañía de propósito único o especial.
Alternativa 2 iniciativa privada	Asociación público-privada de iniciativa privada	<ul style="list-style-type: none"> • Una compañía privada sería la responsable de la estructuración del proyecto • Complementar pre-factibilidad para ser presentada por estas ante la ANI para su visto bueno y proseguir con los estudios de factibilidad y su posterior adjudicación de acuerdo con la ley 1508 de 2012 • La compañía privada debe conformar una nueva compañía de propósito único o especial.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64 - Alternativas estudiadas para la estructura organizacional

Estructura organizacional	
Funcional	<ul style="list-style-type: none"> - Trabajo está dividido por funciones, agrupando a los trabajadores por especialidad. - Generalmente son Jerárquicas - La desventaja principal es que los proyectos compiten por los mismos recursos y hay fallas en la comunicación.
Proyectizada	<ul style="list-style-type: none"> - Divide las áreas de la compañía por proyectos - Cada proyecto tiene su propio equipo de trabajo - Es menos eficiente en el uso de recursos y dentro de la organización se pueden duplicar funciones y cargos
Matricial	<ul style="list-style-type: none"> - Tres clases de estructura matricial: fuerte, débil y balanceada - Son una mezcla entre las estructuras funcionales y proyectizadas. - La estructura matricial débil cuenta con más características de las estructuras funcionales y las fuertes con más características de las proyectizadas
Compuesta	<ul style="list-style-type: none"> - Consiste en la mezcla de las anteriores estructuras a distintos niveles de la organización.

Fuente: Elaboración propia

6.5 COSTOS Y BENEFICIOS

De acuerdo con lo anteriormente dicho, se estiman los costos mensuales de personal de la administración tanto para la etapa de construcción, como para la etapa de operación, teniendo en cuenta un factor prestacional de ley. El cálculo del factor prestacional se presenta en la Tabla 59 del numeral 6.1.3.

En la Tabla 65 se encuentran los costos mensuales de personal de la etapa de construcción, mientras que en la Tabla 66 se presentan los costos mensuales de para la etapa de operación, basándose en costos promedio y salarios promedio de otros proyectos.

Tabla 65 - Costos mensuales de personal en la fase de construcción

PERSONAL	CANTIDAD	SMMLV	VALOR UNITARIO MES	VALOR TOTAL MES
		616.000	F.S.=1,583	
Gerente construcción	1	17	\$16.577.176	\$16.577.176
Secretaria de Gerencia	1	4	\$3.900.512	\$3.900.512
Director Financiero - administrativo	1	12	\$11.701.536	\$11.701.536
Auxiliar Administrativo	1	6	\$5.850.768	\$5.850.768
Secretaria administrativa	1	3	\$2.925.384	\$2.925.384
Analista contable	1	6	\$5.850.768	\$5.850.768
Auxiliar contable	1	4	\$3.900.512	\$3.900.512
Director Jurídico	1	12	\$11.701.536	\$11.701.536
Director Técnico	1	12	\$11.701.536	\$11.701.536
Coordinador Diseños	1	9	\$8.776.152	\$8.776.152
Especialista diseño geométrico	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Especialista diseño de pavimentos y geotecnia	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Especialista en estructuras	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Ingeniero auxiliar	1	5	\$4.875.640	\$4.875.640
Topógrafo	2	5	\$4.875.640	\$9.751.280
Cadenero primero	2	3	\$2.925.384	\$5.850.768
Cadenero segundo	4	2.5	\$2.437.820	\$9.751.280
Coordinador gestión social y ambiental	1	9	\$8.776.152	\$8.776.152
Inspector ambiental	2	5	\$4.875.640	\$9.751.280
Trabajador social	2	5	\$4.875.640	\$9.751.280
Coordinador gestión predial	1	9	\$8.776.152	\$8.776.152
Especialista predial	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Abogado predial	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Especialista en SIG	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Coordinador supervisión	1	9	\$8.776.152	\$8.776.152
Ingeniero de programación y presupuesto	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Ingeniero de supervisión obra	2	7	\$6.825.896	\$13.651.792
Inspector HSEQ	2	5	\$4.875.640	\$9.751.280

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65 - Costos mensuales de personal en la fase de construcción (Continuación)

PERSONAL	CANTIDAD	SMMLV	VALOR UNITARIO MES	VALOR TOTAL MES
		616.000	F.S.=1,583	
Mensajero	1	1	\$975.128	\$975.128
Auxiliar de Bodega	1	1	\$975.128	\$975.128
Secretaria de Gerencia	1	1.5	\$1.462.692	\$1.462.692
Personal de Aseo	1	1	\$975.128	\$975.128
Total	41		\$197.950.984	\$234.518.284

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66 - Costos mensuales de personal en la fase de operación

PERSONAL	CANTIDAD	SMMLV	VALOR UNITARIO MES	VALOR TOTAL MES
		616000	F.S.=1,583	
Gerente operación	1	17	\$16.577.176	\$16.577.176
Secretaria de Gerencia	1	4	\$3.900.512	\$3.900.512
Director Financiero - administrativo	1	12	\$11.701.536	\$11.701.536
Auxiliar Administrativo	1	6	\$5.850.768	\$5.850.768
Analista contable	1	6	\$5.850.768	\$5.850.768
Auxiliar contable	1	4	\$3.900.512	\$3.900.512
Director Jurídico	1	12	\$11.701.536	\$11.701.536
Director Técnico	1	12	\$11.701.536	\$11.701.536
Coordinador área técnica	1	9	\$8.776.152	\$8.776.152
Inspector de mantenimiento	1	5	\$4.875.640	\$4.875.640
Coordinador calidad	1	9	\$8.776.152	\$8.776.152
Ingenieros de supervisión medición	1	7	\$6.825.896	\$6.825.896
Inspector HSEQ	1	5	\$4.875.640	\$4.875.640
Coordinador gestión social y ambiental	1	9	\$8.776.152	\$8.776.152
Inspector ambiental	1	5	\$4.875.640	\$4.875.640
Trabajador social	1	5	\$4.875.640	\$4.875.640
Director operaciones	1	12	\$11.701.536	\$11.701.536
Inspectores viales	1	5	\$4.875.640	\$4.875.640
Coordinador operaciones	2	9	\$8.776.152	\$17.552.304
Mensajero	1	1	\$975.128	\$975.128
Auxiliar de Bodega	1	1	\$975.128	\$975.128
Secretaria general	1	1.5	\$1.462.692	\$1.462.692
Personal de Aseo	1	1	\$975.128	\$975.128
Total	40		\$153.582.660	\$162.358.812

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se tienen los costos de inversión inicial de equipos el cual incluye los computadores, las impresoras y los vehículos, el cual se puede ver en la Tabla 67. A su vez se tienen los gastos mensuales de suministros, mantenimientos y otros. En la Tabla 68 se presentan estos costos.

Tabla 67 – Costos equipos administración

ítem	Valor unitario	Cantidad etapa de construcción	Valor etapa de construcción
Inversión en equipos			
Computadores	\$2.500.000	32	\$80.000.000
Vehículos	\$70.000.000	7	\$490.000.000
Impresoras	\$5.000.000	2	\$10.000.000
Plotter	\$15.000.000	1	\$15.000.000
Total Equipos			\$ 595.000.000

Fuente: Elaboración propia

Para la etapa de operación se debe tener en cuenta que la cantidad de equipos se reduce, sin embargo se debe considerar la reposición de los equipos según su vida útil. En este caso los vehículos, se considerará que al final vida útil se pueden vender por el 30% de su valor original. Como la etapa de construcción se estima en 3 años, y la cantidad de vehículos se disminuye en dos, se considera una venta de ellos por el 50% de su valor original. Es decir al finalizar la etapa de construcción se obtendrán ingresos no operacionales por la venta de estos equipos por un valor de 70 millones de pesos, y cada 5 años, se tendrán ingresos por venta de equipos por valor de 105 millones.

Tabla 68 - Otros gastos administrativos

Gastos mensuales	Valor unitario	Cantidad etapa de construcción	Cantidad etapa de operación	Valor esta de construcción	Valor etapa de operación
Arriendos	\$4.500.000	1	1	\$4.500.000	\$4.500.000
combustible y mantenimiento vehículos	\$1.500.000	7	5	\$10.500.000	\$7.500.000
Consumibles (papelería, útiles, elementos de aseo, etc.)	\$1.500.000	1	1	\$1.500.000	\$1.500.000
Servicios públicos	\$2.500.000	1	1	\$2.500.000	\$2.500.000
Total				\$19.000.000	\$16.000.000

Fuente: Elaboración propia

7 ESTUDIO DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO

Estos estudios compilan la información de cantidades de obra, costos y beneficios provenientes de los estudios técnicos, los costos ambientales, los costos administrativos y demás costos. También se incluye los principales supuestos que se tienen en cuenta para realizar el presupuesto, un análisis de las posibles fuentes de financiación y los estados financieros.

7.1 HALLAZGOS

7.1.1 Supuestos Básicos utilizados

Para determinar los principales supuestos macroeconómicos se tienen en cuenta los siguientes estudios:

- Proyecciones de indicadores macroeconómicos, elaborado por Grupo Bancolombia en agosto de 2014³⁶
- Colombia: Proyecciones Macroeconómicas Largo Plazo, elaborado por Helm Bank en mayo de 2014³⁷
- Marco fiscal de mediano plazo, elaborado por el ministerio de hacienda y crédito público en junio de 2014³⁸

Por otra parte, se presentan los supuestos utilizados en cada uno de los estudios para el cálculo y proyección de los costos y beneficios.

7.1.1.1 Proyecciones Producto Interno Bruto PIB

De acuerdo con el estudio del Ministerio de Hacienda, se espera que se mantenga un crecimiento debido a las buenas condiciones económicas de Colombia (sostenibilidad fiscal, inflación controlada, desempleo a la baja y el impulso de las nuevas obras de infraestructura de cuarta generación). Teniendo en cuenta esto, los estudios macroeconómicos coinciden en que la economía colombiana crecerá entre un 4,2% y un 5,2% anualmente como se puede observar en la Tabla 69. Para el presente estudio de pre-factibilidad se utilizará un crecimiento del 4,8% anual.

³⁶ <http://investigaciones.bancolombia.com/inveconomicas/sid/30991/2014060411393971.pdf>

³⁷ <https://www.grupohelm.com/actualidad-economica/proyecciones-macroeconomicas/>

³⁸ <http://www.minhacienda.gov.co/irc/en/fiscalinformation/Marco-Fiscal-de-Mediano-Plazo-2014.pdf>

Tabla 69 - Crecimiento PIB según estudios macroeconómicos

Crecimiento PIB real, var.% anual			
AÑO	HELM BANK	BANCOLOMBIA	MINHACIENDA
2014	4,7%	4,7%	4,8%
2015	5,0%	4,5%	4,8%
2016	5,2%	4,5%	4,8%
2017	5,2%	4,3%	4,8%
2018	5,2%	4,5%	4,8%
2019	5,2%	4,2%	4,8%
2020	5,2%		4,8%

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, aunque ningún estudio se atreve a pronosticar el PIB a más de 5 años, este crecimiento no puede ser sostenido en el largo plazo. Por esta razón se asume un crecimiento del 2021 al 2025 del 4,5%, del 2026 al 2030 un crecimiento del 4.2%, del 2031 al 2035 un crecimiento del 3.8% y del 2035 al 2040 un crecimiento del 3.3%.

7.1.1.2 Proyecciones de Índice de Precios al Consumidor IPC

Las proyecciones del IPC de acuerdo con los estudios anteriores se presentan en la Tabla 70. Para el año 2013, la variación de la inflación fue de 1,94%, la más baja en los últimos 58 años de acuerdo con el estudio del Ministerio de Hacienda. Según este mismo estudio, se espera que la variación del IPC se encuentre en el punto medio de la meta del Banco de la República que se fija entre el 2% y el 4%. Según los otros dos estudios, la variación del IPC en Colombia para los próximos años estará entre el 3.2% y 3.5%. Para el presente estudio de pre-factibilidad, se tomará 3.0% como la variación del IPC para los próximos años.

Tabla 70 - Variación del IPC según estudios macroeconómicos

Inflación cierre año, var.% anual IPC			
AÑO	HELM BANK	BANCOLOMBIA	MINHACIENDA
2013	1,9%	1,9%	1,9%
2014	3,3%	3,1%	3,0%
2015	3,2%	3,4%	3,0%
2016	3,2%	3,6%	3,0%
2017	3,2%	3,5%	3,0%
2018	3,3%	3,3%	3,0%
2019	3,3%	3,2%	3,0%
2020	3,3%		3,0%

Fuente: Elaboración propia

7.1.1.3 Variación tasa de cambio del Dólar

Las proyecciones de la variación de la tasa de cambio según los estudios anteriormente mencionados, se pueden ver en la Tabla 71. En este caso, los dos estudios disponibles difieren ampliamente de los pronósticos para el corto y mediano plazo.

