



Agencia Nacional de
Infraestructura



**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA – YONDO**

CONTRATO DE CONCESIÓN APP 013 DE 2015

CONSULTOR

**CAPITULO 1 Y 2
OBJETIVOS Y GENERALIDADES**

BOGOTÁ

AGOSTO 2016

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 1 Y 2 OBJETIVOS Y GENERALIDADES

CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	No. DE COPIAS
INTERVENTORÍA	ORIGINAL
CONCESIONARIO	COPIA

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Título Documento		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO		
Documento no.		AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA CÓDIGO CONCESIÓN- CONTRATO -ESPECIALIDAD- VERSIÓN		
A P R O B A C I Ó N	Número de Revisión			
	Responsables por elaboración	NOMBRE	Nicolas Suescun Alcina – Deisy Cote	Coordinador Ambiental – Profesional Ambiental
		FIRMA		
		MAT:		
		FECHA		
	Responsable por revisión y aprobación	NOMBRE	Nicolas Suescun Alcina	Coordinador Ambiental
		FIRMA		
		MAT:		
		FECHA		

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

**CAPITULO 1 Y 2
OBJETIVOS Y GENERALIDADES**

**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN
CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO**

CONTROL DE MODIFICACIÓN DEL DOCUMENTO

REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
01	11 Julio/2016	Observaciones Interventoría BBY	N/A

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

**CAPITULO 1 Y 2
OBJETIVOS Y GENERALIDADES**

**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN**

CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. OBJETIVOS.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
2. GENERALIDADES.....	3
2.1 ANTECEDENTES.....	3
2.1.1 Introducción.....	3
2.1.2 Justificación.....	6
2.1.3 Superposición con otros proyectos existentes en la zona.....	6
2.1.3.1 OBJETIVO.....	6
2.2 CONVOCATORIA DE LA LICITACIÓN PÚBLICA.....	14
2.2.1 Antecedentes.....	14
2.2.2 Beneficios.....	15
2.2.3 Alcances.....	15
2.2.4 MARCO NORMATIVO.....	20
2.3 METODOLOGIAS.....	28
2.3.1 Medio Abiótico.....	28
2.3.2 Medio Biótico.....	52
2.3.3 Arqueología.....	139
2.3.4 Zonificación Ambiental.....	143
2.3.5 Zonificación de Manejo Ambiental.....	148
2.3.6 Evaluación Ambiental y Económica.....	149
2.3.7 Plan de Gestión del Riesgo.....	156
2.4 INFORMACION DE LA EMPRESA CONSULTORA.....	160
2.5 PROFESIONALES QUE INTERVINIERON EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO.....	161

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

**CAPITULO 1 Y 2
OBJETIVOS Y GENERALIDADES**

**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN**

CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2–1 Unidades Funcionales del Proyecto	5
Tabla 2-2 Propiedad y estado de ductos intervenidos.....	9
Tabla 2-3 Intercepciones en poliductos y gasoductos	9
Tabla 2-4 Propiedad y estado de redes eléctricas intervenidas	10
Tabla 2-5 Intercepciones con Redes de Energía Eléctrica	10
Tabla 2-6 Intercepción con redes de Telecomunicaciones.....	11
Tabla 2-7 Pozos cercanos presentes en el área de interés.....	12
Tabla 2–8 Marco Normativo	20
Tabla 2–9 Elementos de la Unidad Cartográfica de Suelos	39
Tabla 2–10. Rangos de zonificación climática	50
Tabla 2–11 Fórmulas empleadas para cálculos estadísticos	57
Tabla 2–12 Criterios para la diferenciación de fustales, latizales y brinzales	58
Tabla 2–13 Categorías de uso e importancia para las especies de flora.....	66
Tabla 2–14 Fórmulas empleadas en la caracterización vegetal del proyecto.....	68
Tabla 2–15 Índices utilizados para la evaluación del paisaje.	74
Tabla 2–16 Principales fuentes bibliográficas y sistemas de información consultadas para la obtención de información secundaria	83
Tabla 2–17 Coberturas evaluadas en la caracterización de fauna silvestre para el área de estudio	84
Tabla 2–18 Sitios de Muestreo de calidad de agua por Unidad Funcional	97
Tabla 2–19 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col	106
Tabla 2–20 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col.....	106
Tabla 2–21 Fórmulas empleadas PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	108
Tabla 2–22 Aspectos normativos aplicables a la participación comunitaria en estudios	

ambientales.....	111
Tabla 2–23 Unidades Funcionales corredor Bucaramanga - Barrancabermeja - Yondó	113
Tabla 2–24 Veredas, municipios y departamento. Tramo La Virgen - La Lizama.....	115
Tabla 2–25 Veredas, municipios. Tramo La La Fortuna – Puente La Paz.....	116
Tabla 2–26 Veredas, municipios La Fortuna – Puente La Paz.....	116
Tabla 2–27 Veredas, municipios. Puente La Paz – Santa Rosa	117
Tabla 2–28 Veredas, municipios. Túnel de La Paz	117
Tabla 2–29 Veredas, municipios. Río Sucio - Lisboa	118
Tabla 2–30 Veredas, municipios. Lisboa – Portugal.....	118
Tabla 2–31 Veredas, municipios. Portugal - Lebrija	119
Tabla 2–32 Total reuniones autoridades regionales.....	128
Tabla 2–33 Total reuniones Autoridades municipales en el área de Estudio.....	129
Tabla 2–34 Resumen de reuniones y espacios de información por municipio	130
Tabla 2–35 Características de las técnicas de recolección de información en el taller de impactos	133
Tabla 2–36 Criterios para la definición de los niveles de sensibilidad e importancia	144
Tabla 2–37 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I).....	145
Tabla 2–38 Elementos de análisis para la zonificación ambiental.....	147
Tabla 2–39 Parámetros para la valoración de los impactos ambientales.	150
Tabla 2–40 Etapas del Análisis Costo Beneficio Ambiental	156
Tabla 2–41 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	157
Tabla 2–42 Criterios para la calificación de vulnerabilidad	158
Tabla 2–43 Criterios para calificar la exposición	159
Tabla 2–44 Determinación del nivel de riesgo.....	159
Tabla 2–45 Definición del nivel de riesgo.....	160
Tabla 2–46 Profesionales que Intervinieron en la Elaboración del EIA	161

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

**CAPITULO 1 Y 2
OBJETIVOS Y GENERALIDADES**

**CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN**

CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1 Localización general del Proyecto	4
Figura 2-2 Interconexión de Ruta del Sol con Ruta del Cacao	8
Figura 2-3 Interconexión de Ruta del Sol con Ruta del Cacao	13
Figura 2-4 Diagrama metodológico para obtener la zonificación geotécnica	32
Figura 2-5 Diagrama Metodológico del Mapa de Ecosistemas terrestres	54
Figura 2-6 Diseño de parcelas para muestreo de Flora	56
Figura 2-7 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados	60
Figura 2-8 Definición de los diferentes tipos de altura	61
Figura 2-9 Localización de individuos para perfil de vegetación	63
Figura 2-10 Modelo etiqueta de colección	65
Figura 2-11 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epifitas en el área de influencia directa del estudio. B (Base), T (Tronco), DI (Dosel interno), DE (Dosel externo)	76
Figura 2-12 Clasificación de los métodos de medición de diversidad alfa	103
Figura 2-13 Estructura del proceso metodológico para la elaboración del EIA – Medio socioeconómico	120
Figura 2-14 Grilla de Sondeo propuesta en ZODME	140
Figura 2-15 Grilla de Sondeo Tipo propuesta en ZODME	141
Figura 2-16 Prospección sobre el derecho de Vía	142
Figura 2-17 Prospección Tipo en Derecho de Vía	143

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE ASOCIACIÓN PÚBLICO

CAPITULO 1 Y 2
OBJETIVOS Y GENERALIDADES

CONCESIÓN RUTA DEL CACAO
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSTRUCCIÓN

CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA –YONDO

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 2-1 Establecimiento de parcelas en campo.....	57
Fotografía 2-2 Marcación de individuos	59
Fotografía 2-3 Colección del material botánico	64
Fotografía 2-4 Descripción y prensado de muestras	64
Fotografía 2-5 Montaje de Epífitas vasculares y no vasculares.....	78
Fotografía 2-6 Ejemplar macho de Reinita cabecinegra <i>Cardellina canadensis</i> capturado con red de niebla.....	87
Fotografía 2-7 Recorridos de observación y registro de especies de aves en transectos	88
Fotografía 2-8 Detección y observación de individuos	88
Fotografía 2-9 Trampas Sherman empleadas para la captura de mamíferos pequeños, instalada y cebada en campo.....	89
Fotografía 2-10 Trampas Tomahawk empleadas para la captura de mamíferos terrestres medianos	89
Fotografía 2-11 Registro fotográfico de detección directa de Ardilla (<i>Sciurus granatensis</i>)	90
Fotografía 2-12 Registro fotográfico de detección indirecta de Mapache (<i>Procyon cancrivorus</i>)	91
Fotografía 2-13 Cámara de rastreo sensible al movimiento	92
Fotografía 2-14 Captura de mamíferos voladores con redes de niebla	93
Fotografía 2-15 Captura nocturna manual de Sapo tigre (<i>Leptodactylus savagei</i>) y tortuga Palmera (<i>Rhinoclemmys melanosterna</i>) y captura diurna de serpiente talla X (<i>Bothrops asper</i>).	94
Fotografía 2-16 Arte de pesca: Red de arrastre	101
Fotografía 2-17. Arte de pesca: Nasa o Red de mano	101
Fotografía 2-18 Arte de pesca: Atarraya	102

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

El proyecto denominado **“CONCESIÓN VIAL RUTA DEL CACAO”** tiene como objetivo general adelantar bajo el contrato de Concesión No. 013 de 215 suscrito entre la AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA ANI y la sociedad concesionaria RUTA DEL CACAO S.A.S., la construcción, operación y mantenimiento del corredor vial *BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA – YONDO*. El proyecto como se detallará en el capítulo de Descripción Técnica, comprende la ejecución de diferentes intervenciones en un total de nueve (9) Unidades Funcionales en las cuales se ha dividido el corredor de acuerdo con el alcance del contrato de concesión suscrito, donde se realizarán actividades de rehabilitación, mejoramiento, mantenimiento y operación del corredor actual y la construcción de una segunda calzada y un nuevo corredor en doble calzada en tres (3) de las unidades funcionales.

Para lograr este objetivo y mediante la radicación del presente documento se solicita a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA-, la evaluación del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente a los tramos que de acuerdo a la normatividad vigente (Decreto 1076 de 2015) requieren de Licencia Ambiental, para que una vez evaluado este estudio se pronuncie sobre la viabilidad ambiental del proyecto, mediante la expedición de una licencia ambiental.

En este sentido los objetivos particulares del presente estudio se enfocan a suministrar a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA – la información correspondiente a cada uno de los capítulos contenidos en el EIA de acuerdo con los Términos de Referencia Vigentes adoptados en la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

Para efectos del presente estudio, la solicitud de licencia se refiere a los tramos de las Unidades Funcionales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 que se describen en el capítulo de Generalidades y Descripción Técnica del Proyecto.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos del Estudio se describen a continuación:

- Describir las características y especificaciones técnicas de las fases y actividades del proyecto, relacionadas con el nuevo trazado definido por la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI para la Ruta del Cacao.
- Delimitar el área de influencia del proyecto de acuerdo a los criterios técnicos para los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, partiendo de los posibles impactos significativos que genere el proyecto.
- Caracterizar las condiciones de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y cultural del área de influencia del proyecto, con el propósito de establecer la línea base que

permita evaluar la importancia y sensibilidad de los elementos ambientales antes de la ejecución del proyecto.

- Definir la zonificación ambiental del proyecto mediante un método cualitativo y cuantitativo, que permita valorar los grados de sensibilidad e importancia de los elementos del medio ambiente en su condición sin proyecto.
- Definir los requerimientos del proyecto en cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, partiendo de la cuantificación y evaluación de la oferta existente en el área de estudio, con el fin de determinar la viabilidad de su uso, para el proyecto.
- Evaluar los posibles impactos que se pueden generar por la ejecución del proyecto vial y proponer las respectivas medidas de manejo para prevenir, mitigar, controlar y/o compensar dichos impactos sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural.
- Establecer la zonificación de manejo ambiental del proyecto, que responda a los resultados de la zonificación ambiental y a los elementos legamente establecidos, como herramienta de planeación para la intervención del área de influencia.
- Presentar la evaluación económica ambiental desarrollada para el proyecto, como instrumento para ser validado en el proceso de la licencia ambiental.
- Definir los planes, programas y acciones de manejo socios ambientales orientados a promover la gestión planificada del medio, en las actividades que contempla el proyecto.
- Identificar y valorar los riesgos que se podrían generar sobre el medio ambiente y el componente socioeconómico por la ejecución del proyecto, con el fin de establecer lineamientos generales de prevención, atención y control eficiente de las emergencias.
- Documentar las acciones que hacen parte del Plan de Abandono y Restauración, las cuales permitirán restituir las variables estructurales de los ecosistemas impactados por el proyecto, una vez éste se finalice.
- Establecer el plan de compensación por pérdida de biodiversidad, en concordancia con la afectación generada por las obras o actividades del proyecto sobre los ecosistemas del área de estudio.
- Desarrollar y documentar los procesos de participación ciudadana que se ejecutaron en el contexto del estudio, con el fin evidenciar el proceso de construcción conjunta realizada con las comunidades del área.

2. GENERALIDADES

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Introducción

El proyecto de Concesión Vial denominado “Autopista Ruta del Cacao”, es un proyecto nacional de infraestructura vial cuyo objetivo general es mejorar la conexión terrestre entre la ciudad de Bucaramanga y el Departamento de Antioquia, en el municipio de Yondó, mediante un corredor vial en doble calzada, con estándares geométricos y de diseño que permitan el tránsito de vehículos automotores con velocidades promedio de 80 Km/h. Este proyecto se construirá para cumplir con las metas del Gobierno Nacional, con inversiones muy significativas por la entrada en construcción de proyectos grandes, como meta incrementar las dobles calzadas de 792 kilómetros en el 2010 a 2.279 kilómetros en el 2015 “sin fijar un sólo contrato adicional”. Con esto, la ANI conseguiría en el 2018 llegar a 4.398 kilómetros.

El presente Estudio de Impacto Ambiental tiene como fin último presentar la información necesaria para que la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA- realice la evaluación y conceptúe sobre la viabilidad de otorgar la licencia ambiental.

Definido el trazado por la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI -, se adelantaron los estudios y diseños de las diferentes unidades funcionales en las que se dividió el corredor vial de acuerdo a la intervención prevista y se elaboró el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental para evaluar los posibles impactos y efectos ambientales y proponer las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental y social definidas para los impactos identificados.

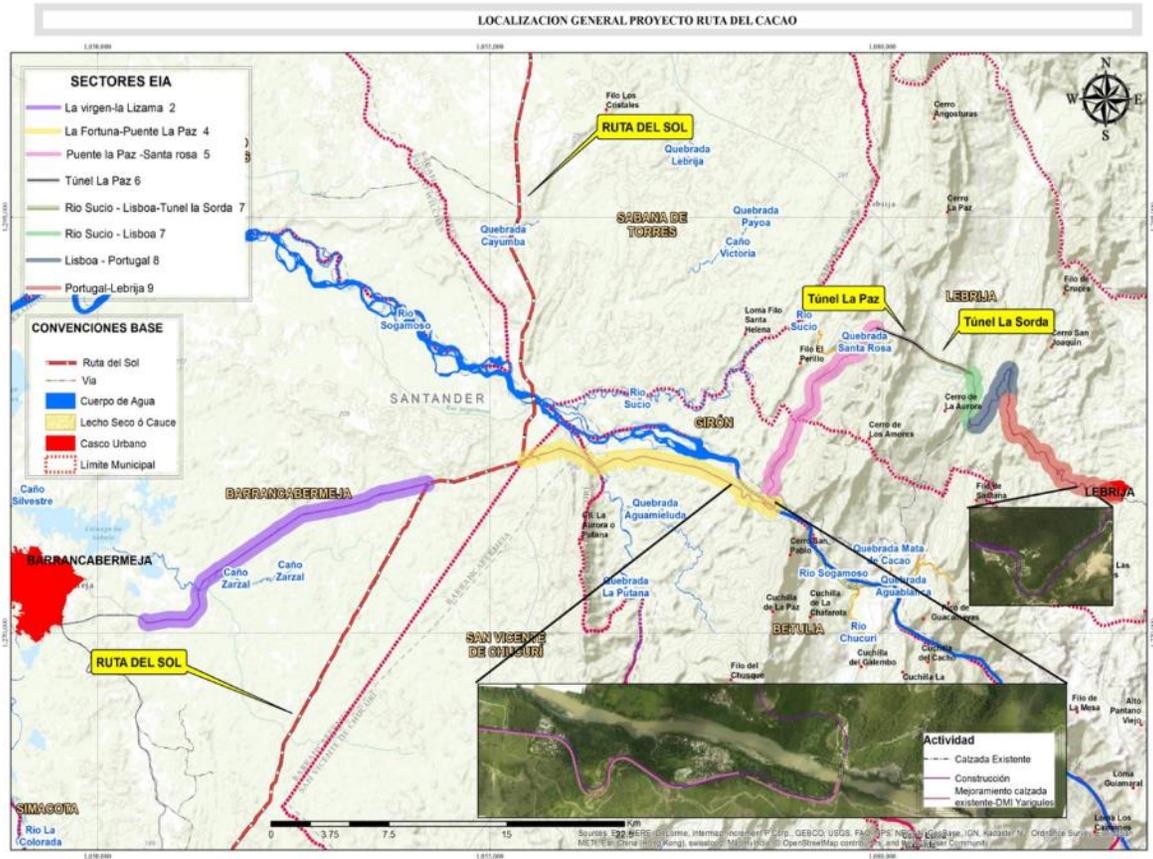
La empresa Consultoría Colombiana S.A. fue la encargada de realizar el estudio de impacto ambiental, para lo cual cuenta con el permiso de investigación científica, otorgada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales mediante Resolución, No.1469 del 03 de Diciembre de 2014.

El proyecto Autopista Ruta del Cacao, fue viabilizado a través del documento CONPES 3571/2009, bajo los términos de la ley 810 del 2003; este hace parte del megaproyecto definido por el Gobierno Nacional, el cual pretende mejorar la infraestructura que comunica la ciudad de Bucaramanga con el municipio de Yondó en Antioquia., pasando por los municipios de Lebrija, Girón, San Vicente de Chucurí, Betulia, Barrancabermeja y Yondó.

Cabe aclarar, que para la ANI el proyecto se manejará por medio de Unidades Funcionales, mientras que la solicitud de licencia ambiental será una sola para las unidades funcionales donde el alcance incluye la construcción de vías nuevas, segundas calzadas o túneles.

En la siguiente Figura 2-1 se puede observar el proyecto en su conjunto, donde se resalta que los tramos definidos en color rojo son los que requerirán de licencia ambiental, así:

Figura 2-1 Localización general del Proyecto



En la siguiente tabla se aprecia en detalle las Unidades Funcionales y los tramos dentro de ellas que son objeto del presente estudio y por ende de solicitud de licencia ambiental.

Tabla 2–1 Unidades Funcionales del Proyecto

UF	SECTOR	Origen (nombre, abscisa, coordenadas)	Destino (nombre, abscisa, coordenadas)	Longitud aprox. Origen destino	Intervención prevista
2	Barrancabermeja – La Lizama	La Virgen	La Lizama	21,05	Construcción de la segunda calzada
3	La Fortuna – Puente La Paz – Capitancitos – Lisboa	La Fortuna	Puente La Paz	17,97	Mejoramiento de la calzada existente
4	La Fortuna – Puente La Paz	La Fortuna	Puente La Paz	17,97	Construcción de la segunda calzada
5	Puente La Paz – Santa Rosa	Puente La Paz	Santa Rosa	14,76	Construcción de vía nueva en doble calzada
6	Túnel La Paz	Entrada Túnel La Paz K88+761	Salida Túnel La Paz K92+280	3,518	Construcción de dos túneles paralelos
7	Río Sucio - Lisboa	Salida Túnel La Paz K92+280	Entrada Túnel La Sorda K93+115	0,84	Construcción de vía nueva en doble calzada
		Entrada Túnel La Sorda K93+115	Entrada Túnel La Sorda K95+555	2,44	Construcción de túnel
		Entrada Túnel La Sorda K95+555	Lisboa K99+000	3,45	Construcción de vía nueva en calzada doble
8	Lisboa – Portugal	Lisboa K99+000	Portugal K105+000	6	Construcción de la segunda calzada
9	Portugal – Lebrija	Portugal K105+000	Lebrija K117+403	12,4	Construcción de la segunda calzada

No obstante lo anterior, en la UF 3 tramo La Fortuna Puente La Paz, se realizará mejoramiento de la vía existente, la cual se incluirá dentro del Estudio de Impacto Ambiental, debido a que se encuentra en un área perteneciente al SINAP, Distrito Regional de manejo Integrado, - DRMI Serranía de los Yariguies. Lo anterior con base en lo señalado en el artículo 2.2.2.5.4.4 del capítulo 5 del título 2 del parte 2 del libro 2 del decreto 1076 de 2015,.

Con el soporte del documento CONPES el Instituto Nacional de Concesiones - INCO (hoy la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI), realizó un convenio con la Corporación Financiera Internacional (IFC) con el ánimo de conseguir los recursos económicos que financian el proyecto.

2.1.2 Justificación

El proyecto Bucaramanga – Barrancabermeja – Yondó tiene como objeto principal generar una interconexión vial entre la ciudad de Bucaramanga con la zona occidente del Departamento de Santander, así como con el Municipio de Yondó en el Departamento de Antioquia y con la Concesión Ruta del Sol II.

El corredor vial contempla la vía actual conformada por los tramos Lebrija – La Fortuna y La Lizama – Barrancabermeja, tramos viales a cargo de la Nación y el tramo vial municipal Puente Guillermo Gaviria – Yondó, a cargo del municipio de Yondó (Antioquia). Estos tramos viales tienen una longitud total de 100.40 Km. Igualmente hace parte del proyecto, la vía nueva Puente Guillermo Gaviria – La Virgen – Rancho Camacho, la cual será construida en marco del Convenio Interadministrativo DHS176-09 en una longitud de 30 Km y será entregada al Concesionario para realizar su mantenimiento y operación.

2.1.3 Superposición con otros proyectos existentes en la zona

2.1.3.1 Objetivo

Establecer las potenciales implicaciones del proyecto en relación con las políticas, planes, programas y proyectos, que a nivel nacional, departamental y municipal, estén contemplados en las áreas de influencia, con el propósito de evaluar posibles superposiciones, especialmente con proyectos de interés nacional y regional que se pretendan construir.

2.1.3.2 Introducción

En el presente apartado se definen las políticas, planes, programas y proyectos de interés nacional, departamental o municipal que tienen o tendrán una incidencia relevante a causa de la superposición con el proyecto vial de interés, evidenciando aquellos que divergen en cada una de las áreas de influencia del proyecto, entendidos como los municipios de Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, Betulia, Girón y Lebrija.

Para el desarrollo de este análisis, usado como información preliminar para la ejecución de este estudio, se tuvo en cuenta la información encontrada en los diferentes planes de desarrollo de los municipios, las páginas web oficiales de los mismos, la información suministrada por las diferentes instancias municipales en respuesta a los oficios de solicitud de información enviados por el equipo consultor y la información levantada de manera directa a partir del trabajo de campo. Con esta información se realizó una revisión de los proyectos en la zona que puedan generar una superposición.

Como es de esperarse, la proyección de una vía de esta magnitud forma intercepción con diversas redes, que finalmente se vuelven inevitables de evadir. A continuación se mencionan las redes de hidrocarburos, de energía eléctrica, gas y telecomunicaciones que son interceptadas por el proyecto vial. Cada punto interceptado se encuentra georreferenciado en el [Anexo Superposición con redes](#), siendo esta información indispensable para adoptar las debidas medidas de manejo indicadas para su intervención; de modo que estas intervenciones serán concertadas previamente con cada uno de los dueños los proyectos.

2.1.3.3 Análisis sobre posibles Superposiciones con otros proyectos

Antes de mencionar los proyectos que se intervienen, es importante referirse al mega - proyecto Hidroeléctrico del Río Sogamoso, localizado en el departamento de Santander, cuya presa y embalse se ubican en jurisdicción de los municipios de Girón, Betulia, San Vicente de Chucurí, Zapatoca y Los Santos; siendo estos tres primeros municipios, áreas de influencia del proyecto vial de interés.

Sin embargo, la actividad hidroeléctrica no se ve interferida por las actividades correspondientes al proyecto.

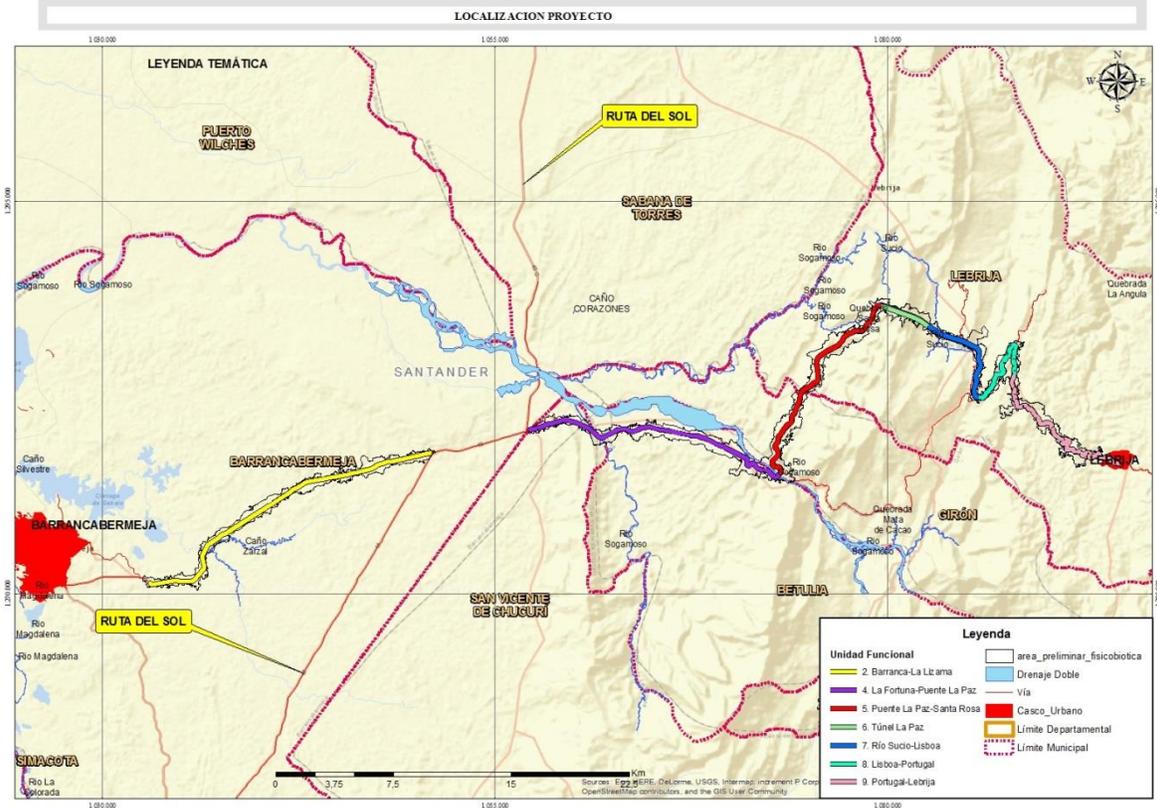
También es importante señalar que el proyecto no interviene títulos mineros en su área de influencia. (Sistema de Información Ambiental de Colombia, s.f.)

Por otra parte, respecto a vías, en el municipio de Barrancabermeja, el proyecto apoya la conectividad con el proyecto de Ecopetrol-INVÍAS en la vía Troncal Magdalena- puente Guillermo Gaviria, el cual inició en el 2009 y su fecha de finalización está contemplada para diciembre del 2016. (Santander Competitivo, s.f.)

De igual forma, en este municipio también se refuerza otro proyecto vial como la “Gran Vía Yuma” Sector 3, ubicado en Barrancabermeja, con fecha proyectada de finalización en el mes de diciembre de 2017. Una vez finalizado, el concesionario Ferrocol también estará a cargo de la operación y mantenimiento de la Gran Vía Yuma. (Santander Competitivo, s.f.)

Además, el proyecto reforzaría el proyecto vial Ruta del Sol, apoyando en la interconexión vial, tal como se visualiza en la Figura 2-2

Figura 2-2 Interconexión de Ruta del Sol con Ruta del Cacao



Fuente: (Consultoría Colombiana S.A., 2016)

También es de importancia mencionar que, siendo Barrancabermeja uno de los municipios intervenidos por el proyecto, es la sede principal de la refinería petrolera más grande del país y un lugar de gran relevancia económica en la región santandereana, comprendiendo aproximadamente 300 hectáreas. (ECOPETROL, 2016). La refinería no se ve afectada en ninguna medida, sin embargo, como es de esperarse, la calzada si atraviesa diversos ductos de hidrocarburos proyectados a través de las unidades funcionales, los cuales se relacionan a continuación.

- Poliductos y Gasoductos intervenidos

A lo largo del proyecto, se intervienen diversas redes de poliductos y gasoductos dispuestas superficiales o subterráneas. Tales redes son: Poliducto Galán-Chimita, Poliducto Galán Sebastopol de 8", 12" y 16", Poliducto Galán-Lizama, Oleoducto Vasconia CIB, Oleoducto Velásquez-Galán, Gasoducto de Transoriente, Gasoducto de Promioriente. Esta infraestructura se refiere a la información suministrada por Ferrocol. En la Tabla 2-2 se evidencian las redes, los propietarios, el estado y el expediente consultado en la ANLA de los ductos intervenidos. Cabe aclarar que en la consulta realizada no se obtuvo más información, por lo que una vez se inicie la construcción del proyecto, Ferrocol Santander deberá profundizar en estos temas y realizar los acuerdos pertinentes con cada uno de los propietarios de estos proyectos adyacentes en el área de estudio.

Tabla 2-2 Propiedad y estado de ductos intervenidos

Tipo de red	Nombre	Propietario	Estado	CONSULTA
Poliducto	Galán - Chimitá	Ecopetrol S.A.	Operando	LAM4886
Gasoducto	Bucaramanga - Galán	Gasoducto de Centro Oriente - TGI	Operando	

Fuente: (Consultoría Colombiana S.A., 2016)

En la Tabla 2-3 se evidencia el número de intercepciones en poliductos y gasoductos por cada unidad funcional, teniendo en cuenta que la unidad funcional 6 no presenta intervenciones de este tipo. En el anexo: superposición con redes, se puede evidenciar cada uno de los sitios (con coordenadas y ubicación veredal y municipal) de los siguientes cruces:

Tabla 2-3 Intercepciones en poliductos y gasoductos

Unidad Funcional	Número de Intercepciones	Observaciones
UF 2	7	Redes intervenidas tales como: Poliducto Galán - Lizama de 12", propanoducto Galán Sebastopol de 8", poliducto Galán Sebastopol de 12", poliducto Galán Sebastopol de 16", poliducto Galán Chimita de 12", oleoducto centro barranca de 12", línea de proceso oleoducto Vasconia CIB de 20", línea de proceso oleoducto Velasquez - Galán de 14".
UF 3-4	14	Líneas de 8" y 12" y Poliducto Galán Chimita y línea de gas domiciliario.
UF 5	1	Poliducto Galán Chimita intervenido una sola vez en esta unidad
UF 7	5	Poliducto Galán- Chimitá. Tubería enterrada, posiblemente a 1.5 metros. Tubería de 12"- Ecopetrol. Gasoducto superficial de 8" de Transoriente. Gasoducto superficial y enterrado de 8" de Promioriente, ubicado por encima del túnel aprox.
UF 8	4	3 gasoductos y 1 poliducto
UF 9	30	Gasoductos y poliducto Galán-Chimitá
Total	187	

Fuente: (Ferrocol, 2016)

Como se puede evidenciar, la unidad funcional que interviene en mayor medida la diversidad de redes es la UF9.

Respecto a la intervención de estas redes, será responsabilidad de Ferrocol la realización de los diversos trámites logísticos, técnicos, ambientales y económicos con el propietario

de la red de cada proyecto intervenido, de modo que se lleven a cabo las mediaciones y procedimientos adecuados, con el fin de prevenir y minimizar las afectaciones que el proyecto vial implica.

- Redes de Energía Eléctrica

El proyecto vial interviene redes de alta, media y baja tensión. A continuación, en la Tabla 2-4 se relacionan las redes eléctricas intervenidas, la propiedad, el estado y el expediente consultado en la ANLA. Cabe aclarar que en la consulta realizada no se obtuvo más información, por lo que una vez se inicie la construcción del proyecto, Ferropol Santander deberá profundizar en estos temas y realizar los acuerdos pertinentes con cada uno de los propietarios de estos proyectos adyacentes en el área de estudio.

Tabla 2-4 Propiedad y estado de redes eléctricas intervenidas

Tipo de red	Nombre	Propietario	Estado	CONSULTA
Línea de transmisión 230 kv	Bucaramanga - Barrancabermeja	ESSA - EPM	Operando	
Línea de transmisión 230 kv	Comuneros – Cira Infantas	ISA	Operando	LAM4313
Línea de transmisión 230 kv	Primavera - Comuneros	ISA	Operando	
Línea de transmisión 230 kv	Comuneros - Guatiguará	ISA	Operando	
Línea de transmisión 500 kv	Primavera - Ocaña	ISA	Operando	LAM2941
Línea de distribución de energía		ESSA S.A E.S.P.	Operando	Respuesta a solicitud de información

Fuente: Consultoría Colombiana 2016 - (ANLA, 2016) (ESSA S.A. E.S.P., 2016)

En la Tabla 2-5 se relacionan los cruces de las redes eléctricas existentes con el proyecto vial de interés. En esta tabla se evidencia que en total, el proyecto forma 492 intercepciones con la totalidad de las redes.

Tabla 2-5 Intercepciones con Redes de Energía Eléctrica

Unidad Funcional	Número de Intercepciones en Redes de Energía Eléctrica			Observaciones
	Baja Tensión	Media Tensión	Alta Tensión	
UF 2	38	26	2	Interfieren dos redes de alta tensión: Comuneros - Guatiguará y Primavera - Ocaña 500 kV
UF 3-4	41		4	Están constituidos por intervenciones a redes de media y baja tensión. Generalmente son postes de concreto entre 8 y 12 metros de altura, de baja tensión con red de alumbrado público.
UF 5	12	3	4	Interviene Línea de alta tensión Guatiguara - Sogamoso de 230KV

UF 7	20	Interfiere en mayor medida, línea de ESSA S.A E.S.P.
UF 8	99	Sin información
UF 9	243	Sin información
TOTAL		492

Fuente: (Ferrocol, 2016)

Sin embargo, sólo se intervendrán aquellas redes cuyas medidas no cumplen con la altura mínima de seguridad (según su tensión nominal) en cruces de carreteras, lo cual se encuentra establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE. Labor que debe ser desarrollada por Ferrocol en etapa pre-constructiva de modo que se acuerden cada una de las intervenciones a realizar con los propietarios de cada proyecto.

- Redes de Telecomunicaciones

Respecto a redes de comunicaciones, el proyecto intercepta un total de 26 redes, principalmente propiedad de Telecom, y en menor medida, propiedad de Edatel. (Ver Tabla 2-6)

Tabla 2-6 Intercepción con redes de Telecomunicaciones

Unidad Funcional	Número de intercepciones en redes de Telecomunicaciones
UF 2	14
UF 3-4	3
UF 5	2
UF 7	1
UF 8	4
UF 9	2
TOTAL INTERVENCIONES	26

Fuente: (Ferrocol, 2016)

- Pozos de hidrocarburos

La presencia de pozos se evidencia en el área de influencia pero no en el corredor vial, localizándose hacia el occidente del proyecto, es decir, cercanos a las unidades funcionales 2, 3 y 4, en los municipios de Barrancabermeja y San Vicente de Chucurí; y se establecen en menor medida en los municipios de Betulia, Girón y Lebrija.

A continuación en la Tabla 2-7 se relacionan los pozos más cercanos al trazado, desde distancias menores de 19,45 m hasta 244,24 m; y en la Figura 2-3 se evidencian los pozos del área de influencia.

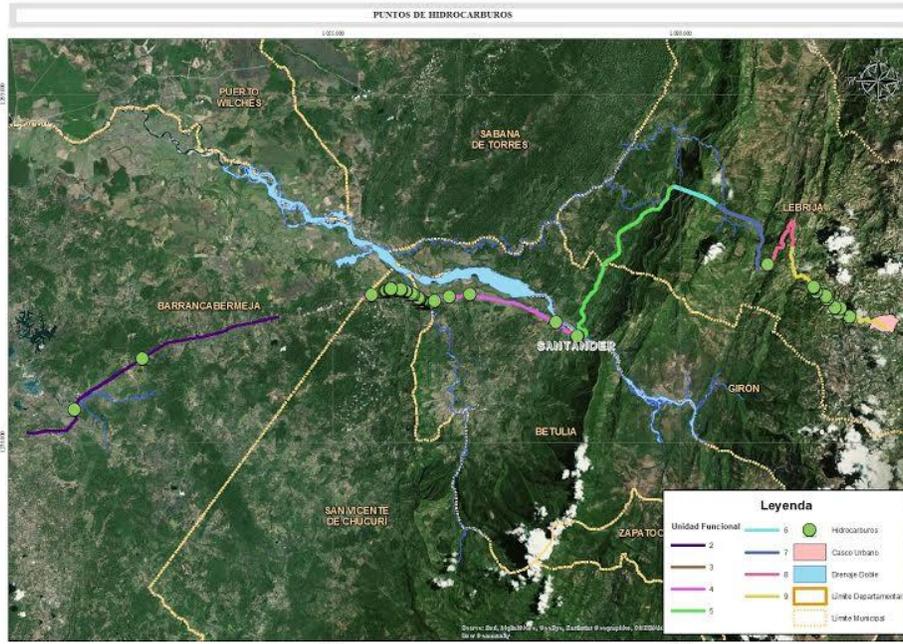
Tabla 2-7 Pozos cercanos presentes en el área de interés

NOMBRE	OPERADOR	UNIDAD FUNCIONAL	ESTADO	DISTANCIA AL TRAZADO
ZARZAL-4	Ecopetrol	2	Abandonado	62,48
ZARZAL-2	Ecopetrol		Taponado y abandonado	54,08
MARGARITAS-1	Ecopetrol		Abandonado	244,24
LISAMA-11	Ecopetrol	3	Seco	61,91
LISAMA-27	Ecopetrol		Productor	228,69
LISAMA-165	Ecopetrol		No definido	79,24
LISAMA-162	Ecopetrol		No definido	41,88
LISAMA-161	Ecopetrol		No definido	19,45
LISAMA-166	Ecopetrol		No definido	19,45
LISAMA NORTE-1P ST2	Ecopetrol		Seco	75,15
LISAMA NORTE-1P ST3	Ecopetrol		Seco	75,15
LISAMA NORTE-1P ST4	Ecopetrol		Seco	75,15
LISAMA NORTE-1P ST5	Ecopetrol		Pendiente	75,15
LISAMA-9	Ecopetrol		Abandonado	129,12
LISAMA-171	Ecopetrol		No definido	57,15
LISAMA-163	Ecopetrol		No definido	78,77
LISAMA-37	Ecopetrol		Productor	37,86
LISAMA-13	Ecopetrol		Productor	37,86

Fuente: (Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, 2015)

Para esto, es importante mencionar que, aunque no son intervenidos por el corredor vial, Ferropol deberá evaluar la posible afectación sobre los pozos existentes más cercanos, de modo que, en caso de intervención, se realice un acuerdo previo con Ecopetrol (siendo este el operador de todos los pozos presentes en el área de interés).

Figura 2-3 Interconexión de Ruta del Sol con Ruta del Cacao



Fuente: (Consultoría Colombiana S.A., 2016)

2.1.3.4 Conclusiones

Con el fin de cumplir con los requisitos de la resolución 751 de 2015 en el que menciona que se deben establecer las implicaciones del proyecto en relación con políticas, planes, programas y proyectos que estén contemplados en el área de influencia; se identificaron los proyectos superpuestos con el proyecto Ruta del Cacao, identificándose infraestructura por intervenir a proyectos lineales existentes tales como poliductos y gasoductos, redes de energía eléctrica y de telecomunicaciones; además se identificaron cada uno de los propietarios de estas redes. Esto con el objetivo que en etapa pre-constructiva, se obtengan acuerdos que permitan la coexistencia de los proyectos, de forma que se planifique, prevenga y minimicen cada una de las posibles afectaciones.