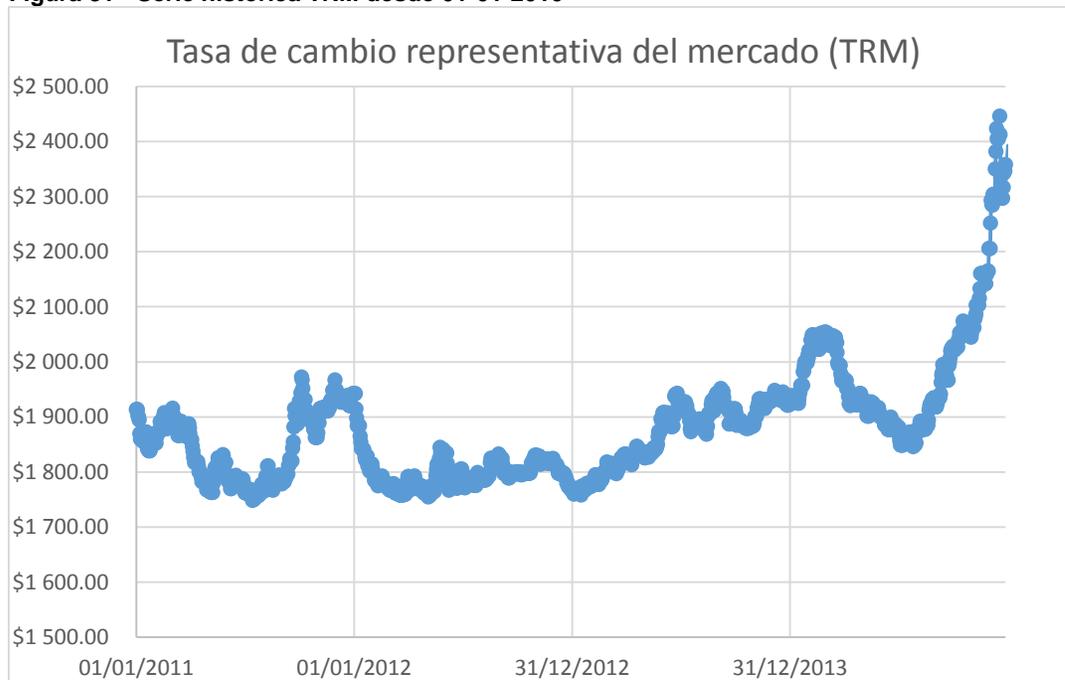
Tabla 71 - Variación tasa de cambio

Tasa de cambio USD - COP cierre año		
AÑO	HELM BANK	BANCOLOMBIA
2014	2000	1955
2015	2050	2100
2016	2050	2180
2017	2100	2280
2018	2100	2370
2019	2100	2440
2020	2100	

Fuente: Elaboración propia

La tasa representativa del mercado, TMR en los últimos 4 años ha permanecido entre 1700 y 2100 pesos, de acuerdo con lo que muestra la Figura 31, haciendo pensar que el pronóstico para los próximos años se encuentre dentro de este mismo rango.

Figura 31 - Serie histórica TRM desde 01-01-2010



Fuente: Banco de la República

La tasa de cambio que se utilizará en este estudio de pre-factibilidad será de 2400 pesos por cada dólar.

7.1.1.4 Variación del depósito a término fijo (DTF 90 días)

Las proyecciones del DTF a 90 días se pueden ver en la Tabla 72. Las proyecciones se encuentran entre 4,6% y 5,8%. Para el presente estudio de pre-factibilidad se utilizará 5,0% para el DTF a 90 días.

Tabla 72 - Variación DTF 90 días

AÑO	DTF 90 días E.A.	
	HELM BANK	BANCOLOMBIA
2014	4,8%	4,6%
2015	5,5%	5,4%
2016	5,5%	5,1%
2017	5,5%	4,4%
2018	5,8%	4,1%
2019	5,8%	4,4%
2020	5,8%	

Fuente: Elaboración propia

7.1.1.5 Supuestos estudios de mercado

Los supuestos son los siguientes:

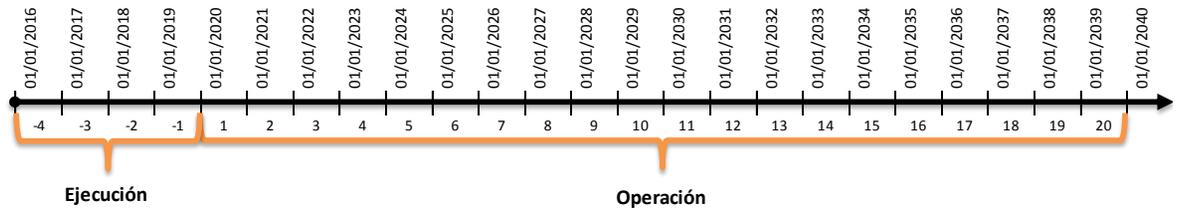
- La tarifa de peaje se incrementa a partir del 1 de enero de cada año de acuerdo con el IPC redondeando a la centena.
- El proyecto inicia el 1 de enero de 2016, de tal forma que la operación y por consiguiente el recaudo de peaje inicia el 1 de enero de 2020.
- La reposición de los equipos del peaje se hace cada 8 años, es decir en los años 2028 y 2036.
- Los equipos al final de su vida útil no tendrán valor de salvamento y no se venderán.
- La inversión inicial de construcción de la estación de peaje y los equipos se realizará un año antes de la operación, es decir en el 2019

7.1.1.6 Supuestos estudios técnicos

Los supuestos son los siguientes:

- La duración de las etapas del proyecto se muestra en la Figura 32. De acuerdo con esta, el momento 0 es el 1 de enero de 2020 y el periodo de evaluación corresponde a la etapa de operación que equivale a 20 años, es decir hasta el 31 de diciembre de 2039.

Figura 32 - Etapas del proyecto



Fuente: Elaboración propia

- Los estudios y diseños de detalle definitivos para construcción corresponden al 3% del valor de la obra civil, es decir son 1.728 millones de pesos
- La reposición de los equipos para operación se hace cada 8 años, es decir en los años 2028 y 2036.
- Los equipos al final de su vida útil no tendrán valor de salvamento y no se venderán.
- Todos los costos son incrementados anualmente por el IPC.
- La inversión inicial de la construcción se realizará en tres años, de acuerdo con la Tabla 73.

Tabla 73 - Inversión inicial

Año	2017	2018	2019
% de inversión	25%	35%	40%

Fuente: Elaboración propia

- La inversión inicial de equipos para operación se realizará en el 2019.

- Los costos ambientales se efectuarán de manera lineal lo largo de la ejecución del proyecto, a excepción de la gestión predial que se realizará en la etapa de pre-construcción.
- La amortización de la inversión inicial se realizará linealmente a lo largo de la etapa de operación.
- Cada uno de los mantenimientos periódicos se realiza en tres años, es decir el primero se realiza en los años 2027, 2028 y 2029, y el segundo se realiza en los años 2035, 2036 y 2037.
- Los equipos se depreciarán linealmente en su vida útil, es decir en 8 años.
- Los mantenimientos periódicos son considerados como una reinversión y se amortizarán linealmente desde el año siguiente a su ejecución hasta el fin de la etapa operativa.

7.1.1.7 Supuestos estudios administrativos

Los supuestos son los siguientes:

- Todos los costos son incrementados anualmente por el IPC.
- La amortización de los equipos se realizará linealmente
- El impuesto de renta será de 33% y se paga en el año de causación.
- El impuesto por ganancia ocasional será de 10%
- La reserva legal será de 10% de las utilidades después de impuestos.
- Los dividendos se reinvertirán en el proyecto

7.1.2 Costos y beneficios consolidados

En la Tabla 74 se encuentra la clasificación de los costos y beneficios de cada estudio.

Tabla 74 - Clasificación de costos y beneficios

Estudios	Descripción	Inversión	Costo	Gasto	Ingreso operacional	Ingreso no operacional
Mercado	Operación del peaje		x			
	Construcción peaje	x				
	Equipo de conteo y clasificación peaje	x				
	Reposición de equipos	x				
	Ingreso por recaudo de peaje				x	
Técnicos	Estudios y diseños	x				
	Construcción del corredor vial	x				
	Equipos para operación	x				
	Operación de la carretera		x			
	Mantenimiento rutinario		x			
	Mantenimiento periódico	x				
	Reposición de equipos	x				
Ambiental	Costos ambientales	x				
	gestión predial	x				
Administrativos	Costos de personal			x		
	Costos equipos de administración			x		
	Venta de activos					x
	Otros costos administrativos			x		
Otros	Amortización de diferidos			x		
	Depreciación			x		

Fuente: Elaboración propia

Los costos consolidados se muestran en la Tabla 75 para la etapa de ejecución, mientras que para la etapa de operación se muestran en la Tabla 76. Las cifras mostradas no tienen en cuenta el efecto de la inflación.

Tabla 75 - Costos etapa de ejecución

Valores en COP millones

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Estudios de mercado						
Construcción estación de peaje	0	0	0	0	0	1.200
Equipos peaje	0	0	0	0	0	800
Reposición equipos	0	0	0	0	0	0
Operación peaje	0	0	0	0	0	0
Estudios Técnicos						
Estudios y diseños	0	0	1.728	0	0	0
Construcción carretera	0	0	0	14.400	20.160	23.040
Equipos CCO	0	0	0	0	0	1.000
Equipos en carretera	0	0	0	0	0	300
Reposición equipos CCO	0	0	0	0	0	0
Reposición Equipos en carretera	0	0	0	0	0	0
Operación	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento rutinario	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	0	0
Estudios ambientales						
Costos recurso hídrico	0	0	0	51	51	51
Revegetación y reforestación	0	0	0	76	76	76
Monitoreo medio biótico	0	0	0	128	128	128
Personal monitoreo medio biótico	0	0	0	11	11	11
Programa de participación de la comunidad	0	0	0	188	188	188
Costos ambientales	0	0	0	0	0	0
Gestión predial	0	0	175	0	0	0
Estudios administrativos						
Personal administrativo durante construcción	0	0	2.814	2.814	2.814	2.814
Otros gastos administrativos durante construcción	0	0	228	228	228	228
Personal administrativo	0	0	0	0	0	0
Otros gastos administrativos	0	0	0	0	0	0
Equipos administración	0	0	0	0	0	595
Reposición equipos administración	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	4.945	17.896	23.656	30.431

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76 - Costos etapa operación

Valores en COP millones

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Estudios de mercado										
Reposición equipos	0	0	0	0	0	0	0	400	400	0
Operación peaje	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
Estudios Técnicos										
Reposición equipos CCO	0	0	0	0	0	0	0	500	500	0
Reposición Equipos en carretera	0	0	0	0	0	0	0	0	300	0
Operación	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272
Mantenimiento rutinario	912	912	912	912	912	912	912	912	912	912
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	0	0	4365	4365	4365	0
Estudios ambientales										
Costos ambientales	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
Estudios administrativos										
Personal administrativo	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948
Otros gastos administrativos	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
Equipos administración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reposición equipos administración	0	0	0	55	0	370	0	55	0	0
TOTAL	5.900	5.900	5.900	5.955	5.900	6.270	10.265	11.220	11.465	5.900

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76 - Costos etapa operación (Continuación)

Año	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Estudios de mercado										
Reposición equipos	0	0	0	0	0	400	400	0	0	0
Operación peaje	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
Estudios Técnicos										
Reposición equipos CCO	0	0	0	0	0	500	500	0	0	0
Reposición Equipos en carretera	0	0	0	0	0	0	300	0	0	0
Operación	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272
Mantenimiento rutinario	912	912	912	912	912	912	912	912	912	912
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	4.365	4.365	4.365	0	0	0
Estudios ambientales										
Costos ambientales	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
Estudios administrativos										
Personal administrativo	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948
Otros gastos administrativos	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
Reposición equipos administración	0	425	0	0	0	55	0	370	0	55
TOTAL	5.900	6.325	5.900	5.900	10.265	11.220	11.465	6.270	5.900	5.955

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a los beneficios descritos en el estudio de mercado por los ingresos del recaudo del peaje, se tienen ingresos por venta de equipos administrativos. En la Tabla 77 se muestran estos beneficios.

Por otro lado, se planea depositar los ingresos diarios en una cuenta bancaria que generará rendimientos financieros de 2.5% efectivo anual, teniendo en cuenta las tasas actuales promedio de colocación.

Tabla 77 - Ingresos no operacionales

Valores en COP millones

INGRESOS NO OPERACIONALES			
Año	Venta de activos fijos	Ingresos financieros	Total costos operacionales
2020	70	372	442
2021		398	398
2022		426	426
2023		456	456
2024	105	488	593
2025		523	523
2026		550	550
2027		579	579
2028		609	609
2029	105	639	744
2030		672	672
2031		706	706
2032		741	741
2033		779	779
2034	105	818	923
2035		858	858
2036		903	903
2037		950	950
2038		998	998
2039	105	1.048	1.153

Fuente: Elaboración propia

7.1.2.1 Inversiones

Las inversiones corresponden a la construcción en sí de la carretera, de la estación de peaje, de los equipos necesarios para operar, así como su reposición y el mantenimiento periódico que es considerado como una reinversión.

Los costos de inversión se presentan en la Tabla 78, sin tener en cuenta el efecto de la inflación.

Tabla 78 – Inversiones

	Valores en COP millones															
Año	2016	2017	2018	2019	2023	2025	2026	2027	2028	2031	2034	2035	2036	2037	2039	
Estudios de mercado																
Construcción estación de peaje				1.200												
Equipos peaje				800												
Reposición equipos								400	400			400	400			
Estudios Técnicos																
Estudios y diseños	1.728															
Construcción carretera		14.400	20.160	23.040												
Equipos CCO				1000												
Equipos en carretera				300												
Reposición equipos CCO								500	500			500	500			
Reposición Equipos en carretera									300					300		
Mantenimiento periódico							4.365	4.365	4.365		4.365	4.365	4.365			
Estudios ambientales																
Costos recurso hídrico		51	51	51												
Revegetación y reforestación		76	76	76												
Monitoreo medio biótico		128	128	128												
Personal monitoreo medio biótico		11	11	11												
Programa de participación de la comunidad		188	188	188												
Gestión predial	175															
Estudios administrativos																
Personal administrativo durante construcción	2.814	2.814	2.814	2.814												
Otros gastos administrativos durante construcción	228	228	228	228												
Equipos administración				595												
Reposición equipos administración					55	370		55		425		55		370	55	

Fuente: Elaboración propia

7.1.2.2 Costos operacionales

Los costos y gastos de operación corresponden a la operación para el recaudo del peaje, a los costos de servicio al usuario, a los mantenimientos rutinarios, los costos ambientales para la etapa de operación y los gastos generados para la administración. Los costos operacionales se presentan en la Tabla 79, sin tener en cuenta los efectos de la inflación.