Se consultaron otros proyectos en los cuales podría haber superposición tales como proyectos mineros y pozos de hidrocarburos otorgados, identificándose que no existen en el área de influencia, por lo cual no son superpuestos por el proyecto.

También se identificaron proyectos viales a futuro en el área de influencia, identificándose sólo en el municipio de Barrancabermeja. Por lo tanto, el proyecto Ruta del Cacao apoyaría en la conexión vial con los proyectos Troncal Magdalena- puente Guillermo Gaviria, Gran Vía Yuma” Sector 3 y Ruta del Sol.

En consecuencia, Ferrocol Santander deberá, antes de iniciar la construcción de la doble calzada, iniciar y llegar a acuerdos con los propietarios de los proyectos que presenten superposición e identificar impactos a compartir para el desarrollo de las medidas de manejo respectivas.

2.2 CONVOCATORIA DE LA LICITACIÓN PÚBLICA.

La Agencia Nacional de Infraestructura se permite convocar, en los términos de la Ley 1508 de 2012 y sus Decretos reglamentarios, a los Interesados en la Licitación Pública No. VJ-VE-APP-IPB-001-2015, con el objeto de seleccionar la Oferta más favorable para la celebración de un (1) Contrato de Concesión, para que el Concesionario realice a su cuenta y riesgo los estudios y diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión del corredor vial Bucaramanga – Barrancabermeja – Yondó de acuerdo con el Apéndice Técnico 1 y demás Apéndices del Contrato de la Minuta del Contrato..

2.2.1 Antecedentes

Mediante el Decreto 4580 de 2010, el Gobierno Nacional declaró la Emergencia Económica Social y Ecológica en todo el territorio nacional, con ocasión del fenómeno de La Niña 2010 – 2011, desastre natural que se consideró de dimensiones extraordinarias e imprevisibles. Como efecto de esta acción invernal se desestabilizaron del orden de 10 Km de la banca de la vía actual, en sitios identificados como en los sectores de La Azufrada, La Leona y Mata de Cacao, que tuvo como consecuencia el cierre de la vía por un tiempo prolongado afectando, de hecho, el tránsito vehicular, inclusive hacia las cabeceras municipales de Sabana de Torres y San Vicente de Chucurí, pues las vías de acceso secundarias también se vieron afectadas.

Otro aspecto relevante es que, a raíz de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Hidrosogamoso, ha sido necesario relocalizar, aproximadamente 11 Km de la vía actual, para sustituir el tramo de vía existente que será inundado una vez concluya el llenado del embalse del proyecto hidroeléctrico.

Se presentaron cierres totales y parciales debido a pérdidas de banca y derrumbes en diversos puntos siendo el sector entre Bucaramanga y La Fortuna el más crítico donde la carretera transcurre por una región que presenta una topografía muy accidentada característica de terreno montañoso escarpado, con presencia de formaciones geológicas muy complejas y desfavorables, con presencia de coluviones que se desestabilizan causando continuos derrumbes y prolongados cierres de la vía, principalmente en épocas de lluvias.

El corredor en mención es una ruta importante para el desarrollo económico de la región que permite la conexión transversal entre los departamentos de Santander y Antioquia. Igualmente es la principal vía de acceso para los carrotanques a la refinería de Barrancabermeja y la principal ruta comercial de Bucaramanga.

En ese sentido se hace urgente establecer opciones para trazados diferentes o intervenciones de carácter definitivo, que permitan mitigar la amenaza y vulnerabilidad que dichos corredores tienen a fenómenos que se derivan del cambio climático; garantizando su oportuno mantenimiento sin necesidad de afectar la operación normal de la vía.

El proyecto entregará una salida eficiente desde Bucaramanga hacia el centro petrolero

de Barrancabermeja en doble calzada y fomentará el transporte por el Río Magdalena.

Contempla la construcción de importantes obras como dos túneles, puentes y/o viaductos de gran longitud sobre la nueva vía en el tramo Puente La Paz – Lisboa para afrontar la escarpada geografía de la región. La vía tiene una longitud total estimada origen – destino de 152,83 Km y en su recorrido atraviesa el departamento de Santander hasta conectar en el departamento de Antioquia con el municipio de Yondó.

El proyecto beneficiará principalmente a las poblaciones de Bucaramanga, Lebrija, Girón, San Vicente de Chucurí, Sabana de Torres, Betulia, Barrancabermeja en el departamento de Santander y Yondó en el departamento de Antioquia.

La población beneficiada directamente es de 996.100 habitantes y los sectores económicos favorecidos son: el de hidrocarburos, la agroindustria, los vehículos de transporte de carga que transitan entre Bucaramanga, occidente, norte y sur del país, los cuales se benefician con ahorros en tiempos de viaje y costos de operación.

2.2.2 Beneficios

- Este corredor vial brindará conectividad transversal entre los departamentos de Santander y Antioquia, especialmente con el Centro Petrolero y el transporte marítimo del río Magdalena.
- Esta iniciativa mejorará las condiciones para el transporte de carga y pasajeros.
- Obra con infraestructura moderna que permitirá el aprovechamiento de los acuerdos comerciales y el aumento de la competitividad de la región y el país.
- Con esta vía se reducirán los impactos ambientales en la región, disminuyendo los niveles de ruido, emisiones y accidentalidad.
- El ahorro de tiempos de viaje para los usuarios de este proyecto es de aproximadamente una hora, la cual impacta en la eficiencia, funcionalidad y productividad.

2.2.3 Alcances

2.2.3.1 Alcances del Estudio de Impacto Ambiental

Este Estudio de Impacto Ambiental, busca argumentar técnicamente la solicitud de Licencia Ambiental para los tramos y unidades funcionales relacionadas en la Tabla 2-1. En tal sentido, el alcance del presente documento involucra:

- ✓ Descripción de las actividades generales y características principales del proyecto, especificando en aquellos aspectos, áreas o elementos constitutivos del medio susceptibles de afectación por las modificaciones a efectuar.
- ✓ Definición, caracterización y diagnóstico del área de estudio y de influencia de cada uno de los medios, a partir de información secundaria, consultada en las diferentes entidades e instituciones de acuerdo a las fuentes de información y del levantamiento

de información primaria de los diferentes componentes ambientales del medio abiótico, biótico y socioeconómico.

- ✓ Definir los requerimientos del proyecto en cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, partiendo de la cuantificación y evaluación de la oferta existente en el área de estudio, con el fin de determinar la viabilidad de su uso, para el proyecto
- ✓ Realizar la zonificación ambiental del proyecto mediante un método cualitativo y cuantitativo, que permita la definición de grados de sensibilidad e importancia de los elementos del medio ambiente en su condición sin proyecto.
- ✓ Identificación y evaluación de los impactos adicionales que se pueden generar por la inclusión de procesos adicionales así como por el incremento en la demanda o potencial afectación de recursos para el proyecto.
- ✓ Presentar la evaluación económica ambiental desarrollada para del proyecto, como instrumento para ser validado en el proceso de modificación de la licencia ambiental.
- ✓ Establecer la zonificación de manejo ambiental del proyecto, que responda a los resultados de la actualización de la zonificación ambiental y a los elementos legamente establecidos, como herramienta de planeación.
- ✓ Formulación de las medidas de respuesta ambiental sobre los medios físico, biótico, socioeconómico y cultural de los impactos negativos identificados.
- ✓ Definir los planes de seguimiento y monitoreo, abandono y restauración final del área, así como la compensación por pérdida de biodiversidad
- ✓ Identificación de los riesgos y las amenazas endógenas y exógenas del proyecto para formular el plan de respuesta a emergencias o plan de contingencia en la etapa de construcción.
- ✓ Establecimiento de canales de comunicación y participación con las diferentes entidades e instituciones presentes en el área de estudio, así como las comunidades del área de estudio, en todas las etapas del proceso de licenciamiento.

2.2.3.2 Trámites ante Autoridades Competentes

La Agencia Nacional de Infraestructura ANI, estableció en el Apéndice Técnico 6 de Gestión Ambiental del Contrato, la obligación del CONTRATANTE de la elaboración, trámite, obtención y cumplimiento de la Licencia Ambiental, el Programa de Adaptación de la Guía Ambiental –PAGA- y las demás Licencias y Permisos de carácter ambiental. Igualmente, como la entidad encargada de planear y elaborar la estructuración, contratación y ejecución de los proyectos de concesión, gestionó ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), las consultas relacionadas con la necesidad de elaborar un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) y de solicitar Licencia Ambiental.

A continuación se muestran los trámites que se han adelantado y lo conceptuado por la

ANLA dentro de los expedientes NDA 0936, NDA 0940, NDA 0941 y NDA 0950:

NDA 0936 – Tramo 5. Puente La Paz – Lisboa (construcción de vía doble calzada).

La ANI mediante radicado 4120-E1-55898 de 23-12-2013, solicitó a la ANLA expedir los Términos de referencia para la elaboración del EIA para la construcción de la vía doble calzada que se construirá entre Puente La Paz – Lisboa, justificando que el proyecto no Requería de elaboración de DAA, debido a que por condiciones de estabilidad geotécnica y geología de la zona era la única propuesta viable técnica y ambientalmente posible.

La ANLA mediante concepto técnico 6987 de 04-03-2014, determinó que el proyecto sí Requeriría de DAA, y especificó los términos de referencia para su elaboración. Sin embargo la ANI, mediante oficio con radicado 4120-E1-20136 de 22-04-2014 justificó Nuevamente a la ANLA, la no necesidad de elaborar DAA. A lo cual la ANLA solicita Nuevamente información adicional sobre la justificación del porqué el proyecto no requeriría la elaboración del DAA.

Teniendo en cuenta lo anterior, la ANI allegó a la ANLA oficio con radicado 4120-E1-39903 de 01-08-2014, estudios especializados donde se justificó la no necesidad de elaborar DAA.

Así, la ANLA mediante Concepto Técnico de Aclaración No. 11067 de 24-09-2014, Conceptuó la no necesidad de elaborar DAA para la construcción de la vía, y de esta forma solicitó a la ANI presentar EIA a partir de los términos de referencia VI-TER-1-01 para construcción de carreteras y VI-TER-1-02 para la construcción de túneles. Dicho concepto se acogió por parte de la ANLA, mediante el acto administrativo con radicado 4120-E2- 39903 de 04-11-2014.

NDA 0940 – Tramo 3. Barrancabermeja – La Lizama (construcción segunda calzada La Virgen – La Lizama).

La ANI mediante radicado 4120-E1-55899 de 23-12-2013, solicitó a la ANLA expedir los Términos de referencia para la elaboración del EIA para la construcción de la segunda Calzada, justificando que el proyecto no requería de elaboración de DAA, debido a que la Calzada construir sería adosada a la existente.

La ANLA especificó los términos de referencia para la elaboración del EIA mediante el Concepto Técnico No. 7186 de 14-03-2014. Lo anterior fue acogido en el acto administrativo ANLA, con radicado 4120-E2-55899 de 26-03-2014.

NDA 0941 – Tramo 4. La Fortuna – Puente La Paz (construcción de la segunda calzada)
La ANI mediante radicado 4120-E1-55901 de 23-12-2013, solicitó a la ANLA expedir los términos de referencia para la elaboración del EIA para la construcción de la segunda calzada, justificando que el proyecto no requería de elaboración de DAA, debido a que la calzada construir sería adosada a la existente.

La ANLA especificó los términos de referencia para la elaboración del EIA mediante el

Concepto Técnico No. 7420 de 25-03-2014. Lo anterior fue acogido en el acto administrativo ANLA, con radicado 4120-E2-55901 de 14-04-2014.

NDA 0950 – Tramo 6. Lisboa – Lebrija (construcción de la segunda calzada). La ANI mediante radicado 4120-E1-4799 de 05-02-2014, solicitó a la ANLA expedir los Términos de referencia para la elaboración del EIA para la construcción de la segunda Calzada, justificando que el proyecto no requería de elaboración de DAA, debido a que la Calzada construir sería adosada a la existente.

La ANLA especificó los términos de referencia para la elaboración del EIA mediante el Concepto Técnico No. 7188 de 14-03-2014. Lo anterior fue acogido en el acto administrativo ANLA, con radicado 4120-E2-4799 de 23-03-2014.

A continuación se relacionan los radicados presentados a las diferentes entidades:

Radicado ANLA No. 2015-06-9154-1-000 del 24/12/15: Solicitud de concepto elaboración de un sólo EIA para el proyecto de " Concesión Bucaramanga, Barrancabermeja-Yondo".

2. Radicado ANLA 2015-069154 1-001 de 03/02/16: Solicitud de respuesta al comunicado anterior.

3. Respuesta ANLA de 11/02/16 Proceso 201506954-1002.: Da respuesta a los dos comunicados anteriores indicando que se requiere EIA para obra nueva y PAGA para actividades de mejoramiento, rehabilitación o mantenimiento.

4. Radicado ANLA 2015069154 -1-003 de 24/02/16: Solicitud de concepto sobre elaboración de EIA para las UF 8 y 9.

5. Respuesta ANLA de 23/03/16 Proceso 2015069541: Se reitera lo indicado en la respuesta del 11/02/16 indicando que se requiere de EIA para las obras de construcción y de PAGA para las labores de Mejoramiento en las Unidades Funcionales 8 y 9.

Otras entidades:

Mediante comunicación No. del 01-00991-2016 de 22 de enero de 2016, se realizó la consulta a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), sobre la presencia de áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Parques Naturales, ubicadas dentro del área de estudio del presente proyecto; en consecuencia, la subdirección de Gestión y Manejo de Áreas protegidas, mediante Radicado No. 20162400005791 del 16 de febrero de 2016, determinó que el área del proyecto *"se encuentra traslapada con el Distrito de Manejo Integrado Humedal San Silvestre y el Distrito de Manejo Integrado Serranía de los Yariguíes, los cuales encuentran bajo la administración de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)"*.

Mediante oficio No. 01-02478-2016 del 25 de febrero de 2016; se solicitó pronunciamiento a la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), sobre la necesidad de sustracción de los Distritos de Manejo Integrado Yariguíes y San Silvestre, para el estudio

de Impacto Ambiental del corredor vial Bucaramanga – Barrancabermeja – Yondó. Posterior a esto se recibió por parte de la CAS el Auto 279-20160001 del 31 de mayo de 2016, en donde se solicita al CONCESIONARIO, el pago por \$48.368.840, por concepto de Evaluación Ambiental a la solicitud de pronunciamiento, una vez realizado el pago dicha visita fue programada para el día 21 de julio de 2016.

Posteriormente mediante el concepto técnico SAO 0503 -16 en el cual se otorga concepto favorable para el desarrollo de actividades de Construcción de la segunda calzada adosada a la vía existente y Mejoramiento, Mantenimiento y Conservación de la vía, dentro del proyecto Vial Bucaramanga – Barrancabermeja – Yondó, enmarcado dentro del Programa Cuarta Generación de Concesiones Viales (4G), que busca mejorar la conexión entre Santander y Antioquia.

Mediante radicado No. 01-00990-2016 del 22 de enero de 2016, se consultó a la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR), sobre la presencia de Reservas Naturales de la Sociedad Civil en el área de estudio del proyecto. Es así como, mediante oficio enviado vía correo electrónico, del 5 de febrero de 2016, esta entidad envía certificación sobre la presencia de áreas de Reserva de la Sociedad Civil, indicando para el área de estudio, solo se registra la presencia de la Reserva Natural el Prado, la cual se encuentra en el municipio de Girón; sin embargo es de anotar que dicha reserva, se encuentra a aproximadamente 5 km. por fuera del área de estudio del proyecto.

Se radicó oficio No. 01-03993-2016 a la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) el día 30 de marzo de 2016, solicitando información actualizada sobre normatividad de las especies de flora en veda en su Jurisdicción, ya que la resolución vigente es de 1994.

Mediante oficio No. 01-02701-2016 del 01 de marzo de 2016; se envió invitación a reunión- Alcaldía Municipal Barrancabermeja

Mediante oficio No. 01-01548-2016 del 05 de febrero de 2016; se envió invitación a reunión- Alcaldía Municipal Betulia.

Mediante oficio No. 01-04035-2016 del 31 de marzo de 2016; se envió invitación a reunión- Alcaldía Municipal Girón.

Mediante oficio No. 01-02005-2016 del 16 de febrero de 2016; se envió invitación a reunión- Alcaldía Municipal Lebrija.

Mediante oficio No. 01-02714-2016 del 01 de marzo de 2016; se envió invitación a reunión- Alcaldía Municipal San Vicente de Chucurri.

Mediante oficio No. 01-01377-2016 del 3 de febrero de 2016; se envió invitación a reunión- Alcaldía Municipal Yondo.

Mediante oficio No. 01-00996-2016 del 22 de enero de 2016; se solicitó Información el Inicio de Estudio Ambiental Autónoma Regional de Santander (CAS).

Mediante oficio No. 01-01550-2016 del 5 de febrero de 2016; se envió invitación a reunión Estudio Ambiental Autónoma Regional de Santander (CAS).

Mediante oficio No. 01-01551-2016 del 5 de febrero de 2016; se envió invitación a reunión Estudio Ambiental Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)

Mediante oficio No. 01-00998-2016 del 22 de enero de 2016; se solicitó Información el Inicio -Estudio Ambiental Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)

Mediante oficio No. 01-00989-2016 del 22 de enero de 2016; se envió Verificación de Información relacionada con la existencia de Santuarios Ecosistemas, reservas áreas naturales. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.

Mediante Radicado 2798 del 10 de junio de 2016 se envió al ICANH la propuesta de prospección arqueológica del proyecto en mención.

Mediante radicado 294 del 28 de Marzo de 2016 Min Interior envía el certificado sobre la presencia o no de comunidades étnicas en la zona del proyecto a realizar, concluyendo que no se registra presencia de dichas comunidades.

Finalmente, en el anexo B2 se encuentran los radicados recibidos.

2.2.4 MARCO NORMATIVO

En la Tabla 2–8 se presentan algunas de las leyes, decretos y resoluciones bajo las cuales se enmarca el presente estudio. Cabe aclarar que el presente estudio se desarrollara con base a la Resolución No. 0751 del 26 de Marzo de 2015.

Tabla 2–8 Marco Normativo

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
GENERAL				
Ley	2ª de 1959		Congreso de Colombia	Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables.
Ley	23 de 1973		Presidencia de la República	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones.
Decreto	2811 de 1974		Presidencia de la República	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley	99 de 1993		Presidencia de	Por la cual se crea el Ministerio del

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
			la República	Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones
Ley	388 de 1997		Presidencia de la República	Ley de Ordenamiento Territorial.
Ley	491 de 1999		Congreso de la República	Por la cual se establece el seguro ecológico, se modifica el Código Penal y se dictan otras disposiciones.
Ley	599 de 2000		Congreso de la República	Por la cual se expide el Código Penal.
Resolución	1023 de 2005		MAVDT	Por la cual se adoptan las guías ambientales como un instrumento de autogestión y autorregulación.
Ley	1259 de 2008		Congreso de la República	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Ley	1333 de 2009		Congreso de la República	Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.
Resolución	0415 de 2010		MAVDT	Por la cual se reglamenta el Registro Único de Infractores Ambientales (RUJA) y se toman otras determinaciones.
Decreto	2372 de 2010		MAVDT	Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones (Incluye los DMI).
Decreto	2041 de 2014		MAVDT	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Deroga el Decreto 1220 de 2005 y 500 de 2006.
Resolución	1503 de 2010		MAVDT	Se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones.
Ley	1466 de 2011		MAVDT	Por el cual se adicionan, el inciso 2° del artículo 1° (objeto) y el inciso 2° del artículo 8°, de la Ley 1259 del 19

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
				de diciembre de 2008, “por medio de la cual se instauro en el territorio nacional la aplicación del Comparendo Ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones”.
Resolución	1415 de 2012		Congreso de la República	Se modifica y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) contenido en la metodología general para la presentación de estudios ambientales adoptado por la Resolución 1503 de 2010.
Decreto	1076 de 2015		MADS	Por el cual se expide el Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Artículo 4.1.1. Derogatoria Integral. Este Decreto regula íntegramente las materias contempladas en él. Por consiguiente quedan derogadas todas las disposiciones expedidas con fundamento en el numeral 11, Artículo 189 de la Constitución Política, que versen sobre las mismas materias.
MEDIO ABIÓTICO				
Decreto	1541 de 1978		Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Decreto	1594 de 1984		Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Resolución	541 de 1994		MMA	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación
Resolución	273 de 1997		MMA	Por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
				parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST).
Resolución	058 de 2002		MAVDT	Por el cual se establecen límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.
Decreto	3100 de 2003		MAVDT	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
Resolución	0886 de 2004		MAVDT	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 0058 del 21 de enero de 2002 y se dictan otras disposiciones
Decreto	3440 de 2004		MAVDT	Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución	0865 de 2004		MAVDT	Adopta la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas superficiales a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones
Decreto	4741 de 2005		MAVDT	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral
Resolución	601 de 2006		MAVDT	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución	627 de 2006		MAVDT	Establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental
Decreto	1575 de 2007		Ministerio de la Protección Social	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Resolución	909 de 2009		MAVDT	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
Resolución	610 de 2010		MAVDT	Establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. Modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.
Decreto	3930 de		MAVDT	Por el cual se reglamenta

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
	2010			parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo 11 del Título VI-Parte 111- Libro 11 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto	4728 de 2010		MAVDT	Modifica al Decreto 3930 de 2010
Resolución	918 de 2011		MAVDT	Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para la sustracción de áreas en las reservas forestales nacionales y regionales, para el desarrollo de actividades consideradas de utilidad pública o interés social y se adoptan otras determinaciones.
Resolución	0631 de 2015		MADS	Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
MEDIO BIÓTICO				
Resolución	213 de 1977		INDERENA	Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre (Musgos, líquenes, lamas, parásitas, quichés y orquídeas, así como lama capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies)
Resolución	0801 de 1977		INDERENA	Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre (Helecho macho, Palma boba o Palma de helecho (familias; Cyatheaceae y Dicksoniaceae; géneros Dicksonia, Cnemidarium, Cyatheaceae, Nephelea, Sphaeropteris y Trichipteris)
Decreto	1681 de 1978		Presidencia de la República	Dicta disposiciones relacionadas con el manejo del recurso hidrobiológico
Decreto	900 de 1997		MMA	Por el cual se reglamenta el Certificado de Incentivo Forestal para Conservación.

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
Decreto	309 de 2000		Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica.
Resolución	584 de 2002		MMA	Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se adoptan otras disposiciones.
Decreto	302 de 2003		MAVDT	Por el cual se modifica el parágrafo 1º del artículo segundo del Decreto 309 de 2000, el cual reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica.
Resolución	383 de 2010		MAVDT	Establece las especies de fauna y flora amenazadas de extinción en el país
Resolución	0192 de 2014		MAVDT	Establece el listado de especies silvestres amenazadas en el territorio nacional
Resolución	1517 de 2012		MADS	Se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad
Decreto	3016 del 2013		ANLA	Reglamento el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica.
Resolución	192 de 2014		MADS	Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
MEDIO SOCIOECONÓMICO				
Constitución Política	1991. Artículo 40 numeral. 6º.		Asamblea Nacional Constituyente	En la que se habilitan acciones públicas, acción de inconstitucionalidad y de nulidad ante la jurisdicción contenciosa, como mecanismos y herramientas protectores del medio ambiente.
Decreto	2591 de 1991.		Presidencia de la República	Mediante el cual se reglamente la acción de tutela.
Ley	99 de 1993 Títulos X y XI		Presidencia de la República	Entre otras se dictan disposiciones acerca de los modos de participación de la comunidad a lo largo de los procesos de licenciamiento y operación de los proyectos de desarrollo.
Ley	134 de 1994		Presidencia de la República	Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
Sentencia	C-535 del 16 de octubre de 1996.		Corte Constitucional. Sala Plena.	En el caso del patrimonio ecológico local, este principio (Rigor subsidiario), plantea como competencia propia de los concejos municipales y los territorios indígenas, la potestad reglamentaria para proteger el patrimonio ecológico, sin desconocer que la ley puede dictar normatividad básica indispensable a la protección del patrimonio ecológico en todo el territorio nacional.
Ley	393 del 1997		Presidencia de la República	Mediante la cual se reglamente la acción de cumplimiento.
Ley	472 del 1998, artículo 4º literales a y c.		Presidencia de la República	Mediante la cual se reglamentan las acciones populares y de grupo, concretamente a la exigibilidad de protección del ecosistema y en general al goce de un ambiente como un derecho colectivo y la protección del equilibrio ecológico.
Decreto	1320 de 1998		Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
Decreto	330 de 2007		MAVDT	Reglamenta las audiencias públicas.
Decreto	2820 de 2010, Artículo 15		Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la participación de las comunidades expuesta en la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales y se especifica la necesidad de informar " <i>con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas</i> ", respecto a procesos de licenciamiento.
ASPECTOS ARQUEOLÓGICOS				
Ley	163 de 1959		Presidencia de la República	Por la cual se dictan medidas sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.
Decreto, Ley	264 de 1963		Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta la ley 163 de 1959, sobre la defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.
Decreto	444 de 1967		Presidencia de la República	Parágrafo al artículo 46. Queda prohibida la exportación de bienes que formen parte del patrimonio arqueológico
Decreto	522 de		Presidencia de	Artículo 50. Código Nacional de

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
	1971		la República	policía. Decomiso de piezas arqueológicas halladas por particulares.
Decreto	1397 de 1989		Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Por el cual se reglamenta la ley 163 de 1959, sobre la defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación
Resolución	49 de 1990		Presidencia de la República	Consejo de Monumentos Nacionales. Por medio de la cual se revoca la Resolución No. 015 de 1990. Se establece el registro de bienes arqueológicos muebles
Ley	397 de 1997		Presidencia de la República	Ley General de la Cultura
Decreto	833 del 26 de Abril de 2002		Presidencia de la República	Por el cual se reglamenta parcialmente la ley 397 de 1997 en materia de Patrimonio Nacional y se dictan otras disposiciones.
Ley	1185 de 2008		Presidencia de la República	Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones.
Decreto	763 de Marzo de 2009		Presidencia de la República	Por el cual se reglamentan parcialmente las leyes 814 de 2003 y 397 de 1997 modificada por medio de la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material.
CARTOGRAFÍA				
Resolución	1415 del 2012		ANLA	Por la cual se modifica y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) contenido en el metodología general para la presentación de Estudios Ambientales.
OTROS				
Resolución	180005 del 2010		Ministerio de Minas y Energía	Reglamento para la gestión de los desechos radiactivos en Colombia.
Ley	373 de 1997		República de Colombia	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Resolución	180919 del 2010		Ministerio de Minas y Energía	Por la cual se adopta el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás Formas de Energía No Convencionales, PROURE, se definen sus objetivos, subprogramas y se adoptan otras disposiciones al

TIPO	NÚMERO		ORGANISMO	DESCRIPCIÓN
				respecto.
-	2010		República de Colombia	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
-	2010		República de Colombia	Política de Producción más Limpia y consumo sostenible

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

2.3 METODOLOGIAS

2.3.1 Medio Abiótico

A continuación se describen las metodologías utilizadas para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, las cuales se establecieron siguiendo los lineamientos indicados en los términos de referencia M-M-INA-02 adoptados mediante la Resolución 751 de 2015 de la ANLA, la Metodología para la Presentación de Estudios Ambientales expedida por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; asimismo se tuvo en cuenta la Resolución 1415 de 2017 expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial.

2.3.1.1 Geología y Geomorfología

Inicialmente se realiza la compilación y análisis de la información del Servicio Geológico Colombiano SGC; e integración de dicha información con la obtenida mediante la interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y modelos digitales de terreno (DEM) que permitan la definición y ajuste de contactos entre unidades geológicas y la correlación de estas de acuerdo a las normas de sistemática y nomenclatura del código estratigráfico; como resultado se obtiene una cartografía preliminar con la definición y descripción de unidades litológicas y rasgos estructurales en las áreas de influencia del proyecto (AII y AID).

También se obtiene la descripción de la geología estructural regional en las áreas de influencia del proyecto (AII y AID), según la información secundaria disponible y de las fuentes oficiales, como el Estudio Geológico y geomorfológico realizado, Servicio Geológico Colombiano; Geología del Cuadrángulo H12 y planchas geomorfológicas 109, 119 y 120.

Así mismo se realiza recopilación de información secundaria del área de influencia directa e indirecta del proyecto, a partir de estudios existentes, cartografía geológica de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCH) y estudios departamentales, con el fin de seleccionar aquella información de utilidad para los fines del estudio.

De esta información se adquiere una descripción litológica y cronológica de las unidades del área, cumpliendo con lo estipulado en el Código Estratigráfico y de la clasificación de tiempo geológico de la Carta Estratigráfica Global de la ICS (Internacional Comisión Stratigraphy), esta recopilación de información se realiza a la mayor escala, teniendo en cuenta que la escala de trabajo es a 1:25.000 de acuerdo con los Términos de Referencia

para la elaboración del EIA en proyectos de construcción de carreteras (Marzo de 2015).

- Etapa de campo, Caracterización geológica con control de campo

Posteriormente se realizaron varias jornadas de campo, de acuerdo a las posibilidades de acceso a la zona. La primera de ellas se realizó de manera conjunta con profesionales de otras áreas con el fin de hacer un reconocimiento general del corredor o área de influencia del proyecto, en donde se detectaron los sitios potencialmente inestables y con procesos erosivos; para la programación de las diferentes actividades.

Otras jornadas de campo se hacen con la participación del geólogo, para el levantamiento y comprobación de la cartografía geológica y geomorfológica mediante estaciones de campo donde se describen y caracterizan las diferentes unidades geológicas y geomorfológicas, así como los procesos morfodinámicos que actúan en el área del proyecto. Con el trabajo de campo también se realizó la caracterización de las unidades litológicas y la identificación y toma de datos de las estructuras, como fallas y pliegues presentes; todo lo cual realiza sobre los planos topográficos para los diferentes tramos o las unidades funcionales que conforman la vía en estudio.

- Generación de cartografía temática e informes

En esta etapa se aclaran empalmes entre planchas geológicas, se correlacionan las diferentes leyendas geológicas reportadas en la cartografía consultada, para obtener la Leyenda de Unidades Litológicas unificada y establecer una nomenclatura valida que permita correlacionar las diferentes unidades litológicas de acuerdo con su edad y posición estratigráfica; se precisan sectores sin información o con algún grado de incertidumbre que requieren mayor adquisición de información en campo.

Finalmente se realizan los informes correspondientes, junto con los mapas y anexos a la escala que cumplan con los términos de referencia, para presentar a las autoridades ambientales, como la ANLA.

2.3.1.2 Geotecnia

La caracterización del componente geotécnico busca caracterizar la estabilidad geotécnica y a la vez la amenaza geotécnica a los procesos de remoción en masa y los procesos erosivos del área de influencia del proyecto. Esta zonificación se realiza a partir de las unidades cartográficas similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra densidad de drenajes, densidad de fallas, intensidad de erosión y pendientes permitiendo agrupar en zonas de comportamiento geotécnico homogéneo.

En el modelo a su vez se incorporan los factores detonantes precipitación y amenaza sísmica, lo cual nos da como resultado la zonificación geotécnica a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico de la figura modificado de VARGAS (1999) .

Adicionalmente, se realiza una descripción geotécnica del corredor basada en información

secundaria y visitas de campo, en la cual se incluye una descripción puntual de sitios cuyo comportamiento geotécnico sea importante en la estabilidad de taludes y laderas.

- Todo lo anterior con el propósito de dar respuesta al alcance definido para la caracterización del componente geotécnico en los Términos de Referencia de la Resolución 0751 del 26 marzo de 2015, el cual es el siguiente:
- Realizar la zonificación geotécnica del corredor vial donde se diferencien los tramos de acuerdo con las características de estabilidad en mapas a escala 1:25000, detallando procesos de inestabilidad más relevantes.
- Realizar la descripción geotécnica del corredor vial a lo largo del corredor vial evaluando zonas con características geotécnicas importantes en la estabilidad de las laderas y taludes.
- Para los tramos con túneles, realizar la sectorización geotécnica a lo largo de los mismos y describirla en planta y en perfil en escala 1:10000.

– OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el proceso detallado, paso a paso, mediante el cual, se realizará la Zonificación Geotécnica. Para tal fin se considera.
- Generar el mapa de zonificación geotécnica a la escala de salida de los insumos utilizados en el proceso.
- Descripción geotécnica del corredor.
- Descripción sitios con estabilidad geotécnica.
- Zonificación geotécnica de los tramos con túneles.

ALCANCE

Dentro de las actividades del objeto del estudio ambiental, se encuentra la zonificación geotécnica, la cual permitirá agrupar en zonas de comportamiento geotécnico homogéneo.

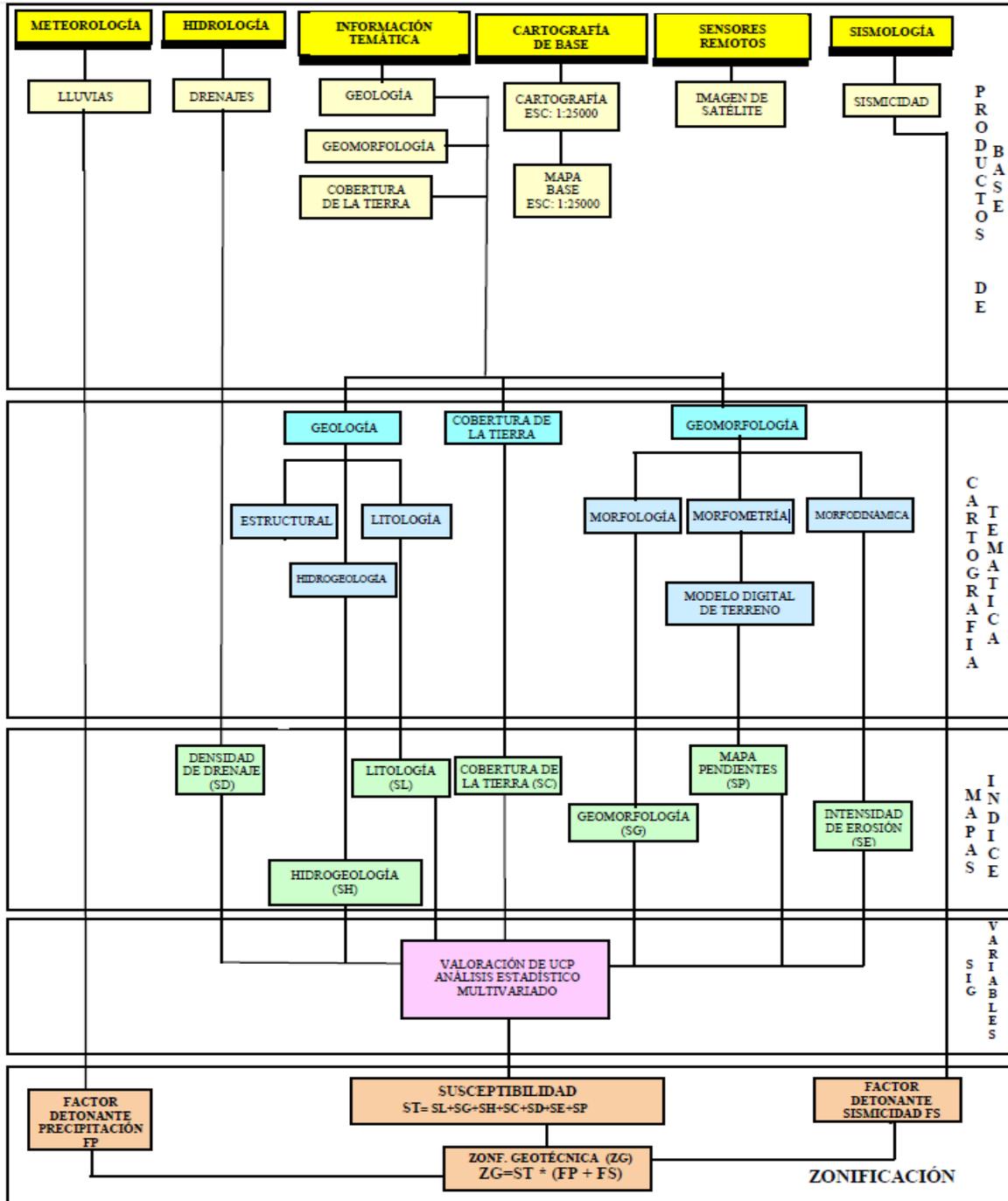
La zonificación geotécnica consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar el área de estudio, para lo cual en un ambiente SIG, se definen áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, intensidad de erosión y pendientes.

Al incorporar los factores detonantes precipitación y amenaza sísmica se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico de la figura modificado de VARGAS (1999).

Se adelantaran varias jornadas de campo, teniendo en cuenta las posibilidades de acceso a la zona.

Finalmente se elabora como resultado de los trabajos de campo y la zonificación en oficina, el mapa de zonificación geotécnica en escala 1:25.000, los informes correspondientes, junto con los mapas y anexos, que cumplan con los términos de referencia.

Figura 2-4 Diagrama metodológico para obtener la zonificación geotécnica



Fuente: Modificado de Vargas, G (1999)

SALIDA DE CAMPO

Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

Etapa Pre Campo

- Diagnostico preliminar

La determinación preliminar de los puntos inestables se realiza a partir de información secundaria y/o fotografías aéreas, se les realizará un diagnostico preliminar supeditado a cambios en Campo. Para la realización de este diagnóstico se utilizara lo siguiente:

- *Fotografía de alta resolución y/o Google Earth.*
- *Mapas de Geología y Geomorfología del corredor.*

Etapa Campo

- Visita de reconocimiento

Se realiza una visita junto con los demás profesionales del proyecto para reconocer el corredor vial e identificar y seleccionar sitios inestables de interés para una siguiente visita de mayor detalle.

- Visita a sitios seleccionados

Se realiza un recorrido del corredor vial junto con el profesional de geología para identificar los sitios inestables diligenciando un formato de campo donde se incluye la identificación, referenciación, descripción del evento o proceso y registro fotográfico. Adicionalmente, se identificarán posibles sitios para disposición de material.

Etapa Pos campo

- Elaboración de la zonificación geotécnica y elaboración del documento final

2.3.1.3 Paisaje

La caracterización del componente paisaje se realiza a partir del análisis la información de fisiografía generada en el componente fisiografía-suelos a escala 1:25.000, en un análisis conjunto de los atributos de geoformas y coberturas de la tierra.

- Objetivos específicos

Cumplir con los términos de referencia, para lo cual se consideran los siguientes aspectos:

- *Calidad Visual del paisaje*
- *Fragilidad y capacidad de absorción del paisaje*

– *Intervisibilidad*

Estos elementos permitirán establecer los sitios de belleza escénica. A partir de esta información se realizará cartografía a escala 1:25.000.

• Etapa Pre Campo

La unidad de paisaje (landscape, landshaft, geosistema) se constituye en la unidad fundamental de análisis y se define como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, agua, aire, plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas” (Zonneveld, 1979).

Se efectúa la caracterización de las unidades de paisaje fisiográfico que tienen como elemento central las geoformas del área de estudio y que permite plasmar cartográficamente y en forma integrada áreas similares en cuanto a su geogénesis, litología, hidrología, relieve, biota y acción antrópica. Para cada unidad de paisaje se consideran los siguientes aspectos:

– *Calidad visual del paisaje*

Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se utiliza el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje, a saber: morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia.

– *Fragilidad y capacidad de absorción del paisaje*

La fragilidad corresponde a la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él y la capacidad de absorción, es la cualidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. Es decir son inversamente proporcionales.

Para determinar la fragilidad o la capacidad de absorción visual del paisaje, se asignan puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de esas propiedades: pendiente, estabilidad del suelo y erosionabilidad, potencial estético, diversidad de vegetación, actuación humana y contraste de color. Luego se ingresan los puntajes a la fórmula anexa, la cual determinará la capacidad de absorción visual del paisaje

(CAV):

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

Dónde:

P = Pendiente

E = Erosionalidad
R = Potencial
D = Diversidad de la vegetación
C = Contraste de color
V = Actuación humana

– *Intervisibilidad*

El cálculo de intervisibilidad se efectúa haciendo uso de las herramientas 3D Analyst de ArcGis 10.2. La herramienta Wiewshed (cálculo de la cuenca visual) tiene como principal función evaluar la exposición visual de una entidad (en este caso el eje de la línea) sobre una superficie de elevación construida a partir de las curvas de nivel de la cartografía 1:25.000 del IGAC.