Tabla 79 - Costos operacionales

Valores en COP millones

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Estudios de mercado										
Operación peaje	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
Estudios Técnicos										
Operación (servicio al usuario)	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272
Mantenimiento rutinario	912	912	912	912	912	912	912	912	912	912
Estudios ambientales										
Costos ambientales	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
Estudios administrativos										
Personal administrativo	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948
Otros gastos administrativos	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192

Año	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Estudios de mercado										
Operación peaje	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440	1.440
Estudios Técnicos										
Operación	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272	1.272
Mantenimiento rutinario	912	912	912	912	912	912	912	912	912	912
Estudios ambientales										
Costos ambientales	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
Estudios administrativos										
Personal administrativo	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948	1.948
Otros gastos administrativos	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192

Fuente: Elaboración propia

7.1.2.3 Beneficios socio-económicos

Desde el punto de vista socio-económico, existen los siguientes beneficios que el proyecto le brindará. Dentro de estos beneficios se encuentran los siguientes:

- Menores costos de operación vehicular.
- Menores tiempos de viaje
- Incremento en la producción de la economía local

A continuación se describen estos beneficios, sin embargo no se realizará una cuantificación de los mismos en cuanto a que la evaluación socio-económica está fuera del alcance del presente estudio.

a) Menores costos de operación vehicular

Como se halló en el estudio de mercado, los costos de operación vehicular de una carretera pavimentada en buen estado son inferiores a los costos de una carretera en mal estado. Con el proyecto se espera que estos costos bajen considerablemente.

b) Menores tiempos de viaje

Igualmente, en los estudios de mercado se encontró que con el proyecto, se espera mejorar la velocidad de operación y de esta manera los tiempos de viaje, que para un auto particular puede ahorrar hasta una hora de viaje.

c) Incremento en la producción de la economía local

Por otro lado, con el proyecto se espera que los insumos para la agricultura, ganadería y minería lleguen a las zonas de producción de una manera más ágil y rápida, al igual que los productos allí originados para que lleguen a las zonas de distribución y consumo. Esta mejora en la dinámica se espera que repercuta directamente en la producción agroindustrial y minera mejorando los márgenes de comercialización, y de esta forma incentivando el incremento de áreas cultivadas e incremento de la actividad minera.

7.1.3 Financiamiento

Las inversiones deben ser financiadas con las principales fuentes de apalancamiento como pueden ser:

- Los aportes de los concesionarios y/o inversionistas.
- La financiación obtenida a través del sistema financiero, de privados o de cualquier estructura de financiación utilizada.

Se representan a continuación las estructuras de financiación, esquema de pago y garantías para cada fuente.

7.1.3.1 Accionistas

Como los proyectos de infraestructura, objeto de concesión, generalmente requieren inversiones iniciales demasiado elevadas, los inversionistas con sus aportes las financian parcialmente y el resto buscan financiarlo con terceros proveedores de deuda.

En proyectos de infraestructura a nivel mundial la proporción de recursos propios con respecto al valor de la inversión oscila entre 20% - 30%, y el resto es financiado por terceros. Por ende, la presente estructuración financiera busca determinar el porcentaje preciso, que en este rango, garantiza una rentabilidad atractiva para el inversionista, el menor monto por recaudo de peajes y vigencias futuras, y una deuda con condiciones acorde con la situación del mercado.

Sobre sus aportes de capital, el inversionista espera obtener un rendimiento según el perfil de riesgo del proyecto, al IPC y a la tasa de apalancamiento, y de acuerdo al período de vigencia de la concesión. La rentabilidad está expresada por la tasa

interna de retorno (TIR) a la cual los desembolsos de capital por su inversión se igualan a cero con los dividendos que obtiene a lo largo de la concesión.

Para el proyecto vial Sogamoso Tasco se requiere financiar las inversiones iniciales estimadas y los costos de operación, impuestos y comisiones que se generan durante 2016 a 2019, años de ejecución.

7.1.3.2 Deuda

El apalancamiento bancario puede ser de 3 tipos, organismos multilaterales, banca internacional y banca local. Los organismos multilaterales promueven el desarrollo de infraestructura en los países y hacen créditos de fomento que sean de largo plazo. De todas maneras, este tipo de crédito tiene un proceso de obtención mucho más largo que un crédito en banca comercial y en muchos casos tiene inconvenientes de impacto social, económico y nuevo endeudamiento que hacen su obtención más difícil. Estos créditos son de mucho más largo plazo que los de la banca comercial y pueden llegar a tener la misma duración de la concesión, lo cual hace mucho más rentable la operación para el concesionario.

La banca internacional, tiene una capacidad de deuda por banco individual mucho más alta que la banca local, pues la dimensión de estos bancos es mayor y su apetito de diversificación de riesgos en varios países hace que un proyecto como este se enmarque dentro de su objetivo de inversión.

La banca local, es una fuente de apalancamiento en moneda local, evitando así el riesgo cambiario. Esta fuente tiene niveles de plazo más bajos que los multilaterales y los bancos por niveles de patrimonio técnico y concentración de riesgos en un mismo proyecto del país no realizan la totalidad del préstamo de manera individual, si no que se realiza un crédito sindicado normalmente liderado por un banco.

Existe la posibilidad de crear una estructura pura de apalancamiento a través de deuda con un híbrido entre los anteriores, haciendo que un banco internacional otorgue un préstamo en moneda extranjera a una buena tasa a un banco local, y este use estas divisas para sus operaciones internacionales y calce un préstamo en moneda local al concesionario con las garantías del proyecto. Esto hace una financiación benéfica para las 3 partes, pues el banco internacional participa de un proyecto de infraestructura en un país donde quiere tomar este riesgo; la banca local recibe divisas a una tasa económica para sus operaciones y el concesionario obtiene el apalancamiento necesario para su construcción y operación.

Por otra parte, la Financiera de Desarrollo Nacional – FDN, que es una sociedad de economía mixta, vinculada al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y vigilada por la Superintendencia Financiera de Colombia, tiene como objetivo gestionar e incentivar la financiación y estructuración de proyectos de infraestructura a nivel nacional y regional.

Dentro de sus productos otorga créditos a mayores plazos de los que ofrece el mercado. Mediante este producto se alinearán los flujos de caja del proyecto y se asegurará que los costos correspondan a los riesgos de cada una de las fases.³⁹

Para el proyecto, debido a que la inversión total es cerca de 108 mil millones de pesos, y por ende el crédito principal podría ser entre 54 mil millones de pesos hasta 86 mil millones de pesos, la banca comercial no brinda información sin antes estudiar el proyecto, tomándose varias semanas para dar respuesta. Por esta razón se partirá de información de referencia de proyectos similares, e información de la ANI sobre la financiación de las concesiones que está estructurando actualmente. Dentro de estas alternativas se encuentran las siguientes:

- Banca comercial:
 - Hasta el 25% de la deuda requerida
 - Hasta 15 años,
 - Gracia a capital durante construcción
 - DTF + 10%
 - Préstamo en pesos

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
 - Hasta el 25% de la deuda requerida
 - Hasta 20 años,
 - Gracia a capital durante construcción
 - LIBOR + 4%
 - Préstamo en dólares

- FDN
 - Hasta el 100% de la deuda requerida
 - Hasta 20 años,
 - Gracia a capital durante construcción
 - IPC + 7,5%
 - Préstamo en pesos

³⁹ Fuente: <http://www.fdn.com.co/>

7.1.3.3 Bono de Infraestructura

La emisión de bonos para financiar concesiones viales, es una alternativa que ya se ha ejecutado en Colombia por otras concesiones. Estos bonos se han emitido por lo general para la etapa operativa.

7.2 CONCLUSIONES

7.2.1 Presupuestos (flujo de caja del proyecto)

En la Tabla 80 y Tabla 81 se presenta el flujo de caja del proyecto sin tener en cuenta la financiación del mismo.

Tabla 80 - Flujo de caja del proyecto

Valores en COP millones

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Periodo	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Factor IPC	1.06	1.09	1.13	1.16	1.19	1.23	1.27	1.30	1.34	1.38	1.43	1.47	1.51	1.56

INGRESOS

Operacionales	0	0	0	0	19.204	20.817	22.579	24.526	26.602	28.594	30.727	33.008	35.423	38.027
No operacionales	0	0	0	0	550	520	564	613	770	715	768	825	886	1.056
Total Ingresos	0	0	0	0	19.754	21.337	23.144	25.139	27.372	29.309	31.495	33.833	36.308	39.082

COSTOS

Operación peaje	0	0	0	0	1.719	1.771	1.824	1.879	1.935	1.993	2.053	2.115	2.178	2.243
Operación (servicio al usuario)	0	0	0	0	1.519	1.564	1.611	1.660	1.709	1.761	1.814	1.868	1.924	1.982
Mantenimiento rutinario	0	0	0	0	1.089	1.122	1.155	1.190	1.226	1.262	1.300	1.339	1.379	1.421
Costos ambientales	186	496	511	526	162	167	172	177	183	188	194	200	206	212
Personal administrativo	0	0	0	0	2.326	2.396	2.468	2.542	2.618	2.697	2.778	2.861	2.947	3.035
Otros gastos administrativos	242	249	257	264	229	236	243	251	258	266	274	282	290	299
Construcción	0	15.735	22.690	28.101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estudios y diseños	1.833	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipos	0	0	0	3.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reposición de Equipos	0	0	0	0	0	0	0	72	0	512	0	1.402	1.815	0
Gestión predial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.223	6.410	6.602	0
Total costos	2.261	16.481	23.458	32.016	7.045	7.257	7.474	7.770	7.930	8.680	14.635	16.477	17.342	9.192

Créditos nuevos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago de Intereses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización deuda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Impuesto de Renta	0	0	0	0	2.686	3.139	3.663	4.224	4.905	5.297	3.885	3.886	4.307	7.837
Impuesto ganancia ocasional	0	0	0	0	7	0	0	0	11	0	0	0	0	11

FLUJO DE CAJA NETO	-2.261	-16.481	-23.458	-32.016	10.016	10.942	12.006	13.145	14.527	15.333	12.975	13.470	14.659	22.043
---------------------------	---------------	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 81 – Flujo de caja del proyecto (continuación)

Valores en COP millones

Año	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Periodo	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Factor IPC	1.60	1.65	1.70	1.75	1.81	1.86	1.92	1.97	2.03	2.09

INGRESOS

Operacionales	40.827	43.668	46.646	49862	53285	56880	60617	64555	68700	73100
No operacionales	1.021	1.092	1.166	1247	1437	1422	1515	1614	1718	4921
Total Ingresos	41.848	44.760	47.812	51109	54722	58302	62132	66169	70418	78021

COSTOS

Operación peaje	2.311	2.380	2.452	2.525	2.601	2.679	2.759	2.842	2.927	3.015
Operación (servicio al usuario)	2.041	2.102	2.165	2.230	2.297	2.366	2.437	2.510	2.586	2.663
Mantenimiento rutinario	1.463	1.507	1.553	1.599	1.647	1.697	1.747	1.800	1.854	1.910
Costos ambientales	218	225	232	238	246	253	261	268	276	285
Personal administrativo	3.126	3.220	3.317	3.416	3.519	3.624	3.733	3.845	3.961	4.079
Otros gastos administrativos	308	317	327	337	347	357	368	379	390	402
Construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estudios y diseños	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reposición de Equipos	0	702	0	0	0	1.777	2.299	730	0	115
Gestión predial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	7.883	8.120	8.363	0	0	0
Total costos	9.468	10.455	10.045	10.346	18.540	20.872	21.968	12.375	11.994	12.469

Créditos nuevos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago de Intereses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización deuda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Impuesto de Renta	8.658	9.294	10.410	11399	9475	9351	9548	14026	15523	17875
Impuesto ganancia ocasional	0	0	0	0	11	0	0	0	0	309

FLUJO DE CAJA NETO	23.721	25.011	27.357	29364	26697	28079	30616	39769	42901	47367
---------------------------	---------------	---------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

7.2.2 Construcción de estados financieros

A partir de la información de los costos de inversión y de los costos de operación se elaboran los estados financieros que se presentan a continuación. El estado de pérdidas y ganancias brinda información importante sobre el rendimiento del negocio a través del tiempo, así como para el cálculo de los impuestos de renta. La proyección de este estado se presenta en la Tabla 84 y Tabla 85. El balance general, puede considerarse como un resumen del estado de la empresa en un momento dado, mostrando cuanto debe, cuanto le deben y lo que realmente le pertenece a sus accionistas. La proyección del balance general se presenta en la Tabla 86 y Tabla 87. El estado de pérdidas y ganancias y el balance general teniendo en cuenta la estructura de financiación recomendada se presenta en el anexo A.

7.3 RECOMENDACIONES

7.3.1 Financiación recomendada

La alternativa recomendada es una mezcla entre deuda y capital de los inversionistas a través de *Equity*. En cuanto al crédito, asumiendo que el monto de la deuda será el 70% de la inversión inicial, es decir de la inversión durante los primeros cuatro años. De acuerdo con lo anterior, el monto de la deuda será de 60.693 millones, los cuales se asume que se desembolsaran de la siguiente manera:

- Primer desembolso del 17,9% al final del primer año de pre-construcción, (2016).
- Segundo desembolso del 29,6% al final del primer año de construcción, (2017)
- Tercer desembolso del 52,5% al final del segundo año de construcción, (2018)

De las tres alternativas de crédito se recomienda la del FDN ya que resulta ser la más económica de las tres alternativas, a mayor plazo y la que cubre el 100% de la necesidad de préstamo.

El periodo de gracia será desde el 2016 hasta el 2019 y la tasa será del 10,725% efectiva anual. En la Tabla 82 se presenta los desembolsos y el pago de la deuda.

Tabla 82 - Flujo de la deuda

Valores en COP millones

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Desembolso	0	10.885	17.955	31.854						
Intereses		0	-1.167	-3.093	-6.509	-6.339	-6.151	-5.942	-5.712	-5.456
Abono a capital	0	0	0	0	-1.586	-1.756	-1.944	-2.153	-2.384	-2.640
Saldo	0	10.885	28.840	60.694	59.108	57.352	55.407	53.254	50.870	48.231

Año	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Desembolso										
Intereses	-5.173	-4.859	-4.512	-4.128	-3.702	-3.231	-2.710	-2.132	-1.492	-784
Abono a capital	-2.923	-3.236	-3.583	-3.968	-4.393	-4.864	-5.386	-5.964	-6.603	-7.311
Saldo	45.308	42.072	38.489	34.521	30.128	25.264	19.878	13.914	7.311	0

Fuente: Elaboración propia

7.4 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Las alternativas estudiadas se resumen en la

Tabla 83 - Alternativas de financiación

Alternativas de financiación	
Aporte de accionistas	En proyectos de infraestructura a nivel mundial la proporción de recursos propios con respecto al valor de la inversión oscila entre 20% - 30%, y el resto es financiado por terceros
Deuda	Banca comercial <ul style="list-style-type: none"> • Hasta el 25% de la deuda requerida • Hasta 15 años, • Gracia a capital durante construcción • IPC DTF + 10% • Préstamo en COP
	Banco Interamericano de Desarrollo (BID) <ul style="list-style-type: none"> • Hasta el 25% de la deuda requerida • Hasta 20 años, • Gracia a capital durante construcción • LIBOR + 4% • Préstamo en USD
	Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) <ul style="list-style-type: none"> • Hasta el 100% de la deuda requerida • Hasta 20 años, • Gracia a capital durante construcción • IPC + 7,5% • Préstamo en COP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84 - Estado de pérdidas y ganancias

Valores en COP millones

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Factor IPC	1.19	1.23	1.27	1.30	1.34	1.38	1.43	1.47	1.51	1.56	1.60	1.65	1.70	1.75	1.81	1.86	1.92	1.97	2.03	2.09
INGRESOS OPERACIONALES																				
Recaudo de peaje	19.204	20.817	22.579	24.526	26.602	28.594	30.727	33.008	35.423	38.027	40.827	43.668	46.646	49.862	53.285	56.880	60.617	64.555	68.700	73.100
Aportes del Estado																				
Total Ingresos operacionales	19.204	20.817	22.579	24.526	26.602	28.594	30.727	33.008	35.423	38.027	40.827	43.668	46.646	49.862	53.285	56.880	60.617	64.555	68.700	73.100
GASTOS OPERACIONALES																				
Operación peaje	1.719	1.771	1.824	1.879	1.935	1.993	2.053	2.115	2.178	2.243	2.311	2.380	2.452	2.525	2.601	2.679	2.759	2.842	2.927	3.015
Operación (servicio al usuario)	1.519	1.564	1.611	1.660	1.709	1.761	1.814	1.868	1.924	1.982	2.041	2.102	2.165	2.230	2.297	2.366	2.437	2.510	2.586	2.663
Mantenimiento rutinario	1.089	1.122	1.155	1.190	1.226	1.262	1.300	1.339	1.379	1.421	1.463	1.507	1.553	1.599	1.647	1.697	1.747	1.800	1.854	1.910
Costos ambientales	162	167	172	177	183	188	194	200	206	212	218	225	232	238	246	253	261	268	276	285
Personal administrativo	2.326	2.396	2.468	2.542	2.618	2.697	2.778	2.861	2.947	3.035	3.126	3.220	3.317	3.416	3.519	3.624	3.733	3.845	3.961	4.079
Otros gastos administrativos	229	236	243	251	258	266	274	282	290	299	308	317	327	337	347	357	368	379	390	402
Total amortización de activos	4.179	4.179	4.179	4.179	4.179	4.179	4.624	5.117	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	6.981	8.604	10.695	10.695	10.695	10.695
Total depreciación	391	391	391	391	400	400	464	464	248	475	475	475	554	554	490	490	537	597	689	689
Total gastos operacionales	11.615	11.826	12.044	12.268	12.508	12.746	13.500	14.245	14.840	15.334	15.610	15.894	16.266	16.567	18.127	20.071	22.538	22.937	23.378	23.738
COTOS OPERACIONALES																				
Reposición de Equipos	0	0	0	72	0	512	0	1.402	1.815	0	0	702	0	0	0	1.777	2.299	730	0	115
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	0	0	6.223	6.410	6.602	0	0	0	0	0	7.883	8.120	8.363	0	0	0
Total costos operacionales	0	0	0	72	0	512	6.223	7.812	8.417	0	0	702	0	0	7.883	9.896	10.662	730	0	115
UTILIDAD OPERACIONAL	7.589	8.991	10.535	12.186	14.094	15.336	11.004	10.951	12.166	22.692	25.217	27.071	30.380	33.295	27.274	26.913	27.416	40.888	45.322	49.247

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85 - Estado de pérdidas y ganancias (continuación)

Valores en COP millones

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
INGRESOS NO OPERACIONALES																				
Venta de activos fijos	70				105					105					105					3.093
Ingresos financieros	480	520	564	613	665	715	768	825	886	951	1.021	1.092	1.166	1.247	1.332	1.422	1.515	1.614	1.718	1.828
Total ingresos no operacionales	550	520	564	613	770	715	768	825	886	1.056	1.021	1.092	1.166	1.247	1.437	1.422	1.515	1.614	1.718	4.921
UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS																				
	6.337	7.704	9.299	11.004	13.128	14.203	9.785	9.680	10.834	21.372	23.686	25.592	28.981	32.032	26.249	25.954	26.929	40.939	46.030	53.798
COSTOS FINANCIEROS																				
Pago de intereses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS																				
	6806	8023	9444	10914	12770	14081	9393	8946	9732	19822	21695	23073	25876	28231	21703	20574	20615	33604	37563	44076
Impuesto de renta	2.686	3.139	3.663	4.224	4.905	5.297	3.885	3.886	4.307	7.837	8.658	9.294	10.410	11.399	9.475	9.351	9.548	14.026	15.523	17.875
Impuesto por ganancia ocasional	7	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	309
UTILIDAD NETA																				
	5.446	6.372	7.437	8.575	9.949	10.754	7.888	7.890	8.744	15.901	17.579	18.869	21.136	23.143	19.226	18.985	19.384	28.476	31.517	35.983
Reserva legal (10%)	545	637	744	858	995	1.075	789	789	874	1.590	1.758	1.887	2.114	2.314	1.923	1.898	1.938	2.848	3.152	3.598
Resultado del ejercicio	4.902	5.735	6.693	7.718	8.954	9.679	7.099	7.101	7.870	14.311	15.821	16.982	19.022	20.829	17.304	17.086	17.446	25.629	28.365	32.385

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86 - Balance general

Valores en COP millones

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
ACTIVO																					
ACTIVO CORRIENTE																					
Disponible																					
Caja	0	10.016	20.958	32.964	46.109	60.636	75.969	88.944	102.414	117.074	139.116	162.837	187.848	215.205	244.569	271.266	299.345	329.961	369.730	412.630	459.998
Total Disponible	0	10.016	20.958	32.964	46.109	60.636	75.969	88.944	102.414	117.074	139.116	162.837	187.848	215.205	244.569	271.266	299.345	329.961	369.730	412.630	459.998
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	0	10.016	20.958	32.964	46.109	60.636	75.969	88.944	102.414	117.074	139.116	162.837	187.848	215.205	244.569	271.266	299.345	329.961	369.730	412.630	459.998
ACTIVO NO CORRIENTE																					
TOTAL ACTIVO NO CORRIENTE																					
ACTIVOS FIJOS																					
Propiedad, planta y equipo																					
Construcción carretera e infraestructura	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029	80.029
Inversión inicial equipos	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124	3.124
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	0	0	0	6.223	12.633	19.234	19.234	19.234	19.234	19.234	19.234	27.117	35.237	43.600	43.600	43.600	43.600
Reposición de equipos	0	0	0	0	72	72	584	584	1.986	3.801	3.801	3.801	4.504	4.504	4.504	4.504	6.281	8.580	9.310	9.310	9.425
Total propiedad, planta y equipo	83.153	83.153	83.153	83.153	83.225	83.225	83.737	89.960	97.772	106.189	106.189	106.189	106.892	106.892	106.892	114.775	124.671	135.333	136.063	136.063	136.178
Depreciación acumulada	0	391	781	1.172	1.562	1.962	2.361	2.825	3.288	3.536	4.012	4.487	4.962	5.516	6.070	6.560	7.050	7.587	8.184	8.873	9.561
Amortizaciones	0	4.001	8.003	12.004	16.006	20.007	24.009	28.455	33.394	38.883	44.372	49.861	55.350	60.839	66.328	73.131	81.558	92.076	102.594	113.111	123.629
TOTAL ACTIVOS FIJOS	83.153	78.761	74.369	69.977	65.657	61.256	57.367	58.681	61.090	63.770	57.806	51.841	46.579	40.536	34.493	35.083	36.062	35.670	25.285	14.079	2.988
INTANGIBLES																					
ACTIVOS DIFERIDOS																					
Estudios y diseños	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833	1.833
Licencia y compensaciones ambientales	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719	1.719
Amortización acumulada	0	178	355	533	710	888	1.066	1.243	1.421	1.599	1.776	1.954	2.131	2.309	2.487	2.664	2.842	3.019	3.197	3.375	3.552
TOTAL ACTIVOS DIFERIDOS	3.552	3.375	3.197	3.019	2.842	2.664	2.487	2.309	2.131	1.954	1.776	1.599	1.421	1.243	1.066	888	710	533	355	178	0
TOTAL ACTIVO	86.705	92.152	98.524	105.961	114.608	124.557	135.823	149.934	165.636	182.797	198.698	216.277	235.849	256.985	280.127	307.237	336.117	366.164	395.371	426.887	462.986

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87 - Balance general (continuación)

Valores en COP millones

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
PASIVO																					
PASIVO CORRIENTE																					
Total pasivo corriente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PASIVO NO CORRIENTE																					
Total pasivo no corriente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PASIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PATRIMONIO																					
Capital Social	86.705	86.705	86.705	86.705	86.777	86.777	87.289	93.512	101.324	109.741	109.741	109.741	110.444	110.444	110.444	118.327	128.223	138.885	139.616	139.616	139.731
Reservas	0	545	1.182	1.926	2.783	3.778	4.853	5.642	6.431	7.306	8.896	10.654	12.540	14.654	16.968	18.891	20.789	22.728	25.575	28.727	32.326
Resultados del Ejercicio	0	4.902	5.735	6.693	7.718	8.954	9.679	7.099	7.101	7.870	14.311	15.821	16.982	19.022	20.829	17.304	17.086	17.446	25.629	28.365	32.385
Resultados de ejercicios Anteriores	0	0	4.902	10.637	17.330	25.048	34.002	43.680	50.779	57.880	65.750	80.061	95.882	112.864	131.887	152.715	170.019	187.105	204.551	230.179	258.545
TOTAL PATRIMONIO	86.705	92.152	98.524	105.961	114.608	124.557	135.823	149.934	165.636	182.797	198.698	216.277	235.849	256.985	280.127	307.237	336.117	366.164	395.371	426.887	462.986
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	86.705	92.152	98.524	105.961	114.608	124.557	135.823	149.934	165.636	182.797	198.698	216.277	235.849	256.985	280.127	307.237	336.117	366.164	395.371	426.887	462.986
TOTAL ACTIVO	86.705	92.152	98.524	105.961	114.608	124.557	135.823	149.934	165.636	182.797	198.698	216.277	235.849	256.985	280.127	307.237	336.117	366.164	395.371	426.887	462.986
ECUACION CONTABLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

8 EVALUACIÓN FINANCIERA

En el presente capítulo se realizará la evaluación financiera que consiste en analizar la conveniencia de realizar o no el proyecto desde el punto de vista de los recursos financieros.

Para realizar esto es necesario realizar un análisis de los flujos de fondos del proyecto y definir los parámetros mínimos de aceptación para dar la viabilidad del proyecto, así como los supuestos y criterios utilizados para esta evaluación. De igual forma, se realiza el análisis de sensibilidad y probabilidad de las principales variables que puedan afectar el resultado del proyecto.

8.1 HALLAZGOS

A continuación se presentan los principales hallazgos de la evaluación financiera.

8.1.1 Marco de referencia

En el marco de referencia se presentan los parámetros que se evalúan, los criterios que se usan para los cálculos y evaluación y los principales supuestos tomados en esta evaluación.

8.1.1.1 Parámetros a evaluar

Para determinar la viabilidad del proyecto se evalúan los siguientes parámetros: la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN). Sin embargo también se evalúan la relación beneficio – costo (B/C) y la tasa interna de retorno modificada (TIRM).

Adicionalmente se analizan los indicadores financieros de liquidez, endeudamiento y rendimiento año a año durante la etapa de operación.

8.1.1.2 Criterios

Los principales criterios que se utilizan para la evaluación financiera son:

- El VPN del flujo de caja libre debe ser mayor que cero
- La TIR del flujo de caja libre debe ser mayor que la WACC
- La TIRM del flujo de caja libre debe ser mayor que la WACC
- B/C debe ser mayor a 1

a) Cálculo del costo de oportunidad

Para el cálculo del costo de oportunidad se utiliza la metodología del costo promedio pondero de capital o WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) el cual consiste en

una ponderación de las fuentes de financiación utilizadas bien sea por deuda o por patrimonio (*Equity*). En general se presenta con la siguiente expresión:

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D + E} K_D (1 - T) + \frac{E}{D + E} K_E$$

En donde:

- WACC: Costos de oportunidad o tasa de descuento
- K_E : Costo del capital o *Equity*
- K_D : Costo de la deuda antes de impuestos
- T: Tasa impositiva
- D: Valor de la deuda
- E: Valor del *Equity* o capital financiero

b) Costo de capital (K_E)

Para el cálculo del costo de capital o costo del *Equity*, se utiliza el modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) modificado para países emergentes como lo es Colombia.