También en campo se establecen los puntos a evaluar y se proyecta una línea o cuenca visual desde las vías principales de acceso que son las que presentan mayor concentración de la población y se valora desde diferentes distancias de acuerdo a la metodología de Yeomans con distancias de 0 a 200 metros, de 200 a 800 metros y de 800 a 2600 metros.

Etapa de Campo

– *Registro fotográfico por unidad de paisaje*

Se realiza la toma de fotografías representativas de cada unidad de paisaje que facilite la descripción de las relaciones geoformas-coberturas.

Se registran los atributos incluidos en el formato de calificación de unidades de paisaje.

Etapa Pos Campo

- Procesamiento de información primaria y secundaria

Comprende la síntesis del estudio del componente paisaje por medio del procesamiento de la información, lo que integra la realización de los aspectos referentes a la determinación de las unidades de paisaje y la integración de su calificación en términos de los atributos definidos.

- Procesamiento de la cartografía fisiográfica

Agrupación de las diferentes unidades fisiográficas en términos de subpaisaje y forma de terreno altamente similares, lo cual especializa unidades de alta homogeneidad en donde se presentan las principales características abióticas del medio natural.

- Procesamiento de la cartografía de cobertura

Agrupación de unidades de cobertura en términos de su estrato vegetal y su funcionalidad, lo que permite espacializar unidades de alta homogeneidad biótica, determinando igualmente las principales características del medio.

2.3.1.4 Suelos

La caracterización del componente suelos se realiza a partir del análisis la información secundaria de suelos generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) correspondiente a los estudios generales de suelos a escala 1:100.000 de los departamentos que abarcan el área de interés.

Los estudios de suelos realizados a escala 1:100.000 presentan información general de suelos y las geoformas asociadas deben ser ajustados y adecuados a la información requerida a escala 1:25.000; lo cual requiere dos procesos principales como son la reinterpretación de geoformas en el marco de la fisiografía y consolidación del contenido pedológico conforme a la información secundaria y verificación en campo.

Objetivos específicos

Cumplir con los términos de referencia, en los cuales se establece la caracterización de los siguientes aspectos:

- Identificación de las Unidades Cartográficas de Suelos
- Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso
- Uso Actual
- Vocación de Uso
- Conflictos de Uso y posibles interacciones con el proyecto
- Uso Reglamentado del Suelo

Estos seis temas principales de suelos se caracterizan para el área de influencia directa y área de influencia directa y se realiza la cartografía a escala 1:25.000

1. Identificar los impactos asociados a las actividades inherentes al desarrollo del proyecto y formular las medidas de manejo apropiadas

Etapas pre-campo

La etapa de precampo comprende actividades principales como son la recopilación y análisis de la información secundaria, selección y alistamiento de imágenes de sensores remotos, reinterpretación de geoformas y ajuste de unidades climáticas, estructuración de la leyenda fisiografía-suelos, Consolidación de unidades cartográficas de suelos, Uso reglamentado del suelo y selección de áreas de muestreo en campo.

- *Recopilación y análisis de información secundaria*

Comprende la recopilación y análisis de la información secundaria asociada al tema de geología, geomorfología, clima y suelos. Se realiza la consulta y revisión de los estudios de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi correspondiente a los departamentos del área de interés, los cuales son una base fundamental para la comprensión y el entendimiento de la distribución de las geoformas y su relación con los suelos.

Así mismo se realiza la recopilación y análisis de la información secundaria asociada al tema de geología, geomorfología, clima y suelos en el Servicio Geológico de Colombia, IDEAM e IGAC.

- *Selección y alistamiento de imágenes de sensores remotos*

Se realiza el alistamiento de imágenes de sensores remotos adecuadas para realizar la reinterpretación de geoformas como son:

Imágenes de Radar, ALOS-1 con resolución espacial de 12.5m.

Imágenes multiespectrales Rapideye con resolución espacial de 5m.

- *Reinterpretación de Geoformas*

Se efectúa la verificación de la coherencia espacial de la información digital de suelos, suministrada en formato shape por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Se realiza la Reinterpretación digital en pantalla en formato vector haciendo uso del Software ArcGis 10.1, con el módulo ArcEditor. Se aplican técnicas de mejoramiento de despliegue visual de las imágenes tales como realces, filtros y contraste (brillo, color e intensidad) y filtros para mejoramientos de bordes.

Este proceso comprende la verificación y confirmación de la interpretación de geoformas asociadas a las unidades de suelos y la redelimitación de unidades que no presentan coherencia espacial con lo observado en las imágenes de sensores remotos y el DTM a 12.5m derivado de imágenes de Radar ALOS 1.

El proceso de reinterpretación permite realizar el ajuste y mejoramiento de la calidad de la información por las deficiencias observadas en el empalme de los estudios departamentales de suelos, lo cual requiere dar solución a dos inconsistencias. La primera, garantizar la continuidad en el trazado de las unidades, algunas de las cuales presentan interrupción de su trazado por el cambio del límite administrativo, y la segunda dar solución a problemas de huecos o gaps de información asociados a deficiencias de topología como son los gaps.

- *Estructuración de la leyenda unificada fisiografía-suelos*

La leyenda tiene dos grandes componentes: El primero asociado a la desagregación de las geoformas en 5 unidades de van de mayor a menor detalle conforme al sistema de clasificación fisiográfica del terreno (CIAF, 1.997) y el segundo, relaciona las unidades

cartográficas de suelos, correspondiente a cada paisaje fisiográfico.

El sistema de clasificación fisiográfica del terreno permite jerarquizar una zona de lo general a lo particular, en diferentes categorías. Al ser un método multicategorico de clasificación del terreno, involucra la mayoría de los elementos medioambientales comprometidos en la génesis de las geoformas y sirve de base para la realización de los diferentes niveles de levantamientos de suelos, así como la zonificación física de tierras y caracterización ecológica, ya que permite visualizar en forma clara la relación clima - paisaje - suelo - vegetación/ uso de la tierra.

Se basa en el Análisis Fisiográfico, el cual es un método moderno de interpretación de imágenes de sensores remotos, donde se integran aspectos tales como geomorfología, geología, material parental, pendientes, vegetación, que se enmarcan dentro de condiciones climáticas definidas. (VILLOTA, 1992).

En la Clasificación Fisiográfica del Terreno, la unidad de paisaje constituye el elemento fundamental de análisis que permite ordenar la investigación física y biótica, gracias a que varios factores responsables de la morfogénesis, son los mismos que originaron la diferenciación de los perfiles edáficos y la distribución de la vegetación (VILLOTA, 2.005). Como lo establece el Manual de levantamientos de Suelos de USDA, 1.951, los suelos son perfiles tanto como paisajes. De una parte, el suelo es un componente del paisaje fisiográfico, pero sus características morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas resultan de la interacción de los restantes componentes del paisaje, como son: relieve, material litológico y cobertura vegetal, todos actuando bajo un mismo clima, en un lapso de tiempo determinado (Villota, Una nueva aproximación a la Clasificación Fisiografica del Terreno, 1.997).

Este es uno de los principios de la cartografía de suelos ya que el suelo como cuerpo natural, tiene su origen, formación y evolución regidos por factores preexistentes, los que al actuar en un mismo orden y con igual intensidad, generan poblaciones de suelos semejantes. Es decir los suelos no ocurren al azar sino en patrones lógicos que corresponden a la interacción de los factores formadores.

El sistema de Clasificación Fisiográfica del Terreno (CIAF, 1.997) tiene una estructura piramidal con cinco categorías a saber:

Figura 3 Sistema de Clasificación Fisiográfica del Terreno (CIAF, 1997)

- *Provincia fisiográfica.*
- *Unidad climática.*
- *Gran paisaje o Unidad Genética del relieve*
- *Paisaje*
- *Subpaisaje*

En el sistema de clasificación fisiográfica (CIAF, 1.997), la provincia fisiográfica, facilita la ubicación geográfica e integra unidades con parentesco de tipo geológico con una o más unidades climáticas. Así mismo, la unidad climática hace parte de la integral de la estructura del sistema, lo cual no ocurre en el sistema Taxonómico Jerarquizado de Zinck (1.987).

– *Consolidación de Unidades cartográficas de suelos*

A cada unidad de paisaje fisiográfico le corresponde una unidad cartográfica de suelos, asumiendo el criterio que los límites de cada unidad cartográfica coincidan del todo con los de la unidad taxonómica, dado que los suelos son un continuum, con variaciones horizontales y verticales, pero sin individuos separados.

La unidad cartográfica se compone de un nombre y un símbolo. El nombre de las unidades cartográficas se integra de varios elementos que le dan al usuario de los mapas de suelos, información sobre las relaciones que existen entre los diferentes cuerpos de suelo. Así mismo se relaciona el porcentaje de participación de cada unidad taxonómica.

– *Componente taxonómico*

Es el segundo elemento que va en el nombre de la unidad Cartográfica y sus términos provienen de un sistema de clasificación el cual corresponde al Soil Taxonomy del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) a nivel de subgrupo.

La estructura funcional del Sistema Taxonómico está integrada por las categorías: Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie. A las clases anteriores se agregan las tierras misceláneas, cobijadas bajo el concepto de No suelo, las cuales pueden conformar unidades extensas y homogéneas, o pueden aparecer asociadas con suelos.

Tabla 2–9 Elementos de la Unidad Cartográfica de Suelos

UNIDAD CARTOGRAFICA DE SUELOS			CODIGO
Nombre	Componente Taxonómico	%	O
CONSOCIACION	Humic Dystrudepts Typic Udorthents	80 20	K2.1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- Uso reglamentado del Suelo

Se realiza la consolidación de información georeferenciada y no georeferenciada de Uso Reglamentado de los POT, POMCAS y la solicitud de la información faltante, dejando registro documentado.

– *Plan de Muestreo*

Comprende la planeación del trabajo de campo para realizar la verificación de la interpretación fisiográfica y el levantamiento de información de suelos.

Se identifican las unidades de paisaje sobre las cuales se tienen dudas respecto a material parental y composición de las unidades cartográficas de suelos.

Se priorizan las unidades de paisaje asociadas a áreas mal drenadas, dada su importancia ambiental y las cuales constituyen una información base para la identificación de ecosistemas.

Para el desarrollo del trabajo de campo se contara con un formato único normalizado para los levantamientos de suelos

– *Etapa de campo*

El desarrollo de las actividades de campo comprende la verificación de unidades de fisiografía, el muestreo de unidades de suelos y verificación del uso actual del suelo

- Verificación de la interpretación fisiográfica

Se realiza la verificación de unidades de paisaje y sus características, haciendo el chequeo de material parental, pendientes, condición de drenaje y grado de erosión mediante recorrido en campo.

Permite validar las delimitaciones de las unidades de paisaje y subpaisaje obtenidas a partir del análisis fisiográfico del terreno por medio de la fotointerpretación, lo cual permite ajustar las delineaciones realizadas.

- Levantamiento de información de suelos

Se realizara el levantamiento detallado de información de suelos a través de calicatas en sitios considerados críticos y los cuales están asociados principalmente a áreas inundables.

Los principales aspectos a describir por calicata corresponde a los siguientes: profundidad en centímetros, nomenclatura, epipedón, endopedón, color matriz en húmedo, moteados, fragmentos de roca, materiales orgánicos, textura, estructura, consistencia, concentraciones, poros, raíces, reacciones, límites y pH, principalmente. Igualmente se incluyen los aspectos externos de la forma de terreno identificada.

Se realiza la toma de muestras de suelos en la cual se describe el suelo de mayor representatividad, la cual se realiza para cada horizonte descrito en una cantidad equivalente a un (1) kilogramo para cada muestra.

Equipo y reactivos: Para la realización de la descripción del perfil modal de cada suelo dominante por unidad fisiográfica, se requiere con el siguiente equipo y reactivos.

Equipo:

Cuchillo

Pala

Palín

Barra

Metro

Tabla Munsell (soil color charts)

Claves de taxonomía de suelos USDA. Undécima edición 2010,

GPS o PDA

Cámara fotográfica

Bolsas plásticas de 2 kg

Fichas bibliográficas blancas

Marcador

Paleta de pintura

Formatos de descripción de campo

Reactivos:

Ácido clorhídrico HCL (al 10%),

Peróxido de hidrogeno H₂O₂ (al 30%),

Fluoruro de sodio NaF (al 4%),

Sulfato de bario SO₄Ba,

Hellige

Papel filtro impregnado con fenolftaleína.

Frasco de vidrio ámbar con gotero de 60 ml

En el caso que sea necesario realizar pruebas de infiltración serán necesarios los siguientes materiales

Juegos de anillos dobles para infiltración

Maceta

3 bidones de agua de 20 litros

Regla de 30 cm

Cronometro

Bloque de madera dura

A las muestras de suelos tomadas a todos los horizontes de cada observación de calicata, se les realiza el paquete analítico que se integrará por los siguientes parámetros químicos; pH, textura por Bouyoucos, CICA, bases totales, Ca, Mg, K, Na, Aluminio de cambio, fósforo disponible, saturación de bases, carbono orgánico. A los resultados se les desarrollan las apreciaciones, interpretaciones y relaciones propias de los análisis de suelos, lo que permite igualmente suministrar los datos para ajustar la taxonomía y el cálculo de su fertilidad natural. Las muestras serán llevadas al laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi o a laboratorio certificado.

- *Etapa Pos Campo*
- *Ajuste a las Unidades Cartográficas de suelos*

Una vez realizada la etapa de campo se obtendrán caracterizaciones provenientes de información primaria para reevaluar las unidades cartográficas de suelos que se encuentran fuera de las zonas de cateos o revisiones en campo, lo cual permitirá realizar potenciales ajustes y validar la misma, a partir de la extrapolación de información.

Los ajustes a la unidad cartográfica comprenden dos aspectos principales:

- Verificación de la Clasificación Taxonómica

De acuerdo con la descripción de los perfiles modales de los suelos dominantes clasificados de forma preliminar en campo y los resultados de los análisis de laboratorio, se realiza la reconfirmación de la clasificación taxonómica de los suelos por medio de la Clave para la Taxonomía de Suelos Soil Survey Staff, publicadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA, Servicio de Conservación de Recursos Naturales NRCS. Undécima Edición 2.010, sistema que tiene seis categorías: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie, la clasificación se realiza a nivel categórico de familia quinto nivel de la pirámide taxonómica para los suelos levantados en campo.

Los resultados de los análisis de las muestras de suelos permiten validar igualmente la clasificación taxonómica, establecer características físicas y químicas y desarrollar el cálculo de la fertilidad (metodología del Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC)

- *Identificación de la categoría de clase de unidad cartográfica*

Conforme a los resultados de campo se establece la categoría de unidad cartografía para cada unidad de paisaje fisiográfico a saber: Consociación, Asociación, Complejo o Grupo indiferenciado

- *Clasificación de tierras por su capacidad de uso*

La Clasificación Agrológica es la asignación de clases, subclases y unidades de capacidad o grupos de manejo que se da a la diferentes unidades cartográficas definidas en un estudio de suelos para un uso práctico inmediato o futuro, con base en la capacidad para producir de los suelos que las integran (IGAC, 2007).

Se fundamenta en la adaptación realizada para Colombia, por Mosquera, L (1986) de la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos.

La clasificación agrológica es de tipo interpretativa y se basa en los efectos de las combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deteriorarlos, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo de los suelos.

Las características permanentes de los suelos hacen referencia a las pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad, tipo de arcilla y condición de drenaje natural.

La capacidad es el potencial que tiene la tierra para ser utilizada bajo cierto tipo general de uso o con prácticas específicas de manejo.

Los suelos que están agrupados dentro de una clase por capacidad son similares solamente con respecto al grado de limitaciones para propósitos de uso o respecto al riesgo de degradarse. Cada clase de capacidad incluye muchas clases de suelos. Muchos de los suelos dentro de cualquiera de las clases requieren distintas prácticas de manejo.

- **Uso Actual**

Para el establecimiento del uso actual se recurre a un insumo esencial el cual corresponde al mapa de coberturas vegetales, realizado por medio de la clasificación Corin Land Cover. Sobre la base del análisis de las coberturas se realiza la reclasificación y/o agrupación de las unidades de cobertura identificadas en función de sus características fisionómicas, su origen natural o introducido y sus principales características producto de la explotación que los seres humanos realizan sobre estas, asignándoles nombres relacionados con su principal actividad extractiva o su funcionalidad.

Los tipos de uso se establecen de acuerdo a las exigidas por el ANLA en su geodatabase.

- **Conflictos de Uso del Suelo**

Los Conflictos de Uso de la Tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental (IGAC, CORPOICA, 2001).

Para evaluar la concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso, se elabora una matriz de decisión que permite confrontar las unidades de Vocación Actual de Uso vs el Uso Actual.

Cada una de las unidades de Cobertura y Uso actual se valora en relación con la Vocación Actual de Uso, para lo cual a cada clase de Cobertura Actual se asigna el uso actual en términos de la Vocación de Uso Principal, para comparar niveles similares dentro de la matriz.

Dicha compatibilidad entre el uso actual y el uso potencial se expresan en los diferentes niveles de conflicto presentados, tal como se explica más adelante.

Estos conflictos pueden ser:

- *Sub utilización de la tierra.*
- *Sobre utilización de la tierra.*
- *Deforestación del bosque natural.*
- *Usos no acordes con factores climáticos.*
- *Usos no acordes con las propiedades de los suelos de las unidades de tierra.*

Para la determinación de los conflictos se tuvieron en cuenta las siguientes categorías:

- *Tierras sin conflicto (TSC): El uso actual del suelo concuerda con el potencial, corresponden a zonas de bosques, pastos naturales y pastos manejados y cultivos que por su capacidad pueden soportar cada uno de estos usos.*
- *Tierras con conflicto bajo (TCB): Cuando el uso actual difiere en algunas condiciones y características, pero que no se provoca un impacto en grado mayor.*
- *Tierras con conflicto medio (TCM): Por la discordancia entre el uso actual con respecto al uso potencial, se presentan algunas diferencias que pueden generar un impacto negativo en el medio, en el suelo, en el rendimiento o en el aspecto socio económico.*

Tierras con conflicto alto (TCA): Se presenta cuando el uso actual difiere en gran medida del uso potencial, los conflictos se pueden presentar por: áreas con suelos erosionados o muy susceptibles a ella y que actualmente se encuentra con potreros limpios y rastrojos, causando erosión en terracetos, reptación y movimientos en masa, se deben adelantar programas de reforestación y prácticas de conservación de suelos; terrenos con cultivos o pastos manejados ocupando zonas de protección de ríos, caños y quebradas propiciando el desbordamiento de las corrientes y las pérdidas de los cultivos, se deben orientar acciones a reforestar las márgenes y talud de estas corrientes hídricas; sectores con potreros limpios y rastrojos ubicados en zonas de altas pendientes que facilitan los procesos erosivos remontantes, causando grandes pérdidas del suelo que van a colmar con sedimentos las partes más bajas, que se deben dedicar a la protección de suelos y aguas.

2.3.1.5 Hidrología

Los estudios comprenden una evaluación de las condiciones de la zona del proyecto, con fines de establecer los parámetros y características regionales del comportamiento atmosférico, que genera de igual manera los fenómenos hidrológicos.

Para el presente estudio todos los análisis y cálculos que corresponden al carácter y nivel del área de estudio se realizaron a partir de la información hidrometeorológica disponible,

conocimiento general de las zonas de estudio y aplicando los métodos de cálculo apropiados para este tipo de análisis.

- Recopilación y análisis de información existente

Se recopiló y analizó toda la información disponible relacionada con la zona de influencia del área de estudio en cuanto a cartografía, suelos e hidroclimatología, a nivel regional, contenida especialmente en los POTs, EOTs, POMCAs, (uso y conflicto de uso del recurso hídrico).

- Cartografía

Se hizo la recopilación de información cartográfica consistente en planchas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi a escala 1:25.000 y 1:100.000 para localización general, delimitación local de subcuencas y determinación de sus parámetros morfométricos, así como base en la determinación de patrones de drenaje, dinámica fluvial, áreas inundables y aspectos geomorfológicos regionales.

- Información hidrometeorológica

Se recopiló la información disponible referente a los diferentes aspectos hidrológicos, hidráulicos, sedimentológicos y morfológicos de la zona de entidades como CAS, CDMB, IGAC e Ingeominas. En el IDEAM específicamente se adquirió la información de registros climáticos e hidrológicos de las corrientes de la zona de estudio.

Al igual que para la información climática, se realizó un depuración de la información utilizando los siguientes métodos,

- *Revisión gráfica de las series.*
- *Homogenización de series mensuales*
- *Estimación de valores faltantes por correlación en series mensuales*
- *Selección de estaciones, posicionamiento y agrupación geográfica espacial para la estimación de caudales (Procedimientos de extensión o regionalización).*
- *Ponderación geográfica del peso relativo de cada grupo.*

- Inspección de campo

Por parte del grupo de profesionales se hizo el reconocimiento general en campo de puntos específicos relacionados con cruces de corrientes, información que permitió al grupo de Hidrología, verificar las condiciones de los corredores en estudio. Esta inspección de campo permitió observar la condición de algunos aspectos morfológicos, patrón de drenaje y dinámica fluvial actuales de corrientes naturales que requieren análisis especiales, especialmente en los sitios de cruce importantes y áreas de localización de infraestructura especial.

- Análisis Hidrológicos

- Se llevó a cabo el empleo de la información cartográfica, la inspección de campo realizada por el grupo de Ingeniería, la información secundaria e información hidrológica para el análisis de la red de drenaje de las cuencas intervenidas. Esta información se analizó mediante el empleo de tipologías de redes, características de los cauces principales y de los lechos aluviales.
- Utilizando las herramientas disponibles en el SIG se procedió a la delimitación de las cuencas. Las cuencas hidrológicas son una unidad esencial de este análisis, ya que constituyen en el enlace entre un área terrestre con la corriente y la red fluvial, y el punto de descarga. Las cuencas hidrológicas fueron delineadas a partir de cartografía básica IGAC 1:25,000 y MDT.
- Los cursos de agua se detallaron en el Plano de Cuencas Hidrográficas, en el cual se indica la abscisa donde el curso principal intercepta el trazado. Se definieron las características físicas de la cuenca (extensión, altitud, longitud del curso principal, pendiente, cobertura vegetal, suelos, etc.). La determinación de las cuencas, así como su codificación se llevaron a cabo con base en los procedimientos establecidos en la Guía de Codificación de Cuencas Hidrográficas del IDEAM.
- A partir de la anterior información, se determinó la morfometría de las cuencas y subcuencas identificadas.
- Desde el punto hidrológico, se clasificó la red de drenaje de acuerdo con el orden del drenaje utilizando el método propuesto por Strahler - Horton en 1952, en donde el orden del drenaje únicamente incrementa corrientes del mismo orden que se interceptan. Cuando una corriente de primer orden se intercepta con una de segundo orden, la corriente permanece como corriente de segundo orden.
- Para determinar el orden del drenaje se utilizó las herramientas del SIG. Con el DEM se generó un mapa de dirección de drenaje y de este un mapa de acumulación.
- La información de caudales corresponde a la serie de datos de estaciones del IDEAM.

- La descripción del corredor en estudio, para el caso de la hidrología, ha tenido en cuenta una división por zonas geográficas, en este caso de la Magdalena-Cauca, la cual corresponde a una de las Zonas Hidrográficas establecidas por el IDEAM.

2.3.1.6 Calidad del agua

- Etapa pre campo
 - Selección de sitios de monitoreo

La selección de las fuentes hídricas para la ubicación de los puntos de monitoreo, se realizó teniendo en cuenta las corrientes que fueran interceptadas por la construcción del proyecto y que pudieran ser susceptibles de intervención por la ejecución de las obras. Posterior a esto, se seleccionaron de manera preliminar los puntos de monitoreo de calidad del agua y se georreferenciaron a través de sistemas de información geográfica.

- Definición del laboratorio acreditado

Para el desarrollo de los muestreos de la caracterización físico-química, bacteriológica e hidrobiológica, en los sitios de monitoreo previamente establecidos, se seleccionó a Corporación Integral del Medio Ambiente –CIMA–, como laboratorio acreditado por el IDEAM, el cual realizó la toma de muestras y análisis de los parámetros de calidad de acuerdo con las metodologías definidas en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 22ª edición, 2012 y en el “U.S. EPA”. Adicionalmente, SGS S.A.S. De acuerdo con los términos de referencia los parámetros que se monitorearon fueron: Temperatura (°C), Sólidos suspendidos, Sólidos totales, Sólidos disueltos, Sólidos sedimentables, Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH (unidades de pH), Turbiedad (UNT), Color Real (m^{-1}), Organolépticos, Oxígeno disuelto (OD) ($\text{mg}/\text{L O}_2$), Demanda química de oxígeno (DQO) ($\text{mg}/\text{L O}_2$), Demanda bioquímica de oxígeno a cinco (5) días (DBO5) ($\text{mg}/\text{L O}_2$), Nitrógeno total Kjeldahl (NTK), Fósforo total (mg/L), Grasas y aceites (mg/L), Alcalinidad total ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$), Acidez total ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$), Dureza Cálctica ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$), Dureza total ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$), Fenoles totales (mg/L), Metales y metaloides (arsénico, bario, cadmio, cinc, cromo, cobre, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio) (mg/L), Coliformes totales (NMP/100 ml), Coliformes fecales, Perifiton, Plancton, Bentos, Macrófitas, Fauna íctica.

- Etapa de campo

Una vez en campo, se verificaron que los puntos de monitoreo escogidos preliminarmente, contaran con las condiciones idóneas de acceso y representatividad para la realización de la actividad. Colectadas las muestras, se enviaron al laboratorio para efectuar las pruebas y ensayos analíticos, con el fin de determinar la concentración de cada uno de los parámetros medibles.

- Etapa pos campo

Los resultados obtenidos tanto para calidad del agua, serán analizados cuantitativa y cualitativamente, e igualmente se compararán con los valores máximos y mínimos permisibles por la normatividad ambiental vigente. Adicionalmente se calculó el Índice de Langelier, la capacidad Buffer.

El cálculo de índices de calidad ambiental del agua, se realizó a través de las metodologías establecidas por el IDEAM en los Estudios Nacionales de agua 2010 y 2014.

2.3.1.7 Usos del agua

- Etapa pre campo
 - Revisión de información secundaria y planeación trabajo de campo

Para la fase de campo, necesaria para el desarrollo de la caracterización de la red hídrica influenciada por el área de intervención del proyecto vial, se establecieron recorridos acorde a las fuentes hídricas con posible objeto de aprovechamiento, apoyado con el trabajo previo realizado en la ubicación geográfica e hidrográfica en la cartografía base e imágenes satelitales disponibles para el área. Se identificaron posibles puntos de captación, ocupaciones de cauce, usos y usuarios del recurso hídrico, cuerpos de carácter léntico y las vías de acceso que permitieran el mejor acceso a estos puntos preliminares.

- Etapa de campo

Las actividades que se desarrollaron para determinar en campo, los usos y usuarios del agua en los diferentes cuerpos hídricos del área de influencia que se identificaron como susceptibles de intervención, comprendió el desplazamiento de una comisión al frente de bajo, el recorrido por la zona y la captura de la información. El inventario se realizó para las unidades funcionales UF 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 hasta 100 m aguas abajo y sobre el costado donde se va realizar la construcción de la doble calzada.

Adicionalmente, se verificó en campo el estado de la solicitud de información a CAS y CDBM, en cuanto a usuarios concesionados, vertimientos y ocupaciones de cauce autorizados, con el fin de complementar y corroborar el levantamiento de la información primaria.

- Etapa pos campo

Una vez procesada la información obtenida en campo mediante el formato establecido, y recopilada a través de la Corporación Autónoma Regional, se realizó el respectivo análisis cuantitativo y cualitativo de los usos principales del agua e información de los usuarios.

La determinación de los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y

usos del agua, se realizó a partir del comportamiento hidrológico y de información obtenida de consultas directas a la comunidad y de la revisión de estudios regionales y demás información obtenida en CAS y CDMB, referente a los planes de ordenamiento y manejo de cuencas, definición de objetivos de calidad, los registros de concesiones, entre otros.

2.3.1.8 Atmósfera

- **Clima**

Para la caracterización climatológica del área de estudio se recopiló la información de la zona de estaciones operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. Además de la información meteorológica existente en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, se recopiló y analizó la información disponible relacionada con el clima del área de estudio a nivel regional, contenida especialmente en los POTs, EOTs, POMCAs.

Como primer paso para la caracterización climática se seleccionaran estas estaciones, y la información de los parámetros de acuerdo a lo requerido en los M-M-INA-02.

- Temperatura superficial promedio, temperatura máxima diaria registrada, temperatura mínima registrada.
- Presión atmosférica promedio mensual (mb)
- Precipitación: media diaria, mensual y anual; y su distribución en el espacio
- Humedad relativa: Media, máximas y mínimas mensual
- Viento: Dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaboración y evaluación de la rosa de los vientos
- Radiación solar
- Nubosidad
- Evaporación

Se definieron las estaciones de precipitación, hidrológicas y climatológicas en la zona en análisis, teniendo en cuenta el periodo de registro, la continuidad y la localización geográfica, que permitieran detallar los regímenes climáticos de la zona en análisis. Luego se efectuó la caracterización a nivel espacial y temporal de las lluvias, evaporación, humedad relativa, temperatura, entre otras, con base en los registros recopilados.

En cuanto a los parámetros de temperatura y precipitación, no solo se determinará su distribución temporal, sino también su distribución espacial mediante la generación del mapa de isoyetas e isotermas.

Para determinar los parámetros que no se encuentran registrados en la información climatológica, como la presión atmosférica se aplicó la ecuación recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2006) (Ecuación 1).

Ecuación 1.

$$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065z}{293} \right)^{5,26}$$

Donde,

P= Presión atmosférica (kPa)

Z=Elevación sobre el nivel del mar (m)

Por otro lado para calcular la altura de mezcla se utilizaran las ecuaciones definidas por Spadaro (1991); la EPA, en la Guía metodológica para monitoreo meteorológico (2000) o Wark et. al. (2001). Para definir la estabilidad atmosférica se hará uso del método de Pasquill-Gifford-Turner.

Zonificación climática

En cuanto a la zonificación climatológica- cuya base es la correlación existente entre los gradientes de temperatura y altitud topográfica, se realizará con base en la información de los valores medios multianuales de los parámetros precipitación y temperatura de las diferentes estaciones. Esta información será el insumo para la generación de los mapas de isotermas e isoyetas, los cuales al cruzarse, a través de herramientas de ARCGIS, dan como resultado unidades espaciales cuyos polígonos relacionan un rango de precipitación con un rango termal, y que pueden clasificarse de acuerdo a las categorías que se presentan en la Tabla 2–10. Dichas categorías corresponden a las propuestas por el IDEAM et al., (2007) en el documento “Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia”.

Tabla 2–10. Rangos de zonificación climática

Denominación Termal	Rangos altitudinales (msnm)	Rangos de temperatura media anual	Denominación precipitación	Rangos de precipitación anual mm/año
Cálido	0 – 800	T > 24°C	Árido	0 – 500
Templado	801 – 1.800	18 – 24°C	Muy seco	501 – 1.000
Frío	1.801 – 2.800	12 – 18°C	Seco	1.001 – 2.000
Muy frío	2.801 – 3.700	6 – 12°C	Húmedo	2.001 – 3.000
Extremadamente frío y/o nival	3.701 – 4.500 y > 4500	1,5 – 6°C y < 1,5°C para nival	Muy húmedo	3.001 – 7.000
			Pluvial	> 7000

Fuente: IDEAM et al., (2007).

Cabe resaltar que para la generación de las isotermas se utilizará la relación existente entre la altura topográfica y el gradiente vertical de temperatura, que permitirá realizar un análisis estadístico de regresión para expresar los valores de temperatura, en función de la altura sobre el nivel del mar, usando un modelo digital de elevación de mediana resolución. En cuanto a las isoyetas, se realizarán mediante el software ArcGIS, seleccionando Kriging como método de interpolación.

Finalmente, para el desarrollo del balance hídrico, se utilizarán los registros de precipitación y temperatura de las estaciones seleccionadas para aplicar la metodología de Thornthwaite (2005) para el cálculo de la evapotranspiración potencial y su posterior uso en la determinación del déficit y los excesos hídricos.

- **Aire y Ruido**

- *Etapa Pre campo*

Previo al trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria que relacionaran la calidad del aire existente sobre la vía del proyecto.

Adicionalmente se identificaron los centros poblados, barrios o tejido urbano dentro del área de influencia del proyecto los cuales se podría categorizar como generadores de emisiones o potenciales receptores.

- *Etapa de Campo*

Se realizó un recorrido por el área de influencia directa del proyecto con el fin de verificar y validar las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos que fueron definidas a partir de información secundaria; así como la identificación y georreferenciación de nuevas fuentes.

De acuerdo con la información secundaria recopilada y analizada, se estableció un punto de monitoreo de la calidad del aire y para mediciones de presión sonora. Para el desarrollo de los muestreos de calidad del aire y presión sonora, se seleccionó a E-QUAL Consultoría y Servicios ambientales, como laboratorio acreditado por el IDEAM, el cual realizó la toma de muestras y análisis de los parámetros de calidad de acuerdo las especificaciones de los términos de referencia del MADS, la guía metodológica para la presentación de los estudios ambientales, los protocolos correspondientes a dichos monitoreos, la resolución 627 de 2006 y Resolución 610 de 2010.

Los parámetros que se midieron durante 18 días continuos para establecer la calidad del aire en la zona fueron: (PST) o material particulado (PM10), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO); mientras que para establecer los niveles de presión sonora se hicieron mediciones de dBA.

Se verificaron las siguientes consideraciones, con el fin de decidir si el punto propuesto en la fase previa era viable para hacer las mediciones.

- *Dirección predominante de los vientos*
- *Topografía del terreno*
- *Presencia de obstáculos cerca al punto de montaje de la estación, asegurando que la distancia entre la estación y el obstáculo más cercano, debe ser dos veces la altura del obstáculo.*
- *Accesibilidad al punto de muestreo*
- *Seguridad de los equipos de monitoreo*

- *Presencia de fuentes fijas, no deben haber fuentes fijas puntuales de emisión cerca del punto de muestreo (menos de 20 m).*
- *La distancia a los árboles debe ser mayor de 10 m.*
- *Tener un radio de 270° libre de restricciones de flujo alrededor del muestreador.*

Con base en la información anterior se redefinió y puntualizó la ubicación de la estación de monitoreo de calidad de aire y presión sonora y se ejecutó la campaña de monitoreo.

- Etapa Pos campo

Se generó el documento relacionado con la calidad del aire, de acuerdo a los requerimientos establecidos por los Términos de Referencia M-M-INA-1-02 de la ANLA integrando para ello la información primaria recolectada y la información secundaria consultada en relación a las fuentes de emisiones atmosféricas presentes en la zona: tipo de fuentes predominantes, posibles contaminantes generados, áreas con mayor afectación, entre otras observaciones relevantes, anexando los respectivos formatos de campo diligenciados, y resultados y análisis de los monitoreos en caso que aplique.

2.3.2 Medio Biótico

De acuerdo con lo establecido en el Decreto 3016 de 27 de Diciembre de 2013 expedido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS); la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) mediante Resolución No. 1469 del 3 de diciembre de 2014, le confiere a Consultoría Colombiana el permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales.

2.3.2.1 Áreas protegidas y ecosistemas estratégicos

Se evaluó la presencia de áreas legalmente protegidas y/o ecosistemas ambientalmente sensibles en el área de estudio; con base en la revisión de información secundaria de acuerdo con la clasificación establecida por el Decreto 2372 de 2010 por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 165 de 1994 y el Decreto 216 de 2003 en relación al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y las categorías de manejo que lo conforman. Así mismo a las áreas de Reserva Forestal definidas mediante la Ley 2 de 1959.

Esta información fue consultada de manera oficial por medio de comunicaciones realizadas a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) mediante radicado No. 20162400005791, al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) mediante oficio No. 01-00989-2016 y a la Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR) mediante radicado 01-00990-2016 (Ver anexo B, Correspondencia de entrada); adicionalmente se realizó consulta en las fuentes oficiales disponibles:

- Página Web Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)
- Página Web de Parque Nacionales Naturales –PNN-
- Página Web de Reservas Naturales de la Sociedad Civil –RESNATUR-
- Página web de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)
- Página web de la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)
- Página Web de Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt.

2.3.2.2 Flora

- **Metodología para la construcción del mapa de Ecosistemas Terrestres**

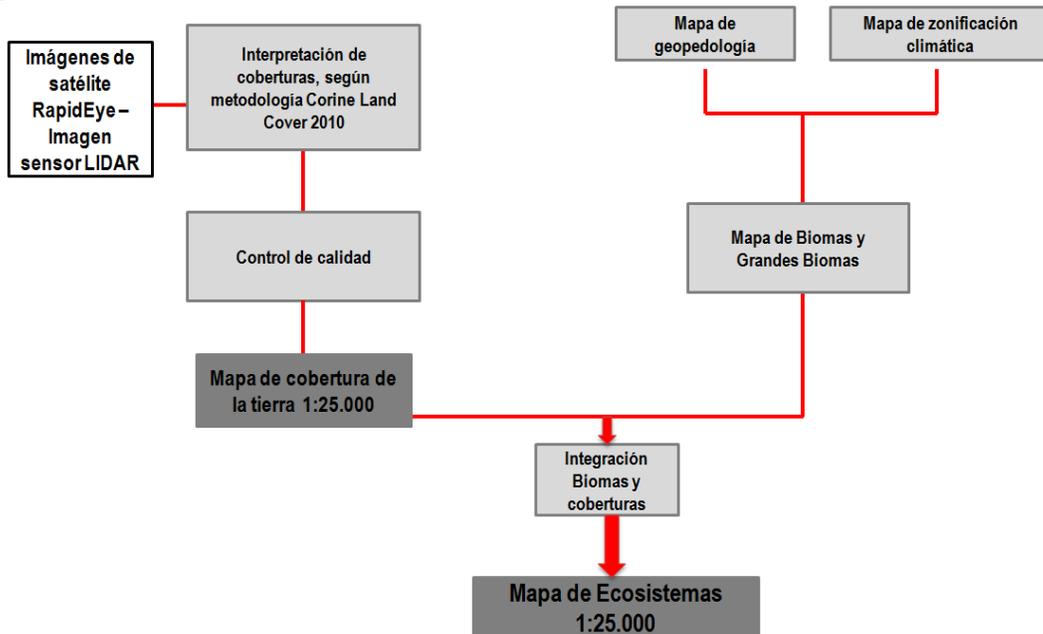
De acuerdo con la información recopilada para el área de estudio, se cruzaron las variables temperatura y precipitación, las cuales dieron lugar al mapa de zonificación climática, con la cual se identificó el gran bioma existente en el área de estudio.

Por otra parte se elaboró el mapa de geopedología con la información de paisaje y ambiente morfogenético elaborados para el área de estudio y finalmente se sobrepuso a esta información el mapa de suelos. Del cruce de esta información, se determinó, como lo muestra la el bioma presente en el área de estudio.

De acuerdo con los lineamientos metodológicos usados para la clasificación de ecosistemas continentales costeros y marinos de Colombia elaborada por el IDEAM en 2007, los ecosistemas corresponden a las unidades síntesis, entendidas estas como el cruce espacial entre las capas de geopedología, zonificación climática (Biomás) y cobertura de la tierra. Dicha construcción está basada en los criterios definidos por (Walter, 1981), donde se establece que los ecosistemas corresponden a áreas geográficas agrupadas por sus características biofísicas homogéneas (clima, geomorfología y cobertura).

La Figura 2-5 muestra las capas que se cruzaron espacialmente para la construcción de los ecosistemas del área de estudio, a escala 1:25000.

Figura 2-5 Diagrama Metodológico del Mapa de Ecosistemas terrestres



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

– **Metodología para la identificación de unidades de cobertura y uso actual del suelo**

La identificación de coberturas de la tierra se desarrolló a través de la combinación de la interpretación de imágenes de sensores remotos y la verificación de puntos de control en campo.