Este parte de una tasa libre de riesgo y se añade una prima por riesgo país y una prima por riesgo del mercado. La expresión utilizada es la siguiente:

$$K_E = R_F + (R_M - R_F)\beta + R_P$$

En donde:

- K_E : Costo de capital o de *Equity*
- R_F : Tasa libre de riesgo
- $(R_M - R_F)$: Prima por riesgo del mercado
- β : Coeficiente de riesgo relativo
- R_P : Prima por riesgo país

c) Costo de la deuda (K_D)

Debido a las condiciones del crédito, que otorga un periodo de gracia durante construcción, el costo de la deuda no se puede calcular de la forma simple de los intereses pactados por el ahorro del impuesto de renta. Para ello es necesario realizar el flujo de caja de la deuda. De acuerdo con el flujo presentado en la Tabla 82 del capítulo 7, el $K_D * (1 - T)$ es de 7,50%

8.1.1.3 Supuestos

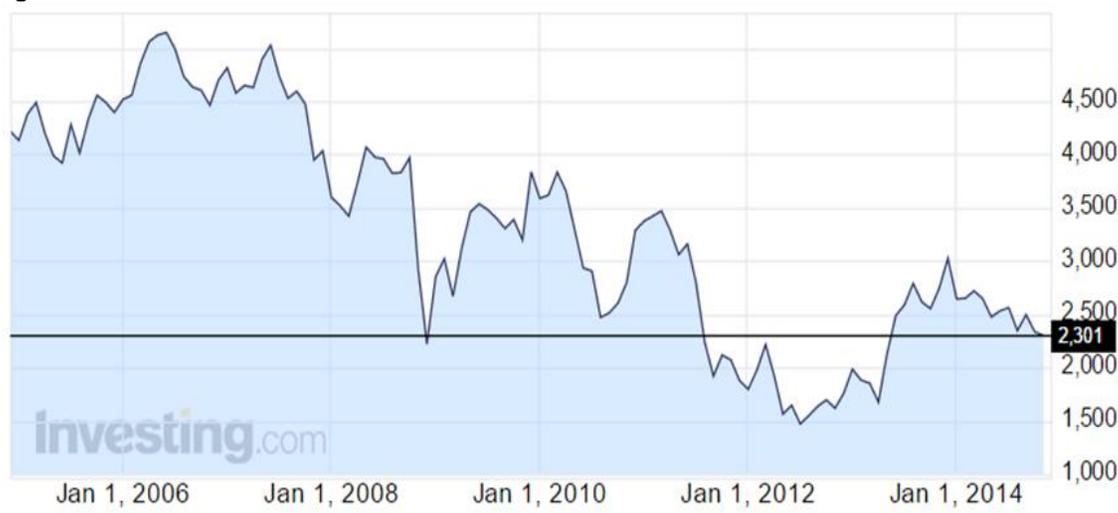
Los principales supuestos que se utilizarán, adicionales a los ya expuestos en el capítulo 7, son los siguientes:

- Valor de la tasa libre de riesgo
- Valor de la prima por riesgo país Colombia
- Valor de la prima por riesgo del mercado

d) Tasa libre de riesgo

Para la tasa libre de riesgo se tomará el promedio de los últimos 5 años de la tasa de los bonos a 10 años del tesoro de Estados Unidos. En la Figura 33 se muestra su valor desde el año 2006. De acuerdo con estos datos, el promedio de los últimos cinco años es de 2,56%

Figura 33 - Bono del tesoro EEUU a 10 años

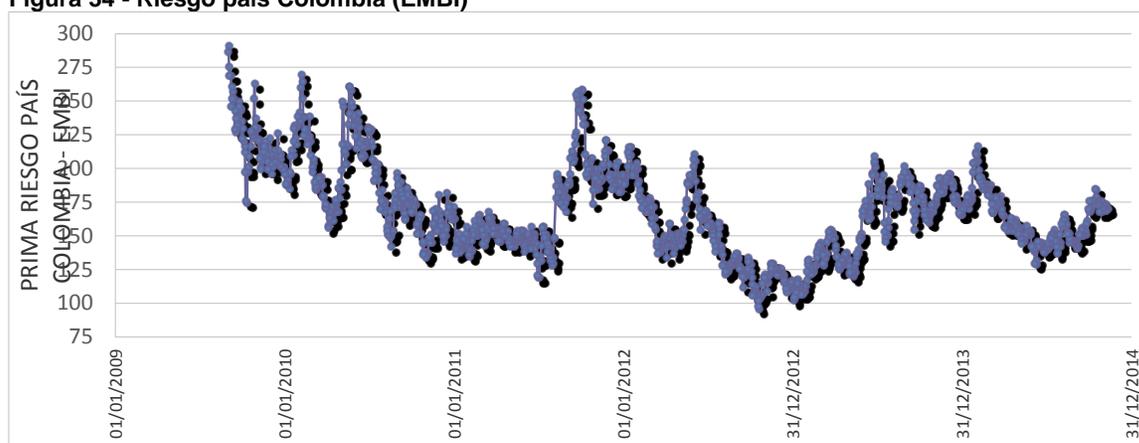


Fuente: <http://es.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield>

e) Riesgo país Colombia

Con respecto al riesgo país, se utilizará la medición determinada a partir de la diferencia de los precios de mercado bonos emitidos por el país y los que se consideran como libre de riesgo. De acuerdo con lo anterior se utiliza el promedio de los últimos cinco años de la medición EMBI (*Emerging Markets Bond Index*). En la Figura 34 se presentan los valores históricos de esta medida.

Figura 34 - Riesgo país Colombia (EMBI)



Fuente: <http://www.ambito.com/economia/mercados/riesgo-pais/>, Elaboración por JP Morgan

Con base en lo anterior se determina que el valor correspondiente a la prima por riesgo país Colombia como el promedio de los últimos 5 años, obteniendo un valor de 1,70%

f) Prima por riesgo del mercado

Para la prima por riesgo del mercado se toman los datos de los estudios del profesor Damodaran⁴⁰, teniendo en cuenta que la calificación de Colombia según Moody's subió de Baa3 a Baa2. Según estos estudios, para Colombia, la prima por riesgo del mercado ($R_m - R_F$) es de 7,85%. De acuerdo con estos mismos estudios, el β para la industria de la construcción es de 0,83

8.1.1.4 Costo de oportunidad (WACC)

De acuerdo con lo definido anteriormente, se encontró que el costo del capital o *Equity* es de 10,78%.

$$K_E = 2,56 + (7,85) * 0,83 + 1,70$$

$$K_E = 10,78\%$$

Teniendo en cuenta que $K_d * (1 - \text{Tasa impositiva})$ obtenido del flujo de caja de la deuda es de 7,50%, y que la estructura deuda/capital es 70%/30%, el WACC es de 8,48% efectivo anual.

⁴⁰ <http://www.damodaran.com>

8.1.2 Flujo de caja financiero

Los flujos de caja financiero del proyecto son:

- El flujo de caja libre del proyecto
- El flujo de caja de la deuda
- EL flujo de caja del inversionista.

8.1.2.1 Flujo de caja libre

En la Tabla 88 se presenta el flujo de caja libre del proyecto mientras que en la Figura 35 se observa gráficamente.

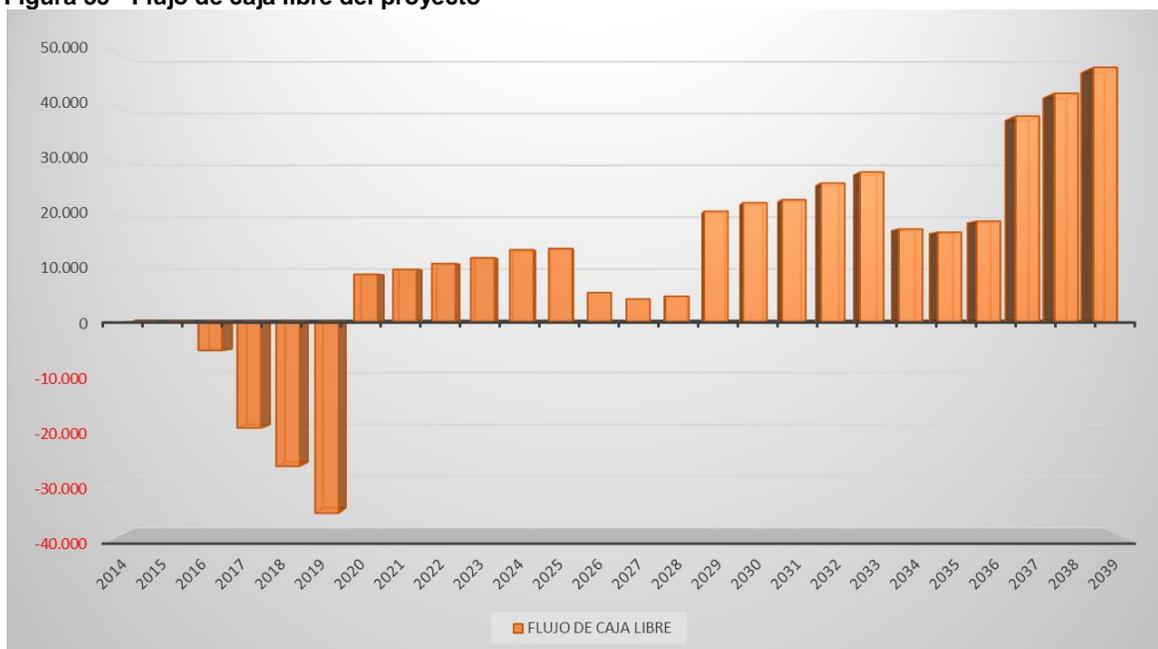
Tabla 88 - Flujo de caja libre del proyecto

													Valores en COP millones	
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
EBIT	0	0	0	0	0	0	6.337	7.704	9.299	11.004	13.128	14.203	9.785	
Depreciaciones	0	0	0	0	0	0	4.570	4.570	4.570	4.570	4.579	4.579	5.087	
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Variación en activos fijos	0	0	-5.246	-19.556	-26.625	-35.278	0	0	0	-72	0	-512	-6.223	
Impuestos	0	0	0	0	0	0	-2.098	-2.542	-3.069	-3.631	-4.343	-4.687	-3.229	
FLUJO DE CAJA LIBRE	0	0	-5.246	-19.556	-26.625	-35.278	8.808	9.731	10.800	11.871	13.364	13.582	5.420	

Año	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Periodo	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
EBIT	9.680	10.834	21.372	23.686	25.592	28.981	32.032	26.249	25.954	26.929	40.939	46.030	53.798
Depreciaciones	5.580	5.915	6.142	6.142	6.142	6.221	6.221	7.471	9.094	11.232	11.293	11.384	11.384
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variación en activos fijos	-7.812	-8.417	0	0	-702	0	0	-7.883	-9.896	-10.662	-730	-0	-115
Impuestos	-3.194	-3.575	-7.063	-7.816	-8.445	-9.564	-10.570	-8.673	-8.565	-8.886	-13.510	-15.190	-18.063
FLUJO DE CAJA LIBRE	4.253	4.757	20.451	22.011	22.586	25.638	27.682	17.164	16.588	18.612	37.992	42.224	47.004

Fuente: Elaboración propia

Figura 35 - Flujo de caja libre del proyecto



Fuente: Elaboración propia

8.1.2.2 Flujo de caja de la deuda

El flujo de caja de la deuda se presenta en la Tabla 89, mientras que en la Figura 36 se presenta gráficamente.

Tabla 89 - Flujo de caja de la deuda

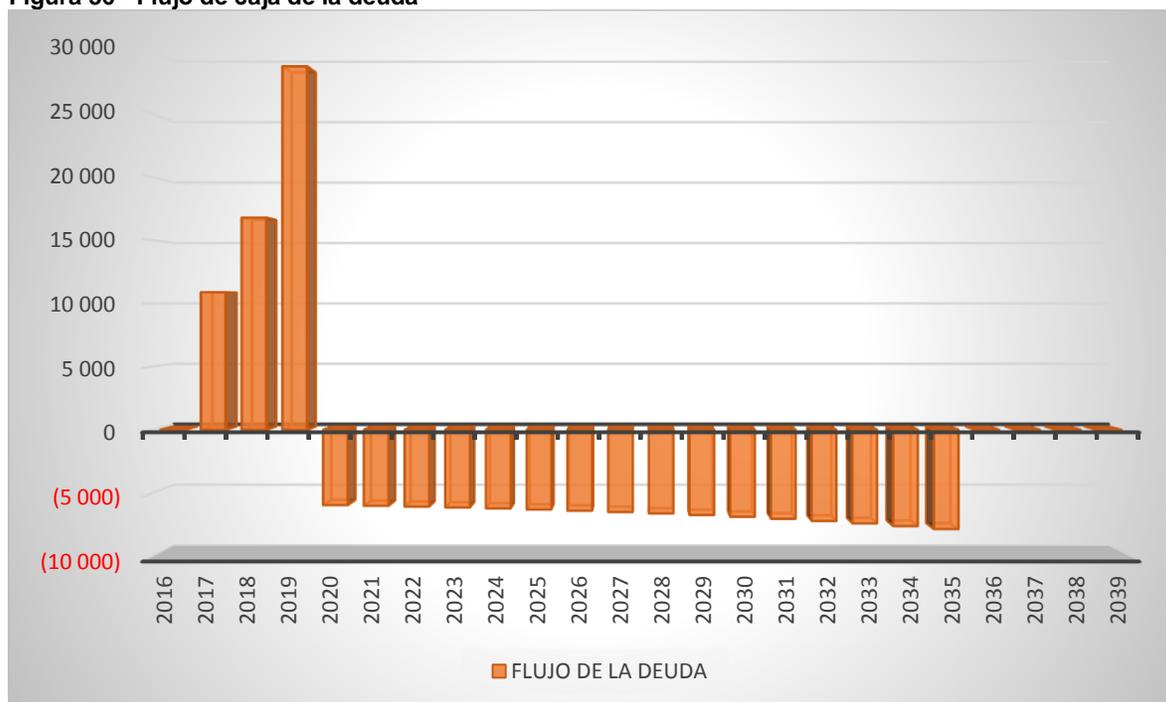
Valores en COP millones

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aumento de Deuda	0	0	0	10.885	17.955	31.854	0	0	0	0	0	0	0
Disminución de deuda	0	0	0	0	0	0	-1.586	-1.756	-1.944	-2.153	-2.384	-2.640	-2.923
Gastos financieros	0	0	0	0	-1.167	-3.093	-6.509	-6.339	-6.151	-5.942	-5.712	-5.456	-5.173
Ahorro tributario	0	0	0	0	0	0	2.148	2.092	2.030	1.961	1.885	1.800	1.707
FLUJO DE LA DEUDA	0	0	0	10.885	16.787	28.761	-5.947	-6.003	-6.066	-6.134	-6.211	-6.295	-6.388

Año	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Periodo	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Aumento de Deuda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disminución de deuda	-3.236	-3.583	-3.968	-4.393	-4.864	-5.386	-5.964	-6.603	-7.311	0	0	0	0
Gastos financieros	-4.859	-4.512	-4.128	-3.702	-3.231	-2.710	-2.132	-1.492	-784	0	0	0	0
Ahorro tributario	1.604	1.489	1.362	1.222	1.066	894	704	492	259	0	0	0	0
FLUJO DE LA DEUDA	-6.492	-6.606	-6.733	-6.874	-7.029	-7.201	-7.392	-7.603	-7.837	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 36 - Flujo de caja de la deuda



Fuente: Elaboración propia

8.1.2.3 Flujo de caja del inversionista

El flujo de caja del inversionista se presenta en la Tabla 90, mientras que en la Figura 37 se presenta gráficamente.