➤ **Identificación, sectorización y descripción de las coberturas de la tierra**

Para la caracterización de las coberturas de la tierra, se realizó inicialmente una labor de oficina, en la cual se elaboró el mapa temático preliminar de coberturas de la tierra, con el apoyo del personal del Sistema de Información Geográfica (SIG). Este proceso se basó en la interpretación de Imágenes satelitales RAPIDEYE del año 2014 resolución espacial de 5m. e imagen de sensor LÍDAR vigencia 2015; posteriormente, mediante labor de campo se verificaron y validaron las coberturas de la tierra como insumo para la reinterpretación y ajustes en la elaboración del mapa definitivo.

✓ *Interpretación de imágenes*

La obtención de la cartografía temática se efectuó a partir de los principios básicos de la interpretación de imágenes: detectar, reconocer, identificar, agrupar y clasificar los objetos que cubren un espacio sobre la superficie terrestre y en la manera como se manifiestan en la imágenes, a través de los fundamentos de la fotointerpretación como son: tono, textura, patrón, forma y tamaño, los cuales son indicativos y se constituyen en clave de identificación, dependiendo del tipo de registro espectral, escala y fecha de toma de la escena en cuestión.

Teniendo en cuenta la Metodológica General para la Presentación de Estudios Ambientales se utilizó para la clasificación de las coberturas la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (2010), incluyendo las modificaciones realizadas a la leyenda por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, modificaciones que permiten un mayor detalle en los niveles 3, 4, 5 y 6, con la finalidad de construir un mapa temático a escala 1:25.000, acorde a las necesidades del proyecto.

La interpretación de las imágenes LÍDAR se realizó teniendo en cuenta criterios fisonómicos y estructurales de la vegetación, combinados con las características fisiográficas, geomorfológicas y ecológicas del área de estudio. Se utilizaron criterios relacionados con el tipo de vegetación, tamaño de las copas de los árboles e identificación de estratos.

▪ Imágenes LÍDAR

Las fotografías aéreas se obtuvieron a través de un vuelo fotogramétrico de alta resolución en el año 2015. Cabe anotar que en las áreas en las cuales no existía cubrimiento de las fotografías aéreas, se emplearon las imágenes satelitales RAPIDEYE del año 2014.

Con base en las ortofotos y la cartografía base se realizó un reconocimiento de la zona, seguido por una foto lectura de las imágenes, fijando patrones de interpretación, los cuales permitieron identificar y definir las coberturas de la tierra y la elaboración de una leyenda preliminar de tipo jerárquica. A partir de la clasificación de las imágenes y de la leyenda preliminar se estableció la codificación de las coberturas de acuerdo a la Leyenda Corine Land Cover para Colombia (2010).

• Metodología para la caracterización vegetal

Dentro del proceso para la cuantificación de la diversidad florística y análisis estructural de la vegetación para el estudio de impacto ambiental del proyecto, se siguieron tres (3) etapas: Una inicial, donde con base en cartografía e información existente de la zona se establecieron posibles puntos de muestreo y se concretaron detalles previos al trabajo de campo; la segunda, donde se definieron los puntos de muestreo, el establecimiento de parcelas y la toma de datos; y una última etapa relacionada con el procesamiento y análisis de la información.

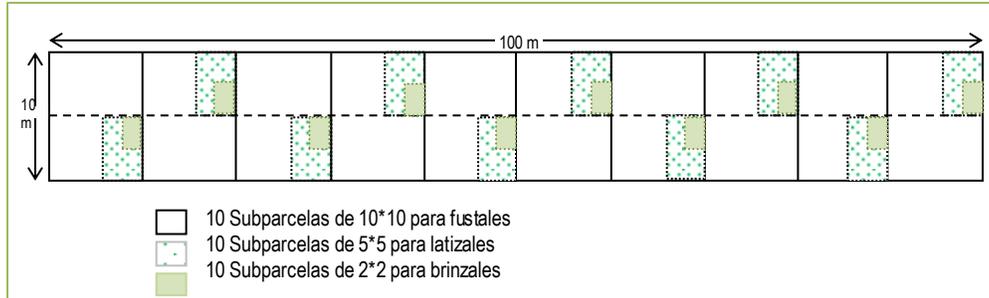
La resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), establece en el numeral 5.2.1.1 “*los muestreos que se lleven a cabo para la caracterización florística deben efectuarse a partir del levantamiento de parcelas y ser estadísticamente representativos en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor del 15%*”.

➤ Tipo de muestreo para caracterización de las unidades florísticas

El tipo de muestreo correspondió a un muestreo estratificado al azar, en el cual la estratificación corresponde a los ecosistemas naturales identificados en el área de estudio. La forma de las parcelas para las unidades florísticas identificadas (Bosques

fragmentados con vegetación secundaria, vegetación secundaria alta, vegetación secundaria baja, bosque de galería con predominio de árboles y bosque de galería mixtos) presenta forma rectangular, dada que esta genera una menor relación área perímetro, lo que garantiza un menor efecto borde. Adicionalmente, estas parcelas son fáciles de establecer y se pueden subdividir en parcelas de menor tamaño que permiten el muestreo de otros tipos de vegetación

Figura 2-6 Diseño de parcelas para muestreo de Flora



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Las parcelas fueron georeferenciadas en el punto inicial y final para luego ser localizadas en el plano. El levantamiento de las parcelas se realizó fijando un eje de 100 m, con 5 m a cada lado, demarcadas con estacas. La parcela tiene un área de 1.000 m², con trazos de 10 m x 100 m (equivalente a 10 subparcelas de 10 x10 m), lo que quiere decir que el área representativa es de 0,1 ha. La Figura 2-6, muestra el diseño de las parcelas propuestas para la caracterización florística y estructural de las coberturas boscosas en el área de estudio.

Las cuadrillas en campo trabajaron de manera paralela, en diferentes puntos del área de estudio, cada equipo de trabajo estuvo conformado por un ingeniero forestal y dos auxiliares de campo. Una vez localizado el punto de muestreo por cada una de las cuadrillas, se inició con el establecimiento de la parcela de acuerdo con las especificaciones de tamaño y forma descritas anteriormente. Se usó fibra sintética con una longitud de 100 metros extendida, señalando el eje de la parcela

Fotografía 2-1 Establecimiento de parcelas en campo



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- Determinación del tamaño de la muestra

Para cada una de los ecosistemas naturales identificados, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%.

Tabla 2–11 Fórmulas empleadas para cálculos estadísticos

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
Promedio (X)	$X = \frac{\sum Xi}{n}$ donde: Xi= valor observado de unidad i-ésima de la muestra n= número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}}{n - 1}}$
Coeficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{X} * 100$
Error estándar (Sx)	$Sx = \frac{S}{\sqrt{N \frac{1-n}{N}}}$ donde: S = Desviación estándar N= Tamaño de la muestra (número de unidades muestréales) n= Tamaño de la población (expresado en parcelas)
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(Sx)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- Selección de los sitios de muestreo

De acuerdo con la información suministrada por el mapa temático de coberturas de la tierra, los puntos se escogieron al azar; sin embargo, se eliminan como sitios posibles los predios con los que no se cuenta con permiso de ingreso, zonas con dificultad extrema de acceso y zonas con algún problema de orden público.

- Desarrollo de actividades en campo

Se constituyeron 3 cuadrillas en campo, las cuales marcaron las parcelas en campo con las letras (A,B y C). Los muestreos se realizaron desde el 11 de febrero hasta el 1 de marzo de 2016.

Con la parcela establecida se procedió a dar inicio al proceso de recolección de información primaria para la caracterización de las coberturas naturales. Dentro del área de muestreo se inició la medición y registro de información de los individuos encontrados, teniendo en cuenta que la parcela de 10 x 100 m se divide en 10 subparcelas de 10 x 10 m, donde se censaron y midieron todos los individuos fustales con diámetro ≥ 10 cm diámetro a la altura de pecho (DAP a 1,3 m del suelo). Las dimensiones de la parcela fueron de 100m x 10m, en las que se evaluaron todos los árboles con DAP mayor o igual a 10 cm. Dentro de estas parcelas se establecieron subparcelas de 10m x 10m para latizales, que incluyen los individuos con alturas mayores o iguales a 1,5 m y con DAP mayor a 5 cm y menor de 10 cm, y subparcelas de 2m x 2m para brinzales, integrados por individuos con alturas menores a 1,5 m y DAP menor a 5 cm, como se observa en la Figura 2-6 y Tabla 2–12.

Tabla 2–12 Criterios para la diferenciación de fustales, latizales y brinzales

CATEGORÍA	CATEGORIA DE TAMAÑO	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	MEDIDAS DE LA PARCELA	ÁREA PARCELA (m ²)
Renuevo o plántula	CT1	Altura menor a 30 cm	2 x 2 m	4 m ²
Brinzal	CT2	Altura entre 31 a 150 cm		
Latizal	CT3	Altura > 150cm y DAP<10 cm	5 x 5 m	25 m ²
Fustal		DAP>10 cm	10x100 m	1000 m ²

Fuente: Guía Técnica de Inventarios Forestales, MADS 2002

Durante el proceso de marcación de la parcela y de los individuos de tipo fustal y latizal se usó pintura de tránsito pesado de color amarillo con el fin de garantizar la permanencia (Ver Fotografía 2-2). Para la marcación se generó una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los latizales fueron marcados con una “X”. Los individuos de tipo brinzal no se marcaron debido al tamaño de estos. El primer individuo de cada parcela se marcó con la letra de la comisión (A, B ó C) y el consecutivo de la parcela.

Fotografía 2-2 Marcación de individuos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

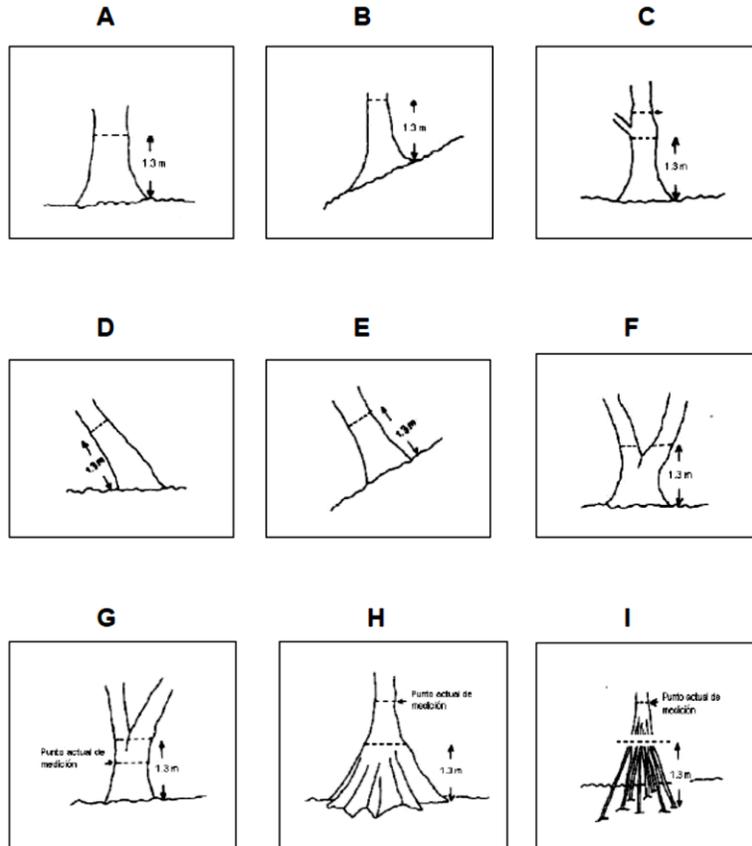
El proceso de recolección de información primaria para la caracterización de las coberturas vegetales, se realizó para todos los individuos, a través del diligenciamiento en los colectores electrónicos JUNO- SD.

➤ Toma de información en parcelas de caracterización vegetal

-Identificación de las especies: en todos los casos se intentó identificar al nivel taxonómico más detallado posible (nivel de especie) los individuos censados. En los casos en los que esta identificación no fue posible se colectó una muestra para su posterior identificación (este procedimiento se detalla en el proceso de Colección y determinación botánica).

-Diámetro a la altura del pecho (DAP): Corresponde a la medida del diámetro del tallo del individuo a una altura a 1,3 m del suelo. Esta medida se utilizó para el cálculo del área basal y volumen. En la Figura 2-7 se presentan las recomendaciones que se tuvieron en cuenta para realizar esta medición.

Figura 2-7 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados



Fuente: Melo y Vargas (2001).

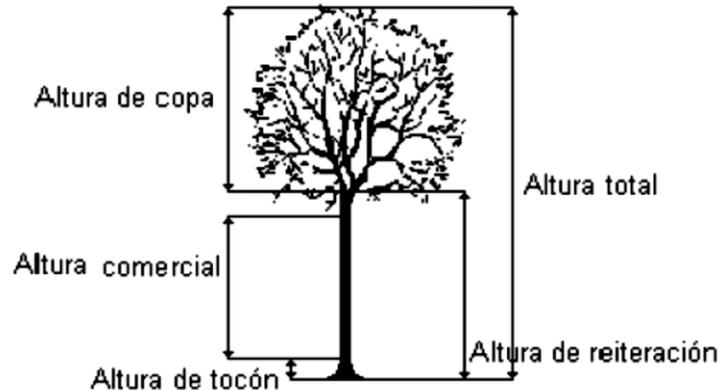
-Altura total: Es la longitud que se presenta desde la base del árbol sobre la superficie del suelo hasta su ápice.

-Altura base de copa: Es la longitud entre la base del árbol y punto donde aparecen las primeras ramas verdaderas (copa).

-Altura comercial: Es la longitud entre el tocón y un diámetro superior mínimo aprovechable.

La siguiente gráfica ilustra el criterio utilizado para la estimación de las diversas alturas en campo:

Figura 2-8 Definición de los diferentes tipos de altura



Fuente: Melo y Vargas (2001).

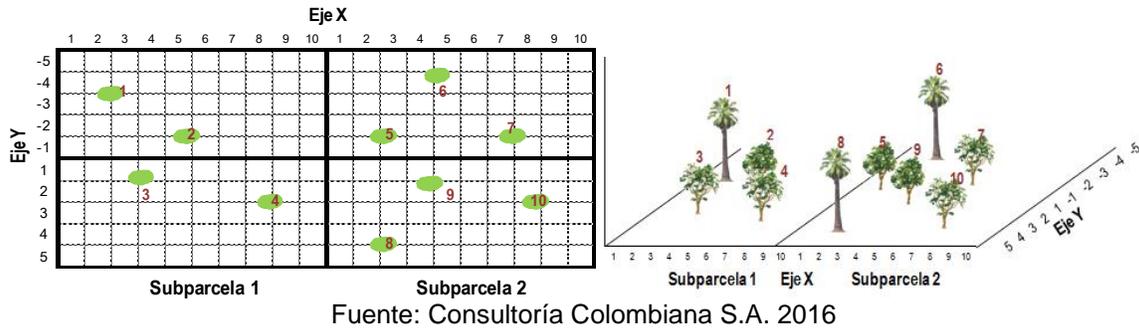
- Hábitos de crecimiento: los datos de hábitos de crecimiento se registraron conforme a las formas biológicas relacionadas a continuación:
 - Árboles (A): individuos que alcanzan la madurez a una altura mayor o igual a 4 m, con crecimiento secundario y acumulación de tejido leñoso que forma fuste claramente definido.
 - Arbustos (T): plantas leñosas que alcanzan la madurez a una altura menor de 4 m, sin fuste claramente definido, generalmente muy ramificados desde la base del tallo.
 - Herbáceas terrestres (Hr): plantas sin crecimiento secundario poco aparente, generalmente de porte pequeño, que crecen directamente sobre el suelo.
 - Herbáceas epífitas (HE): crecen sobre un soporte, generalmente el fuste o las ramas de los árboles, p.e. muchas especies de Bromeliaceae. Esta categoría no se incluye dentro del diseño de muestreo de la vegetación, pero ocasionalmente se pueden coleccionar algunos individuos que se encuentren en estado reproductivo y de fácil acceso para su colección.
 - Helechos (F): se subdividieron en Arbóreos (fa), helechos con porte arbóreo y que forman un “tallo” definido, p.e. *Cyathea arborea*; Herbáceos terrestres (fhr), que crecen en el suelo; Herbáceos epífitos (fhe) (véase herbáceas epífitas); y por último, se encuentran los Helechos escandentes (fsh), que pueden considerarse como un tipo de escandentes herbáceos (trepadora sin tejido leñoso).
 - Herbáceas saprofitas (Hsa): dentro de esta categoría se encuentran muchas especies de Triuridaceae (*Sciaphila*, *Triuris*), Burmanniaceae.
 - Herbáceas parásitas (O): dentro de este hábito se reportan las Balanophoraceae que parasitan las raíces.
 - Herbáceas acuáticas (Ha): plantas sin crecimiento secundario, o poco aparente, generalmente de porte pequeño, que crecen directamente sobre el agua, p.e. *Pistia*.
 - Escandentes herbáceos (SH) o enredaderas, con crecimiento secundario ausente o poco notorio; de tallos más delgados, según Gentry (1991) tienden a crecer en claros o bordes del bosque o en áreas perturbadas.

- Hemiepífitas herbáceas (SEH): tienen fases de escandente y fases de epífito durante su desarrollo. En algunos casos inician su vida como epífitas que luego desarrollan raíces adventicias que alcanzan el suelo (dando la apariencia de tallos, pero siendo raíces) como sucede con algunas especies de *Clusia* que son hemiepífitas leñosas (SEL); otras tienen la estrategia inversa, iniciándose como escandentes y perdiendo luego su contacto con el suelo se tornan en epífitas, como sucede con muchas especies del género *Anthurium*.
- Escandentes leñoso (SL): plantas que necesitan de un soporte, generalmente otros vegetales, para desarrollarse, pero que, a diferencia de las epífitas, mantienen el contacto radicular con el suelo. Pueden presentar varios mecanismos para trepar: por zarcillos, raicillas, ramas volubles, espinas o alguna combinación de las anteriores. Se consideraron los siguientes subtipos: primero, Escandentes leñosos (SL) o lianas en la terminología empleada por Gentry, tienen crecimiento secundario en el tallo, generalmente son dicotiledóneas, aunque se incluyen en esta categoría excepciones como *Desmoncus* y *Heteropsis* entre otras; inician su vida como arbustos en el sotobosque, y crecen en los bosques maduros.
- Estranguladoras (SZL): tipo bastante peculiar, se asemejan a las hemiepífitas leñosas porque durante su ciclo de vida exhiben los hábitos epífitos y escandentes, variando el inicial, según la especie. Un ejemplo típico lo constituyen algunas especies de *Ficus*.
- Palmas (P): plantas de la familia *Arecaceae*. Se emplean la siguiente nomenclatura. Palmas arbóreas (PA), que pueden ser Cespitosas (PAC) o Monoestipitada (PAM). Las Palmas arbustivas (PT) incluyen tipos Cespitosos (PTC), Monoestipitados (PTM), Agrupadas (PTa) y algunas formas permanentemente Acaules (PTU). Finalmente, las palmas Escandentes (PSL), del género *Desmoncus*, son catalogadas como forma leñosa por el grado de rigidez y firmeza que alcanzan sus estipes. Algunos ejemplos: palmas que tienen porte arbóreo y tienen varios estipes (o tallos), p.e. *Oenocarpus mapora* H. Karst.; palmas que tienen porte arbóreo y un solo tallo *Oenocarpus bataua* Mart.; palmas que tienen porte arbustivo y tienen varios estipes (o tallos) el género *Areca*.
- Por último, se consideran los estados de crecimiento, como son las Plántulas (R), individuos que pueden alcanzar portes arbóreos o arbustivos, pero que solo tienen algunos meses desde la germinación.

-Datos de perfil de vegetación

Con el fin de obtener los datos necesarios para realizar los perfiles de vegetación, cada parcela se dividió en diez (10) subparcelas, para facilitar el registro de la posición espacial bajo un plano de coordenadas cartesianas, en la Figura 2-9 se observan dos (2) subparcelas con el fin de graficar el desarrollo del trabajo en campo.

Figura 2-9 Localización de individuos para perfil de vegetación



-Colección y determinación botánica

La colección y preservación del material botánico en campo se realizó de acuerdo la guía para la recolección de material vegetal, publicado en la página virtual del herbario forestal de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Básicamente las actividades realizadas en campo fueron:

- Colección de muestras, con su respectivo duplicado, en lo posibles fértiles, aunque esta condición no fue muy frecuente.
- Registro de datos: se tomaron datos de localidad, altitud, coordenadas, voucher morfo, características taxonómicas relevantes (olores, colores, formas) que tienden a desaparecer después del proceso de alcoholizado. De acuerdo a los conocimientos de los profesionales se determinó familia, género y especie.
- Prensado, alcoholizado y embalaje de material.
- Digitación de etiquetas (Ver modelo de etiquetas Figura 2-10)
- Transporte del material botánico al herbario para su determinación.

Las fotos que se presentan a continuación detallan las actividades relacionadas con la colecta y prensado del material botánico:

Fotografía 2-3 Colección del material botánico



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En campo cada muestra botánica se empacó en papel periódico debidamente rotulado y posteriormente alcoholizado, de tal forma que se previniera el desprendimiento de hojas y el ataque de hongos (Fotografía 2-4); una vez realizado el tratamiento, se guardaron en bolsas herméticamente selladas para su traslado hasta el herbario Nacional de Colombia (COL).

Posteriormente en el laboratorio, se procedió a secarlas en un horno a 60° C durante 48 horas con la ayuda de prensas metálicas. Las muestras secas fueron identificadas por un especialista en botánica.

Fotografía 2-4 Descripción y prensado de muestras



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Las categorías de uso utilizadas, se tomaron con base en las definidas por (Acero, 2005) y corresponden a las relacionadas en la Tabla 2–13, se considera que la categorización de los usos, responde a una importancia económica y cultural de las especies.

Tabla 2–13 Categorías de uso e importancia para las especies de flora

Abreviatura	Categoría de uso	Abreviatura	Categoría de uso
Ace	Aceites	Ins	insecticida
Adhe	Adhesivo o pegante	Jab	Jabón
Af	Alimento fauna	Leñ	Leña
Ah	Alimento humano	Mart	madera artesanal
Art	Artesanías	Ma	madre de agua o conservación de márgenes hídricas
Bar	Barbasco	Maco	madera para construcción
Cv	Cerca viva	Maeba	madera para ebanistería
Col	Colorante	Maemba	madera para embarcaciones
Comb	Combustible	Med	Medicinal
Folcl	De interés folclórico	Main	madera para instrumentos
His	De interés histórico	Orn	ornamental
Env	Envoltura de alimentos	Res	resinas y cauchos
Esen	Esencias	Som	Sombrío
Fib	fibras y amarres	Tan	Tanino
For	forraje	N.d	No definido

Fuente: Acero, 2005.

– Procesamiento de la información

➤ Análisis Estructural – Fisionómico Coberturas boscosas

Con el fin de determinar la estructura y composición de las masas boscosas y de vegetación secundaria presentes en el área de estudio se evaluaron parámetros como la estructura horizontal, estructura vertical, estructura total o dinámica, diversidad alfa (α), grado de agregación de las especies, regeneración natural y la composición florística. A continuación se describe cada uno de estos parámetros y en la Tabla 2–14 se muestra las ecuaciones empleadas para su determinación.

✓ Estructura vertical

Se analiza desde el punto de vista de estratificación, considerando la altura total de los árboles y realizando la separación en capas o estratos. Como metodología para Perfiles de vegetación y cálculo de la posición sociológica.

-Perfiles de vegetación

Se elaboraron perfiles de vegetación, como una representación bidimensional de una estructura tridimensional que es el bosque, conformado por fajas estrechas. Se realizaron mediciones exactas de la posición y altura de todos los árboles de la parcela, así como de la amplitud y profundidad de sus copas a partir de la altura mínima inferior arbitraria. Se midieron las siguientes variables: coordenadas planas de cada uno de los árboles, diámetro normal, diámetro de copa, altura total, altura hasta la base de la copa y la identificación del árbol.

Esta información se trasladó a una gráfica de barras, en donde se ubica en el eje X los individuos y en el eje Y la altura de los mismos. Posteriormente y basados en bocetos de las formas de las copas realizados en campo, se reemplazaron las barras por dibujos de árboles, que corresponden a las características de los individuos; es decir, a su hábito de crecimiento (Villareal et al., 2004).

✓ Estructura horizontal

El análisis estructural permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y tendencias del futuro desarrollo de las comunidades forestales, que son básicas para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque; ésta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia, distribución espacial y el número de especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema. Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.), así como el coeficiente de mezcla y el grado de agregación.

✓ Estructura total o dinámica

La estructura total o dinámica se evalúa a través de las abundancias por clases diamétricas. Las clases diamétricas corresponden a intervalos de diámetros, la estructura de estas entidades permiten realizar análisis sobre el estado ecológico y de conservación de la masa forestal, siendo posible detectar procesos de regeneración vegetal o envejecimiento. Las clases diamétricas se determinaron de acuerdo a lo especificado en la Tabla 2–14).

- Medición de riqueza, diversidad alfa

La mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, se dividen en dos grandes grupos:

- Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); para lo cual se emplearon en el presente estudio el índice de Margalef (Ver Tabla 2–14).
- Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (estructura horizontal: abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.), para tal fin se empleará el índice de Shannon (Tabla 2–14).

✓ Regeneración natural

La regeneración natural incluye el análisis de la abundancia relativa, frecuencia relativa y categoría de tamaño para los individuos que presentan $DAP < 10\text{cm}$. Este análisis se reporta con el fin de analizar de manera somera las dinámicas regeneracionales de la masa forestal. La ecuación implementada se muestra en la Tabla 2–14.

✓ Composición florística

En esta apartado se identifican todas las familias, géneros y especies halladas en cada tipo de ecosistema, con el fin de determinar cuáles son más importantes de acuerdo a su abundancia o rareza

Tabla 2–14 Fórmulas empleadas en la caracterización vegetal del proyecto

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Abundancia absoluta	Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario.	$A_a = N^{\circ} \text{ de individuos por especie}$
Abundancia relativa	Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.	$A_r = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ de individuos en el área muestreada}} \times 100$
Frecuencia absoluta	Es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo, se agrupan en cinco clases.	$F_a = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{N^{\circ} \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$ <p>I Fa=1-20 Muy poco frecuentes II Fa=20.1-40 Poco frecuentes III Fa=40.1-60 Frecuentes IV Fa=60.1-80 Bastante frecuentes V Fa=80.1-100 Muy frecuentes</p> <p>La unidad de muestreo corresponde a las subparcelas.</p>
Frecuencia relativa	Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies	$F_r = \left(\frac{F_a \text{ de una especie}}{\sum F_a} \right) \times 100$
Dominancia absoluta	Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio	$D_a = \sum \text{de las áreas basales de todos los individuos una especie tomados en la muestra}$ <p>Donde área basal es: $A_b = 0.78 \times DAP^2$</p>

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.	
Dominancia relativa	Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra.	$D_r = \frac{\text{Área basal total por especie}}{\sum \text{Áreas basales en el área muestreada}} \times 100$
Índice de Valor de Importancia IVI	Es la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia, el valor máximo es de 300 y se presenta cuando solamente hay una especie presente en el área muestreada.	$I.V.I. = A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$ Ar% : Abundancia relativa Fr% : Frecuencia relativa Dr% : Dominancia relativa
Coefficiente de mezcla	Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.	$C.M. = \frac{N^\circ \text{ de especies}}{N^\circ \text{ de individuos}}$
Grado de agregación	Determina la distribución espacial de las especies.	$G_a = \frac{D (\text{Densidad observada})}{d (\text{Densidad esperada})}$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
		$D = \frac{N^{\circ} \text{ total de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ total de parcelas muestreadas}}$ $d = -\log\left(\frac{1-F}{100}\right)$ <p><i>F = frecuencia absoluta de la especie</i></p> <p>Conforme a este sistema los valores de D/d significan:</p> <p>$D/d > 1$: indica una tendencia al agrupamiento</p> <p>$D/d > 2$: significa que la especie está agregada</p> <p>$D/d = 1$: significa que la especie tiene una distribución al azar</p> <p>$D/d < 1$: es indicación de que la especie se halla dispersa</p>
Clases diamétricas	Permiten agrupar los diámetros medidos en el inventario para facilitar el procesamiento de los datos.	Las clases diamétricas se establecen a partir de un DAP de 10 cm y son las siguientes: I 10-19,9 cm IV 40-49,9 cm II 20-29,9 cm V 50-59,9 cm III 30-39,9 cm VI 60-69,9 cm Se deben generar tantas clases como rangos de DAP se encuentren
Estructura vertical - Método cualitativo - Perfil	Consiste en la elaboración de un diagrama de perfil de la vegetación, el cual presenta la distribución de los individuos dentro de la parcela, para lo cual se debe tener registro de los DAP, las alturas comercial y total, proyección de copas y posición en coordenadas de cada uno de los árboles; así como su especie correspondiente. El perfil se	

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	construyó a partir de un plano coordinado atendiendo a la dimensión de las parcelas de 100 x 10m.	
Posición sociológica	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque, puede decirse entonces que una especie determinada tiene un lugar asegurado en la estructura y composición florística, cuando esté presente en todos los estratos. (TROPENBOS, 1991).	$VF = \frac{n}{N}$ <p>VF= Valor Fitosociológico n= Número de individuos del substrato N=Número total de individuos de todas las especies.</p> <p>PSa = VF(i) * n(i) + VF(m) * n(m) + VF(s) * n(s)</p> <p>En que: PSa = Posición sociológica absoluta; VF = Valor fitosociológico del sub-estrato; n = número de individuos de cada especie; i: inferior; m: medio; s: superior</p> <p>Categorías de los estratos en la masa boscosa: Estrato superior (dominante) alturas superiores a 12,0 m, estrato medio (codominante (alturas entre 9.0 a 12 m, Estrato inferior (dominado) alturas menores a 9 m</p>
Regeneración natural	La regeneración natural según LAMPRECHT (1990), implica el desarrollo de un estado más productivo del bosque; de esta manera un buen desarrollo de la regeneración determina que se presenten unas cantidades suficientes de semillas viables	$RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$ <p>Dónde:</p> <p>RN%=Regeneración natural relativa. A%RN=Abundancia relativa de la regeneración natural. F%RN=Frecuencia relativa de la regeneración natural. CT%RN =Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural.</p> <p>Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural ct = VF(CT1) * n(CT1) + VF(CT2) * n(CT2) + VF(CT3) * n(CT3) Dónde :</p>

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	así como unas condiciones micro climático y edáfico adecuado para su germinación y desarrollo.	<p>Las categorías de tamaño se definen de la siguiente manera</p> <p>CT1: Renuevo = 0 - 0,30 m de altura</p> <p>CT2 individuos con alturas menores e iguales a 1.5 m</p> <p>CT3 Individuos con alturas mayores a 1.5</p> <p>n es el número de individuos por categoría de tamaño y VF se calcula con la siguiente formula:</p> $VF = \frac{n}{N}$ <p>VF= Valor Fitosociológico n= Número de individuos del substrato N=Número total de individuos de todas las especies</p>
Volumen	Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ <p>Dónde: $A_b = \text{Área basal}(m^2)$ $A_b = 0.78 \times DAP^2$</p> <p>$DAP = \text{Diamétero a la altura del pecho}$ (medido a 1.30 m del nivel sel suelo)</p> <p><i>DAP Cuadrático</i></p> $= \sqrt{\sum DAP^2 \dots n, \text{ para individuos con más de un eje}}$ <p>$VOL = \text{Volumen}(m^3)$ $h_c = \text{Altura comercial}(m)$ o $h_t = \text{Altura total}$ $F_f = \text{Factor de forma balanceado}(0.6)$ para especies nativas de bosque natural.</p> <p>Tomado del Acuerdo 028 del 30 de Noviembre La altura total corresponde a la mayor altura de las ramificaciones</p>
Índice de Margalef	Para medir la riqueza o variedad de especies, relacionan el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada.	$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$ <p>Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies</p>
Índice de diversidad de	Es igualmente una medida de	$H' = - \sum P_i \ln P_i \text{ y } \sum P_i = 1$ <p>Dónde:</p>

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Shannon & Wiener	la diversidad o riqueza en especies de una población dada	$P_i = \text{abundancia proporcional de la especie } i, \text{ lo cual implica obtener el número de individuos de la especie } i \text{ dividido entre el número total de individuos de la muestra.}$

Fuente: Modificado de la Guía Técnica para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques Naturales del Ministerio del Medio Ambiente (2002) y la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales (2010).

➤ Especies amenazadas

Con la finalidad de encontrar las especies amenazadas se realizó la consulta en las siguientes fuentes: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) versión 2015.4 y los listados contenidos en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015), al igual que la Resolución 192 de 2014 y los Libros Rojos de las Plantas de Colombia, 2006.

➤ Hábitats de preferencia y distribución de las especies

Este análisis se realiza sobre las especies registradas en el área de influencia del proyecto que se encuentran dentro de las categorías de amenaza VU (Vulnerable), EN (En peligro) y CR (Peligro crítico), de los listados publicados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) versión 2015.4, la Resolución 0192 de 2014 y los Libros Rojos de las Plantas de Colombia, 2006,

• Metodología Fragmentación

El desarrollo de proyectos de infraestructura, implica en la mayoría de casos modificación en los flujos entre los ecosistemas en el paisaje afectando la conectividad; así mismo, el efecto contrario a la conectividad es la fragmentación, el cual implica cambios en la composición del paisaje, estructura y función y ocurre sobre un telón de fondo de mosaico de parches naturales, creados por cambios en los accidentes geográficos y disturbios naturales (Vila *et al.*, 2006).

La evaluación del estado del paisaje se realiza mediante la estimación de diversas métricas que generan las herramientas *v-late 2.0 beta* y/o *Fragstat*. El programa *v-late 2.0 beta*, según Vila *et al.* (2006) fue creado el año 2003 por un equipo del Landscape and Resource Management Research Group, de la Universidad de Salzburg (Austria), dirigido por Dirk Tiede en el marco del proyecto de investigación europeo denominado SPIN (Spatial Indicators for Nature Conservation). Trabaja en formato vectorial y se presenta como una extensión de ArcGis. El programa *Fragstats* fue creado el año 1995, fue desarrollado por el Dr. Kevin McGarigal y Barbara Marks en la Universidad estatal de Oregón. Funciona esencialmente en formato raster, es considerado el programa más completo por lo que se refiere a la diversidad y capacidad para desarrollar cálculos métricos y se trata de un programa de acceso libre. Debido a las condiciones particulares y resultados relevantes que arrojan los dos programas, los análisis se realizan con ambos.

Tabla 2–15 Índices utilizados para la evaluación del paisaje.

Tipo	Índice	Descripción
ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD	NP	Número de parches de la clase en el paisaje
	CA	Área total (ha) de clase
	MPS	Tamaño promedio del parche (ha)
	PD	Densidad de Parches
	LPI	Índice del parche mayor del la clase (%)
	PLAND	Porcentaje de la clase en el paisaje
FORMA	SHAPE	Índice de forma
	MSI	Media del índice de forma
	PARA-MPAR	Relación Perímetro – Área
	MFRACT	Dimensión Fractal
BORDE	PERIM	Perímetro del parche
	TE	Borde Total
	ED	Densidad del Borde
ÁREA NÚCLEO o INTERIOR	NCA- NCORE	Número de áreas núcleo
	CORE	Área núcleo o interior
	TCA	Total área núcleo (Ha)
	(CAI):	Índice de área núcleo (%)
DIVERSIDAD	RIQUEZA	Riqueza de Parches
	SHANNON	Diversidad de Shannon
	SIMPSON	Diversidad de Simpson
PROXIMIDAD	MPI	Índice medio de proximidad
CONECTIVIDAD	CONNECT	Índice de conectividad

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.3 Epífitas vasculares y no vasculares

A continuación se describen las actividades que se siguieron para realizar la caracterización florística de las especies de Epífitas Vasculares, No Vasculares briofitos y líquenes para el “Estudio de Impacto Ambiental construcción corredor vial Bucaramanga – Barrancabermeja - Yondó”.

- **Selección de áreas de muestreo**

El levantamiento de información de Epífitas Vasculares y No vasculares se realizó por parte de dos profesional con experiencia en el área de plantas vasculares y otro en el área de plantas no vasculares (Líquenes, Hepáticas y Musgos) las actividades de campo se realizaron del 19 de febrero al 4 marzo de 2016. Con la ayuda del mapa de ecosistemas y el área de estudio del proyecto, se identificaron los ecosistemas con las coberturas vegetales naturales presentes, (Bosques de galería, Vegetación secundaria y bosques fragmentados) las comisiones se encargaron de realizar los levantamientos necesarios para la caracterización en cada uno de los ecosistemas teniendo en cuenta el área de estudio del proyecto.

- **Metodología, técnicas de muestreo y selección del forófito**

Para conocer la composición de especies y sus relaciones ecosistémicas en el área de estudio, se revisaron 8 unidades de muestreo (forófitos) por parcela en las coberturas naturales presentes.

- **Esfuerzo de muestreo**

- **Vasculares**

Se seleccionaron 8 forófitos por parcela en cada cobertura natural presente en el área de estudio. Se realizaron como mínimo 3 parcelas.

- **No Vasculares**

Se seleccionaron 8 forófitos por cobertura natural presentes en el área de estudio y se usó una plantilla de acetato de 30 X 20 cm con cuadrícula de 1 cm² (600 cm² en total), se realizaron dos levantamientos por árbol. Se realizaron como mínimo 3 parcelas.

Para la caracterización se escogieron diversas especies forestales en categoría fustal, ubicado en el transepto mencionado anteriormente mencionada.

Los diversos forófitos cumplieron con las siguientes condiciones:

- ✓ Los árboles deben tener una buena representatividad en cuanto a la abundancia de epífitas.
- ✓ Sus coronas (dosel) no deben ser superpuestas, por lo tanto debe existir una distancia de 12.5 m aproximadamente de distancia entre ellos.
- ✓ Los árboles en su mayoría deben tener cortezas rugosas.

- **Distribución vertical y muestreo**

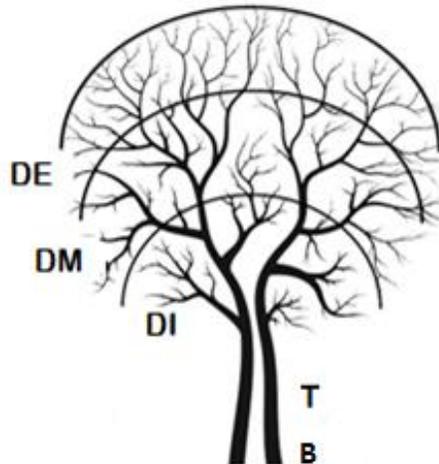
De acuerdo con Johansson (1974) el árbol hospedero es el área muestreal que sostiene fracciones de la comunidad epífita. En este sentido es la posición de las epífitas la que determina la distribución vertical de la comunidad epífita en los diferentes estratos de la cobertura vegetal. En este sentido, la caracterización se realizó, dividiendo el árbol hospedero en cinco (5) zonas como se muestra en la Figura 2-11.

- **Epífitas Vasculares**

El método de caracterización consistió en realizar una exploración visual directa o con la ayuda de los binoculares, desde la base de cada árbol hasta el dosel exterior, se identificaron las especies de epífitas presentes y se contó el número de sus individuos; en el caso de las especies gregarias (e.g. *Tillandsia recurvata*), se contaron las agrupaciones de individuos o ramets. La información del nombre de la especie, el número de individuos contados o estimados y su distribución vertical, se incluyó en el respectivo formato de colecta de datos para caracterización de epífitas vasculares.

En cada forófito se buscó hacer la observación en todo el perímetro del mismo, en el caso de no tenerse visibilidad de las porciones altas del árbol se buscó un lugar de observación más apropiado, se realizó la recolecta siempre que se desconocía la identidad taxonómica de la epífita. Adicionalmente, en campo se tomaron registros fotográficos detallados de los ecosistemas, de las unidades muestrales y de las especies encontradas, para lo cual se usaron cámaras fotográficas semiprofesionales. Ver Figura 2-11.