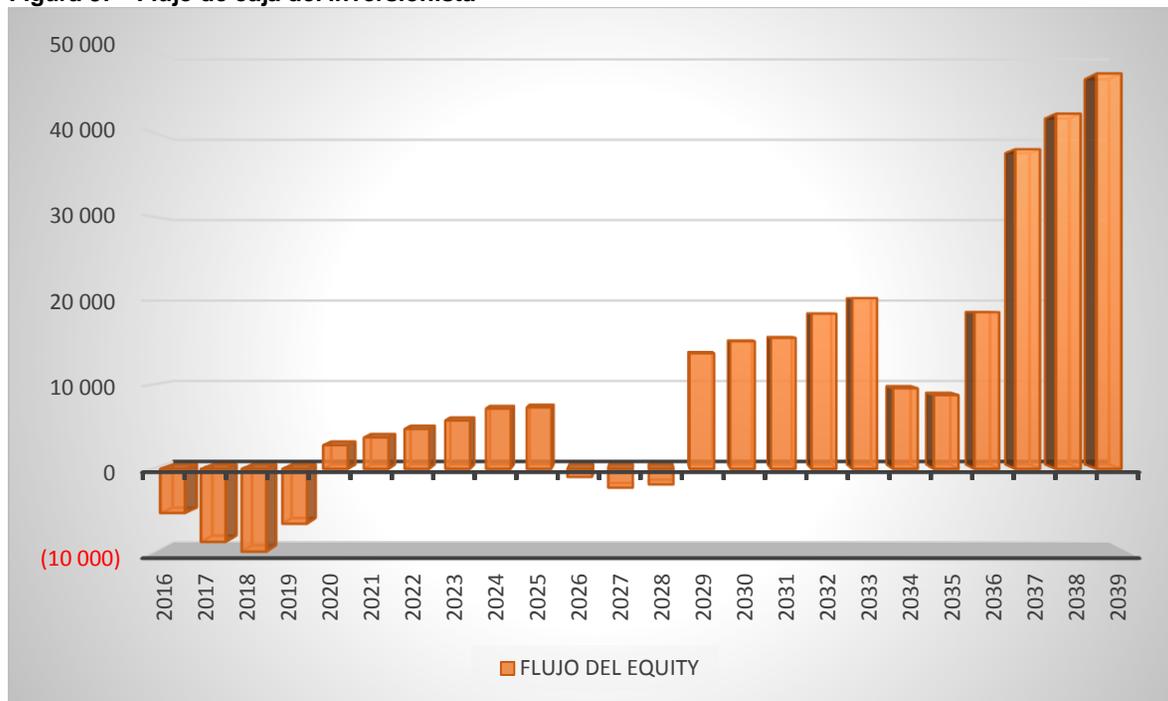
Tabla 90 - Flujo de caja del inversionista

		Valores en COP millones												
Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
EBIT	0	0	0	0	0	0	6.337	7.704	9.299	11.004	13.128	14.203	9.785	
Depreciaciones	0	0	0	0	0	0	4.570	4.570	4.570	4.570	4.579	4.579	5.087	
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Variación en activos fijos	0	0	-5.246	-19.556	-26.625	-35.278	0	0	0	-72	0	-512	-6.223	
Impuestos P&G	0	0	0	0	0	0	-7	-450	-1.039	-1.670	-2.458	-2.887	-1.522	
Deuda nueva	0	0	0	10.885	17.955	31.854	0	0	0	0	0	0	0	
Amortización deuda	0	0	0	0	0	0	-1.586	-1.756	-1.944	-2.153	-2.384	-2.640	-2.923	
Pago de intereses	0	0	0	0	-1.167	-3.093	-6.509	-6.339	-6.151	-5.942	-5.712	-5.456	-5.173	
FLUJO DEL EQUITY	0	0	-5.246	-8.671	-9.838	-6.517	2.804	3.728	4.734	5.736	7.153	7.287	-968	

Año	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Periodo	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
EBIT	9.680	10.834	21.372	23.686	25.592	28.981	32.032	26.249	25.954	26.929	40.939	46.030	53.798
Depreciaciones	5.580	5.915	6.142	6.142	6.142	6.221	6.221	7.471	9.094	11.232	11.293	11.384	11.384
Variación en el capital de trabajo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variación en activos fijos	-7.812	-8.417	0	0	-702	0	0	-7.883	-9.896	-10.662	-730	-0	-115
Impuestos P&G	-1.591	-2.086	-5.701	-6.594	-7.379	-8.670	-9.867	-8.180	-8.306	-8.886	-13.510	-15.190	-18.063
Deuda nueva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización deuda	-3.236	-3.583	-3.968	-4.393	-4.864	-5.386	-5.964	-6.603	-7.311	0	0	0	0
Pago de intereses	-4.859	-4.512	-4.128	-3.702	-3.231	-2.710	-2.132	-1.492	-784	0	0	0	0
FLUJO DEL EQUITY	-2.238	-1.849	13.717	15.138	15.557	18.437	20.290	9.561	8.751	18.612	37.992	42.224	47.004

Fuente: Elaboración propia

Figura 37 - Flujo de caja del inversionista



Fuente: Elaboración propia

8.1.3 Resultados del análisis financiero

Como resultado de los análisis financieros se obtienen los valores de los parámetros evaluados a diciembre de 2014, los cuales se presentan en la Tabla 91.

Tabla 91 - Resultados del análisis financiero

	PROYECTO	INVERSIONISTA
TIR	12,84%	16,84%
VPN (COP Millones)	33.168	35.919
TIRM	11,10%	13,05%
B/C	2,12	3,95

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los giros de *Equity* que deben aportar los inversionistas se encuentran en la Tabla 92.

Tabla 92 - Aportes de los inversionistas

AÑO	2016	2017	2018	2019	2026	2027	2028
Aporte de <i>Equity</i> (COP Millones)	5246	8671	9838	6517	968	2238	1849

Fuente: Elaboración propia

8.1.4 Indicadores financieros

En la Tabla 93Tabla 93- Indicadores financieros se presentan los principales indicadores financieros del proyecto.

Tabla 93- Indicadores financieros

Año	Formula	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Indicadores de liquidez																					
Capital de trabajo neto	Activo Corriente - Pasivo Corriente	2.804	6.532	11.266	17.074	24.227	32.026	37.281	42.855	49.423	63.140	78.278	94.537	112.974	133.264	150.708	169.355	198.630	237.352	279.576	326.695
Indicadores de endeudamiento y apalancamiento																					
Índice de deuda: Nivel de endeudamiento Externo.	Pasivo Total / Activo Total	70%	68%	66%	62%	58%	52%	46%	40%	33%	28%	23%	18%	13%	8%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
Índice de Patrimonio a Activo: Participación del Patrimonio	Patrimonio / Activo Total	30%	32%	34%	38%	42%	48%	54%	60%	67%	72%	77%	82%	87%	92%	96%	100%	100%	100%	100%	100%
Participación del Capital	Capital social / Activo Total	31%	31%	31%	30%	30%	29%	33%	38%	43%	40%	37%	35%	32%	29%	31%	33%	33%	30%	27%	24%
Índice de deuda / Patrimonio: Nivel de apalancamiento Total	Pasivo Total / Patrimonio	229%	214%	192%	165%	136%	110%	86%	66%	50%	39%	30%	22%	15%	9%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
Índice o Razón de cobertura de intereses	Utilidad operacional / gasto no operacionales (intereses financieros)	0,90	1,14	1,43	1,76	2,17	2,48	1,75	1,83	2,22	4,94	6,14	7,60	10,29	14,47	16,67	31,36				
Indicadores de rentabilidad																					
Índice de Rendimiento sobre los Activos Totales Promedio	Utilidad operacional / Activo total (promedio)	7%	9%	10%	12%	14%	15%	10%	9%	9%	17%	18%	18%	19%	19%	14%	13%	12%	16%	16%	16%
Índice de Rendimiento sobre el Patrimonio Total Promedio	Utilidad neta / Patrimonio (promedio)	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
ROI	Utilidad operacional * (1-T)/activo total	4,60%	5,76%	6,98%	8,17%	9,43%	9,87%	6,18%	5,62%	5,82%	11,12%	11,56%	11,55%	12,07%	12,24%	8,93%	7,99%	7,26%	10,03%	10,11%	9,93%
ROI (sin disponible)	Utilidad operacional * (1-T)/activo total	4,76%	6,24%	8,06%	10,21%	13,00%	15,15%	9,96%	9,44%	10,20%	22,91%	28,49%	34,29%	44,71%	58,12%	46,33%	44,80%	47,12%	102,86%	208,36%	1096,11%
EVA	(ROI-WACC)*ACTIVOS	-204	-676	-774	-272	799	1164	-1941	-2447	-2348	2425	3023	3248	4128	4611	583	-700	-1887	2607	3035	2990
EVA (sin disponible)	(ROI _{SIN DISPO.} - WACC)*ACTIVOS	-196	-556	-220	1493	3834	5605	1243	816	1510	13255	19664	27369	41708	60915	49845	51769	59794	159325	373130	2241898

Fuente: Elaboración propia

8.1.5 Análisis de riesgo e incertidumbre

Teniendo en cuenta que uno de las principales variables del proyecto es el ingreso por recaudo de peaje, se realiza un análisis de sensibilidad modificando esta variable. Primero, se analiza el proyecto con el volumen de tráfico bajo, medio y alto. En la Tabla 94 se muestran los resultados de este análisis.

Tabla 94 - Evaluación del proyecto con escenarios de tráfico

CRITERIO	PESIMISTA		MAS PROBABLE		OPTIMISTA	
	PROYECTO	INVERSIONISTA	PROYECTO	INVERSIONISTA	PROYECTO	INVERSIONISTA
TIR	8,12%	8,38%	13,89%	18,83%	15,28%	21,13%
VPN	-2.147	-310	41.530	44.316	55.174	57.960
TIRM	9,18%	8,95%	11,49%	13,87%	12,03%	14,79%
B/C	1,34	1,42	2,31	4,83	2,61	6,57

Fuente: Elaboración propia

Partiendo de estos resultados, el valor más probable de los criterios es el que se muestra en la Tabla 95

Tabla 95 - Valores esperados

CRITERIO	VALOR ESPERADO	
	PROYECTO	INVERSIONISTA
TIR	13,16%	17,47%
VPN	36.524	39.152
TIRM	11,20%	13,21%
B/C	2,19	4,55

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se realiza un análisis disminuyendo o aumentando un porcentaje determinado el valor de los ingresos anuales tal como se observa en la Tabla 96 junto con los resultados obtenidos.

Tabla 96 - Análisis de sensibilidad por ingresos operacionales

Valores en COP millones

Parámetro	-25%	-20%	-15%	-10%	-5%	5%	10%	15%	20%
TIR Proyecto	8,12%	9,17%	10,16%	11,09%	11,99%	14,06%	14,45%	15,21%	15,95%
TIR Inversionista	7,79%	9,91%	11,88%	13,63%	15,28%	18,96%	19,67%	21,00%	22,29%
VPN Proyecto	-2.439	4.682	11.804	18.925	26.047	42.290	47.411	54.532	61.654
VPN Inversionista	-2.680	5.655	13.711	21.205	28.617	45.676	50.197	57.319	64.440
TIRM Proyecto	9,04%	9,53%	9,98%	10,38%	10,76%	11,52%	11,72%	12,00%	12,27%
TIRM Inversionista	8,38%	9,59%	10,66%	11,53%	12,32%	13,93%	14,30%	14,75%	15,16%

Fuente: Elaboración propia

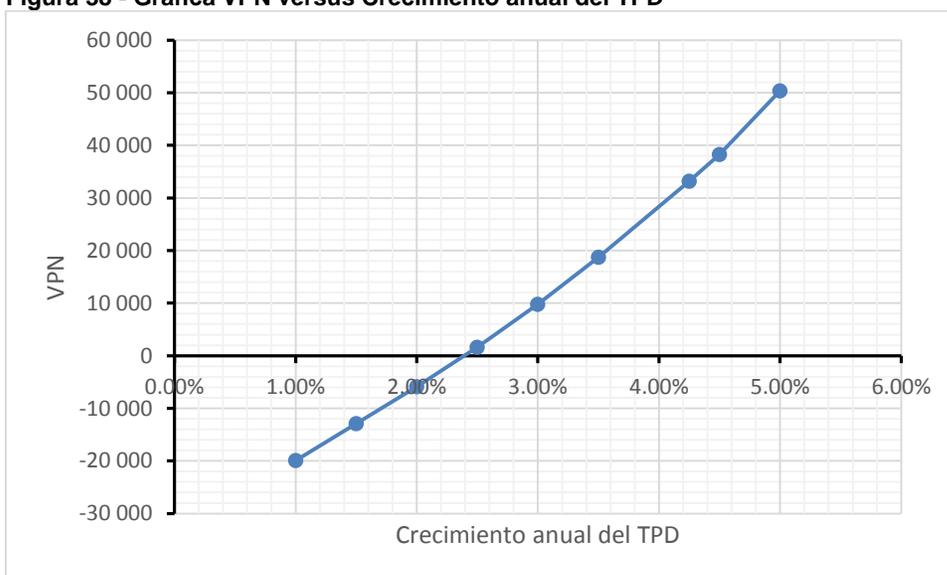
Otra forma de analizar la sensibilidad de los ingresos es variando la tasa de crecimiento anual del tránsito, asumiendo este como si fuera constante durante toda la etapa de operación. Los resultados se muestran en la Tabla 97. Adicionalmente se encontró que a partir de un crecimiento del tráfico anual de 2,4%, el valor presente neto de los flujos del proyecto es positivo, tal como se puede observar en la Figura 38.

Tabla 97 - Análisis de sensibilidad por tasa de crecimiento del tráfico

Parámetro	1,00%	1,50%	2,00%	2,50%	3,00%	3,50%	4,50%	5,00%
TIR Proyecto	4,57%	6,13%	7,47%	8,75%	9,97%	11,16%	13,37%	14,55%
TIR Inversionista	0,25%	4,00%	6,93%	9,57%	11,92%	14,01%	17,72%	19,59%
VPN Proyecto	-19.902	-12.889	-5.904	1.633	9.762	18.708	38.267	50.376
VPN Inversionista	-20.848	-12.550	-4.711	3.571	12.242	21.313	41.053	53.163
TIRM Proyecto	7,79%	8,37%	8,90%	9,41%	9,91%	10,41%	11,32%	11,81%
TIRM Inversionista	5,30%	6,91%	8,24%	9,47%	10,62%	11,63%	13,51%	14,44%

Fuente: Elaboración propia

Figura 38 - Gráfica VPN versus Crecimiento anual del TPD



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, otra de las grandes variables importantes es el valor de la construcción de la carretera. Los resultados de esta sensibilidad se muestran en la Tabla 98.