Figura 2-11 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epifitas en el área de influencia directa del estudio. B (Base), T (Tronco), DI (Dosel interno), DE (Dosel externo)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

– Epífitas no Vasculares

Como se mencionó anteriormente en los árboles seleccionados con mayor diversidad o presencia de briófitos y líquenes, se registraron todas las morfoespecies presentes desde el suelo hasta los 2m de altura sobre el forófito con su respectiva toma de fotografía y colecta. En los formatos de campo se registró toda la información correspondiente al hábitat de crecimiento de las especies, datos ecológicos y se especificó el estrato en el forófito, el número de árbol inventariado como hospedero de las epifitas y la información sobre localización geográfica, fecha, tipo de cobertura vegetal, colectores y el número de colección; características ecológicas tales como, formas de crecimiento de musgos y hepáticas (colchones, tepes, tapetes, formas solitarias) como de líquenes (folioosos, fruticosos, crustáceos, dimórficos, gelatinosos, filamentosos), tipo de organismo y abundancia, que se utilizan en el proceso de determinación en laboratorio. (Churchill & Linares, 1995; Valencia & Aguirre, 2002).

Se realizó una exploración visual directa o con la ayuda de una lupa, se determinó la morfoespecie, adicionalmente se tomó la cobertura de briófitos y líquenes con una plantilla en acetato transparente de 30 x 20 cm con cuadrículas de 1cm² (Total: 600 cm²) (Modificado de Iwatzuki, 1960; Wolf, 1993).

Se mide la frecuencia mediante la observación de los ejemplares colectados de forma cualitativa, en cada una de las áreas de muestreo (Churchill & Linares, 1995; Rangel & Velásquez, 1997).

- **Colecta y montaje del material vegetal de vasculares, no vasculares y líquenes**
 - **Epífitas vasculares**

Se recolectaron las muestras de epífitas vasculares, conforme al avance del muestreo, en la mayoría de los casos se recolectaron especies fértiles, no obstante no fue posible hacerlo para todas, dada la fenología de cada especie. Las plantas de porte pequeño se colectaron desde su raíz, en cambio cuando se encontraron lianas y epífitas de gran tamaño, sólo se tomaron muestras de ramas con secciones fértiles (flores y/o frutos). Además para algunos grupos de plantas (e.g. Orchidaceae, Liliaceae, Polypodiaceae) adicionalmente a las hojas, flores y frutos se tomaron muestras de bulbos o rizomas, u otras partes que se consideró eran importantes como caracteres diagnósticos para su identificación.

Colecta: En campo una vez se ha recolectó la muestra con ayuda de alguna herramienta como cuchillo, tijeras o cortaramas para las que se encontraban en partes altas, la misma se depositó en una bolsa plástica y se adjuntó una etiqueta diligenciada y asociado a un número de colección. Las bolsas plásticas con muestras se transportaron en campo en un costal de fibra, procurando acomodarlas para que durante su transporte no sufrieran daños mecánicos.

Prensado: diariamente, después de cada jornada se procedió a tomar cada muestra y colocarla entre hojas de papel periódico de formato 60X30 cm doblado por la mitad, las muestras se acomodaron, para dejar visibles caracteres morfológicos de la planta y de interés taxonómico, además cada muestra se marcó con lápiz de cera con el acrónimo del colector seguido de un número de colección consecutivo.

Alcoholizado: Cada dos o tres días cuando se agrupaban paquetes de muestras del material prensado, hasta un tamaño entre 20 a 30 cm de altura, se procedió a hacer un paquete con la ayuda de tres hojas dobles de papel periódico y pita, con ésta se hacía un nudo en cruz para dejar el paquete lo más ajustado posible. Se acomodaron o juntaron hasta tres paquetes por bolsa de formato 100X70 de calibre grueso, y sobre estas muestras se procedió a esparcir (generosamente) alcohol al 75%, posterior a esto, cada bolsa se selló con doble nudo utilizando cuerda de nylon.

Secado: El material alcoholizado se llevó a laboratorio, allí cada muestra individual se puso entre cartones y separadas por láminas de aluminio corrugado, se apilaron varias muestras se ponen sobre la prensa metálica del horno, y se procedió al secado del material en el horno de flujo de aire a una temperatura de 60 a 80 grados centígrados durante 36 horas aproximadamente.

Luego, en laboratorio los ejemplares con la ayuda de claves, bases de datos, bibliografía especializada y comparación con colecciones de herbario se procedió a su identificación.

– **Epífitas no vasculares**

Colecta: se retirará de la corteza del árbol una muestra del tamaño de la palma de la mano procurando evitar maltratar la muestra o sus estructuras reproductivas, cada muestra se dispondrá en bolsas de papel de una libra debidamente marcadas con los datos de la parcela, el número de forófito y fecha de colecta, paralelo a este proceso se realizará el registro de datos en la libreta de campo, y se consignará la siguiente información, localización geográfica, fecha, tipo de cobertura vegetal, colector y el número de colección; características ecológicas tales como, formas de crecimiento de Musgos, Hepáticas y Líquenes, tipo de organismo, abundancia y estrato en el forófito, que se utilizan en el proceso de determinación en el laboratorio. Esto con la ayuda de una lupa de mano (30X), una navaja o cuchillo de campo, un lápiz o marcador a prueba de agua, se tomará su correspondiente registro fotográfico.

Preservación: Las muestras colectadas en el día se llevarán en bolsas plásticas para ser transportadas en una malla o bolsa de fique, se debe evitar cualquier afectación al material para mantenerlos en buenas condiciones. Luego en la noche las bolsas de papel se dejarán abiertas debidamente organizadas en una caja de cartón, o se dispondrán las muestras en papel absorbente para eliminar la humedad, mientras son transportadas a su destino final.

Transporte: Las muestras se depositarán en bolsas ziploc, y serán organizadas en cajas de cartón debidamente selladas y etiquetadas para ser enviadas al herbario donde se llevará a cabo el proceso de secado y determinación.

Secado: Las muestras se llevarán al horno de secado de flujo de aire por 5 (cinco días). Luego, los ejemplares serán organizados de acuerdo a Normas Internacionales de Colecciones Biológicas en sobres de papel blanco de 75g con su ficha correspondiente y etiqueta para su posterior determinación taxonómica. Esta colección quedará depositada en el Herbario Nacional Colombiano (COL).

Fotografía 2-5 Montaje de Epífitas vasculares y no vasculares



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **Análisis de la información**

Para la riqueza y composición de especies se caracterizará la vegetación epífita vascular y no vascular presente en el área de estudio, analizando, el número de familias, géneros, y especies presentes, así como su riqueza y número de individuos. Para el caso de epífitas no vasculares se analizó presencia/ausencia así como la frecuencia sobre los forófitos muestreados.

Se aplicaron índices de diversidad básicos de riqueza y abundancia con el fin de conocer el estado general de la diversidad, para tal fin se emplearon los índices de Shannon, Margalef y otros estimadores, para lo cual se utilizaron las bases de datos realizadas partir del trabajo en campo en archivos con formato de Microsoft Excel con el listado de especies y su correspondiente abundancia en el muestreo.

La caracterización de la vegetación epífita encontrada en las parcelas de vegetación se determinó mediante la evaluación de las especies encontradas vs. las coberturas que se encuentran en el área de estudio. A continuación se presentan los índices a evaluar tomado de Moreno (2001) y Villareal et al., (2004):

- **Riqueza específica (S)**

Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

- **Índice de diversidad de Margalef**

Relaciona el número de especies de acuerdo al número total de individuos.

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

S = número de especies

N = número total de individuos

- **Estimador Chao 2**

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras)

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Dónde:

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

– **Estimador Jacknife de primer orden**

Estima el número de especies esperadas que solamente ocurren en una muestra o/además de las que ocurren solamente en dos muestras.

$$Jack\ 1 = S + L \frac{m - 1}{m}$$

Dónde:

m = número de muestras

Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L).

– **Estimador Bootstrap**

Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Este estimador de la riqueza de especies se basa en p_j , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j

– **Estimador Chao 1**

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies presentadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra.

– **Índice de dominancia de Simpson**

Muestra la probabilidad que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

– Índice de Equidad Shannon-Wiener

Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra.

– Frecuencia y presencia

Para determinar presencia y frecuencia de especies se utilizará un método cualitativo propuesto por Rangel & Velásquez (1997), en donde se calcula el valor de presencia para cada especie:

n_i/N = Número de transeptos en que se encontró a una especie determinada / número total de transeptos realizados en todo el muestreo.

Puede calcularse de manera directa (%) o según las clases:

- I (0 – 20%)
- II (21 – 40%)
- III (41 – 60%)
- IV (61 – 80%)
- V (81 – 100%)

Se ordenó luego las especies en orden decreciente de mayor a menor presencia. Con esta tabla que se llamará general o no elaborada, se comienzan a detectar tendencias de agrupamientos. Para definir los grupos de levantamientos se trabajará con las especies con presencia entre 20% y 70%, las especies con grado de presencia superior a 70% e inferior a 20% no se toman en cuenta. Debido a que son constantes y esporádicas (raras) y sesgan las relaciones de similaridad.

- **Especies con algún grado de amenaza**

Se realizó una revisión en los diferentes listados internacionales como nacionales que indican algún grado de amenaza para las diferentes especies encontradas en el estudio. En los apéndices CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies de flora y fauna silvestres) se encuentran las listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva, los listados rojos de la UICN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza) de especies amenazadas, la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible donde declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional.

- **Elaboración de fichas descriptivas**

Se elaboró una ficha descriptiva para las especies de epifitas. Esta ficha incluye: registro fotográfico, nivel taxonómico, distribución, ecosistema en la que se registró, estado de conservación según clasificación de IUCN con las siguientes convenciones: (NT) casi amenazado; (CR) peligro crítico; (EN) en alto riesgo de extinción, (VU) vulnerable y (DD) datos insuficientes, categoría CITES apéndice I, II, III y la resolución 0192 del 2014 del MADS.

2.3.2.4 Fauna

La caracterización de la fauna silvestre, tiene como propósito realizar una descripción general de las comunidades de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que habitan en el área de influencia del proyecto. La caracterización se realizará de acuerdo con los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia LITER-1-01 (numeral 3.3.1.2. Fauna) (MAVDT, 2006), así como los métodos y recomendaciones propuestas en la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010) y en el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal, et al., 2006). Adicionalmente, se emplearán los métodos propuestos en los instructivos sobre los Métodos de muestreo de fauna silvestre como insumo para la elaboración de Estudios Ambientales de Consultoría Colombiana S.A., teniendo en cuenta (en los casos que aplique) las metodologías para la recolección de especímenes y muestras de la biodiversidad aprobadas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, mediante Resolución 1469 de 2014.

La caracterización se llevará a cabo en tres (3) fases: 1) levantamiento de información secundaria; 2) levantamiento de información primaria (trabajo de campo); y por último 3) procesamiento e interpretación de la información.

- **Recopilación de información secundaria**

En esta fase, la caracterización consistió en la recopilación y revisión de información secundaria de diferentes fuentes bibliográficas y sistemas de información (Tabla 2–16), con el propósito de conocer la composición, riqueza y abundancia de especies por grupo y ecosistemas, e identificar las especies endémicas, casi endémicas, de interés, migratorias, amenazadas y con valor comercial en el área de influencia del proyecto.

Tabla 2–16 Principales fuentes bibliográficas y sistemas de información consultadas para la obtención de información secundaria

Información general
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia, 2015) • Sistema de información de Alertas Tempranas Tremarctos Colombia 3.0 (Rodríguez-Mahecha <i>et al.</i> 2015) • The IUCN Redlist of Threatened Species (IUCN, 2015) • Resolución 0192 de 2014 (MADS, 2014) • Plan nacional de especies migratorias (Naranjo & Amaya-Espinel, 2009) • Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2015) • EOT`s, POT`s, POMCA`s
Aves
<ul style="list-style-type: none"> • The Birdlife Checklist of the world (BirdLife International 2015) • Aves del norte de Suramérica Vol 1 y 2 (Restallet <i>et al.</i> 2007) • Clasificación de las especies de aves de Suramérica (Remsen <i>et al.</i> 2015) • Guía de las aves de Colombia (Hilty & Brown 2001) • Guía de campo de las aves de Colombia (McMullan & Donegan 2014) • Colibríes de Colombia (Ayerbe-Quiñones 2015) • Aves rapaces diurnas de Colombia (Marquez <i>et al.</i> 2005) • Inventario preliminar de aves y mamíferos presentes en fragmentos boscosos en el medio San Jorge, departamento de Córdoba (Castaño-Villa 1998) • Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia (Chaparro-Herrera <i>et al.</i> 2013) • Libro Rojo de aves de Colombia (Renjifo <i>et al.</i> 2002, Renjifo <i>et al.</i> 2014) • Guía de las aves migratorias de Colombia (Naranjo <i>et al.</i> 2012) • Aves reportadas en jurisdicción de Corantioquia (Corantioquia 2010) • Manual de Métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villareal <i>et al.</i> 2004) • Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres (Ralph <i>et al.</i> 1996) • Handbook of the Birds of the World – HBW Alive (http://www.hbw.com/) • Neotropical Birds Online – Cornell Lab of Ornithology (http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/home)
Mamíferos
<ul style="list-style-type: none"> • Mamíferos de Suramérica (Gardner, 2007) • Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia (Solari <i>et al.</i> 2013) • Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia (Alberico <i>et al.</i> 2000) • Libro Rojo de mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha <i>et al.</i> 2006) • Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional, Ramírez-Chaves & Suárez-Castro (2014) • Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera). (Solari, S. & V. Martínez-Arias. 2014) • Los murciélagos de Colombia: Sistemática distribución, descripción, historia natural y ecología. (Muñoz. J, 2001)
Anfibios
<ul style="list-style-type: none"> • Amphibian Species of the World (Frost, 2015) • Batrachia: Lista de los Anfibios de Colombia (Acosta, 2015) • Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia (Acosta, 2000) • Anfibios de la Región Caribe (Romero-Martínez & Lynch, 2012) • Libro Rojo de Anfibios de Colombia (Rueda-Almonacid <i>et al.</i> 2002)
Reptiles
<ul style="list-style-type: none"> • The Reptile Database (Uetz & Hosek, 2015) • Diversidad de los reptiles en Colombia (Sánchez <i>et al.</i> 1995) • Reptiles de la región Caribe de Colombia (Carvajal-Cogollo <i>et al.</i> 2012) • Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia (Morales-Betancourt, 2012) • Biología y conservación de los Crocodylia de Colombia (Morales-Betancourt, 2013)

- Serpentario Nacional
- Comunidades de reptiles en Humedales y áreas aledañas del departamento de Córdoba (Cárdenas-Arévalo *et al.* 2010)
- Libro Rojo de Reptiles de Colombia (Castaño-Mora, 2004)

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **Levantamiento de información primaria**

El trabajo de campo tiene como propósito obtener información primaria que permita realizar una aproximación del estado actual de la biodiversidad en el área de influencia del proyecto. En el presente estudio, la caracterización de fauna silvestre se realizó con base en muestreos de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), identificando su distribución espacial y algunos aspectos sobre su biología y ecología. Adicionalmente, la caracterización se complementó con la aplicación de encuestas a los habitantes del área de estudio.

La caracterización se llevó a cabo en los ecosistemas previamente identificados por el subcomponente flora, los cuales fueron agrupados por su afinidad estructural, en los niveles dos (2) y/o tres (3) establecidos por la metodología CORINE LandCover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) como se muestra en la Tabla 2–17.

Tabla 2–17 Coberturas evaluadas en la caracterización de fauna silvestre para el área de estudio

COBERTURAS IDENTIFICADAS			NOMBRE DE LA COBERTURA EVALUADA	ABREVIATURA		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3				
1	11	111	Territorios artificializados	Ta		
		112				
		113				
	12	121				
		122				
	13	131				
		132				
	14	141				
142						
2	21	211	Cultivos Transitorios y Permanentes	Cu		
		212				
		215				
	22	221				
		222				
		223				
		224				
	23	231			Pastos	Pa
		232				
		233				
	24	241			Áreas agrícolas heterogéneas	Ms

COBERTURAS IDENTIFICADAS			NOMBRE DE LA COBERTURA EVALUADA	ABREVIATURA
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3		
		242		
		243		
		244		
		245		
3	31	313	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Bf
		314	Bosque de galería y ripario	Br
		315	Plantación forestal	Pf
	32	323	Vegetación secundaria o en transición	Vs
	33	332	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	Aa
		333		
4	41	413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	Va
5	51	511	Aguas continentales	Ca
		512		
		514		

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

De acuerdo a lo anterior, se evaluaron 11 coberturas vegetales, de las cuales 6 corresponden a coberturas de tipo natural y seminatural (dentro de las cuales se desarrollaron metodologías enfocadas a la observación y captura de especímenes de fauna silvestre las cuales se muestran en el apartado Métodos de muestreo.

El trabajo de campo se llevó a cabo del 9 de febrero al 2 de marzo de 2016 en la época climática seca. Las actividades de campo se llevaron a cabo en los municipios de Lebrija, Girón, San Vicente de Chucurí, Betulia y Barrancabermeja; los muestreos nocturnos se vieron afectados por la situación de orden público en la zona, por lo cual, solo fue posible su desarrollo en los municipios de Lebrija y Girón.

- **Métodos de muestreo**

- **Aves**

La caracterización de la comunidad de aves se llevó a cabo mediante dos métodos de muestreo: 1) utilización de redes de niebla para la captura de individuos y 2) recorridos por transectos para la detección visual y/o auditiva de las especies de aves, basados en los trabajos de Ralph et al. (1996) y Stiles & Bohórquez (2000).

- Captura con redes de niebla:

Para la captura de aves se procedió con la instalación de series de redes de niebla de 6 y 9m de largo y 3m de alto con un ojo de malla de entre 32-36mm, las cuales se distribuyeron en las coberturas vegetales presentes en los ecosistemas aledaños a las

unidades funcionales del proyecto (Bosque de galería con predominio de árboles, Cultivos transitorios, Pastos (arbolados, enmalezados y limpios), Vegetación secundaria alta y baja). Se identificaron previamente dichos lugares de instalación para asegurar una captura de individuos más efectiva.

La apertura, manejo y operación de las redes se realizó en las horas del día en cada sitio de muestreo, entre las 6:30 a las 12:30 horas de la mañana. La distribución de las redes fue lo más concentrada posible con el fin de que el proceso de revisión no tardase mucho (máximo cada 20 minutos) para prevenir la muerte de individuos por insolación, estrangulamiento o por condiciones climáticas desfavorables (Ralph et al. 1996, Villareal et al.2004).

Una vez capturadas (**Fotografía 2-6**), las aves fueron desenredadas y depositadas temporalmente en bolsas de tela para ser transportadas al lugar de operación donde fueron manipuladas con facilidad, no lejano al sitio de la red o estación de monitoreo. Antes de ser liberadas, se tomaron una serie de datos con los siguientes atributos: Determinación taxonómica (nombre científico y común), cobertura vegetal donde fue capturada, georreferenciación, fecha y hora de captura. Adicionalmente, se tomaron registros fotográficos, como también medidas y atributos morfométricos que permitan su posterior determinación o corroboración taxonómica (parches de cría, grasa en fúrcula, protuberancia cloacal, muda). La información se registró en el Formato de recolección de datos de captura de aves en redes (Anexo Formato Registro Diario Fauna).

Fotografía 2-6 Ejemplar macho de Reinita cabecinegra *Cardellina canadensis* capturado con red de niebla



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Todos los individuos fueron liberados en el mismo lugar donde fueron capturados. Ningún espécimen de ave fue colectado.

➤ Detecciones visuales y/o auditivas

Se llevaron a cabo veinte recorridos para la detección visual y/o auditiva de la avifauna (**Fotografía 2-7** y **Fotografía 2-8**), se recorrieron senderos preestablecidos de aproximadamente 3km de longitud, en cada uno de los ecosistemas identificados. Los recorridos se realizaron pie a una velocidad constante (p.e. 1 km*h⁻¹) en absoluto silencio y deteniéndose en sitios de interés o de mayor presencia de individuos (árboles o arbustos de frutos, cuerpos de agua, etc). Se realizó durante las horas de mayor pico de actividad de las aves, que corresponden a las primeras horas de la mañana (06:00 a las 11: 00 horas) y hacia el final de la tarde (15:00 a las 18:00 horas) (Ralph et al. 1996, Stiles& Bohórquez 2000).

**Fotografía 2-7 Recorridos de observación
y registro de especies de aves en
transectos**

**Fotografía 2-8 Detección y observación
de individuos**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Las detecciones visuales de aves y/o sitios de anidación, se registraron en el formato de recolección de datos de observación de aves (Anexo Formato Registro Diario Fauna) donde se tomaron datos de determinación taxonómica (nombre científico y común) mediante el uso de guías de campo como la Guía de aves de Colombia (Hilty & Brown 2001), Birds of the Northern of South America (Restallet al. 2007) y Field Guide to the Birds of Colombia (McMullan & Donegan 2014), cobertura donde se realizó la observación, georreferenciación, fecha y hora de detección, entre otra información. Se tomó registro fotográfico de la mayoría de las especies observadas. Las detecciones auditivas se tomaron mediante una grabadora de sonido y se registró en formato anteriormente nombrado.

– **Mamíferos**

Para la caracterización de mamíferos terrestres y voladores se planteó el uso de cuatro (4) diferentes métodos de muestreo:

➤ Captura con trampas

Para la captura de mamíferos terrestres pequeños, se emplearon trampas "Sherman" (**Fotografía 2-9**) por sitio de muestreo para un total de cincuenta (30) trampas instaladas en las diferentes unidades de cobertura vegetal por tres (3) días consecutivos. Para la instalación de las trampas se identificaron sitios de alto tránsito de mamíferos y madrigueras, con el propósito de aumentar el éxito de captura. Las trampas fueron instaladas y cebadas en horas de la tarde (18:00), se dejaron abiertas durante toda la noche y en la mañana siguiente siendo revisadas (06:00) y cebadas de nuevo. El cebo consistió en una mezcla de avena en hojuelas, mantequilla de maní, banano, esencia de vainilla y/o sardinas.

Fotografía 2-9 Trampas Sherman empleadas para la captura de mamíferos pequeños, instalada y cebada en campo



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Para la captura de mamíferos terrestres medianos se emplearon diez (10) trampas "Tomahawk" (Fotografía 2-10) activadas por tres (3) días consecutivos. Las trampas fueron instaladas, revisadas y cebadas siguiendo el mismo procedimiento utilizado con las trampas Sherman. En este caso, se utilizaron como cebo bananos, guayabas, pedazos de coco, yuca y/o sardinas.

Fotografía 2-10 Trampas Tomahawk empleadas para la captura de mamíferos terrestres medianos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Las capturas efectuadas con trampas Sherman y trampas Tomahawk fueron registradas en el Formato de recolección de datos de captura de mamíferos en trampas (Anexo formatos fauna). Todos los individuos fueron liberados en el mismo lugar donde se

capturaron. Ningún espécimen de mamífero fue colectado.

- Recorridos de detección directa e indirecta

Se realizaron 30 recorridos de observación para la detección visual de mamíferos (Fotografía 2-11) y la búsqueda de huellas, rastros, heces y cualquier tipo de evidencia de la presencia de un mamífero (Fotografía 2-12). Las observaciones efectuadas con este método fueron registradas en el formato de recolección de datos de observación de mamíferos (Anexo formatos fauna).

Fotografía 2-11 Registro fotográfico de detección directa de Ardilla (*Sciurus granatensis*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Fotografía 2-12 Registro fotográfico de detección indirecta de Mapache (*Procyon cancrivorus*)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

➤ Captura con cámaras de rastreo

Se instalaron diez (10) cámaras de rastreo sensibles al movimiento por sitio de muestreo (**Fotografía 2-13**), con el propósito de capturar en video o fotografías, individuos de hábitos nocturnos. Las cámaras se instalaron en horas de la tarde, en zonas de posible tránsito de especies y permanecieron activas durante la noche. Las observaciones efectuadas con este método fueron registradas en el formato de recolección de datos de observación de mamíferos (Anexo formatos fauna).

Fotografía 2-13 Cámara de rastreo sensible al movimiento



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

➤ Captura con redes de niebla

Para la captura de mamíferos voladores (Quirópteros) se instalaron cinco (5) redes de niebla por sitio de muestreo para un total de 25 redes de niebla (**Fotografía 2-14**) de doce (12) metros de largo, tres (3) metros de alto y doce (12) milímetros de ojo de malla, en cada una de las unidades de cobertura vegetal. Las redes fueron situadas en sitios estratégicos de paso de murciélagos como quebradas y depresiones en el relieve y se abrieron por dos (2) días consecutivos, a partir de las 17:30, permaneciendo abiertas hasta las 23:30 (si las condiciones de seguridad en la zona lo permitían), con revisiones cada veinte minutos para extraer los individuos capturados y evitar que se escapen, pues rompen las mallas para liberarse (Morales-Jiménez, et al., 2004). Las capturas efectuadas con este método fueron registradas en el formato de recolección de datos de redes de murciélagos (Anexo formatos fauna).

Fotografía 2-14 Captura de mamíferos voladores con redes de niebla



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Los individuos fueron identificados en campo y se les realizó el respectivo registro fotográfico y de información relacionada con el sitio de captura (georreferenciación), hora de captura, condiciones climáticas durante la captura, cobertura vegetal, microhábitat, sexo, entre otras, y luego fueron liberados. Ningún espécimen de murciélago fue colectado en el presente estudio.

– **Herpetofauna**

- Recorridos de detección visual

Para la caracterización de la herpetofauna (anfibios y reptiles) se llevó a cabo la detección visual y/o auditiva de especímenes en mínimo tres (3) recorridos de aproximadamente dos (2) km de longitud en cada sitio de muestreo. Los recorridos se realizaron en horario diurno y nocturno, abarcando horas de actividad en la mañana (08:00 a 11:00), en la tarde (13:00 a 16:00) y en la noche (16:00 a 22:00). Las detecciones visuales, auditivas y/o capturas realizadas (**Fotografía 2-15**), fueron registradas en el formato de recolección de datos de observación de anfibios y reptiles (Anexo formatos fauna), tomando datos sobre la determinación taxonómica (nombre científico y común), ecosistema donde se realizó la observación, georreferenciación, fecha y hora de detección.

Fotografía 2-15 Captura nocturna manual de Sapo tigre (*Leptodactylus savagei*) y tortuga Palmera (*Rhinoclemmys melanosterna*) y captura diurna de serpiente talla X (*Bothrops asper*).



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Todos los individuos capturados fueron liberados en el mismo sitio en donde se encontraron. Ningún espécimen de herpetofauna fue colectado.

➤ Encuestas

Se realizaron encuestas semiestructuradas a los habitantes del área en estudio, con el propósito de obtener información, sobre la fauna nativa de la zona. Las encuestas constaron de diálogos de formulación libre y preguntas abiertas, permitiendo la flexibilidad en el intercambio de conocimientos y así evitando forzar las respuestas de los entrevistados.

Para facilitar el reconocimiento de la mayor cantidad de especies, se contó con ayudas visuales, tales como catálogos fotográficos de las especies con presencia probable en el área de estudio. En general se indagó sobre las especies que habitan en la zona, sus nombres comunes, hábitat, estados poblacionales, comportamiento, alimentación e importancia. Además se indagó sobre las especies con hábitos migratorios (con presencia estacional en la zona) y sobre aquellas especies cuyos avistamientos se han reducido hasta el punto de considerarse extintas. Las encuestas fueron registradas empleando el formato de encuestas informales. (Anexo. Formatos de fauna)

- **Procesamiento e interpretación de la información**

La información recolectada en estos formatos fue sistematizada y analizada. Para el análisis de la información se generaron bases de datos utilizando como referencia las existentes en los diferentes institutos del país encargados del estudio de la biodiversidad como el Instituto Alexander von Humboldt, el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, entre otros.

En la base de datos para cada especie se consigna entre otros, los siguientes datos:

- Identificación: familia, género, especie, autor, nombre vernáculo.
- Ecológico: hábitos alimenticios, sociales, horas de actividad.
- Biogeográficos: distribución o afinidad Biogeográfica, endemismos, migraciones.
- Culturales: uso y relación con las poblaciones humanas, restricciones comerciales (CITES)
- Amenaza: categoría de amenaza por la Unión internacional para la conservación de la naturaleza (UICN), libros de rojos y Resolución 0192 de 2014.

Esta información va de la mano con la información requerida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Geodatabase) con la cual se analizará y se caracterizará ecológicamente la fauna silvestre en el área de estudio teniendo en cuenta la siguiente información:

- **Representatividad del muestreo**

Se realizaron curvas de acumulación para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Estas curvas muestran cómo el número de taxones se va acumulando en función del número acumulado de muestras y se realiza para conocer la representatividad del muestreo (Villarreal, y otros, 2004; Moreno, 2001). Para realizar las curvas de acumulación de especies se utilizaron los estimadores Chao 1, el cual estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons), y Jackknife, el cual se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra (Villarreal, y otros, 2004; Moreno, 2001). Estos estimadores se calcularon en el programa EstimateS v 8.2.0.

- **Diversidad alfa**

Para la determinación de la diversidad alfa (riqueza específica) se estimó el índice de dominancia de Simpson, el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este índice va desde 0 (cuando no hay dominancia) hasta 1 (cuando hay una dominancia marcada) (Villarreal, y otros, 2004). Igualmente, se calcula la función de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001). Los valores del índice de Shannon (H') van desde cero, cuando hay una sola especie y por lo

tanto no hay equidad en la repartición de los recursos, hasta el logaritmo natural de la riqueza ($\ln S$), la cual puede tomar valores de más de 5 ó 6 cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos y por tanto se puede asumir que los recursos se reparten equitativamente (Villarreal, y otros, 2004). El cálculo de la diversidad alfa se realizo en el programa PAST v3.0.

– **Diversidad beta**

Para analizar la diversidad beta, es decir, el cambio en la composición de especies faunísticas entre las coberturas vegetales estudiadas, se realizo un análisis de similaridad o Cluster, utilizando como método de agrupamiento la distancia al vecino más cercano. La medida de similaridad a emplear es el índice de Jaccard haciendo usos de datos de presencia-ausencia.

Adicionalmente se uso el índice de Morisita-horn para evaluar la similaridad en la composición de especies de cada grupo faunístico entre cada dos tipos de cobertura vegetal; valores del índice de Morisita-horn cercanos a cero (0) muestran una alta similitud, mientras que valores cercanos a uno (1), es decir más altos, son indicativo de que los dos sitios estudiados son muy diferentes (menor similitud) **Fuente especificada no válida..** Estas pruebas se realizaron en el programa PAST v3.0.

– **Análisis ecológico**

Para cada grupo faunístico se determinará la siguiente información:

➤ Estructura trófica

Se refiere al grado de especialización alimentaría que exhiben las diferentes especies en un área determinada, la cual permite establecer el grado de complejidad y vulnerabilidad de la fauna en el área de estudio. Para cada una de las especies registradas y dependiendo de cada uno de los grupos muestreados aves, mamíferos y herpetos se establecio su gremio trófico: Insectívoros, nectarívoros, entre otros.

➤ Estado de conservación

Se examino el estado de conservación de las especies según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Instituto Alexander Von Humboldt (IAvH) y la Resolución 0192 de 2014.

Las Categorías de Amenaza dadas por la UICN y IAvH son: Cr: en peligro critico. En: en peligro. Vu: vulnerable. Lr: bajo riesgo. DD: información deficiente. Estos criterios se establecieron para cada una de las especies registradas en el área de estudio.

➤ Restricción comercial

Se examino el estado de conservación de las especies encontradas según el criterio de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

CITES clasifica las especies en tres (3) categorías: el Apéndice I incluye especies que están en peligro de extinción sobre las que se prohíbe el comercio internacional de especímenes. El Apéndice II incluye especies que no están actualmente amenazadas, pero que podrían estarlo a menos que se regule el comercio y el Apéndice III incluye especies reglamentadas con fines de conservación por determinados países que necesitan la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas

2.3.2.5 Ecosistemas acuáticos

Las características físicas y químicas de los cuerpos de agua afectan la abundancia, composición, estabilidad, productividad y condiciones fisiológicas de las poblaciones de organismos acuáticos (Allan & Castillo, 1995). Los métodos biológicos usados para evaluar la calidad del agua incluyen la colecta, conteo e identificación taxonómica, así como procesamiento e interpretación de datos biológicos. El problema de investigación y los objetivos del estudio serán los que determinen cuales comunidades serán evaluadas y que técnicas de muestreo y posterior análisis estadístico será empleado.

Hasta tanto se adopten metodologías para evaluar recursos hidrobiológicos continentales para Colombia, se deberá trabajar con base en los métodos establecidos por el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012) y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales expedida por el MADS mediante Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010, claro está, con adaptaciones que dependerán de las características propias de cada cuerpo de agua.

Con el objeto de caracterizar la hidrobiota presente en los ecosistemas acuáticos pertenecientes al Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción del proyecto Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondó, se realizaron muestreos de plancton, perifiton, bentos y fauna íctica en sistemas loticos. Se evaluaron sus diferentes hábitats, su distribución espacial y las interrelaciones con otros ecosistemas empleando herramientas estadísticas e índices ecológicos adecuados para ello. Así mismo, se analizaron estas comunidades como indicadores de la calidad biológica del agua a partir de la correlación entre los datos biológicos obtenidos y las variables fisicoquímicas.

El muestreo se realizó en 20 estaciones de muestreo (mismo realizados para evaluar la calidad del agua), desde el 19 al 29 de febrero, con 9 días efectivos en campo y durante la época de transición sequia a lluvias. Las coordenadas de las estaciones definidas son las siguientes (Tabla 2–18):

Tabla 2–18 Sitios de Muestreo de calidad de agua por Unidad Funcional

Id	Unidad funcional	Tipo de Estudio	Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas	
				X	Y
36	UF 2	PAGA	Caño NN	1026860,56	1270474,77
37			Caño NN	1027344,22	1270520,13
1	UF 2	EIA	Quebrada NN	1025164,06	1271785,74
2			Quebrada NN	1041360,96	1276152,88

Id	Unidad funcional	Tipo de Estudio	Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas			
				X	Y		
3			Quebrada Zarzal	1036466,26	1272605,90		
14			Quebrada Tapazón	1047384,17	1278096,83		
4	UF 3-4	EIA	Quebrada Lizama II	1059050,41	1280975,88		
5			Quebrada La Putana	1061824,75	1279937,78		
6			Santa Helena	1064548,99	1280570,27		
7			Puente La Paz Río Sogamoso	1073078,38	1277518,29		
8			Quebrada La Arenosa	1075178	1284727		
9			Quebrada Lizama III	1059907,59	1280982,52		
11			Quebrada La Cabezonera	1071746,06	1277963,85		
13			Quebrada NN	1058553,71	1280822,99		
18			UF 6	EIA	Queb Canoas	1082071,10	1287877,59
19					Quebrada La Caimana	1079274,98	1288614,08
17	UF 7	EIA	Queb El Trapiche o La Sonda	1085704,80	1284938,33		
10	UF 9	EIA	Quebrada Angula	1093687,96	1278674,39		
12			Caño Raices	1094383,67	1278384,32		
15			Quebrada San Nicolás	1091483,64	1279587,25		

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **Fase de campo**

Para la caracterización de los ecosistemas acuáticos en el área de estudio, se plantearon muestreos de fitoplancton, zooplancton, algas del perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas acuáticas y peces, los cuales se realizaran en estaciones de muestreo en cuerpos de agua definidos de acuerdo con sus características y grados de intervención del proyecto. Esta caracterización, se realizó con el propósito de identificar la composición y evaluar la estructura de los ensambles de los grupos hidrobiológicos; así mismo, para establecer posibles relaciones con el estado fisicoquímico de las aguas, aplicar índices de bioindicación, reconocer especies migratorias, endémicas, en veda, bajo alguna categoría de amenaza y de uso e importancia económica para la región.

- **Plancton (fitoplancton y zooplancton)**

- Método de captura

La colecta de la muestra de los organismos planctónicos, se realizó empleando redes que consisten en una malla en forma cónica con un recipiente en uno de sus extremos, el cual permite filtrar grandes volúmenes de agua; de esta forma los organismos suspendidos en aquel volumen de agua quedan concentrados en el recipiente. El diámetro de poro de la malla es variable y es diferente según la comunidad que se quiere estudiar: para las muestras de fitoplancton se utilizaron mallas con un poro de 20 µm, esto con el objeto de obtener una mayor representatividad de la comunidad planctónica al ser poco selectiva, y para las muestras de la comunidad zooplanctónica se utilizó una malla con un tamaño de

poro de 80 μm , con lo que será posible coleccionar gran parte de los grupos representativos tales como rotíferos, cladóceros y copépodos (Acosta et al., 2009).

La unidad de muestreo fue de 10 litros de agua filtrada, tanto para fitoplancton como para zooplancton, y el esfuerzo de muestreo correspondiente para sistemas lóticos de 20 réplicas para un total de 200 L de agua filtrada por punto de muestreo. Para sistemas lénticos se llevaron a cabo 12 réplicas con un esfuerzo de muestreo de 120 L por cuerpo de agua evaluado.

➤ **Preservación y transporte de muestras**

Las muestras obtenidas de fitoplancton se depositarán en recipientes plásticos de 500 ml y posteriormente se fijarán con solución Transeau, en una relación 1:1 con el volumen de la muestra. Por último se le agregará un volumen (0.025 ml por cada 50ml) de colorante. Al terminar de filtrar, la malla será lavada con un atomizador con agua, el material concentrado en el cono se almacenará en frascos de 500 mL. Las muestras de fitoplancton serán preservadas en solución de Lugol. Las muestras de zooplancton serán fijadas en solución de Formol al 10% y preservadas en solución de etanol al 70% (10200 (Plankton) del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA & WEF, 2005). Cada muestra deberá contar con etiquetas de campo que cuenten con datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. El material coleccionado y preservado será transportado en contenedores plásticos de 50 L de capacidad selladas.

– **Algas del perifiton**

➤ **Método de captura**

Para el muestreo de algas del perifiton se empleo el método de remoción por cuadrante, en el cual como primer paso se identificaron elementos del sustrato de fijación y establecimiento de algas. Estos elementos pueden ser piedras, hojarasca y detritos. Sobre dichos sustratos, se realizó un raspado suave superficial utilizando un cuadrante de 9 cm^2 y un cepillo. Se limpió suavemente el área del cuadrante y se almacenó la muestra en frascos de 500 mL.

El esfuerzo de muestreo fue de diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a 90 cm^2 (0,9 m^2) de área muestreada.

➤ **Preservación y transporte de muestras**

Las muestras se preservaron en solución de Lugol (APHA A. &., 2005) y fueron almacenadas en frascos de 500mL. El material coleccionado y preservado se transportó en contenedores plásticos sellados. Etiquetado y posteriormente fue incluido en una colección biológica registrada.

– **Macroinvertebrados del bentos**

➤ Método de captura

Para la captura de macroinvertebrados acuáticos, se empleó una red Surber. Este dispositivo consiste en dos marcos, cada uno de 30 cm de lado (90 cm² de área), articulados entre sí a lo largo de un borde. Cuando está en uso, los dos marcos se bloquean formando un ángulo recto. Uno de los marcos delimita el área del sustrato que es muestreada, y el otro soporta la red que sirve para coleccionar los especímenes que son removidos del área de muestreo (APHA A. &, 2005). El muestreo consistió en situar el dispositivo en el sustrato del cuerpo de agua, paralelo al flujo de agua, con la red dirigida aguas abajo. Cuando el dispositivo estuvo en su lugar removió suavemente todo el material que se encontró dentro del marco para desprender los animales que estuvieran fijos a él (APHA A. &, 2005). En total se tomaron diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a 9000 cm² (0,9 m²) de área muestreada.

➤ Preservación y transporte de muestras

Las muestras tamizadas se preservaron en alcohol al 70% y se almacenaron en frascos plásticos de 500 mL. Cada muestra debió contar con etiquetas de campo donde se detalló el lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. Las etiquetas se realizaron en papel pergamino y fueron escritas a lápiz o rapidógrafo de tinta indeleble. El material colectado y preservado se transportó en contenedores plásticos de 50 L de capacidad selladas.

– **Macrófitas acuáticas**

Teniendo en cuenta que, todas las estaciones de muestreo corresponden a ecosistemas lóticos, no se realizó muestreo de macrófitas acuáticas.

– **Peces**

El muestreo de la comunidad íctica se realizó mediante el uso de diferentes artes de pesca, los cuales se usaron de manera individual y/o conjunta con el objeto de obtener la riqueza máxima posible y así tener como resultado un listado representativo de especies y sus abundancias relativas.