Tabla 98 - Análisis de sensibilidad por costos de construcción de la carretera

Valores en COP millones

Parámetro	-25%	-20%	-15%	-10%	-5%	5%	10%	15%	20%	25%
TIR Proyecto	14,33%	13,85%	13,39%	12,97%	12,56%	11,82%	11,47%	11,14%	10,83%	10,53%
VPN Proyecto	37.467	35.477	33.486	31.495	29.505	25.524	23.533	21.542	19.552	17.561
TIRM Proyecto	11,61%	11,43%	11,26%	11,09%	10,94%	10,64%	10,50%	10,37%	10,24%	10,12%

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la probabilidad de ocurrencia de uno de estos escenarios, se analiza por medio del software *Crystal Ball* la variable del crecimiento del tráfico como variable que más influye en el resultado del proyecto.

Debido a que no se tiene certeza del comportamiento del tráfico, se realizan tres alternativas del supuesto comportamiento del crecimiento del tráfico, teniendo en cuenta su relación con la economía regional. La primera alternativa consiste en suponer que la distribución de esta variable es tipo Beta-Pert, con un límite inferior de 0%, siendo el escenario pesimista, considerando que hay crecimiento del tráfico debido a que no hay incremento del parque automotor que la agroindustria y la minería no prosperan, manteniendo los mismos niveles actuales. El límite superior se escoge de 6%, siendo el escenario optimista considerando que la región prospera significativamente. Para el valor más probable se toma el encontrado en los estudios de mercado, es decir el promedio de crecimiento de los últimos años.

La siguiente alternativa consiste en suponer que la distribución de esta variable es triangular con los mismos límites anteriores. Y la tercera alternativa consiste en considerar la distribución del crecimiento como uniforme, es decir que no hay valor más probable y que el crecimiento es completamente aleatorio dentro de los valores límites anteriormente establecidos. Estas alternativas se presentan en la Tabla 99.

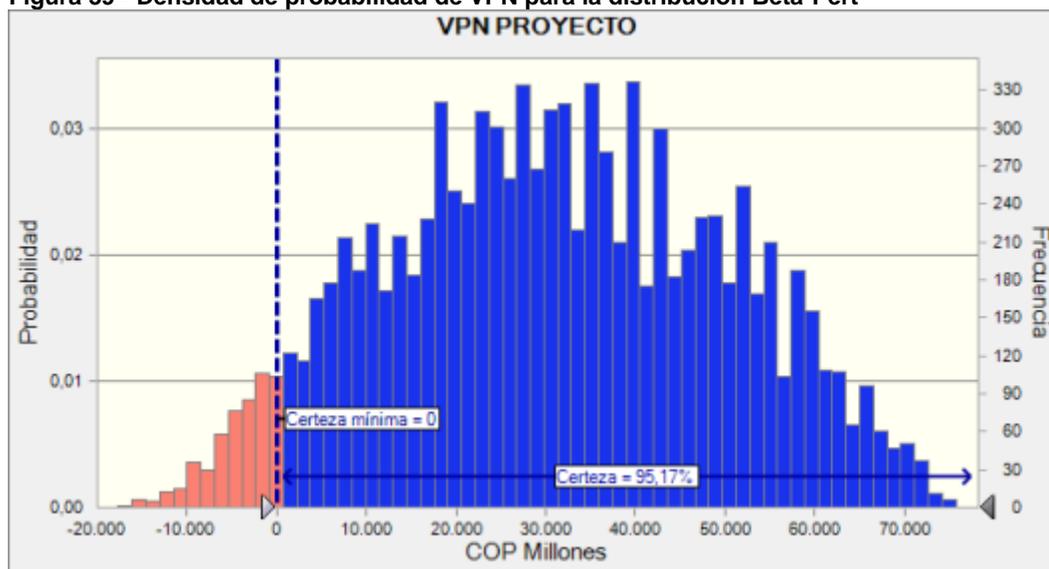
Tabla 99 - Distribuciones analizadas para el crecimiento del tráfico

TIPO DE DISTRIBUCIÓN	GRÁFICO	PARÁMETROS		
		Mínimo	Más probable	Máximo
Beta-Pert		1%	4,25%	6%
Triangular		1%	4,25%	6%
Uniforme		1%	No aplica	6%

Fuente: Elaboración propia

La opción de que el crecimiento del tráfico tuviera un comportamiento con una distribución Beta-pert, arrojó como resultado que el nivel de certeza para que el valor presente neto del proyecto sea positivo es del 95,17%. En la Figura 39 y en la Tabla 100 se presentan los resultados.

Figura 39 - Densidad de probabilidad de VPN para la distribución Beta-Pert



Fuente: Elaboración propia

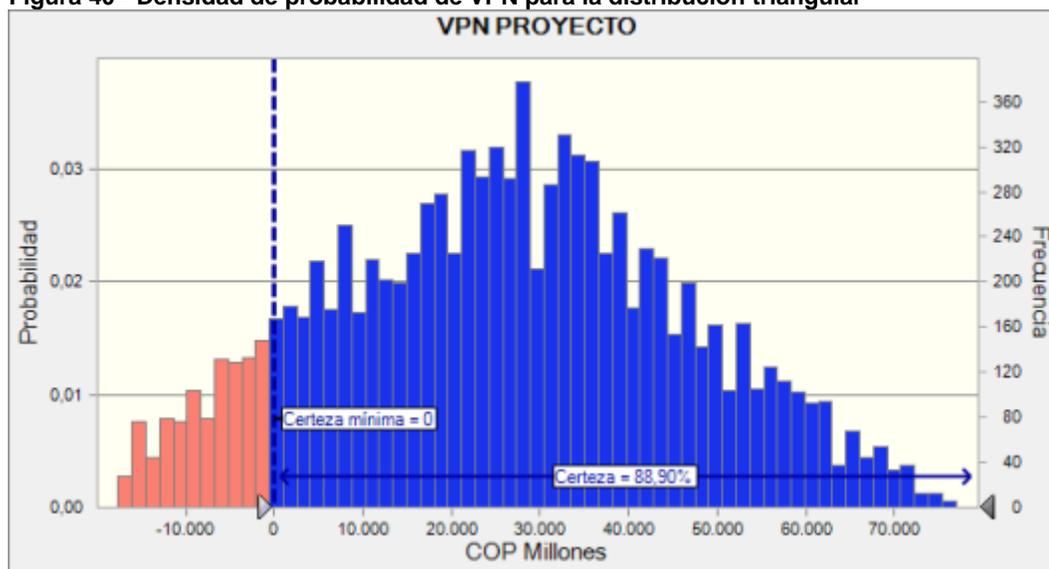
Tabla 100 - Resultados prueba distribución Beta-Pert

Estadística	Valores de suposición
Pruebas	10.000
Caso base	34.448
Media	30.930
Mediana	30.603
Modo	26.832
Desviación estándar	18.716
Varianza	350.307.351
Sesgo	0,0152
Curtosis	2,28
Coficiente de variación	0,6051
Mínimo	-17.679
Máximo	75.732
Ancho de rango	93.412
Error estándar medio	187

Fuente: Elaboración propia

La opción de que el crecimiento del tráfico tuviera un comportamiento con una distribución triangular, arrojó como resultado que el nivel de certeza para que el valor presente neto del proyecto sea positivo es del 88,90%. En la Figura 40 y en la Tabla 101 se presentan los resultados.

Figura 40 - Densidad de probabilidad de VPN para la distribución triangular



Fuente: Elaboración propia

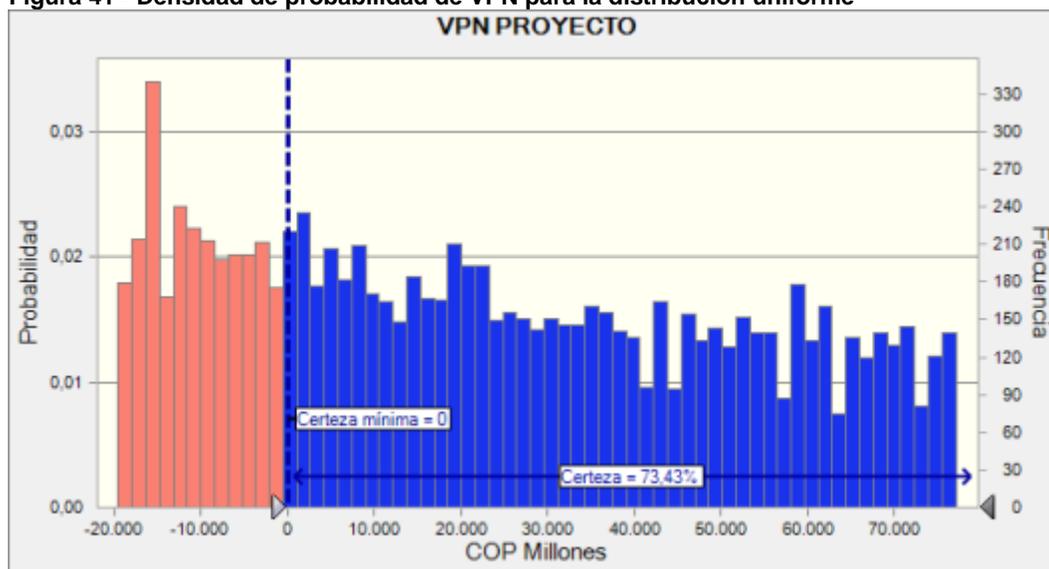
Tabla 101 - Resultados prueba distribución triangular

Estadística	Valores de suposición
Pruebas	10.000
Caso base	34.448
Media	26.075
Mediana	26.221
Modo	26.832
Desviación estándar	19.879
Varianza	395.180.857
Sesgo	0,0546
Curtosis	2,40
Coficiente de variación	0,7624
Mínimo	-17.616
Máximo	76.939
Ancho de rango	94.555
Error estándar medio	199

Fuente: Elaboración propia

La opción de que el crecimiento del tráfico tuviera un comportamiento con una distribución uniforme, arrojó como resultado que el nivel de certeza para que el valor presente neto del proyecto sea positivo es del 73,43%. En la Figura 41 y en la Tabla 102 se presentan los resultados.

Figura 41 - Densidad de probabilidad de VPN para la distribución uniforme



Fuente: Elaboración propia

Tabla 102 - Resultados prueba distribución uniforme

Estadística	Valores de suposición
Pruebas	10.000
Caso base	34.448
Media	23.109
Mediana	20.023
Modo	-6.328
Desviación estándar	27.849
Varianza	775.568.910
Sesgo	0,2590
Curtosis	1,86
Coficiente de variación	1,21
Mínimo	-19.554
Máximo	77.079
Ancho de rango	96.633
Error estándar medio	278

Fuente: Elaboración propia

8.2 CONCLUSIONES

En conclusión, desde el punto de vista financiero el proyecto es viable, ya que los parámetros de aceptación se cumplen de acuerdo con los análisis realizados:

- El VPN del proyecto descontado a la WACC es mayor que cero, y la TIR y la TIRM del proyecto son mayores que la WACC. De acuerdo con esto se concluye que el proyecto es viable.

- En general los indicadores financieros son positivos, sin embargo se los índices de rentabilidad son negativos en los años 2026, 2027, 2028, 2035 y 2036.
- Desde el punto de vista de los inversionistas es atractivo obteniendo tasas de rentabilidad más altas que las del proyecto puro.
- De acuerdo con los escenarios de tráfico evaluados, el proyecto no es viable en el escenario pesimista debido a que la TIR es inferior a la WACC y el VPN es negativo. Sin embargo, el valor esperado de estos indicadores, son positivos indicando que el proyecto tiene una gran probabilidad de ser rentable.
- Con una disminución de los ingresos por recaudo de peaje en más de un 20% afecta el proyecto de tal forma que el valor presente neto se convierte en negativo. Otra forma de verlo es que la tasa de crecimiento de tráfico no sea la proyectada, en este caso, para tasas de crecimiento menores a 2.4% anuales, el proyecto deja de ser atractivo.
- En cuanto al aumento del valor de la construcción, se observa que la estructura financiera no se afecta sensiblemente y se requeriría de un aumento del más del 50% del valor de la construcción para convertir al proyecto no viable.

8.3 RECOMENDACIONES

8.3.1 Recomendaciones para la construcción de la carretera, para el usuario y su interacción con el entorno

Para la construcción de la carretera se recomienda mantener los criterios de diseño técnico, en cuanto a los parámetros geométricos definidos en este informe de pre-factibilidad. Por otro lado, por tratarse de un proyecto de Estructuración con estudios de Ingeniería en pre-factibilidad, el nivel de detalle para algunas actividades deberá ser revisado y/o complementado en la fase de ejecución, en especial los siguientes:

- Localización de las redes de servicio público que se encuentran dentro del corredor vial. Se recomienda realizar un inventario de las redes dentro del corredor y así mismo realizar la debida gestión ante las compañías de servicios dueñas de dichas redes para su traslado.
- A pesar de que el alcance del proyecto solo es de mejoramiento de la vía actual, se recomienda realizar las consultas ante los órganos gubernamentales competentes sobre la afectación de comunidades y zonas protegidas ambientalmente antes de iniciar los diseños finales.
- Se recomienda adelantar los trámites necesarios para declarar el corredor vial como utilidad pública para congelar el precio de los predios requeridos.

En cuanto al usuario, se recomienda realizar las encuestas origen-destino y preferencias declaradas para determinar de una mejor manera el valor del peaje que está dispuesto a pagar el usuario por la utilización de la vía y los servicios anexos a esta. De igual forma, para evitar oposición al proyecto, en especial por la imposición del cobro del peaje, se recomienda una labor social de divulgación durante las etapas siguientes del proyecto que ayude a difundir los beneficios del proyecto.

8.3.2 Implicaciones para la IAEP, la formulación y la ejecución del proyecto

Al momento de preparar el informe no se presentaban riesgos de ejecución significativos, adicionalmente se contó con la alineación del programa en términos de:

- 1) los objetivos organizacionales y el plan de desarrollo para el sector;
- 2) la existencia de la decisión política y la capacidad técnica para ejecutarlo;
- 3) la prioridad dada a la expansión en la dotación de infraestructura física regional;
y
- 4) la voluntad de permitir acceder a recursos de endeudamiento externo.