➤ Método de captura

Los artes de pesca a usar serán los siguientes:

Redes de Arrastre: Se emplearon redes lastradas de dimensiones 4.5 m de largo por 1.50 m de alto y 9 m de largo por 1.60 m de alto, con una línea de plomos en su base y una de flotadores hacia la superficie. Esta técnica barre el fondo del cuerpo de agua a contracorriente hacia la orilla capturando así los peces que se encuentren a lo largo y ancho de la columna de agua; también funciona como red de espera al inicio de transectos (Fotografía 2-16)

Fotografía 2-16 Arte de pesca: Red de arrastre



Fuente: Romero-Martínez, T, 2016

Se deben realizar varios arrastres en diferentes sitios de los cuerpos de agua, los cuales sean preferiblemente sustratos poco rocosos y poco profundos. El esfuerzo de muestreo fue equivalente a 12 arrastres realizados a lo largo de transectos longitudinales de extensión variable en sistemas lóticos o transversales (orilla a orilla) para sistemas lénticos.

Nasa o red de mano: Este arte de pesca consiste en un arco metálico el cual sostiene una red a manera de bolsillo, de ojo de malla de 1 mm, se sujeta por sus extremos y se sumerge a manera de barridos generalmente hacia las riberas de los ríos o en tapetes de macrófitas en sistemas lenticos, aumentando su efectividad en aquellos cuerpos donde la vegetación riparia es alta y la profundidad es baja. Este se empleo ocho veces (8) en cada estación de muestreo en un (1) transecto longitudinal de extensión variable o transversal (orilla a orilla) para sistemas lénticos.

Fotografía 2-17. Arte de pesca: Nasa o Red de mano



Fuente: Romero-Martínez, T, 2012

Atarraya: Se usaron redes de 1.5 cm de ojo de malla con 2.5 m de diámetro y 2.5 cm de ojo de malla con 4 m de diámetro, hechas en Nylon y con pesas sintéticas en su extremo de abertura. Esta se lanza de manera que se sumerja de forma circular y llegue hasta el fondo del cuerpo de agua, colectando así todos los individuos que se encuentren en la columna de agua.

Fotografía 2-18 Arte de pesca: Atarraya



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Este arte al ser de baja selectividad permite obtener muestras altamente representativas si se usa con un ojo de malla pequeño y si es empleado en sitios donde la profundidad no sea alta y el sustrato esté libre de elementos que impidan la caída de la red hasta el fondo. El esfuerzo de muestreo fue de 30 lances realizados en cada uno de los sitios de muestreo a lo largo de un transecto de longitud variable de acuerdo a la extensión que permita el cuerpo de agua.

Posterior a la captura de los peces, se registraron las abundancias por especie o morfotipo identificado, hábitat o microhábitat de su captura, así como el respectivo registro fotográfico de cada uno de ellos.

➤ **Preservación y transporte de muestras**

En el caso de requerir la corroboración de alguna determinación taxonómica, se requirió la colecta de máximo tres (3) individuos por morfotipo. Los individuos colectados se anestesiaron en una solución de esencia de clavo de olor. Para el trabajo ictiológico la solución fijadora más ampliamente usada es el formol al 10% de concentración, neutralizado con borato de sodio con el fin de evitar la descalcificación de los ejemplares. Los individuos de pequeño tamaño (<40mm de longitud total) pueden ser puestos directamente en la solución de formol al 10% mientras que a individuos de tamaños superiores al referenciado, se les debe inyectar con una jeringa el formol a través del ano, realizando perforaciones en los costados de los individuos, hasta que el mismo adquiera una consistencia rígida, lo cual garantiza una fijación completa de los tejidos.

Una vez los especímenes son fijados, pueden ser empacados en bolsas plásticas, preferiblemente de cierre hermético. Es muy recomendable envolver cada espécimen en

gasa remojada con la misma solución de formol al 10%, dado que esto mantiene humedecido el material y no permitirá que se reseque, lo cual podría dañar el material (Maldonado-Ocampo et al. 2005). Cada muestra deberá contar con etiquetas de camp que cuenten con datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. Las etiquetas deben ser preferiblemente en papel pergamino y escritas a lápiz o rapidógrafo de tinta indeleble. El material colectado y preservado será transportado en neveras plásticas de 50L de capacidad selladas. Todo el material será depositado en una colección debidamente autorizada como la de Instituto de Ciencias Naturales o El Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- **Fase de análisis**

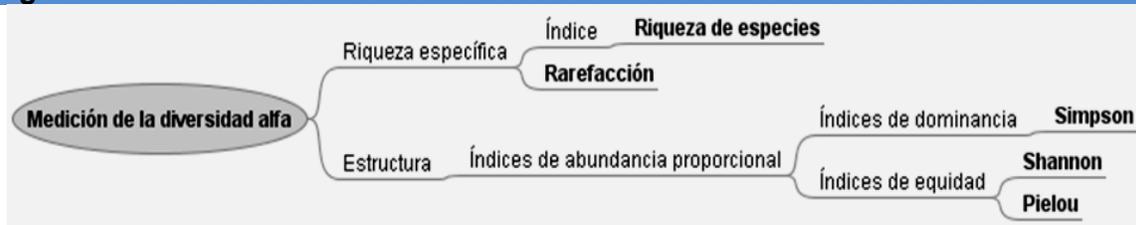
Se realizaron curvas de acumulación de especies, las cuales se utilizan para estimar la riqueza esperada a partir de un muestreo realizado. Estas curvas muestran cómo el número de especies se acumulan en función del número de muestreos realizados, para así reconocer la efectividad y representatividad del mismo (Villarreal, y otros, 2004; Moreno, 2001).

Para realizar las curvas de acumulación de especies se utilizaron los estimadores de riqueza de Chao 2 y Jackknife-2, según lo definido por (Villarreal, y otros, 2004; Moreno, 2001). Estos estimadores se calcularon usando el programa EstimateS v 8.2.0.

- **Estimación de la diversidad Alfa**

La diversidad es un concepto que no ha sido definido fácilmente, ya que es frecuente encontrar el uso de termino diversidad como sinónimo de riqueza o número de especies, lo cual es erróneo (Alberico, 1982); En general, esta puede ser explicada como la riqueza y abundancia relativa de especies en una unidad de estudio definida en tiempo y espacio (Alberico, 1982 y Magurran, 2004). Se emplearon diferentes índices para medir la diversidad alfa en las estaciones de muestreo evaluadas (Figura 2-12).

Figura 2-12 Clasificación de los métodos de medición de diversidad alfa



Fuente: Modificado de Moreno, 2004.

➤ Composición

Se entiende como composición las especies que conforman una determinada comunidad, siendo así resultado de esta el listado de especies identificadas y su clasificación taxonómica correspondiente.

➤ Estructura

La riqueza será específica (S), la cual se basa únicamente en el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

La dominancia será estimada a través del índice de Simpson, que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie (Moreno, 2001 y Magurran, 2004).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde p_i es la proporción del # de individuos de la especie i con respecto a N .

La equidad es una medida de qué tan similares son las especies en cuanto a sus abundancias (Magurran 2004); ésta se calculará a través del índice de Pielou (J'), que estima la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada (Moreno, 2001 y Magurran, 1998).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde H' es el índice de Shannon y H_{\max} se refiere al $\ln(S)$ y S , es el # total de especies.

También se estimó el índice de equidad de Shannon (H'), que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las muestras están representadas en la muestra (Moreno, 2001 y Magurran, 1998).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde S es la riqueza; N_i , el # de individuos de la especie i ; y N , el # total de individuos.

➤ Análisis de clasificación

La técnica aglomerativa para optimizar las distancias, considerada en el presente trabajo, se basó en el índice cuantitativo de Jaccard, calculado a partir de una matriz base de presencia (1)/ ausencia (0) de especies por estación de muestreo. El dendograma, o representación gráfica del contenido de similitud/distancia de una matriz, es el producto

final de un proceso aglomerativo jerárquico y politético, que obedece a la ecuación lineal combinatoria de la técnica de ligamiento promedio UPGMA. La clasificación o división del dendograma en grupos y sub grupos es un paso subjetivo. En el presente caso se definió como límite de representatividad un umbral que no fuese menor al 50% de la distancia entre las estaciones o taxa ($D_{hi} = 0,50$). Los programas y mayores detalles se pueden consultar en Ludwig & Reynolds (1988), Rohlf (1992) y Sneath & Sokal (1973).

➤ Análisis de Correspondencia Canónica (ACC).

El a ACC analiza tablas de frecuencias-variables continuas, es decir, tablas en las cuales las unidades estadísticas están descritas por dos grupos de variables, uno de frecuencias y otro de variables continuas, propuesto por Ter-Braak (1986) para estudiar la influencia de las condiciones del medio ambiente en la distribución de las especies.

El análisis canónico de correspondencias (ACC) propuesto por Ter-Braak (1986) para estudios medio-ambientales, es uno de los métodos que permite estudiar la relación entre un grupo de frecuencias y un grupo de variables continuas sobre un mismo conjunto de individuos. El grupo de frecuencias juega el papel de variables de respuesta y el grupo de variables continuas juega el papel de variables explicativas que son de tipo cuantitativo (Vertel, 2010).

Este análisis se empleo, posterior a la identificación de los componentes principales, para evaluar las relaciones existentes entre las variables bióticas y abióticas de los cuerpos de agua evaluados, reconociendo de este modo los factores que pueden o no determinar la presencia, ausencia y distribución de las especies en un determinado lugar. Cabe resalta que, el resultado obtenido mediante esta prueba constituye solamente una aproximación al estado real de los ecosistemas acuáticos, ya que para tener mayor certeza se requieren monitoreos periódicos y constantes al menos durante un periodo hidrológico completo.

➤ El Método BMWP/Col

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido como un método simple de evaluar la calidad del agua empleando los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. El método solo requiere llegar hasta el nivel taxonómico de familia y los datos son cualitativos (presencia/ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. La suma de los puntajes de todas las familias da un único valor para el BMWP. El puntaje promedio por taxón, conocido como ASPT (Average Score per Taxón) resulta ser particularmente valioso para la evaluación de sitios de muestreo puntuales y su rango va de 0 a 10; un valor bajo de ASPT asociado a un puntaje a su vez bajo en el BMWP indicara condiciones graves de contaminación.

Cabe hacer la aclaración que, la adaptación de este índice para Colombia se realizó para ríos de la región altoandina del departamento de Antioquia, con condiciones muy distintas a las encontradas en los ríos de la Orinoquia, por lo cual su uso presenta limitaciones y las extrapolaciones que se hagan con este índice deben ser cuidadosamente interpretadas.

La escala de valores y su interpretación para el BMWP/Col es la siguiente

Tabla 2–19 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col

CLASE	PUNTUACIÓN	CALIDAD DEL AGUA	COLOR CARTOGRÁFICO
I	>150- 101 -120	Aguas limpias	
II	61 - 100	Aguas medianamente contaminadas	
III	36 - 60	Aguas contaminadas	
IV	16 - 35	Aguas muy contaminadas	
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Roldan, 2008.

Los puntajes dados para las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo a su tolerancia son los siguientes (Tabla 2–20):

Tabla 2–20 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col

FAMILIAS	PUNTAJE
Perlidae, Oligoneuridae, Helicopsychidae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Lampiridae, Odontoceridae, Blepharoceridae, Psephenidae, Hidridae, Chordodidae, Lymnessidae, Polythoridae, Gomphidae.	10
Leptophlebiidae, Euthyplociidae, Leptoceridae, Xiphocentronidae, Dytiscidae, Polycentropodidae, Hydrobiosidae, Gyrimidae.	9
Veliidae, Gerridae, Philopotamidae, Simuliidae, Pleidae, Trichodactylidae, Saldidae, Lestidae. Pseudothelpusidae.	8
Baetidae, Calopterygidae, Glossossomatidae, Corixidae, Notonectidae, Leptohiphidae, Dixidae, Hyalellidae, Naucoridae, Scirtidae, Dryopidae, Psychodidae, Coenagrionidae, Planariidae, Hydroptilidae, Caenidae.	7
Ancylidae, Lutrochidae, Aeshnidae, Libellulidae, Elmidae, Staphylinidae, Limnymphidae, Nertidae, Piliidae, Megapodagrionidae, Corydalidae.	6
Hydropsychidae, Gelastocoridae, Belostomatidae, Nepidae, Pleuconidae, Tabanidae, Thiaridae, Pyralidae, Planorbidae.	5
Chrysomelidae, Mesovelidae, Stratiomidae, Empididae, Dolycopidae, Sphaeridae, Lymnaeidae.	4
Hirudinea (Glossiphoniidae, Cyclobdellidae), Physidae, Hydrometridae, Hydrophilidae, Tipulidae, Ceratopogonidae.	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae.	2
Oligochaeta (Tubificidae).	1

Fuente: Roldan, 2008.

➤ **Especies endémicas**

La identificación de especies endémicas de peces presentes en el área de influencia del APE Santa Isabel, se realizó mediante información secundaria, siguiendo los estudios realizados por Álvarez-León *et al*, 2013 y Maldonado-Ocampo *et al*, 2008.

➤ **Especies bajo alguna categoría de amenaza**

Las especies que se encuentren bajo alguna categoría de amenaza fueron consultadas

en los apéndices CITES 2014, IUCN 2013, Mojica *et al*, 2012 y la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible.

➤ Especies de importancia ecológica y económica

La identificación de especies ícticas tanto de importancia económica como ecología se baso tanto en información secundaria (Lasso et al, 2011; Mojica et al, 2012), como en la información obtenida mediante encuestas sobre usos de las especies realizadas a pescadores en campo.

➤ Especies migratorias

Las especies incluidas dentro de la composición registrada se identificaron como migratorias según información secundaria, siguiendo los trabajos realizados por Zapata et al, 2013 y Agostinho et al 2003.

➤ Especies en veda

Para el reconocimiento de las especies en veda presentes en el área de estudio, se siguieron las siguientes resoluciones: resolución No. 57 del 15 de abril de 1987, expedida por el Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA) y su posterior modificación de acuerdo con lo establecido en la Resolución 000242 del 15 de abril de 1996, expedida por el Instituto Nacional de Acuicultura y Pesca (INPA).

2.3.2.6 Aprovechamiento Forestal

– Ecosistemas naturales

La resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), en lo correspondiente al aprovechamiento Forestal define que se debe realizar: “*inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de cobertura vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%...*”. Por tal motivo, se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95% para cada uno de los ecosistemas naturales identificados que van a ser intervenidos por las actividades del proyecto.

Tabla 2–21 Fórmulas empleadas PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Promedio (X)	$X = \frac{\sum Xi}{n}$ donde: Xi = valor observado de unidad i-ésima de la muestra n = número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}}{n - 1}}$
Coefficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{X} * 100$
Error estándar (Sx)	$Sx = \frac{S}{\sqrt{N \frac{1-n}{N}}}$ donde: S = Desviación estándar N = Tamaño de la muestra (número de unidades muestréales) n = Tamaño de la población (expresado en parcelas)
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(Sx)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

– **Ecosistemas artificializados**

Dadas las condiciones propias del proyecto, gran parte de las actividades constructivas se realizarán sobre ecosistemas artificializados o transformados; por tal motivo se desarrolló sobre este tipo de áreas un censo forestal de todos los individuos arbóreos presentes mayores a 10 cm. de DAP (diámetro a la altura del pecho), dicha actividad se adelantó del 9 al 20 de marzo de 2016.

La información del inventario contiene los siguientes datos:

- Nombre común de la especie
- Nombre científico
- Altura total del individuo arbóreo (Ht)
- Altura Comercial del individuo arbóreo hasta la primera ramificación (Hc)
- Diámetro a la altura del pecho (DAP)
- Caracterización del individuo arbóreo con relación a su formación física (raíz, tallo, copa)

Todos los individuos inventariados se encuentran debidamente marcados; la identificación de los individuos arbóreos presentes se realizó por medio de colectas botánicas y su posterior identificación en un herbario reconocido. Medio Socio económico

2.3.2.7 Medio Socioeconómico

2.3.2.8 INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el documento metodológico para el desarrollo del medio socioeconómico y cultural para el Estudio de Impacto Ambiental Ruta del Cacao (en adelante EIA), proyecto que se ubica en los municipios Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, Betulia, Girón y Lebrija en el departamento de Santander. La metodología atiende lo dispuesto en la Resolución 751 de 26 de marzo de 2015 “Por la cual se adoptan las Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA requerido para el trámite de licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos y se toman otras determinaciones”, y la Metodología General para La presentación de Estudios Ambientales de 2010 del MAVDT.

El documento presenta los objetivos y alcance de la propuesta metodológica, así como la descripción del conjunto de procedimientos y tareas que permiten la ejecución de las actividades para el logro de los objetivos de caracterización y aplicación de los lineamientos de participación de acuerdo con las exigencias de los términos de referencia anotados anteriormente.

Indica así mismo las actividades e instrumentos necesarios para la recolección de información de campo, tanto la que se considera secundaria como aquella de carácter primario.

Finalmente se indican los aspectos relacionados con el proceso de sistematización de la información y la producción de los capítulos que integran el EIA.

2.3.2.9 OBJETIVOS

Objetivo General

Construir el planteamiento metodológico que permita el desarrollo de los requerimientos normativos y contractuales que competen al medio socioeconómico y cultural para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Ruta del Cacao, particularmente en los aspectos relacionados con el diseño y aplicación de los lineamientos de participación, el proceso de recolección de información, procesamiento y presentación del documento.

Objetivo Específicos

- Definir el área de influencia para el medio socioeconómico de acuerdo con el análisis del alcance de las obras y actividades del proyecto, de manera que se diferencien los territorios donde se proyectan impactos de carácter indirecto y directo.
- Establecer los procedimientos y actividades que permitan dar cumplimiento al proceso de socialización de la información del EIA y de participación de autoridades, organizaciones comunitarias y comunidad en general en las fases de información,

identificación de impactos y medidas de manejo, así como presentación de resultados del EIA.

- Diseñar las técnicas, procedimientos, e instrumentos que permitan la recolección de la información primaria y secundaria para caracterizar el área de influencia del proyecto.
- Efectuar el procesamiento de la información para generar la estadística de los diferentes capítulos que integran el estudio.
- Elaborar los documentos de acuerdo con los capítulos requeridos en el estudio.

2.3.2.10 ALCANCE

La propuesta metodológica para el desarrollo del Estudio de Impacto ambiental del proyecto Ruta del Cacao, aborda el conjunto de estrategias, procedimientos y actividades orientados a establecer la forma cómo se llevarán a cabo los procesos relacionados con:

1. Recolección de información primaria y secundaria para la caracterización del medio socioeconómico.
2. Desarrollo del proceso de participación y socialización con las comunidades (reuniones informativas con comunidades y autoridades de inicio de Estudio y devolución de resultados).
3. Identificación y descripción de los impactos potenciales del proyecto con las comunidades.
4. Procesamiento y presentación de la información.
5. Elaboración de documento.

Estos procesos se desarrollan dentro de las diversas fases metodológicas propuestas acompañadas de su correspondiente descripción, objetivos, desarrollo operativo, registros y recursos.

2.3.2.11 MARCO CONCEPTUAL

El abordaje del Estudio de Impacto ambiental para el proyecto, se basa en el método de la Investigación – Acción – Participación - IAP, que corresponde al método de investigación y aprendizaje colectivo de la realidad, basado en un análisis crítico con la participación activa de los grupos implicados, para analizar y comprender mejor la realidad de la población (sus problemas, capacidades, recursos), y les permite planificar acciones y medidas para transformarla y mejorarla. En ese sentido, la investigación consiste en un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad con una expresa finalidad práctica.

La acción no sólo es la finalidad última de la investigación, sino que ella misma representa una fuente de conocimiento, al tiempo que la propia realización del estudio es en sí una forma de intervención y la participación significa que en el proceso están involucrados no sólo los investigadores profesionales, sino la comunidad destinataria del proyecto, que no

son considerados como simples objetos de investigación sino como sujetos activos que contribuyen a conocer su propia realidad” (Guzman, 1994) .

Así mismo, se presentan entre otras las ventajas de la IAP, en ellas está el que la participación y la consulta permiten anticiparse a ciertas demandas ciudadanas antes de que éstas cristalicen en reivindicaciones que pueden producir respuestas apresuradas, escasamente planificadas y probablemente más costosas económicamente; la participación favorece una mayor eficiencia en la intervención pública, al producirse respuestas y propuestas bien orientadas que optimicen recursos; introduce las perspectivas de los diferentes actores sociales en el ámbito de la planificación y la intervención y permite orientarla (Pérez).

2.3.2.12 ASPECTOS NORMATIVOS

La presente metodología contempla los preceptos de las normas que establecen el derecho a la participación en el desarrollo de este tipo de estudios, con el fin de desarrollar espacios para que la comunidad y sus autoridades puedan expresarse frente a los potenciales impactos que puedan afectarles, como consecuencia de las etapas de construcción y operación de los proyectos.

A la vez la aplicación de mecanismos de participación contribuye a la construcción de medidas de manejo para la prevención, mitigación, corrección y/o compensación de dichos impactos. En la Tabla 2–22, se indican las normas a tener en cuenta en desarrollo del EIA frente al tema de participación comunitaria.

Tabla 2–22 Aspectos normativos aplicables a la participación comunitaria en estudios ambientales

Norma	Título/Capítulo /Artículo	Texto
Constitucional nacional	Artículo 79	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
Ley 99 de 1993	Título X	“De los modos y procedimientos de participación ciudadana” - artículos 69 al 76.
Decreto 2041 de 15 octubre de 2014	Por el cual se reglamenta el título VIII de la Ley 99 de 1993, sobre licencias ambientales	Art. 15 “Se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el estudio de impacto ambiental, cuando se consideren

Norma	Título/Capítulo /Artículo	Texto
		<p>pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso.</p> <p>En los casos en que se requiera, deberá darse cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 76 de la Ley 99 de 1993, en materia de consulta previa con comunidades indígenas y negras tradicionales, de conformidad con lo dispuesto en las normas que regulen la materia”.</p>
Resolución 751 del 26 de marzo de 2015	Por el cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del estudio de Impacto Ambiental –EIA requerido para el trámite de licencia ambiental para los proyectos de construcción	Aplicación de la totalidad de los términos de referencia en lo que atañe al medio socioeconómico y cultural.

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

2.3.2.13 CONTEXTO DE APLICABILIDAD DE LA METODOLOGÍA

El proyecto Ruta del Cacao es una iniciativa del gobierno nacional impulsada por la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, quien desarrolla este proyecto a través de una iniciativa de asociación público privada –APP, con lo cual proyecta un conjunto de obras para mejorar la conexión entre los departamento de Santander y Antioquia, en el corredor de Bucaramanga - Barrancabermeja – Yondó. Para ello, el corredor se ha estructurado en las denominadas unidades funcionales, con las cuales se identifica el tipo de obras a realizar en cada uno de los sectores. Ver Tabla 2–23.

Tabla 2–23 Unidades Funcionales corredor Bucaramanga - Barrancabermeja - Yondó

Unidad Funcional	SECTOR	Origen	Destino	Longitud aprox. Origen destino	Long Total Tramo	Intervención prevista
1	Yondó – Puente Guillermo Gaviria – La Virgen – Rancho Camacho	Yondó	Puente Guillermo Gaviria	10,37	40,45	Rehabilitación de la vía existente
		Puente Guillermo Gaviria	La Virgen	15,34		Mantenimiento y Operación
		La Virgen	Rancho Camacho	14,74		Mantenimiento y Operación
2	Barrancabermeja – La Lizama	Barrancabermeja	El Retén	3,2	51,2	Rehabilitación de la vía existente
		El Retén	La Lizama	26,95		Mantenimiento de la calzada existente
		La Virgen	La Lizama	21,05		Construcción de la segunda calzada
3	La Fortuna – Puente La Paz – Capitancitos – Lisboa	La Fortuna	Puente La Paz	17,97	37,6	Mejoramiento de la calzada existente
		Puente La Paz	Embalse	1,6		Mantenimiento y conservación
		Embalse	Capitancitos	11,5		Mantenimiento y conservación
		Capitancitos	Lisboa	6,53		Mantenimiento y conservación
4	La Fortuna – Puente La Paz	La Fortuna	Puente La Paz	17,97	17,97	Construcción de la segunda calzada
5	Puente La Paz – Santa Rosa	Puente La Paz	Santa Rosa	14,76	14,76	Construcción de vía nueva en calzada doble bidireccional
6	Túnel La Paz	Entrada Túnel La Paz K88+761	Salida del Túnel La Paz K92+280	3,5	3,5	Construcción de túnel

Unidad Funcional	SECTOR	Origen	Destino	Longitud aprox. Origen destino	Long Total Tramo	Intervención prevista
7	Rio Sucio – Lisboa	Salida Túnel La Paz K92+280	Entrada Túnel La Sorda K93+115	0,84	6,69	Construcción de vía nueva en calzada doble
		Entrada Túnel La Sorda K93+115	Salida del Túnel La Sorda K95+555	2,4		Construcción de túnel
		Salida del Túnel La Sorda K95+555	Lisboa K99+000	3,45		Construcción de vía nueva en calzada sencilla
8	Lisboa – Portugal	Lisboa K99+000	Portugal K105+000	6	6	Mejoramiento de la vía existente y construcción de la segunda calzada
9	Portugal – Lebrija	Portugal K105+000	Lebrija K117+403	12,4	12,4	Mejoramiento de la vías existente y construcción de la segunda calzada

Fuente: Proyecto Concesión Ruta del Cacao S.A.S, 2015.

De acuerdo con la normativa en materia de licenciamiento las actividades de mantenimiento, rehabilitación y mejoramiento en proyectos viales, no están sujetas a las normas sobre licenciamiento. Caso contrario cuando se trata de la construcción de segunda calzada, vía nueva y túneles, intervenciones que corresponden a algunas de las unidades funcionales arriba indicadas y que para el caso del medio socioeconómico se constituyen en el insumo para determinar el área de estudio.

- **ÁREA de estudio**

Con la definición de las unidades funcionales se efectúa una revisión inicial de las posibles unidades territoriales donde se proyectan el conjunto de obras mencionadas anteriormente. Esta revisión se ha efectuado con el fin de obtener un área de estudio basada en los reportes entregados por el área de sistemas de información geográfica – SIG de Concol, los cuales a su vez toman como referencia los Esquemas o planes de ordenamiento territorial de los municipios donde se ubica el proyecto, consultados vía internet. Como resultado, el área de estudio se ubica en los municipios de Barrancabermeja, San Vicente de Chucurí, Betulia, Girón y Lebrija del departamento de Santander.

Sin embargo durante la etapa de recolección de información en campo se efectuará la solicitud formal a las autoridades municipales ya que se conoce que algunas se encuentran en proceso de actualización o revisión de sus documentos de ordenamiento, para cotejar la información sobre las unidades territoriales que hacen parte de las unidades funcionales objeto del presente EIA. A continuación se presenta la información disponible para este aspecto de acuerdo a las unidades funcionales y tramos que hacen parte del EIA.

– **Unidad funcional 2 La Virgen - La Lizama**

La Tabla 2–24 presenta la identificación de las unidades territoriales asociadas a cada una de los tramos correspondientes a esta unidad funcional que abarca las actividades de construcción de segunda calzada. Corresponde al municipio de Barrancabermeja y seis de sus veredas.

Tabla 2–24 Veredas, municipios y departamento. Tramo La Virgen - La Lizama

Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
La Virgen	La Lizama	Construcción de la segunda calzada	La Fortuna	Barrancabermeja
La Virgen	La Lizama	Construcción de la segunda calzada	Tapazón	Barrancabermeja
La Virgen	La Lizama	Construcción de la segunda calzada	San Luis	Barrancabermeja
La Virgen	La Lizama	Construcción de la segunda calzada	El Zarzal	Barrancabermeja
La Virgen	La Lizama	Construcción de la segunda calzada	Comuneros	Barrancabermeja
La Virgen	La Lizama	Construcción de la segunda calzada	Peroles	Barrancabermeja
Total veredas			6	
Total municipios				1

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

– **Unidad funcional 3 tramo La Fortuna – Puente La Paz – Capitancitos – Lisboa**

Esta unidad funcional si bien se enmarca dentro de las actividades de mejoramiento, hace parte del alcance de EIA por cuanto se ubica en el tramo de La Fortuna - Puente La Paz, los distritos de manejo integrado de Yariguies y San Silvestre. Sin embargo a efectos de las unidades territoriales se trata de las mismas que se presentan en la unidad funcional 4, donde se contempla como tal la construcción de segunda calzada entre el sitio La Fortuna hasta el sitio Puente la Paz. El resto de tramos de esta unidad funcional: Puente La Paz – Capitancitos – Lisboa, no hacen parte del alcance del presente EIA. Ver Tabla 2–25.

Tabla 2–25 Veredas, municipios. Tramo La La Fortuna – Puente La Paz

Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
La Fortuna	Puente La Paz	Mejoramiento de la calzada existente	La Fortuna	Barrancabermeja
La Fortuna	Puente La Paz	Mejoramiento de la calzada existente	La Putana (Casa de Barro)	Betulia
La Fortuna	Puente La Paz	Mejoramiento de la calzada existente	Vizcaína	San Vicente de Chucurí
La Fortuna	Puente La Paz	Construcción segunda calzada	La Fortuna	Barrancabermeja
La Fortuna	Puente La Paz	Construcción segunda calzada	La Putana (Casa de Barro)	Betulia
La Fortuna	Puente La Paz	Construcción segunda calzada	Vizcaína	San Vicente de Chucurí
Total veredas			3	

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

– **Unidad funcional 4 La Fortuna – Puente La Paz**

En la Tabla 2–26 se presenta la identificación de las unidades territoriales asociadas esta unidad funcional, que como se indicó, corresponden a las mismas ubicadas en el primer tramo de la unidad funcional 3.

Tabla 2–26 Veredas, municipios La Fortuna – Puente La Paz

Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
La Fortuna	Puente La Paz	Mantenimiento de la calzada existente	La Fortuna	Barrancabermeja
La Fortuna	Puente La Paz	Mantenimiento de la calzada existente	La Putana (Casa de Barro)	Betulia
La Fortuna	Puente La Paz	Mantenimiento de la calzada existente	Vizcaína	San Vicente de Chucurí
La Fortuna	Puente La Paz	Construcción segunda calzada	La Fortuna	Barrancabermeja
La Fortuna	Puente La Paz	Construcción segunda calzada	La Putana (Casa de Barro)	Betulia
La Fortuna	Puente La Paz	Construcción segunda calzada	Vizcaína	San Vicente de Chucurí
Total veredas			3	

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

– **Unidad funcional 5 Puente La Paz – Santa Rosa**

A partir de esta unidad funcional y hasta la unidad funcional 7, el diseño prevé la construcción de vía nueva En la Tabla 2–27 se presenta la identificación de las unidades territoriales.

Tabla 2–27 Veredas, municipios. Puente La Paz – Santa Rosa

Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
Puente La Paz	Santa Rosa	Construcción vía nueva en calzada sencilla	Marta	Girón
Puente La Paz	Santa Rosa	Construcción vía nueva en calzada sencilla	San Silvestre	Lebrija
Puente La Paz	Santa Rosa	Construcción vía nueva en calzada sencilla	La Girona	Lebrija
Total veredas			3	

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

– **Unidad funcional 6 Túnel de La Paz**

En la Tabla 2–28 se presenta la identificación de las unidades territoriales asociadas presentes en esta unidad.

Tabla 2–28 Veredas, municipios. Túnel de La Paz

Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
Entrada Túnel La Paz K88+761	Salida del Túnel La Paz K92+280	Construcción de túnel La Paz	La Girona	Lebrija
Entrada Túnel La Paz K88+761	Salida del Túnel La Paz K92+280	Construcción de túnel La Paz	El Cristal	Lebrija
Entrada Túnel La Paz K88+761	Salida del Túnel La Paz K92+280	Construcción de túnel La Paz	Canoas	Lebrija
Total veredas			3	

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

– **Unidad funcional 7 Rio Sucio - Lisboa**

Esta unidad funcional está integrada por cuatro veredas pertenecientes al municipio de Lebrija. Ver Tabla 2–29.

Tabla 2–29 Veredas, municipios. Rio Sucio - Lisboa

Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
Salida Túnel La Paz K92+280	Entrada Túnel La Sorda K93+115	Construcción de vía nueva en calzada sencilla	El Cristal	Lebrija
Entrada Túnel La Sorda K93+115	Salida del Túnel La Sorda K95+555	Construcción de túnel La Sorda	El Líbano	Lebrija
Salida del Túnel La Sorda K95+555	Lisboa K99+000	Construcción de vía nueva en calzada sencilla	Lisboa	Lebrija
			Angelinos	Lebrija
Total veredas			4	

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

– **Unidad funcional 8 Lisboa – Portugal**

En la Tabla 2–30 se presenta la identificación de las unidades territoriales asociadas a cada una de los tramos correspondientes a esta unidad funcional

Tabla 2–30 Veredas, municipios. Lisboa – Portugal

Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
Lisboa K99+000	Portugal K105+000	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	Portugal	Lebrija
Lisboa K99+000	Portugal K105+000	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	Lisboa	Lebrija
Lisboa K99+000	Portugal K105+000	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	El Pórtico	Lebrija
Lisboa K99+000	Portugal K105+000	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	La Floresta	Lebrija
Lisboa K99+000	Portugal K105+000	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	Angelinos	Lebrija
Total veredas			5	

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

– **Unidad funcional 9 Portugal – Lebrija**

En la Tabla 2–31 se presenta la identificación de las unidades territoriales asociadas a cada una de los tramos correspondientes a esta unidad funcional. Corresponde a la última parte del corredor donde se ubican tanto veredas como algunos barrios de la zona urbana de Lebrija.

Tabla 2–31 Veredas, municipios. Portugal - Lebrija

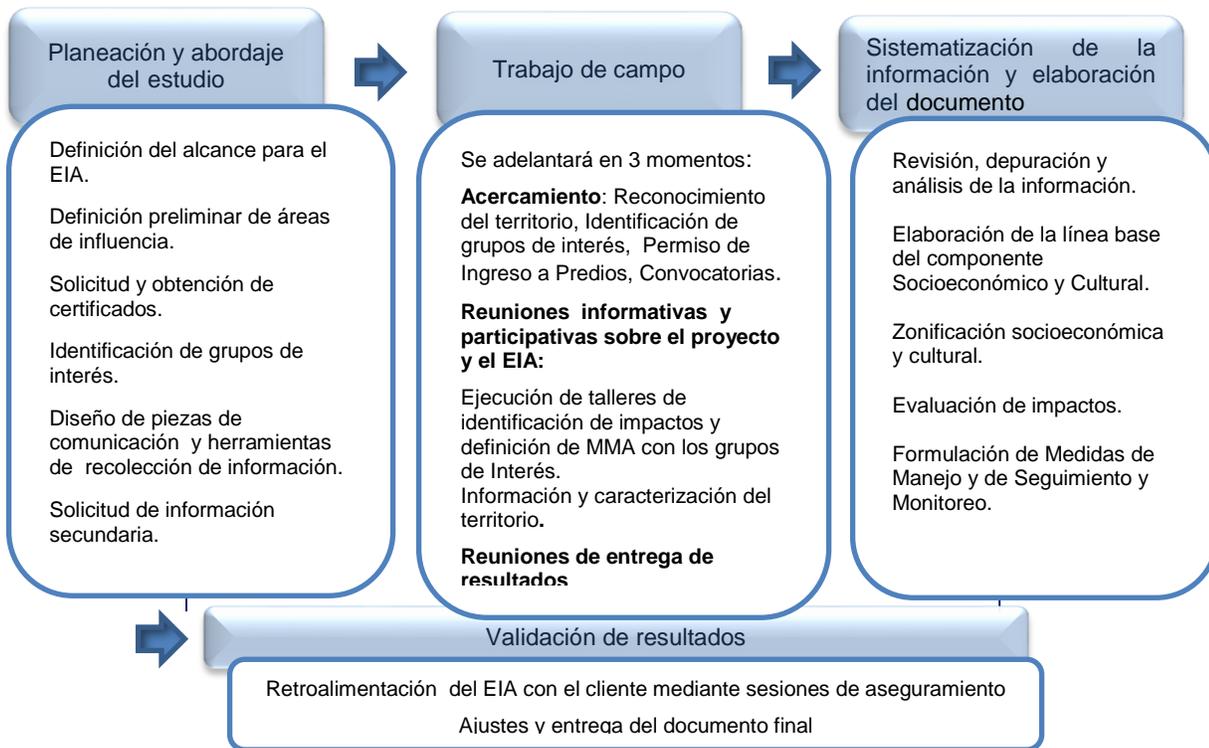
Origen	Destino	Intervención	Vereda	Municipio
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	Portugal	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	Santo Domingo	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	Mirabel	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	San Nicolás Bajo	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	La Cuchilla	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	San Benito	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	San Nicolás Alto	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	San Lorenzo	Lebrija
Portugal K105+000	Lebrija K117+403	Mejoramiento de la vía existente Construcción segunda calzada	Urbano	Lebrija
Total veredas			8	
Total barrios			Por definir	

Fuente: Análisis del Consultor, 2016

2.3.2.14 FASES DEL PROCESO METODOLÓGICO

El desarrollo metodológico para el componente socioeconómico y cultural, se enmarca en cuatro fases de trabajo: planeación y abordaje del estudio, trabajo de campo (convocatoria, ejecución), sistematización de la información y elaboración del documento y validación de resultados con el cliente, la cual se ejecutará durante el desarrollo del estudio de forma transversal. En Figura 2-13 se relacionan las principales actividades de cada fase.

Figura 2-13 Estructura del proceso metodológico para la elaboración del EIA – Medio socioeconómico



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **planeación y abordaje del Estudio**

El punto de partida que se propone para el desarrollo del componente socioeconómico, comprende las actividades planeadas en la etapa de pre- campo, las cuales corresponden al conjunto de acciones diseñadas e implementadas por Consultoría Colombiana S.A., previo al relacionamiento con los grupos de interés (autoridades departamentales, autoridades municipales, comunidades y organizaciones sociales y comunitarias); así mismo, atiende las especificaciones y solicitudes de los términos de referencia (Resolución 751 del 26 de marzo de 2015). A continuación se describen las principales actividades:

- **Definición del tipo de proyecto, alcance y aspectos sociales relevantes**

Esta actividad se orienta a la determinación de las características del proyecto, la normatividad que le aplica para lograr el objetivo del licenciamiento ambiental y en ello, las consideraciones legales y técnicas necesarias para el abordaje del medio socioeconómico. En particular para el proyecto, se retoma lo establecido en cuanto a las unidades funcionales, el tipo de intervención que se proyecta realizar, así como otras características relevantes del proyecto.

- **Definición de áreas de estudio, y áreas de influencia de acuerdo a los impactos**

Esta primera identificación de las unidades territoriales arroja un área de estudio que posteriormente será revisada con los resultados del trabajo de campo para proceder a definir el área de influencia del proyecto.

Así mismo esta información contribuye a determinar las estrategias para el desarrollo del proceso de participación con los grupos de interés, así como sus etapas, actividades, instrumentos, recursos y tiempos de ejecución del proceso, durante la elaboración del estudio de impacto ambiental.

- **Solicitud y obtención de certificados y/o licencias**

En atención al Decreto 2613 del 20 de Noviembre de 2013 expedido por el Ministerio del Interior en sus Artículos 4 y 7 del Capítulo 11, relativo a la certificación de presencia de comunidades étnicas, alude que la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior ejercerá la competencia exclusiva de certificación de presencia de comunidades étnicas para efectos de celebración de consultas previas. El Instituto Colombiano de Desarrollo Rural - INCODER- suministrará oportunamente a la Dirección de Consulta Previa la información actualizada relativa a los resguardos legalmente constituidos, y en proceso de constitución, de comunidades indígenas y de títulos colectivos de comunidades negras.

De otro lado, de acuerdo al artículo 3 de la Ley 1185 de 2008, se deberá adelantar la gestión correspondiente para solicitar y obtener la autorización de intervención arqueológica ante el Instituto Colombiano de Arqueología e Historia – ICANH, mediante la cual se avale la propuesta de prospección arqueológica para el proyecto.

- **Identificación de grupos de interés**

Para el EIA se identificarán los grupos de interés que se encuentran en el área de estudio, de las unidades territoriales mayores y menores, a saber: autoridades departamentales (gubernaciones y autoridades ambientales regionales), municipales (alcaldes, secretarios de despacho, concejos municipales y personeros), las Juntas de Acción Comunal y las comunidades en general. Así mismo en el caso de identificarlas o que sean certificadas por las autoridades competentes, las comunidades étnicas y sus organizaciones.

Es de resaltar que con éste último, se adelantaría el proceso de participación conforme a la consulta previa en caso de ser impactados en su territorio y/o en su cultura.

Con base en lo anterior, se relacionarán los siguientes grupos de interés:

- Autoridades departamentales, es decir gobernaciones y corporaciones autónomas regionales con jurisdicción en el área.
 - Autoridades Municipales (alcaldes y secretarios de despacho) y autoridades de control (personerías municipales).
 - Representantes de comunidades étnicas y su organización, solo en caso de que aplique de acuerdo con certificación.
 - Representantes de las Juntas de Acción Comunal de las unidades territoriales menores.
 - Comunidades étnicas
 - Representantes de organizaciones sociales, gremiales y/o comunitarias presentes en el área de influencia del proyecto.
 - Propietarios/Residentes de predios requeridos por el proyecto, que deban desplazarse del sitio de residencia y/o actividad económica como consecuencia de la adquisición predial.
 - Otras organizaciones de orden gubernamental o privado, de acuerdo con la identificación de los impactos potenciales que pudieran afectarles.
- **Diseño de piezas de comunicación y herramientas de recolección de información**

Actividad que incluye la elaboración y aprobación de todos los documentos o piezas de comunicación e información; así como los instrumentos de recolección de información a emplear en la fase del trabajo de campo.

Se emplearán los siguientes documentos y piezas de comunicación:

- ✓ Cartas de presentación del proyecto, a través de las cuales se informará alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental, se solicitará la información secundaria de importancia para el EIA a los entes territoriales y entidades correspondientes, adicionalmente se invitará a participar de las reuniones a desarrollar.
- ✓ Cartas de invitación a reunión, taller y/o reuniones de devolución de resultados, dirigidas a los grupos de interés ubicados en el área de estudio o área de influencia, según el momento de aplicación.
- ✓ Volantes de invitación a reunión: Esta pieza de comunicación contendrá el alcance del estudio, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto. De acuerdo con la necesidad de comunicación y/o el tipo de reunión, se implementará esta estrategia.
- ✓ Registro de entrega de piezas comunicacionales: este soporte incluirá la información del departamento, municipio, vereda, fecha de entrega, nombre de la

persona que recibe la información y firma, número telefónico e información que recibe.

- ✓ Afiches de invitación a reunión: describirá el alcance del estudio, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto.
- ✓ Formato control de llamadas telefónicas: este instrumento registrará las comunicaciones sostenidas con los grupos de interés para reforzar la participación en las reuniones; incluirá el departamento, municipio, unidad territorial, nombre de la persona contacto, número telefónico, fecha y hora de la llamada, así como el seguimiento o registro de la gestión adelantada.
- ✓ Presentaciones en formato power point: se prepararán tres tipos de presentaciones:
 1. Orientada a hacer la descripción general del proyecto y del alcance del estudio de impactos ambiental. Corresponde con el primer momento de acercamiento a las autoridades y comunidades.
 2. Su enfoque estará dado por el alcance de la recolección de información con los diferentes grupos de interés, las actividades de levantamiento de información, la presentación de los instrumentos y actividades para la identificación de impactos.
 3. Su objetivo es la presentación de resultados del EIA

Para la recolección de información de campo se emplearán los siguientes instrumentos:

En torno al proceso de recopilación de la información primaria se revisan y preparan los instrumentos para el trabajo de campo y recolección de información primaria, entre ellos se plantean:

- Ficha de avanzada social: con la cual se busca identificar características e información relevante de las unidades territoriales, de tal forma que coadyuven en la preparación de las reuniones de información y la ejecución de talleres de identificación de impactos. Las actividades de la avanzada se efectuaron entre el 21 y el 30 de enero de 2016.
- Ficha de caracterización rural: mediante esta herramienta, se busca identificar los aspectos relevantes demográficos, históricos, espaciales, económicos, políticos, organizativos y culturales de cada una de las unidades territoriales del área de influencia. Así mismo, se consigna la georreferenciación de infraestructura social tanto para la caracterización como de aquella que se identifique será afectada por el proyecto. Esto es: centros educativos, puestos de salud, acueductos, casetas comunales y demás equipamiento social. Esta información se captura en la ficha de caracterización rural.

- Ficha de caracterización urbana: con este instrumento se busca recolectar información de interés en aquellas unidades territoriales asociadas a barrios y zonas de expansión urbana, con el fin de identificar sus principales características.
- Ficha de caracterización de unidades sociales a desplazar: se pretende caracterizar cada uno de las unidades sociales que hacen parte del área de afectación del proyecto a nivel de adquisición predial, para identificar sus características socioeconómicas, la determinación de impactos y los aspectos relativos a la medida de manejo correspondiente .
- Cartografía base del área de estudio con información social relevante para servir como guía a los profesionales de campo, y apoyo en los talleres de impactos para orientar a los asistentes en cuanto a los tramos o unidades funcionales objeto del taller.
- Elaboración de mapas parlantes: tiene como finalidad que la comunidad haga una representación gráfica de las principales características del territorio local, como áreas de equipamiento social, espacios urbanos, vías de comunicación, límites veredales, infraestructura productiva; fuentes hídricas, cultivos, sitios de interés comunitario, zonas naturales y de reserva, zonas en riesgo, entre otras.
- Guías de entrevistas: se prepararán de acuerdo con la necesidad de reforzar aspectos que se encuentren con escasa información secundaria o que por su naturaleza se requiera levantar a través de este tipo de instrumentos. Por ejemplo, temas asociados a impactos específicos como el traslado de escuelas o actividades
- Matriz de identificación de impactos y medidas de manejo: se prepararán matrices de impactos de acuerdo con el tipo de intervención proyectada en la unidad funcional para las actividades de construcción de vía nueva, segunda calzada, se proyectan matrices que permitan identificar los impactos de acuerdo con las etapas, obras y actividades previstas por el proyecto. En las mismas, se identificarán los impactos a los medios biótico, abiótico y socioeconómico y cultural.
- Formatos de actas de reunión: utilizados como memoria y registro de la información y hechos que se suceden en las reuniones y espacios de comunicación (visitas a predios, etc.) con la comunidad y sus autoridades y organizaciones. Constituyen el soporte y evidencia de las actividades.

- **Recolección de información secundaria**

Con base en la identificación de unidades territoriales mayores y menores, en esta fase las actividades se orientarán a la identificación, solicitud y captura de información secundaria de los aspectos demográficos, espaciales, económicos, culturales, político organizativos y de tendencias de desarrollo que permiten contar con un primer nivel de aproximación al área de estudio – área de influencia. Con ello se busca desarrollar la caracterización de los diferentes componentes del estudio a la vez que depurar las necesidades de información a recolectar en la fase de trabajo de campo.

Se revisará y obtendrá información existente en diversas fuentes, entre ellas los sitios web de las diferentes entidades del sector público y privado, cuyos portales publican con regularidad información estadística de carácter nacional, regional y local, entre ellas: Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-, portales web de la Gobernación de Santander y de las alcaldías municipales, Ministerio de Cultura, Registraduría Nacional del Estado Civil y Observatorio de la Consejería para los derechos Humanos, portales de las cámaras de comercio de municipios del área de estudio – área de influencia. INCODER, DANE, ICANH, DNP, Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional, Ministerios del Interior y de Justicia, de Protección Social, de Cultura, entre otros.

A nivel municipal el insumo para la caracterización del componente socioeconómico, corresponde a:

- ✓ Plan o Esquema de Ordenamiento Territorial vigente o actualizado (diagnóstico y cartografía).
- ✓ Relación de directivas y datos de contacto de las organizaciones sociales, gremiales, comunitarias o ambientales existentes en el municipio a nivel rural y urbano.
- ✓ Comunidades étnicas reconocidas en el área.
- ✓ El Plan de Desarrollo Municipal – PDM así como los Programas de gobierno de candidatos electos a alcaldías.
- ✓ Plan de Gestión del Riesgo y/o Plan Local de emergencia CLOPAD.
- ✓ Estudios y/o investigaciones del área socioeconómica y cultural, diferentes a los POT y PDM, tanto municipal como veredal
- ✓ Características de los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, gas, telefonía, internet, celular, energía, recolección y disposición de residuos) y sociales (educación, salud, vivienda, recreación, deporte, infraestructura vial).
- ✓ Evaluaciones Agropecuarias – EVA del municipio: Estadísticas agropecuarias del municipio y sus veredas, caracterización de los sistemas productivos/agropecuarios.
- ✓ Planes y proyectos de tipo turístico o cultural desarrollados o previstos a nivel municipal y veredal.
- ✓ Inventario de bienes patrimoniales/históricos municipales, así como información relacionada con sitios turísticos o de interés paisajístico como miradores o lugares para la contemplación.
- ✓ Plan Local de Salud.

- ✓ Inventario de infraestructura básica – social (vías, equipamiento urbano, rural).
- ✓ Información sobre proyectos estratégicos ejecutados durante los tres años anteriores y proyectos a ejecutarse a corto, mediano y largo plazo.
- ✓ Previa consulta del estado de actualización de las bases de datos SISBEN, se evaluará la pertinencia de su utilización.
- ✓ Proyectos o acciones de conservación de recursos naturales y desarrollo sostenible, llevados a cabo en su municipio por entidades gubernamentales, organizaciones comunitarias o privadas; al igual que las reservas naturales que fueron declaradas por el Concejo Municipal.

Para la caracterización socio ambiental a nivel regional, la información a requerir corresponde a:

- ✓ Información sobre proyectos estratégicos regionales ejecutados durante los tres años anteriores y proyectos a ejecutarse a corto, mediano y largo plazo.
- ✓ Copia de las personerías jurídicas y Resoluciones de reconocimiento de dignatarios vigentes de las Juntas de Acción comunal de las unidades territoriales menores del área de estudio/área de influencia.
- ✓ Información económica proveniente de estadísticas regionales que permitan identificar la participación o aporte en los diferentes renglones económicos de los municipios del área de estudio/ área de influencia.
- ✓ Información ambiental relevante para la caracterización de unidades territoriales, como es el caso de zonas de manejo especial, reservas, distritos de manejo, etc.

2.3.2.15 TRABAJO DE CAMPO

- **Recolección de información de campo**

Una vez se ha acopiado y revisado de manera preliminar la información secundaria colectada en oficina, se procede a la elaboración de oficios de solicitud de información a las entidades del orden nacional, departamental y municipal de acuerdo con las temáticas necesarias para atender los requerimientos del EIA.

Por lo anterior se proyectan visitas a las autoridades regionales (diferentes dependencias de las gobernaciones) y a las secretarías o dependencias que integran el gobierno municipal, a fin de proyectar los oficios de solicitud de información. Para el logro de este objetivo, se incluirá la consecución del directorio de funcionarios en cada una de las alcaldías de los municipios del área de estudio, durante las actividades de identificación de grupos de interés.

De acuerdo con el proceso de concertación de reuniones con comunidad y autoridades los trabajos se realizaron en dos etapas de campo así: del 12 al 27 de febrero y del 5 al 18 de marzo de 2016.

- **Proceso de participación comunitaria**

- **Identificación de grupos de interés, verificación unidades territoriales**

Dentro de las actividades que se deben adelantar durante esta etapa del proyecto, en primera instancia se plantea la realización del recorrido al área, el cual posibilita se identifique el área a intervenir con el desarrollo del proyecto y otras áreas aferentes (vías de acceso) y con ello, la verificación en campo de las unidades territoriales que se constituirán en el área de influencia indirecta /directa, los grupos de interés, la población asentada, así como otra información conducente a la organización logística para el desarrollo de los trabajos de campo.

- Se efectuará visita a las diferentes alcaldías para efectúa la consulta de los datos de contacto de los funcionarios de la administración que inicia el período 2016-2019, que se convocarán al proceso informativo y de participación. Esto es alcalde, secretarios de despacho, personerías y otras dependencias de interés por el tipo de proyecto (tránsito, comités de emergencias).
- Se hará contacto telefónico con los presidentes de Jac de las unidades territoriales menores y su asociación para levantar un directorio que posibilite la programación de los espacios de información y taller.
- Se levantará información sobre líderes u organizaciones representativas de actividades comerciales que puedan verse potencialmente impactadas por el proyecto.
- Se realizará de manera particular con los sectores de centros poblados impactados de manera directa por las obras, a través de mecanismos como volantes y/o perifoneo.

- **Realización de convocatorias**

La convocatoria, se adelantará mediante oficios de invitación a las reuniones informativas sobre el proyecto, el estudio y sus actividades. Así mismo, se implementarán mecanismos que favorezcan el conocimiento de estos espacios por parte de los grupos interesados,

Una vez sean radicados los oficios, se establecerá comunicación de seguimiento con cada interlocutor en la que se ratifique la invitación a los espacios informativos

Dentro de las estrategias propuestas se plantean las siguientes:

- Oficios de convocatoria
- Comunicación telefónica
- Seguimiento telefónico
- Afiches de invitación
- Volantes de convocatoria
- Cuñas radiales a través emisoras de amplia difusión en las comunidades, en los casos en que se encuentre como el mecanismo más efectivo debido a dificultad en comunicación celular.
- Apoyo en convocatoria por parte líderes comunitarios conocedores del territorio.

Todos los recursos anteriormente implementados será soportados de tal manera que hagan parte posteriormente de los anexos del documento de EIA.

- **Realización de reuniones y talleres**

En este espacio se presentará el proyecto, su alcance y área de influencia inicial y final de acuerdo con los momentos que se convoquen. Igualmente, se informará sobre las actividades del EIA, y la propuesta general de trabajo con las comunidades y organizaciones. Se pretenden los siguientes objetivos:

- Hacer partícipes a los líderes comunitarios, sobre las características técnicas del proyecto y las ambientales con relación al desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental - EIA y sus resultados, a través de espacios de interacción.
- Recoger las inquietudes, aportes y recomendaciones de los asistentes a las reuniones, en pro de analizar sus percepciones frente al desarrollo del proyecto, respaldados en el conocimiento que tienen de su territorio.

A continuación se detalla la estimación del número de reuniones de acuerdo con el grupo de interés, identificado con base en el reporte SIG.

- **Reuniones Autoridades regionales**

Se proyecta vincular la participación de las gobernaciones y autoridades regionales ambientales, a través de dos espacios de reunión. En el primero con el objeto de realizar la presentación del proyecto y del EIA. Esto con el fin de indicar el inicio de actividades y los alcances específicos del estudio en cada uno de sus componentes. El total de reuniones se indica en la Tabla 2–32.

Tabla 2–32 Total reuniones autoridades regionales

Municipio	Autoridad regional	Total Reuniones
Barrancabermeja	Gobernación de Santander	1
San Vicente de Chucurí Betulia	Corporación Autónoma Regional de Santander -CAS	1
Girón Lebrija	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB	1
Total reuniones autoridades regionales		3

- **Reuniones Autoridades municipales**

En el nivel municipal se propone el desarrollo de dos espacios de información que permitan cumplir con los objetivos indicados, pero incluyendo dentro de la agenda un espacio para la identificación preliminar de impactos, con lo cual, es posible determinar desde la visión de las autoridades municipales, aspectos de interés a profundizar durante la ejecución del trabajo de campo. La segunda reunión tiene como propósito al presentación de resultados del EIA. Las reuniones se efectuarán en dos grupos: i) alcalde, secretarios de despacho y personería; ii) concejo municipal. En la Tabla 2–33 Total reuniones Autoridades municipales en el área de Estudio. Tabla 2–33 se indica el total de reuniones.

Tabla 2–33 Total reuniones Autoridades municipales en el área de Estudio.

Autoridad Municipal	Total Reuniones autoridades municipales
Barrancabermeja	2
San Vicente de Chucurí	2
Betulia	2
Girón	2
Lebrija	2
Total reuniones autoridades municipales	10

Fuente: Análisis del Consultor, 2016.

Notas: el conteo de dos incluye la reunión de resultados del EIA.

- **Reuniones Organizaciones Comunales y comunidad en general**

Tomando en cuenta que la forma de organización de base más difundida es la Junta de Acción Comunal y que por lo común cada unidad territorial cuenta con una, el proceso de convocatoria se orienta a informar del inicio de los estudios y su alcance, la necesidad de generar espacios para el levantamiento de información que permita efectuar la caracterización de las unidades territoriales menores y la devolución de resultados del EIA.

Previamente se presentó la identificación de unidades territoriales para cada una de las unidades funcionales que integran el proyecto. , por lo que a continuación se indica para cada una de ellas el total de reuniones a realizar, de acuerdo con los municipios. Ver Tabla 2–34.

Tabla 2–34 Resumen de reuniones y espacios de información por municipio

Municipio	Total veredas	Total Centros poblados /asentamientos	Reunión de Información	Reunión de devolución de resultados
Barrancabermeja	6	La Fortuna	6	6
San Vicente de Chucurí	1 ¹	0	1	1
Betulia	2	Casa de Barro El Peaje Tienda Nueva La Playa	4 ²	4
Girón	1	Marta ³	1	1
Lebrija	18	Portugal	20 ⁴	20
Total	28			45

Fuente: Análisis del Consultor, 2016.

Notas: En este municipio se reporta solo la vereda Vizcaína pero de acuerdo con experiencia en proyectos anteriores, esta vereda presenta división en sectores y cada uno de ellos, tiene su junta de acción comunal. Esto es un aspecto que incide en el posible número de reuniones necesarias para el proceso informativo del presente EIA.

²Se proyecta cuatro (4) reuniones en Betulia ya que se tiene las veredas La Putana Casa de Barro y Tienda Nueva más los asentamientos de El Peaje y La Playa, para un total de cuatro reuniones.

³ De acuerdo con la información secundaria en la vereda Marta se ubica un centro poblado del mismo nombre sobre el cual, el proyecto no reporta intervención directa pero que si debe ser tenido en cuenta en la caracterización para el EIA.

⁴ El total corresponde a la sumatoria de las 18 veredas, más 1 que corresponde a la zona urbana y el centro poblado de Portugal, donde es posible que dado que se trata de la vereda con alta presencia de la actividad avícola, se estima una reunión adicional para precisar los impactos sobre este sector.

El número de reuniones se establece de manera preliminar ya que es posible que producto de las actividades de acercamiento y verificación de campo, las unidades territoriales cambien en su número. Este aspecto es particularmente importante en las zonas donde se proyecta intervención urbana, y sobre las cuales en este momento no hay certeza en relación a su denominación y número.

Se procurará la ejecución de las reuniones con comunidades en sus mismos territorios en pro de garantizar la mayor participación posible, buscando generar condiciones adecuadas para la realización de las mismas: accesibilidad, capacidad y comodidad, aspectos que será parte de las actividades de acercamiento para determinar las condiciones particulares en cada caso.

- **Condiciones generales de las reuniones**

Previo al inicio de cada reunión, se deberá solicitar la autorización de los participantes para realizar la toma de registros de asistencia y fotográfico de las mismas. Igualmente, se les informará que se levantará una memoria de la reunión de la cual se les entrega copia, así como de la presentación efectuada, si así lo requieren.

Elaboración de actas o memorias de reunión que se levantarán a mano durante la realización de las reuniones y se tomarán la firma de los asistentes in situ.

Diligenciamiento de una lista de asistentes y determinación del número de participantes con que contó cada reunión.

Los contenidos básicos de la reunión inicial de información del proyecto y presentación de alcances del EIA, será la siguiente:

1. Presentación de los asistentes
2. Objetivo de la reunión
3. Localización y descripción del proyecto
4. Proceso de Licenciamiento
5. Descripción general por componentes de los alcances del EIA
6. Etapa de planeación
7. Etapa de campo
8. Etapa de oficina
9. Proceso de participación comunitaria y de autoridades
10. Inquietudes de los asistentes

La agenda de las demás reuniones (Taller y de devolución de resultados) se presentará posteriormente para concepto del Concesionario.

- **Taller de Impactos y medidas de manejo**

Se propone la identificación de impactos socioambientales que potencialmente, puede generar el proyecto en relación con los procesos sociales propios del área de influencia con participación de los grupos de interés, así como de las medidas de manejo que dichos grupos identifiquen en relación con dichos impactos. En el espacio de taller con la comunidad se llevará a cabo la construcción de mapas parlantes y el diligenciamiento de la ficha de caracterización rural. Si la misma no puede completarse en este espacio se gestionarán los espacios con las personas que puedan aportar la información en otros espacios durante el trabajo de campo.

- **Construcción de mapas parlantes –ejercicio de cartografía social**

Los mapas parlantes tienen como objetivo recoger de manera gráfica la percepción y el conocimiento que los participantes tienen de su territorio local. Así, los mapas deberán reflejar los aspectos más importantes del territorio.

Por medio de esta técnica los asistentes al taller, a partir de un dibujo de la vereda, el barrio o centro poblado, identifican su territorio, contemplan los límites, infraestructura social, cultural, económica, productiva, entre otras. Lo anterior posibilita establecer la relación entre la comunidad y su entorno y la percepción de los pobladores frente a la distribución y manejo del territorio en relación con el desarrollo las actividades a desarrollar en el proyecto.

La construcción de los mapas parlantes se llevará a cabo durante las reuniones del segundo momento informativo con los grupos de interés, a través de grupos focales de trabajo que se organizarán, bien sea por temática particular o por su conocimiento de los diferentes temas. Para ello se plantea lo siguiente:

- ✓ Presentar el proceso metodológico para la construcción de los mapas parlantes.
- ✓ Conformar los grupos de trabajo, por dimensiones: Demográfica, espacial, económica y cultural; solicitándoles que recuerden, observen, analicen y dibujen su comunidad de acuerdo a la temática asignada.
- ✓ Entregar a cada grupo la cartografía base de la unidad territorial correspondiente.
- ✓ Registrar o ubicar por cada grupo focal, los elementos de las dimensiones respectivas en la cartografía base entregada a cada grupo:

Demográfica: ubicar límites veredales resaltando los límites geográficos, ubicación de viviendas, caseríos o centros poblados con el número de habitantes respectivamente; tipo de población y ubicación en la unidad territorial.

Espacial: ubicar en la unidad territorial infraestructura social, comunitaria, vías de acceso, servicios.

Económica: ubicación de áreas de cultivos, infraestructura petrolera, tipos de cultivos, zonas pecuarias y tipo, infraestructura productiva, fuentes hídricas y aprovechamiento para actividades agropecuarias, áreas de protección.

Cultural: áreas de interés arqueológico, de interés cultural, sitios de encuentro comunitario, entre otros.

- ✓ Desarrollar plenaria con para retroalimentación de la actividad por dimensión con todos los participantes.

Los talleres de identificación de impactos y medidas de manejo ambiental para el proyecto, se efectuarán en el marco de las reuniones informativas del segundo momento, con autoridades municipales, líderes de organizaciones sociales, gremiales y comunitarias y comunidades del área de influencia del proyecto, para cada grupo en espacios independientes de acuerdo a la realidad de cada uno de las unidades territoriales. Para esto, es necesario hacer énfasis en los grupos de interés sobre las actividades del proyecto durante las etapas de pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento, así como la metodología de trabajo a implementar durante el taller de identificación de impactos y medidas de manejo, para lo que se proponen las siguientes estrategias, cuya implementación se describe en el documento adjunto. Ver Tabla 2–35.

Tabla 2–35 Características de las técnicas de recolección de información en el taller de impactos

Objetivo: Propiciar un espacio de participación individual y grupal, el cual propenda por facilitar el conocimiento de los intereses, actitudes y modos de ser del grupo, con el fin, de obtener un resultado óptimo frente a la recolección de información que sirve de base para el análisis de la incidencia del proyecto en la comunidad.					Tiempo Estimado: 2 Hrs	
					Lugar: Acordado con la comunidad	
Actividad	Objetivo	Descripción	Tiempo	Recurso	Responsable	
Presentación de las Técnicas de Intervención	Dar a conocer el alcance del taller de intervención	Presentación de las técnicas de intervención para la recolección de información (Matriz de Impactos y Mapa Parlante).	5 Min.	N.A.	Profesional Social	
Técnica de recolección de información (Mapa Parlante)	<p><i>De la técnica:</i> Recoger de manera gráfica la percepción de los participantes sobre el territorio local y reflejar los aspectos más importantes del territorio local, por ejemplo áreas forestales, pastizales, áreas de cultivo, espacios urbanos, fuentes de agua, etc.</p> <p><i>Del Profesional:</i> Identificar espacialmente los puntos álgidos y relevantes de la Vereda/Barrio, además de evidenciar en este el nivel de arraigo de la comunidad.</p>	<p>Teniendo en cuenta dos aspectos, uno los antecedentes de los proyectos fue la aplicación de lineamientos de participación en la elaboración de los DAA, y el segundo es la inclusión de unidades territoriales nuevas al proyecto. Por lo anterior, se tiene:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En algunas reuniones se elaboró cartografía social con base en un plano previo, teniendo como finalidad hacer los ajustes de lo anteriormente referenciado, identificando cambios en la vereda, como construcciones nuevas, caminos entre otros. 2. Los participantes dibujan el Mapa parlante tomando como referencia el conocimiento que tienen de su vereda/barrio en ello se señalan los linderos comunales y los hitos geográficos más importantes como son; las vías de comunicación, fuentes acuíferas, áreas de cultivo, áreas de pastoreo, áreas forestales, incluyendo las principales infraestructuras de la comunidad. Para la gráfica de los mapa, se dieron algunas pautas: <p>a) Organización de los participantes en</p>	1 hora	Papel Periódico; Plumones de diferentes colores; mesas de apoyo.	Profesional Social.	

Objetivo: Propiciar un espacio de participación individual y grupal, el cual propenda por facilitar el conocimiento de los intereses, actitudes y modos de ser del grupo, con el fin, de obtener un resultado óptimo frente a la recolección de información que sirve de base para el análisis de la incidencia del proyecto en la comunidad.				Tiempo Estimado: 2 Hrs	
				Lugar: Acordado con la comunidad	
Actividad	Objetivo	Descripción	Tiempo	Recurso	Responsable
		<p>grupos y solicitud que recuerden, observen, analicen y dibujen su comunidad, enfatizando la situación de sus recursos.</p> <p>b) El mapa deberá contener aspectos importantes que hacen al territorio, por ejemplo, cursos de agua, vías de ubicación, áreas forestales, infraestructura de riego, puestos de salud, etc.</p> <p>c) Se socializa con los participantes que temas prioritarios o problemas presentan los mapas y que dicen sobre las actividades de las personas que construyen el territorio.</p>			
Técnica de recolección de Información de Impacto)	<p><i>De la Técnica:</i> Caracterizar y contextualizar las situaciones a partir de los aspectos más representativos, para la identificación y evaluación de impactos socio ambiental que pueden generarse durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.</p> <p><i>Del profesional:</i> Permitir en un primer momento, identificar y caracterizar las actividades antrópicas de la zona, y su grado influencia en el estado socioeconómico y ambiental actual. Con la</p>	<p>A través del diálogo se explica a los participantes la importancia de identificar y plasmar cuales son a su parecer los impactos que se verían reflejados en su entorno natural y social en el escenario donde el proyecto se encuentre en marcha.</p> <p>Dicha actividad permite un dimensionamiento de las diferentes etapas del proyecto y una planeación de acciones propias de la comunidad para evitar o minimizar dichos impactos que afecten en niveles considerables.</p> <p>Se organiza a los participantes en grupos, de acuerdo a la cantidad de personas que asistan. Se les entrega una matriz donde se</p>	1,5 horas	Matriz de impacto sin y con proyecto; Bolígrafos/ sharpie.	Profesional Social

Objetivo: Propiciar un espacio de participación individual y grupal, el cual propenda por facilitar el conocimiento de los intereses, actitudes y modos de ser del grupo, con el fin, de obtener un resultado óptimo frente a la recolección de información que sirve de base para el análisis de la incidencia del proyecto en la comunidad.				Tiempo Estimado: 2 Hrs	
				Lugar: Acordado con la comunidad	
Actividad	Objetivo	Descripción	Tiempo	Recurso	Responsable
	construcción de este escenario es posible inferir las posibles tendencias o polos de desarrollo en las áreas de influencia del proyecto, debido a que se relaciona con los impactos con proyecto.	relacionan las actividades del proyecto teniendo en cuenta los aspectos bióticos, abióticos y socioeconómicos, el grupo deberá decidir los impactos más relevantes en su Vereda/Barrio y responder cada una de las columnas que contiene la matriz.			
Plenaria	<p><i>De la técnica:</i> Dar a conocer los registros e información plasmada en ambas técnicas de recolección de información, con el fin, tener retroalimentación por parte de los asistentes.</p> <p><i>Del Profesional:</i> Identificar la percepción y sentir de la comunidad frente a lo expuesto, además de identificar el imaginario colectivo que tiene la comunidad con relación al proyecto.</p>	Al final del ejercicio cada grupo escoge un relator/a que contará las apreciaciones del grupo.	45 minutos.	N.A.	Profesional Social

- **Levantamiento de información unidades sociales a desplazar**

Una vez que se acuerde con el Concesionario el momento en que se disponga de la versión definitiva de diseños para identificar la afectación que implique el desplazamiento de unidades sociales y/u otro tipo de ocupantes de las áreas requeridas, se procederá al levantamiento de información primaria que permita caracterizar sus condiciones a fin de establecer los potenciales impactos y contar con información para la formulación de las medidas de manejo respectivas. Para ello se utilizarán los instrumentos de captura que permitan la obtención de la información de interés.

Es importante indicar que la información de diseño definitivo es requisito indispensable para la determinación de la aplicación de estos instrumentos, además que la actividad supone la generación de expectativas en la comunidad que deben ser adecuadamente controladas durante el proceso de recolección de información.

- **Reuniones de entrega de resultados**

De manera similar a las reuniones de información y taller de impactos, se coordinará la logística necesaria para la realización de las reuniones de devolución de resultados del EIA, en el mismo nivel de autoridades y grupos de interés indicado anteriormente (autoridades regionales, municipales, y comunidad y sus organizaciones)

En dichas reuniones, se utilizará como recursos

1. Presentación en power point
2. Elaboración de un plegable de resultados
3. Presentación de los diseños definitivos
4. Entrega de un expediente comunitario que permita a los diferentes grupos contar con una carpeta que contenga las memorias de las reuniones efectuadas en el marco del EIA, copia de las matrices de impactos y reporte fotográfico de la cartografía social.

Los resultados se transmitirán en concordancia con los resultados finales del estudio, en especial sobre:

- Descripción y alcance del proyecto
- Áreas de influencia
- Caracterización socioambiental
- Recursos Naturales que demandará el proyecto
- Zonificación ambiental
- Evaluación de impactos
- Plan de Manejo Ambiental y seguimiento

- **Procesamiento de la información, análisis de datos, producción cartográfica temática**

La información secundaria se revisará con el fin de establecer las condiciones de su vigencia y cobertura para las unidades territoriales mayores y menores, así como establecer si se presentan limitaciones en la información que puedan incidir en alguna temática particular.

Para las unidades territoriales menores, tanto las fichas de caracterización rural como las fichas de caracterización predial, se procesarán a fin de obtener los insumos de datos y salidas graficas necesarias para la atender los requerimientos de los términos de referencia.

Con los resultados de la revisión y levantamiento de información se incorporarán los insumos necesarios para generar la cartografía temática a escala 1:25.000.

- **Elaboración de la línea base del componente Socioeconómico y Cultural**

Una vez recopilada la información primaria y secundaria, se procederá a sistematizar, organizar y analizar, con el fin de elaborar el capítulo 5 de la línea base, en el cual se consolidan los resultados del proceso de participación y los componentes demográfico, espacial, económico, cultural, político organizativo, arqueológico, de tendencias del desarrollo y finalmente en relación con la información de la población a reasentar, atendiendo los requerimientos establecidos en los términos de referencia.

De igual manera, se organizarán los instrumentos de recolección de información primaria, cuyos soportes originales serán mantenidos en archivo hasta la radicación del estudio ante la autoridad para atender oportunamente cualquier requerimiento o ajuste

- **Zonificación socioeconómica y cultural**

La zonificación ambiental corresponde a un proceso metodológico que se desarrolla a partir de la caracterización y análisis de las variables manifiestas en los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico de un territorio. Dicho proceso metodológico, tiene por objeto la clasificación y ordenación de un territorio, en áreas o unidades espaciales con propiedades o características similares entre sí.

La zonificación busca delimitar y tipificar áreas, distinguiendo sus características en términos de importancia y sensibilidad, conservando sus interrelaciones, de modo que se puedan ejecutar las actividades previstas por el proyecto, en el marco del desarrollo sustentable.

La importancia es entendida como los servicios y las funciones ambientales que prestan las unidades identificadas. En consecuencia, se entienden como Áreas de Importancia Ambiental, aquellas áreas que poseen un valor biológico real o potencial alto. La importancia puede ser debida a la ubicación, tamaño, estructura, composición ó función.

Por su parte, la sensibilidad es entendida como la susceptibilidad de las unidades al deterioro por la acción de factores externos. De esta manera, las áreas ambientalmente sensibles son aquellas con un alto grado o potencial de degradación o deterioro.

En lo ambiental, se resalta la importancia socioeconómica y cultural que las comunidades de una región le den a sus paisajes o a sus territorios, aspectos que brindan posibilidades y potencial para diferentes alternativas de desarrollo. En muchos casos, el uso que las comunidades dan a sus tierras está en franca oposición a la vocación natural o a la importancia y sensibilidad físico-biótica de un área, lo que genera conflictos ambientales anteriores al proyecto, los cuales deben tenerse en cuenta durante el análisis de evaluación del impacto ambiental, puesto que constituyen la situación o escenario actual del territorio sin proyecto.

Para efectos del estudio de impacto ambiental, la zonificación ambiental, se desarrollará considerando las condiciones más relevantes dentro de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico. Dentro del componente socioeconómico, aspectos como la existencia de comunidades étnicas, los centros poblados o asentamientos, las áreas urbanas, la infraestructura social y cultural, de servicios públicos, organización social y su ámbito de participación, entre otros, de acuerdo a la caracterización y los procesos sociales que en ella se presentan, los cuales se especializarán en la escala correspondiente, atendiendo de esta forma los requerimientos metodológicos para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental.

La zonificación ambiental que se propone comprende, en general, los siguientes pasos:

- ✓ Agrupación y georreferenciación de atributos, entendiéndose por atributos las unidades definidas en los diferentes componentes ambientales.
- ✓ Superposición de la información usando SIG, donde se utiliza cruce y superposición de los diferentes mapas temáticos.
- ✓ Obtención de mapas de zonificación intermedios en cada uno de los componentes ambientales analizados (físico, biótico, socioeconómico y cultural).
- ✓ Superposición de mapas intermedios para obtener la zonificación ambiental final del área en la cual se realiza el proyecto, donde se determina el grado de sensibilidad de cada lugar o sitio comprendido dentro del área de estudio.

Para ello se tendrá en cuenta:

- ✓ La cartografía o plano de la división político administrativa del área de influencia del proyecto.
- ✓ Organización de información social y valoración de los respectivos aspectos a tener en cuenta en la zonificación, así como su posibilidad de representación cartográfica y estimación de áreas.
- ✓ Obtención del plano para zonificación social.
- ✓ Superposición de la información espacial usando SIG, donde se utiliza cruce y superposición de planos temáticos.

- **Evaluación de impactos**

Los talleres de identificación de impactos y medidas de manejo, desarrollados con los grupos de interés en el marco del proceso de participación, serán insumo para el proceso de identificación, descripción y valoración de impactos, por lo que serán acogidos y analizados conjuntamente con el proceso que se efectuará al interior de la Consultoría, de tal manera que se identifiquen estos hallazgos desde todos los medios que integran el estudio.

Este ejercicio es además un insumo para la preparación de los contenidos de la presentación de resultados, donde se exponen los impactos del proyecto y se debe reportar a la comunidad cómo quedaron incorporados sus aportes.

Como aspecto fundamental en el desarrollo de esta parte del estudio está la adecuada identificación y análisis de las actividades del proyecto de acuerdo con cada tipo de intervención en las distintas unidades funcionales y que por lo común se asociación a actividades de pre construcción, construcción y operación del proyecto.

- **Formulación de Medidas de Manejo y de Seguimiento y Monitoreo**

Las medidas de manejo ambiental para este proyecto, incluyen los programas y proyectos requeridos para dar atención adecuada, suficiente y oportuna a los potenciales impactos del proyecto durante las etapas de pre construcción, construcción y operación, de manera que se logren prevenir, mitigar, controlar y/o compensar.

Para el desarrollo de este capítulo se incorporarán las propuestas planteadas durante los talleres de trabajo con las comunidades, así como las directrices del Concesionario en cuanto a la gestión social a implementar acorde con el alcance del Plan de Gestión Social contractual del proyecto. Sin embargo, si alguno de los impactos identificados, no puede ser atendido en este marco, se formularán la o las medidas de manejo necesarias con el fin de cumplir el objetivo de esta parte del EIA.

El seguimiento y monitoreo se construye a partir de la verificación de los objetivos y metas propuestos en los programas de manejo para el proyecto, a través de la aplicación de indicadores que corresponden a la validación de cumplimiento, los procesos, la pertinencia de las acciones, los resultados, y por tanto, la efectividad de las medidas de manejo.

2.3.3 Arqueología

- **Trabajo de Campo**

Fase 1 – Reconocimiento y Evaluación

Se realizará una evaluación del total del área, para lo cual se recorrerá el total del área a prospectar (derecho de vía, ZODMEs, áreas de extracción de material de construcción, etc.); y se tomará un registro fotográfico digitalizado del espacio a intervenir para poder tener un referente de lo que se encontró y circunscribir los avances del proceso y se

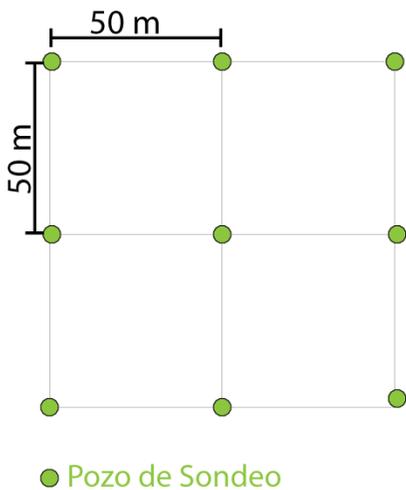
utilizará un GPS para lograr la localización exacta de los sitios donde se harán las pruebas y los sitios con evidencias arqueológicas y sus respectivos contextos. Paralelo a esto se realizarán entrevistas informales con los habitantes de la zona para establecer la aparición y ocurrencia de hallazgos arqueológicos.

2.3.3.1 Fase 2 – Prospección de las áreas que circunscriben ZODMES

Para lograr un acercamiento ordenado al área de reconocimiento, se propone hacer la prospección de las áreas de ZODME, para lo cual se planea realizar una serie de pozos de sondeo, de 40 x 40 cm con profundidad variable cada uno. Para sistematizar la prospección se establecerá una cuadrícula para cada clúster sobre la totalidad del área con 50 m de intervalo entre cada pozo de sondeo, y se realizarán los sondeos en dicha cuadrícula; con lo que se obtiene una grilla en la cual se efectuarían nueve (9) sondeos por hectárea (Ver Figura 2-14)

Se realizarán las pruebas conforme a la cuadrícula y se registrará el 100% de las unidades de muestreo arqueológico que arrojen resultados positivos y todo el material recuperado será guardado y etiquetado con los datos correspondientes al número de prueba, profundidad, cantidad y tipo de elementos obtenidos.