Por otro lado, continuando en la siguiente etapa de la formulación, se debe realizar una mayor inversión en los estudios y diseños a nivel de factibilidad, en especial con trabajos de campo e información primaria que corroboren los supuestos y estimaciones realizadas a lo largo de este informe de pre-factibilidad. Para lograr esto se debe encontrar una compañía privada con vasta experiencia en inversión de proyectos de infraestructura que cuente dentro de sus objetivos estratégicos realizar este tipo de proyectos para que funja como “Originador” de la asociación público privada de iniciativa privada ante la Agencia Nacional de Infraestructura.

8.3.3 Conclusiones y recomendaciones finales

Se recomienda seguir con las siguientes etapas del proyecto, profundizando en los estudios de mercado, técnicos, administrativos, ambientales y sociales, que aterricen más los costos y beneficios del proyecto debido a que en esta etapa de pre-factibilidad se encontró que el proyecto traerá beneficios tales como:

- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de operación en los diferentes tipos de vehículos.
- La operación de los vehículos del transporte público será más segura, reduciendo significativamente la posibilidad de accidentes.
- Dinamismo de la economía regional al reducir costos de transporte de los productos haciéndolos más competitivos con los similares de otras regiones.

- Los indicadores financieros encontrados hacen que el proyecto sea atractivo para las empresas privadas

Se recomienda realizar toma de información primaria, la cual permitirá tener mayor aproximación a las cantidades y costos estimados, como por ejemplo:

- Levantamiento topográfico: Que le permita al diseño determinar cantidades de obra mucho más precisas.
- Inventario Vial: Para determinar el estado de la infraestructura existente.
- Aforos vehicular: Que permitan ajustar las proyecciones del tránsito, y su crecimiento.
- Encuestas preferencias declaradas: que permitan estimar con menor incertidumbre el tránsito atraído.
- Encuestas origen y destino: que determinen el tránsito generado por la construcción del proyecto.
- Exploración geotécnica: que permita evaluar calidad del suelo y su capacidad, lo que permitirá proyectar estructuras mucho más acertadas y sus cantidades serán mucho más precisas a las estimadas con información secundaria.

A partir de la toma de información primaria relacionada anteriormente, se recomienda realizar estudios a nivel de factibilidad, cumplimiento con los requerimientos técnicos del INVIAS y la ANI, para este nivel de estudio.

Se recomienda profundizar en el estudio financiero, apoyándose por expertos en la estructuración financiera de proyectos de infraestructura.

En la siguiente fase de estudios, se recomienda el apoyo de un especialista en estructuración jurídica de proyectos de infraestructura, que guíe el proyecto en cumplimiento de las normativas de iniciativas público privadas.

Del presente informe se concluye la importancia de realizar este tipo de proyectos bajo los lineamientos del PMI, controlando los entregables definidos, en los tiempos y costos acordados, y se recomienda que en la siguiente fase de estudios se asigne nuevamente un gerente de proyectos, ojalá con amplia experiencia específica en consultoría o estructuración de proyectos de infraestructura vial.

BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Transporte – Instituto Nacional de Vías – Subdirección de Apoyo Técnico. Volúmenes de tránsito 2010-2011. (s.f.) <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

Alcaldía de Tasco. Plan de desarrollo municipal Tasco 2012-2015, Como debe ser... unidos por Tasco. (s.f.) <http://www.tasco-boyaca.gov.co>

Alcaldía de Sogamoso. Plan de desarrollo municipal Sogamoso 2012-2015, Sogamoso ciudad competitiva. (s.f.) <http://sogamoso-boyaca.gov.co>

Grupo Bancolombia. Proyecciones de indicadores macroeconómicos. Junio de 2014. <http://investigaciones.bancolombia.com/inveconomicas/sid/30991/2014060411393971.pdf>

Cámara Colombiana de la Infraestructura. Seguimiento a proyectos de infraestructura, Sistema férreo nacional. (s.f.) <http://www.infraestructura.org.co>

Helm Bank. Pronósticos principales variables económicas colombianas. Mayo de 2014. <https://www.grupohelm.com/actualidad-economica/proyecciones-macroeconomicas/>

Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Marco fiscal de mediano plazo. Junio de 2014. <http://www.minhacienda.gov.co/irc/en/fiscalinformation/Marco-Fiscal-de-Mediano-Plazo-2014.pdf>

Ministerio de Transporte – Agencia Nacional de Infraestructura – Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Documento Conpes 3748. Bogotá D.C. Junio de 2013 <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/3748.pdf>

James Cárdenas Grisales. El volumen de tránsito atraído y desarrollado en carreteras de Colombia. (s.f.) <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/azimut/article/view/4039/6082>

Ministerio de Transporte – Instituto Nacional de Vías – Subdirección de Apoyo Técnico. Manual de diseño geométrico 2008. (s.f.) <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

Project Management Institute - A Guide to the Project Management Body of Knowledge – quinta edición - 2013

Ministerio de Transporte – Instituto Nacional de Vías – Subdirección de Apoyo Técnico. Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura, subsector vial.

Segunda edición. Abril de 2011. <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

Ministerio de Transporte – Instituto Nacional de Vías – Subdirección de Apoyo Técnico. Manual de señalización vial 2008. (s.f.) <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>

Departamento Nacional de Planeación. Plan Nacional de desarrollo 2010-2014, Prosperidad para todos. (s.f.) <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/Paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>

Departamento de Boyacá. Plan Departamental de Desarrollo 2012-2015, Boyacá se atreve. (s.f.) <http://www.boyaca.gov.co/>

Congreso de Colombia. Ley 1508 de 2012. Enero de 2012. <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/Ley150810012012.pdf>

Congreso de Colombia. Ley 105 de 1993. Diciembre de 1993. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=296>

ANEXO A1 – BALANCE FINANCIERO

ANEXO A2 – ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS

ESTADO DE RESULTADO DE OPERACIÓN (COP millones)

Año	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Factor IPC	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47	1,51	1,56	1,60	1,65	1,70	1,75	1,81	1,86	1,92	1,97	2,03	2,09
INGRESOS OPERACIONALES																				
Recaudo de peaje	19.204	20.817	22.579	24.526	26.602	28.594	30.727	33.008	35.423	38.027	40.827	43.668	46.646	49.862	53.285	56.880	60.617	64.555	68.700	73.100
Aportes del Estado																				
Total Ingresos operacionales	19.204	20.817	22.579	24.526	26.602	28.594	30.727	33.008	35.423	38.027	40.827	43.668	46.646	49.862	53.285	56.880	60.617	64.555	68.700	73.100
GASTOS OPERACIONALES																				
Operación peaje	1.719	1.771	1.824	1.879	1.935	1.993	2.053	2.115	2.178	2.243	2.311	2.380	2.452	2.525	2.601	2.679	2.759	2.842	2.927	3.015
Operación (servicio al usuario)	1.519	1.564	1.611	1.660	1.709	1.761	1.814	1.868	1.924	1.982	2.041	2.102	2.165	2.230	2.297	2.366	2.437	2.510	2.586	2.663
Mantenimiento rutinario	1.089	1.122	1.155	1.190	1.226	1.262	1.300	1.339	1.379	1.421	1.463	1.507	1.553	1.599	1.647	1.697	1.747	1.800	1.854	1.910
Costos ambientales	162	167	172	177	183	188	194	200	206	212	218	225	232	238	246	253	261	268	276	285
Personal administrativo	2.326	2.396	2.468	2.542	2.618	2.697	2.778	2.861	2.947	3.035	3.126	3.220	3.317	3.416	3.519	3.624	3.733	3.845	3.961	4.079
Otros gastos administrativos	229	236	243	251	258	266	274	282	290	299	308	317	327	337	347	357	368	379	390	402
Total amortización de activos	4.179	4.179	4.179	4.179	4.179	4.179	4.624	5.117	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	5.667	6.981	8.604	10.695	10.695	10.695	10.695
Total depreciación	391	391	391	391	400	400	464	464	248	475	475	475	554	554	490	490	537	597	689	689
Total gastos operacionales	11.615	11.826	12.044	12.268	12.508	12.746	13.500	14.245	14.840	15.334	15.610	15.894	16.266	16.567	18.127	20.071	22.538	22.937	23.378	23.738
COTOS OPERACIONALES																				
Construcción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estudios y diseños	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equipos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reposición de Equipos	0	0	0	72	0	512	0	1.402	1.815	0	0	702	0	0	0	1.777	2.299	730	0	115
Costos ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gestión predial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	0	0	6.223	6.410	6.602	0	0	0	0	0	7.883	8.120	8.363	0	0	0
Total costos operacionales	0	0	0	72	0	512	6.223	7.812	8.417	0	0	702	0	0	7.883	9.896	10.662	730	0	115
UTILIDAD OPERACIONAL	7.589	8.991	10.535	12.186	14.094	15.336	11.004	10.951	12.166	22.692	25.217	27.071	30.380	33.295	27.274	26.913	27.416	40.888	45.322	49.247
INGRESOS NO OPERACIONALES																				
Venta de activos fijos	70				105					105					105					3.093
Ingresos financieros	480	520	564	613	665	715	768	825	886	951	1.021	1.092	1.166	1.247	1.332	1.422	1.515	1.614	1.718	1.828
Total ingresos no operacionales	550	520	564	613	770	715	768	825	886	1.056	1.021	1.092	1.166	1.247	1.437	1.422	1.515	1.614	1.718	4.921
UTILIDAD ANTES DE INTERESES E IMPUESTOS	8.139	9.511	11.100	12.799	14.864	16.051	11.773	11.776	13.051	23.748	26.237	28.163	31.546	34.541	28.711	28.335	28.932	42.502	47.040	54.168
COSTOS FINANCIEROS																				
Pago de intereses	-6.509	-6.339	-6.151	-5.942	-5.712	-5.456	-5.173	-4.859	-4.512	-4.128	-3.702	-3.231	-2.710	-2.132	-1.492	-784	0	0	0	0
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	1.630	3.172	4.949	6.857	9.153	10.595	6.600	6.917	8.539	19.620	22.535	24.932	28.837	32.410	27.219	27.551	28.932	42.502	47.040	54.168
Impuesto de renta	538	1.047	1.633	2.263	3.020	3.496	2.178	2.283	2.818	6.475	7.437	8.227	9.516	10.695	8.982	9.092	9.548	14.026	15.523	17.875
Impuesto por ganancia ocasional	7	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	309
UTILIDAD NETA	1.085	2.125	3.316	4.594	6.122	7.099	4.422	4.634	5.721	13.135	15.098	16.704	19.321	21.714	18.226	18.459	19.384	28.476	31.517	35.983
Reserva legal (10%)	109	213	332	459	612	710	442	463	572	1.313	1.510	1.670	1.932	2.171	1.823	1.846	1.938	2.848	3.152	3.598
Resultado del ejercicio	977	1.913	2.984	4.134	5.510	6.389	3.980	4.171	5.149	11.821	13.589	15.034	17.389	19.543	16.404	16.613	17.446	25.629	28.365	32.385

ANEXO A3 – FLUJO DE EFECTIVO

FLUJO DE CAJA (COP millones)

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	
Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Factor IPC	1,00	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16	1,19	1,23	1,27	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47	1,51	1,56	1,60	1,65	1,70	1,75	1,81	1,86	1,92	1,97	2,03	2,09	
INGRESOS																											
Operacionales	0	0	0	0	0	0	19204	20817	22579	24526	26602	28594	30727	33008	35423	38027	40827	43668	46646	49862	53285	56880	60617	64555	68700	73100	
No operacionales	0	0	0	0	0	0	550	520	564	613	770	715	768	825	886	1056	1021	1092	1166	1247	1437	1422	1515	1614	1718	4921	
Total Ingresos	0	0	0	0	0	0	19754	21337	23144	25139	27372	29309	31495	33833	36308	39082	41848	44760	47812	51109	54722	58302	62132	66169	70418	78021	
COSTOS																											
Operación peaje	0	0	0	0	0	0	1719	1771	1824	1879	1935	1993	2053	2115	2178	2243	2311	2380	2452	2525	2601	2679	2759	2842	2927	3015	
Operación (servicio al usuario)	0	0	0	0	0	0	1519	1564	1611	1660	1709	1761	1814	1868	1924	1982	2041	2102	2165	2230	2297	2366	2437	2510	2586	2663	
Mantenimiento rutinario	0	0	0	0	0	0	1089	1122	1155	1190	1226	1262	1300	1339	1379	1421	1463	1507	1553	1599	1647	1697	1747	1800	1854	1910	
Costos ambientales	0	0	186	496	511	526	162	167	172	177	183	188	194	200	206	212	218	225	232	238	246	253	261	268	276	285	
Personal administrativo	0	0	0	0	0	0	2326	2396	2468	2542	2618	2697	2778	2861	2947	3035	3126	3220	3317	3416	3519	3624	3733	3845	3961	4079	
Otros gastos administrativos	0	0	242	249	257	264	229	236	243	251	258	266	274	282	290	299	308	317	327	337	347	357	368	379	390	402	
Construcción	0	0	0	15735	22690	28101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Estudios y diseños	0	0	1833	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Equipos	0	0	0	0	0	3124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reposición de Equipos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	512	0	1402	1815	0	0	702	0	0	0	1777	2299	730	0	115	
Gestión predial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mantenimiento periódico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6223	6410	6602	0	0	0	0	0	7883	8120	8363	0	0	0	
Total costos	0	0	2261	16481	23458	32016	7045	7257	7474	7770	7930	8680	14635	16477	17342	9192	9468	10455	10045	10346	18540	20872	21968	12375	11994	12469	
Créditos nuevos			0	10885	17955	31854	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Pago de Intereses			0	0	1167	3093	6509	6339	6151	5942	5712	5456	5173	4859	4512	4128	3702	3231	2710	2132	1492	784	0	0	0	0	
Amortización deuda			0	0	0	0	1586	1756	1944	2153	2384	2640	2923	3236	3583	3968	4393	4864	5386	5964	6603	7311	0	0	0	0	
Impuesto de Renta			0	0	0	0	538	1047	1633	2263	3020	3496	2178	2283	2818	6475	7437	8227	9516	10695	8982	9092	9548	14026	15523	17875	
Impuesto ganancia ocasional			0	0	0	0	7	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	309	
FLUJO DE CAJA NETO	0	0	-2261	-5595	-6671	-3255	4069	4939	5941	7010	8316	9038	6586	6978	8053	15309	16847	17982	20156	21972	19094	20242	30616	39769	42901	47367	
Saldo disponible							4069	9007	14948	21959	30275	39313	45899	52877	60930	76240	93087	111069	131225	153196	172290	192533	223149	262918	305818	353186	