Figura 2-14 Grilla de Sondeo propuesta en ZODME



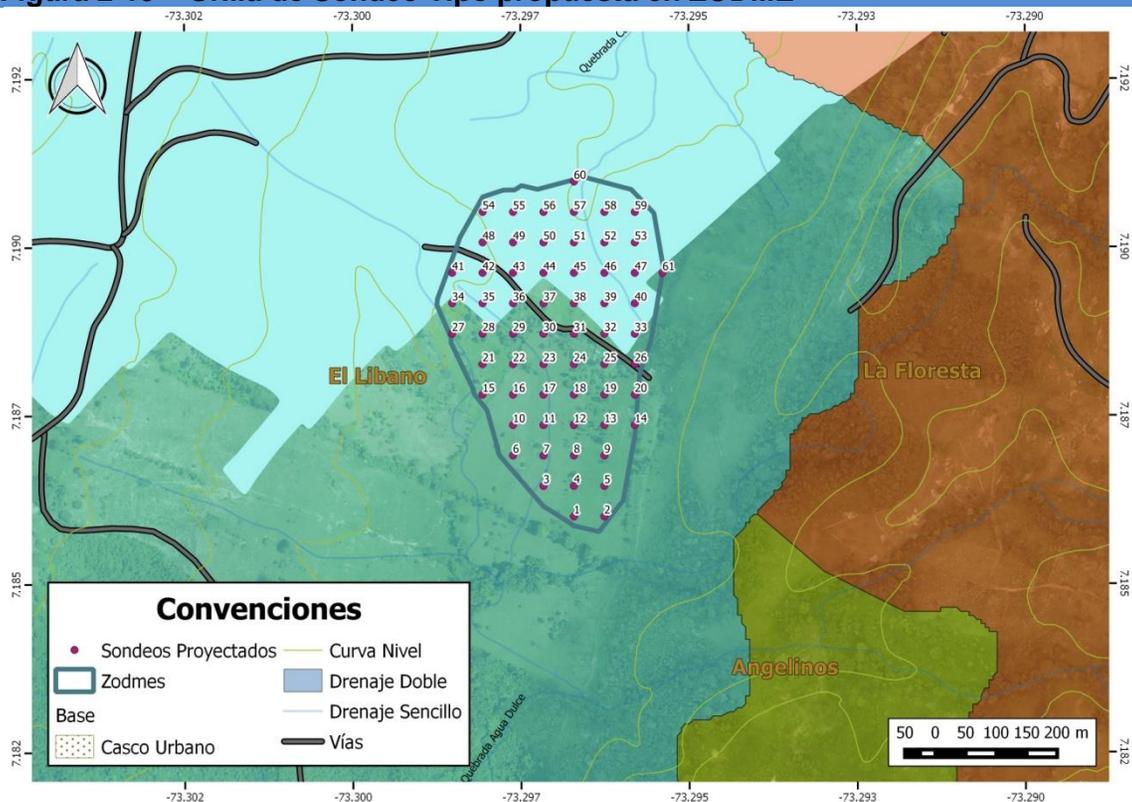
La prospección de cada polígono será precedida ficie que ofrece la zona, confirmar o descartar la ocurrencia de alguna clase de material cultural sobre el terreno, identificar la presencia de modificaciones intencionales en el paisaje y los factores que podrían alterar las condiciones de conservación de los vestigios arqueológicos.

Para cada una de las prospecciones previstas, se ha diseñado una grilla de sondeos sobre la cartografía base, en esta se puede observar la distribución que tendrán los pozos de sondeo, es posible que en campo se modifique la ubicación de algunos pozos de sondeo propuestos, si esto se presenta obedecerá a las condiciones del terreno.

También se realizará una caracterización ambiental de las áreas de estudio sustentado la descripción en criterios geomorfológicos y de cobertura vegetal. El primer criterio servirá para determinar la posibilidad de anegación o inundación del terreno y considerar las aptitudes agrícolas del mismo, el segundo criterio permitirá conocer el grado de intervención antrópica reciente del área de estudio, en especial por actividades agropecuarias y constructivas. Esto permitirá también estudiar los factores y procesos que afecten la formación de los yacimientos y la preservación de las evidencias arqueológicas en las áreas de intervención de los proyectos de construcción.

La zonificación arqueológica preliminar indicada, propone que las zonas con relieve ondulado y alto tienen una sensibilidad arqueológica alta, mientras que en las partes más bajas asociadas con los valles aluviales, tienen una sensibilidad baja, y por ser este el tipo de paisaje generalizado para las áreas elegidas como ZODME, se prevé que una buena parte sean anegables y por lo tanto descartables dentro del procedimiento prospectivo.

Figura 2-15 Grilla de Sondeo Tipo propuesta en ZODME

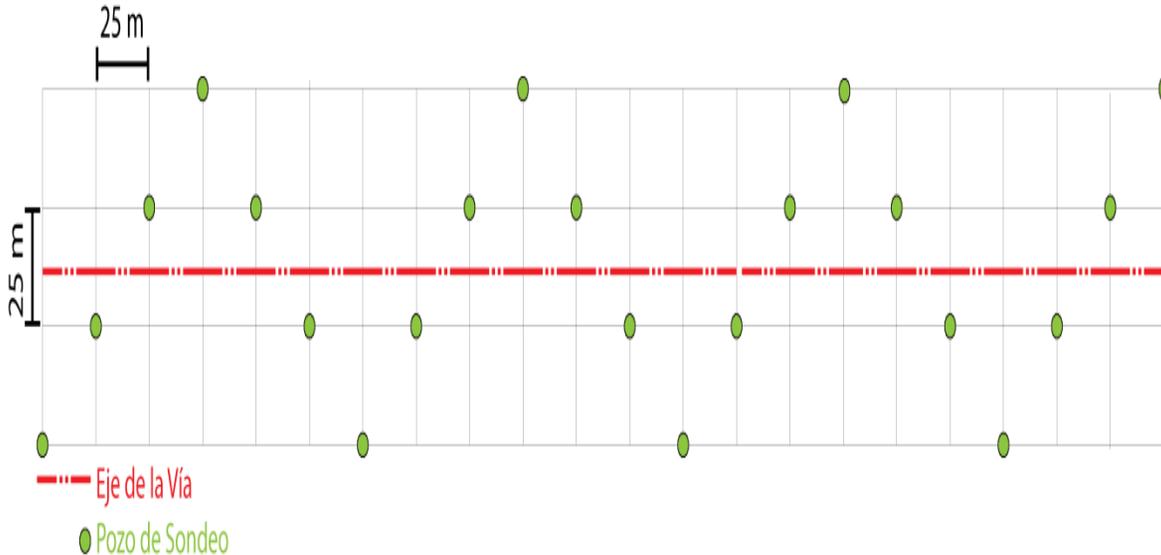


2.3.3.2 Fase 3 – Prospección del derecho de vía

Para el área de los derechos de vía se propone realizar un reconocimiento del espacio, basado en observación superficial principalmente; y de pozos de sondeo, según la profusión del material y el grado de alteración del área, la cual es una senda que suma

aproximadamente 90 km de longitud, con un ancho de 75m en promedio para toda la vía; donde se planea realizar las pruebas de forma escalonada cada 25m, distancia que puede variar según las características del paisaje. (Ver **Figura 2-16**).

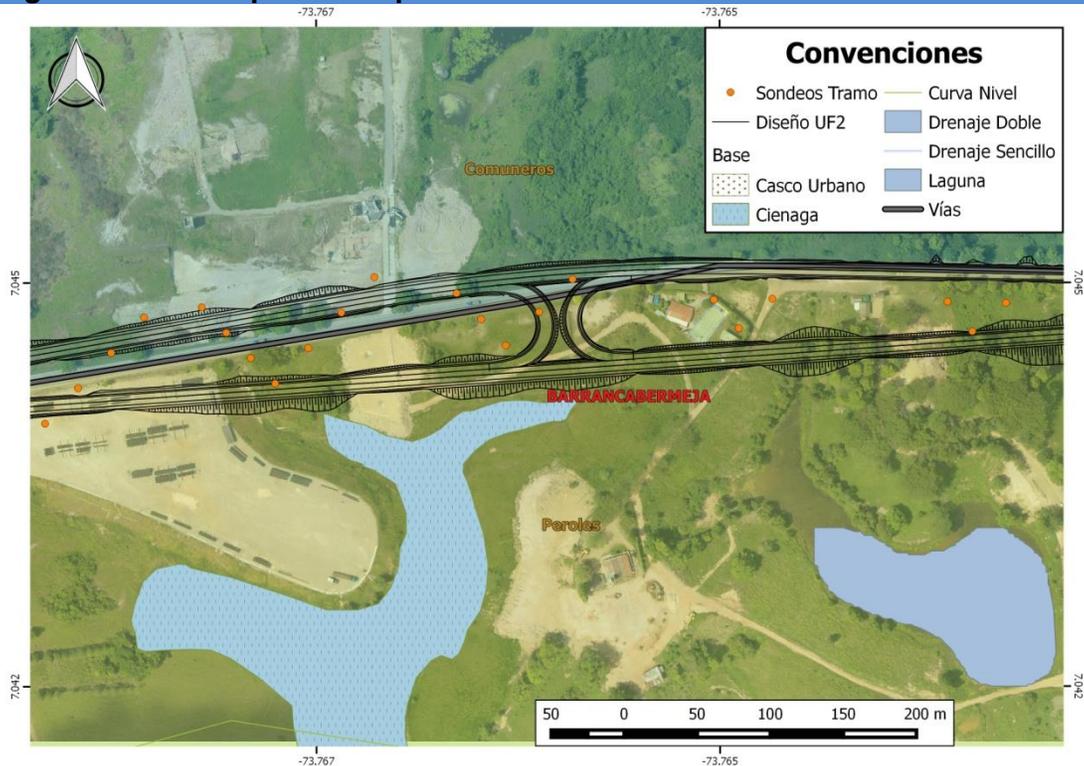
Figura 2-16 Prospección sobre el derecho de Vía



Con esta metodología no se busca cubrir toda la senda, sino priorizar los sitios específicos a intervenir, donde se tendrán en cuenta áreas donde el derecho de vía puede superar los 75m, al igual que los lados sobre los que se realizarán las ampliaciones, construcciones de obras de estabilización, etc.

Finalmente se descartarán zonas previamente intervenidas por construcciones y adecuaciones viales previas, zonas de cantera, zonas bajas inundables y otros paisajes fuertemente intervenidos por procesos agrícolas, ganaderos y/o constructivos. Basados en estos aspectos las prospecciones se realizarían acordes al modelo que se encuentra en la Figura 2-17.

Figura 2-17 Prospección Tipo en Derecho de Vía



2.3.4 Zonificación Ambiental

La zonificación ambiental es el proceso mediante el cual se determinan los distintos niveles de gestión socio-ambiental del proyecto, y tiene como objetivo la división del área de estudio en zonas relativamente homogéneas que reflejen diferentes grados de aptitud para el desarrollo del proyecto, las cuales son obtenidas a partir de la integración de los grados de aptitud individual en los diferentes elementos representativos del medio físico, biótico y socioeconómico.

Esta aptitud es evaluada a partir del nivel de sensibilidad y el grado de importancia que represente cada elemento; siendo estos dos parámetros definidos de la siguiente forma:

- **Sensibilidad.** Se define como el grado de fragilidad y vulnerabilidad de las unidades físicas, bióticas o sociales existentes en el área de estudio; lo cual se traduce en la capacidad de un elemento para recuperarse luego de ser alterado de su condición natural.
- **Importancia.** Se considera como el grado de utilidad de las unidades físicas, bióticas o sociales; siendo entendida esta utilidad, como la capacidad de prestación de bienes y/o servicios ambientales, de cada uno de los elementos del sistema.

A continuación se presentan las categorías de sensibilidad e importancia definidas para el proceso de zonificación (ver Tabla 2–36)

Tabla 2–36 Criterios para la definición de los niveles de sensibilidad e importancia

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA
Muy baja	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una muy baja capacidad de generación de bienes y/o prestación de servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio, por lo que no presentan variaciones en su potencial de prestación de servicios al ser intervenidos.
Baja	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo y se requiere implementar acciones de prevención.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una baja capacidad de generación de bienes y/o prestación de servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio, y que al ser intervenidos posiblemente no sufran una alteración en su capacidad de oferta en el corto plazo. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el mediano plazo y se requiere implementar acciones de prevención.
Moderada	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el largo plazo implementando medidas de prevención.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio, y que al ser intervenidas reflejarán una disminución de tal capacidad. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo o se requiere implementar acciones de prevención y/o mitigación en el corto plazo.
Alta	Corresponden a aquellos elementos de los componentes del sistema que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio, y que al ser intervenidas reflejarán una alteración de tal capacidad de oferta en el corto plazo, la cual puede ser restaurada con acciones de largo plazo.
Muy Alta	Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una muy baja capacidad de	Corresponde a aquellos elementos del medio que poseen una muy alta capacidad para la generación de bienes

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD	IMPORTANCIA
	retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.	y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio, y que al ser intervenidas perderán su capacidad de oferta en el corto plazo, la cual puede difícilmente ser restaurada, por lo que requieren acciones de restauración en el largo plazo, acompañadas de acciones inmediatas de compensación a través de elementos sustitutivos de la oferta.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

Como resultado de este análisis dimensional de las relaciones de Sensibilidad/Importancia ambiental se generaran mapas temáticos digitales (en formato Raster de ArcGis), uno por cada dimensión de la zona de estudio.

2.3.4.1 Grado de aptitud, correlación sensibilidad e importancia (S/I)

La aptitud de un elemento a un proceso de intervención está dada por el grado de sensibilidad y el nivel importancia que represente, lo que se traduce en una integración o correlación de estos dos parámetros; donde a mayor Sensibilidad/Importancia, se tiende a representar aquellos elementos con una alta capacidad de prestar bienes y servicios, pero que a la vez presentan una alta susceptibilidad a sufrir daños; mientras que a menor sensibilidad/Importancia, se tiende a presentar en aquellos elementos con una baja capacidad de prestar bienes y servicios, y baja susceptibilidad a presentar daños. Estas correlaciones pueden variar generando diferentes grados de aptitud, los cuales se presentan en la Tabla 2–37.

Tabla 2–37 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)

SENSIBILIDAD		Muy Alta	Alta	Moderada	Baja	Muy Baja
IMPORTANCIA		5	4	3	2	1
Muy alta	5	Muy Alta	Alta	Alta	Moderada	Moderada
Alta	4	Alta	Alta	Moderada	Moderada	Baja
Moderada	3	Alta	Moderada	Moderada	Baja	Baja
Baja	2	Moderada	Moderada	Baja	Baja	Muy Baja
Muy Baja	1	Moderada	Baja	Baja	Muy Baja	Muy Baja

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

De lo anterior se deduce que las zonas de muy alta y alta sensibilidad/importancia, representan porciones del territorio en las que se requiere acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.

Las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere acciones de mitigación con efectos en el corto plazo. Las áreas con impactos moderados requerirán niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto.

Las zonas de baja y muy baja sensibilidad/importancia, representan porciones del

territorio en las que solamente se requiere acciones de prevención, diferenciándose entre sí por la capacidad natural de recuperación del medio (las primeras en el largo plazo y las segundas en el corto plazo).

A continuación se presentan de forma descriptiva las diferentes correlaciones de Sensibilidad/Importancia y el grado de aptitud que representan.

➤ S/I Muy alta (Aptitud muy baja)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico recibieron una calificación muy alta en sensibilidad e importancia. Su intervención representa un alto riesgo de afectación al recurso, con posibilidad de pérdida, siendo incompatible técnicamente con cualquier tipo de intervención.

➤ S/I Alta (Aptitud baja)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar una calificación muy alta en cuanto a importancia pero moderada o alta en cuanto a sensibilidad; o por el contrario, muy alta sensibilidad y una importancia moderada o alta. En estas áreas una intervención puede realizarse pero con una alta restricción, ya que el efecto generado sobre el medio es altamente significativo, siendo difícil la recuperación del recurso; para lo cual, se hace necesaria la implementación de medidas tanto de corrección como de compensación.

➤ S/I Moderada (Aptitud Moderada)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde, muy alta sensibilidad con baja importancia, hasta muy baja sensibilidad con importancia muy alta. En estas áreas, una intervención puede realizarse con efectos que se evidencian a largo plazo, para lo cual es necesaria la implementación de medidas de corrección y prevención.

➤ S/I Baja (Aptitud Alta)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde una importancia muy baja, con alta o moderada sensibilidad, hasta una importancia alta o moderada con sensibilidad muy baja. En estas áreas una intervención puede realizarse con presencia de efectos no significativos a largo plazo, para lo cual se hace necesaria la implementación únicamente de medidas de prevención.

➤ S/I Muy baja (Aptitud muy Alta)

Corresponden a zonas en las que los elementos de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos fueron calificados con muy baja sensibilidad o importancia, y baja o muy baja en la otra variable, constituyendo áreas que no presentan ningún tipo de restricciones para la ejecución de procesos de intervención. Es decir áreas con una aptitud muy alta.

2.3.4.2 Aspectos metodológicos

En primera instancia, para cada componente sujeto al proceso de zonificación (medios físico, biótico y socioeconómico), se escogen e integraron elementos representativos del área de estudio a nivel socioambiental, los cuales, se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto al estado, funciones ecosistémicas y servicios ambientales actuales; para así establecer una descripción general del área en términos de Sensibilidad/Importancia.

De esta manera, para cada medio se escogieron diferentes elementos los cuales se presentan en la
Tabla 2–38

Tabla 2–38 Elementos de análisis para la zonificación ambiental

MEDIO	ELEMENTOS
FÍSICO	Susceptibilidad fenómenos de remoción en masa
	Capacidad de uso del suelo
	Paisaje
	Hidrogeología
BIÓTICO	Coberturas
	Fragmentación
SOCIOECONÓMICO	Calidad de vida
	Usos del suelo
	Componente arqueológico
	Organización político organizativa

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

En cada elemento se evaluó el grado de sensibilidad e importancia siguiendo el marco conceptual del proceso de zonificación, tomando como criterios de análisis las condiciones establecidas en la caracterización ambiental del área de estudio.

Las calificaciones de sensibilidad e importancia fueron integradas en la matriz de correlación de Sensibilidad/Importancia, siendo la calificación final para cada elemento de análisis plasmada de forma cartográfica.

Luego de esto, las áreas homogéneas de Sensibilidad/Importancia, fueron superpuestas o integradas, dando como resultado las zonificaciones intermedias, que reflejan los niveles de Sensibilidad/Importancia (S/I) desde la perspectiva abiótica, biótica y socioeconómica. A partir de las zonificaciones intermedias, se repite el mismo procedimiento de superposición para obtener finalmente la zonificación síntesis del área de estudio. En este proceso, la condición de S/I más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de S/I de otros elementos, durante la superposición e integración en la generación de las zonificaciones intermedias, garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable, entre las variables analizadas. En el caso de la zonificación ambiental, se realiza a través de un análisis de medios, es cual permite asignar un mismo

peso a cada uno de los tres componentes, dando como resultado una zonificación integral del área de influencia.

2.3.5 Zonificación de Manejo Ambiental

Esta zonificación permite definir el tipo de manejo a realizar para las diferentes actividades que se puedan desarrollar en el área de estudio, contribuyendo a la planificación para el desarrollo ambientalmente sostenible del proyecto.

La zonificación de manejo define el grado de vulnerabilidad del medio natural frente a las actividades a realizarse en el proyecto vial Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondo, y su área de influencia directa y fomenta la implementación de medidas de manejo apropiadas. El grado de intervención que se puede efectuar en el área de influencia del Proyecto vial Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondo, se clasifica en cuatro (4) categorías que se enuncian a continuación:

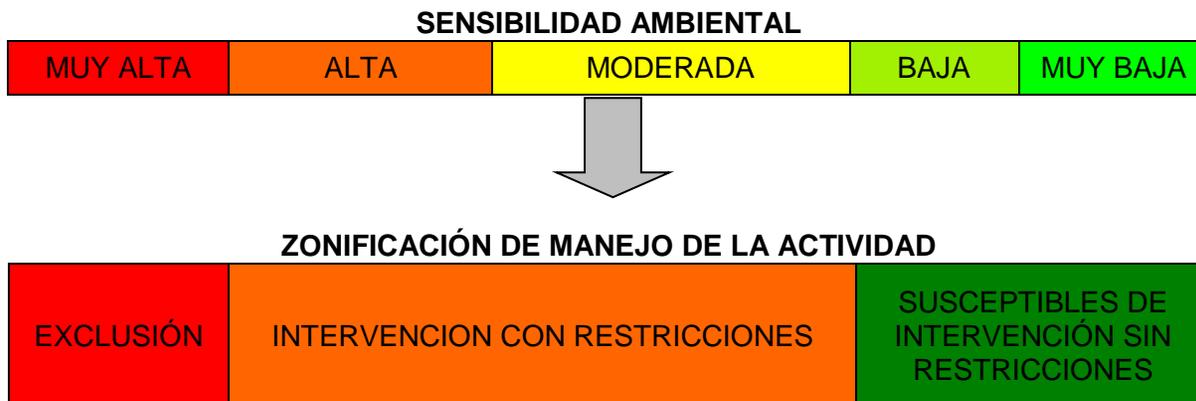
- *Áreas de exclusión.*
- *Áreas de intervención con restricciones mayores.*
- *Áreas de intervención con restricciones menores.*
- *Áreas susceptibles de intervención.*

Para la zonificación de manejo ambiental se consideran las etapas y las actividades que habitualmente se desarrollan en los proyectos de infraestructura vial. Las etapas son las siguientes:

- A. Pre-Construcción
- B. Construcción de la vía
- C. Construcción de Túneles
- D. Operación y mantenimiento

2.3.5.1 Metodología

La zonificación ambiental de manejo del área de influencia para las actividades de construcción y operación del proyecto vial Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondo, se realizó siguiendo la metodología establecida por ConCol S.A. (2012), la cual cuenta con herramientas que permiten a partir de la sensibilidad ambiental del área de influencia realizar de manera secuencial la valoración y ponderación las restricciones ambientales del orden Nacional, Regional y Local. Esta metodología establece los niveles de intervención, según las características ambientales y sociales versus las características típicas del proyecto y la intervención de este en el área, las cuales se presenta a continuación:



- *Áreas de Exclusión: corresponde a las áreas que ofrecen una muy alta sensibilidad ambiental, que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto.*
- *Áreas de Intervención con Restricciones: áreas donde se deben considerar manejos especiales y restricciones propias acordes con las actividades y etapas de los proyectos y con la sensibilidad ambiental del área.*
- *Áreas Susceptibles de Intervención: son las áreas que presentan una baja sensibilidad ambiental y/o una alta capacidad de asimilación, en las que existe una gran posibilidad para el desarrollo de proyectos de gran superficie e intervención, implementando acciones y medidas de manejo ambiental generales.*

2.3.6 Evaluación Ambiental y Económica

2.3.6.1 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se desarrolló de acuerdo con los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia del año 2015, M-M-INA-02 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, dirigidos a la formulación de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos y toman otras determinaciones.

A partir de la caracterización de la línea base realizada, la caracterización de las actividades y etapas propias del proyecto, la identificación, definición y evaluación de impactos con las comunidades y por el estudio, se estableció el marco general para la evaluación de los impactos para los medios biótico, abiótico y socioeconómico y cultural, utilizando la metodología de identificación y valoración elaborada por Consultoría Colombiana S.A., adaptada de la propuesta metodológica de Conesa (2010).

La metodología establecida de acuerdo a los términos de referencia contempló escenarios críticos por el desarrollo del proyecto que pudieran afectar elementos sensibles del área. Sin embargo, se excluyeron del análisis impactos generados por eventos no planeados o relacionados a contingencias; adicionalmente se usó la premisa básica de que la empresa cumplirá con los límites permisibles de los contaminantes definidos en la normatividad nacional ambiental vigente.

Teniendo esto presente, se contrastó inicialmente en una matriz de doble entrada, las actividades identificadas en el eje horizontal versus los impactos definidos en el eje vertical; de esta forma se identificó la naturaleza (positiva o negativa) de los impactos para cada una de las actividades establecidas, tanto para el escenario sin proyecto cómo para el escenario con proyecto.

Posterior a dicha identificación, se elaboró una segunda matriz en la cual se visualizaron únicamente los impactos identificados positivos y negativos, y para cada uno de ellos se evaluaron los criterios definidos para caracterizar el impacto, siendo estos: Naturaleza (N), Intensidad (IN), Extensión (EX), Momento (MO), Persistencia (PE), Reversibilidad (RV), Sinergia (SI), Acumulación (AC), Efecto (EF), Posibilidad de ocurrencia (PO) y Recuperabilidad (RC), descritos en la Tabla 2–39.

Tabla 2–39 Parámetros para la valoración de los impactos ambientales.

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	
			NEGATIVO	POSITIVO
Naturaleza	Indica si la afectación de la acción va a tener consecuencias positivas o negativas.	Negativo (-)	Cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus elementos	
		Positivo (+)	Cuando la acción produce una modificación favorable en el medio o en alguno de sus elementos.	
Intensidad (I)	Grado de destrucción o afectación de las actividades sobre el componente y ámbito.	12	Total: Destrucción total del elemento en el área en la que se produce el impacto.	Total: Incidencia beneficiosa muy alta sobre el elemento en el área en la que se produce el impacto
		8	Muy Alta: Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.	
		4	Alta: Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.	
		2	Media: Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.	
		1	Baja: Una afectación mínima y poco significativa.	Baja: Incidencia benéfica pero mínima y poco significativa sobre el medio.
Extensión (EX)	Porcentaje de área afectada por la acción con respecto al entorno.	12	Crítico: Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico; o las manifestaciones trascienden los límites del área de estudio.	General: Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial y las manifestaciones trascienden los límites del área de estudio.
		8	Total: Si la afectación se manifiesta en más del 90% del área de estudio.	
		4	Amplio o Extenso: Cuando la manifestación de los impactos se presenta hasta en un 90% del área de estudio.	

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	
			NEGATIVO	POSITIVO
		2	Parcial: Si el efecto se manifiesta en un área mayor a donde se ejecuta la actividad sin que éstos se presenten en más del 60% del área de estudio.	
		1	Puntual: Cuando se afecta únicamente el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.	Puntual: Cuando se incide benéficamente únicamente sobre el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.
Momento (MO)	Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto que actúa sobre el componente.	8	Crítico: Si el tiempo de aparición resulta incierto, con respecto al desarrollo de la actividad.	
		4	Inmediato: Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es nulo.	
		3	Corto plazo: menor de 1 año.	
		2	Mediano plazo: entre 1 y 5 años.	
		1	Largo plazo: más de 5 años.	
Persistencia (PE)	Tiempo que permanece el efecto desde su aparición.	4	Permanente: mayor de 10 años	
		2	Temporal: entre 1 y 10 años	
		1	Momentánea: duración menor a 1 año.	
Reversibilidad (RV)	Posibilidad de reconstrucción del componente afectado por el proyecto de forma natural y sin intervención antrópica.	4	Irreversible: Cuando el factor ambiental alterado retorna a sus condiciones originales en un tiempo de 15 años.	Irreversible: Regresión del estado del medio a sus condiciones originales en un tiempo de 15 años.
		3	Largo plazo: Recuperación del medio en un intervalo de 10 a 15 años.	Largo plazo: Regresión del estado del medio en un intervalo de 10 a 15 años.
		2	Mediano plazo: Recuperación del medio en un intervalo de 1 a 10 años.	Mediano plazo: Regresión del estado del medio en un intervalo de 1 a 10 años.
		1	Corto plazo: Recuperación del medio en un periodo inferior a 1 año.	Corto plazo: Regresión del estado del medio en un periodo inferior a 1 año.
Sinergia (SI)	Reforzamiento de los efectos provocados por	4	Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.	

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	
			NEGATIVO	POSITIVO
	actividades que actúan simultáneamente.	1	No Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.	
Acumulación (AC)	Incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando la actividad persiste de forma continua o reiterada.	4	Acumulativo: Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.	
		1	No Acumulativo: Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.	
Efecto (EF)	Forma de manifestación del efecto sobre un componente como consecuencia de una actividad.	4	Directo: Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio	
		1	Indirecto: Se presenta cuando su manifestación se presenta a partir de un efecto directo.	
Periodicidad (PR)	Regularidad de manifestación del efecto.	4	Continuo: Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.	
		2	Periódico: Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.	
		1	Irregular: Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.	
Recuperabilidad (MC)	Posibilidad de recuperación, parcial o total del componente afectado por el proyecto, a través de la intervención humana.	8	Irrecuperable: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.	Disipación incierta: Se presume que el efecto generado por el impacto no se disipa en un plazo visible de tiempo y que parte de su incidencia se mantiene en el medio.
		4	Recuperable a largo plazo: Se refiere a la disipación del impacto en el momento en que el proyecto se encuentra en la ejecución actividades correspondientes a otra etapa del mismo.	Disipación a largo plazo: Se refiere a la desaparición del impacto en el momento en que el proyecto se encuentra en la ejecución actividades correspondientes a otra etapa del mismo.

PARÁMETRO	DEFINICIÓN	VALOR	DESCRIPCIÓN	
			NEGATIVO	POSITIVO
		4	Mitigable y Corregible: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos o cuando se deben implementar acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto.	Disipación remota: Se refiere a la desaparición del impacto en el momento en que el proyecto ha concluido todas sus etapas.
		2	Recuperable a corto plazo: Se refiere a la disipación del impacto en el momento en que la actividad generadora concluye.	Disipación a corto plazo: Se refiere a la disipación del impacto en el momento en que la actividad generadora concluye.
		2	Recuperable a mediano plazo: Se refiere a la disipación del impacto en el momento en que se concluye la actividad generadora y se están desarrollando otras actividades dentro de la misma etapa del proyecto.	Disipación a mediano plazo: Se refiere a la desaparición del impacto en el momento en que se concluye la actividad generadora y se están desarrollando otras actividades dentro de la misma etapa del proyecto.
		1	Recuperable de manera inmediata: Se refiere a la disipación del impacto antes de que la actividad sea concluida.	Disipación de manera inmediata: Se refiere a la disipación del impacto antes de que la actividad sea concluida.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016), adaptado de (Vicente Conesa, 2010).

Posterior a la asignación de un valor para cada uno de los criterios establecidos, se aplicó la ecuación ilustrada a continuación con el fin de obtener el Índice de Importancia Ambiental:

$$I = ((3 * IN) + (2 * EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PO + RC) * N$$

El resultado de la ecuación anterior reflejó el índice de Importancia Ambiental del Impacto, siendo este Muy Relevante, Relevante y Considerable para los impactos positivos, y Crítico, Severo, Moderado e Irrelevante para los impactos negativos.

Con la evaluación de los impactos finalizada, se procedió a aplicar la metodología

propuesta por Martínez Prada (2010) para el Escenario Con proyecto, con el fin de determinar la residualidad de los impactos; analizando cómo evolucionarían dichos impactos mediante la aplicación de las medidas de manejo. De esta forma, se estableció para los impactos críticos y severos la medida de manejo a implementar, el tiempo de recuperación del elemento afectado y la eficacia cómo tal de la medida de manejo. Teniendo presente dichos elementos se re calculó el índice de importancia ambiental y se obtuvieron los impactos residuales que se valoraron económicamente.

- *Identificación y evaluación de impactos para el escenario sin proyecto: Para el escenario Sin Proyecto se realizó una metodología participativa con las comunidades para identificar cuales actividades perciben ellos dentro de su cotidianidad como generadoras de impactos positivos o negativos, y cuales impactos asocian a dichas actividades. Los resultados de estas reuniones se presentan en el Capítulo de Lineamientos Participativos.*

Con el fin de documentar la línea base y analizar cómo el proyecto podría alterar las condiciones actuales del área se realizó una caracterización de la zona sin tener presente los efectos del proyecto (escenario Sin Proyecto). Dicha caracterización se realizó a través de dos fases: la primera consistió en el desarrollo de los talleres de evaluación de impactos con las comunidades y la segunda fase fue desarrollada por los profesionales del proyecto con base en los recorridos de campo realizados. En dichos recorridos se documentaron las actividades que se desarrollan actualmente en el área y se aplicó la metodología establecida por Consultoría Colombiana para la identificación y evaluación de impactos.

- *Identificación y evaluación de impactos para el escenario con proyecto: Para el escenario Con Proyecto se desarrolló el mismo procedimiento realizado para la identificación y evaluación de impactos del escenario Sin Proyecto. Es decir, se identificaron las actividades propias del proyecto y en una matriz de doble entrada se confrontaron con los impactos definidos, de tal forma que se evaluó que impactos se presentarían para cada actividad y la naturaleza de dichos impactos.*

De esta forma se obtuvo el índice de Importancia Ambiental de acuerdo a la metodología elaborada por Consultoría Colombiana S.A., a partir de la propuesta de Conesa (2010). Con el resultado del índice de Importancia Ambiental para cada uno de los impactos evaluados, se procedió a analizar el comportamiento de los impactos debido a la implementación de las medidas de manejo, realizando el análisis de residualidad a partir de la propuesta metodológica de Martínez Parada (2010). Siendo así se estimó la variación que tendría el índice de Importancia Ambiental debido a la implementación de las medidas de manejo, dando como resultado una nueva valoración del índice teniendo presente el tiempo de recuperación del elemento afectado y la eficacia estimada de la medida de manejo. Los impactos que aún a pesar de la aplicación de la medida de manejo son críticos y severos se utilizaron para el desarrollo de la evaluación económica ambiental.

Adicionalmente, de acuerdo a los lineamientos establecidos en los términos de referencia, luego de la evaluación del Índice de Importancia Ambiental se realizó un análisis de los

impactos sinérgicos y acumulativos en el cual se compararon las actividades e impactos evaluados entre los escenarios sin y con proyecto, estableciendo las correlaciones potenciales entre las actividades que tienen la posibilidad de generar sinergias y los impactos que por sus características pueden ser acumulativos.

2.3.6.2 Evaluación económica ambiental

La valoración económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse al desarrollo del proyecto de construcción del proyecto vial Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondo. Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, se deben expresar en términos monetarios aquellos impactos más significativos, definidos como aquellos impactos que no pueden ser internalizados (residuales) luego de la aplicación de estrategias de manejo del PMA de acuerdo con la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Las fases de este análisis se presentan en la Tabla 2–40 en donde cabe acotar que ya han sido desarrolladas las cuatro primeras etapas, por lo tanto, en este numeral se abordarán las fases restantes.

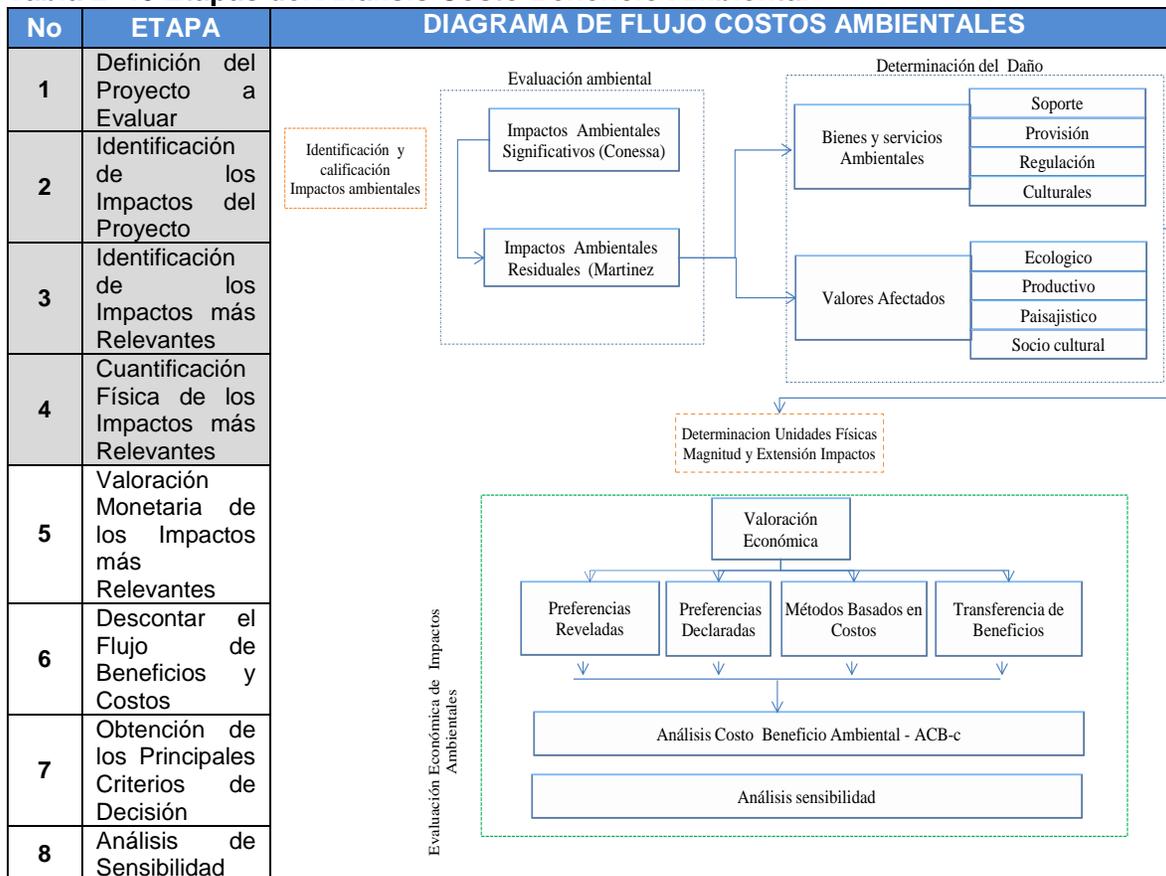
En donde en el caso de la presente evaluación económica las magnitudes físicas de los impactos a evaluar se obtienen de los resultados de los capítulos de caracterización del área de influencia y demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales. Estas magnitudes se utilizan para la cuantificación de los impactos haciendo uso de las metodologías seleccionadas de acuerdo con el tipo de bien o servicio ambiental a ser valorado.

Los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención y compensación o externalidades positivas, la generación de empleo y las compensaciones por pagos de regalías e impuestos, etc. Sin embargo, estos son los límites inferiores de los beneficios, toda vez que no se está contemplando el valor real del mejoramiento que se alcanzará con la medida.

Una vez obtenidos los valores de los impactos y beneficios en términos monetarios, se procede a realizar el flujo económico (ACB) y se calculan los principales criterios de decisión, tales como son el valor presente neto económico (VNA), la tasa interna de retorno y la relación costo beneficio económica (RCB).

En este sentido, la evaluación económica de impactos ambientales pretende determinar si la sociedad experimentará una mejoría parcial o total en su bienestar económico y calidad de vida derivado de la ejecución del proyecto y para tal efecto, se parte de la premisa de que este proyecto sea bueno para la sociedad. Es decir, que los beneficios sean mayores a sus costos y en caso contrario tomar las decisiones que sean necesarias para lograr este objetivo, las cuales podrían consistir en modificar actividades del proyecto para minimizar los impactos ambientales o modificar las medidas de manejo ambiental, de manera que la mitigación, prevención o compensación sea mayor que el valor del impacto ambiental.

Tabla 2–40 Etapas del Análisis Costo Beneficio Ambiental



Fuente: Manual Técnico para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010)

2.3.7 Plan de Gestión del Riesgo

La metodología desarrollada por Consultoría Colombiana S.A. para el análisis de riesgos del plan tuvo en consideración los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia M-M- INA-02 Versión No. 2 acogidos mediante Resolución N. 0751 del 26 Marzo de 2015 del – MADS, dirigidos a la formulación de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de construcción de carreteras, túneles y sus accesos; y, los elementos expuestos por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias) y la Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso (ICONTEC, 2011).

El riesgo es definido en términos generales cómo una función que relaciona la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso (amenaza -A) y su consecuente afectación sobre él medio, dependiendo de la vulnerabilidad (V) del mismo (elemento I), cómo se expresa a continuación:

$$R = (A * V) = (P_A * V_I)$$

Dónde:

		DESCRIPCIÓN
R	=	Valor cualitativo del riesgo.
A	=	Amenaza.
V	=	Vulnerabilidad.
P_A	=	Probabilidad de ocurrencia de la amenaza A .
V_I	=	Vulnerabilidad del elemento i ante la amenaza A .

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

Teniendo presente la ecuación anterior, la metodología utilizada para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo consistió en la identificación y definición de las amenazas (internas y externas) presentes en el área de influencia del proyecto, la valoración de la probabilidad de ocurrencia de dichas amenazas, con base en conceptos de los profesionales que desarrollaron el estudio, bibliografía primaria y secundaria relacionada a la manifestación de eventos amenazantes, la identificación de los elementos expuestos, su exposición a la amenaza y su vulnerabilidad.

La probabilidad de ocurrencia se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del proyecto. Una vez identificadas las amenazas, se estimó la probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 2-41.

Tabla 2-41 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

PUNTOS	GRADO	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	OCURRENCIA CASOS
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta alguna veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta alguna veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016)

Luego de definir las amenazas de acuerdo con la caracterización realizada en el área de estudio y su probabilidad de ocurrencia, se elaboró una matriz de doble entrada en la cual se listaron horizontalmente los eventos amenazantes y verticalmente los elementos en riesgo del proyecto o del ambiente que podrían verse afectados en caso de la manifestación de la amenaza. De esta forma se identificaron los eventos que tendrían la capacidad de

Afectar a los diversos elementos y se asignó un código a cada uno de los escenarios resultantes.

Posteriormente, se procedió a determinar la vulnerabilidad de los elementos en riesgo para cada uno de los escenarios identificados; esta fue asociada directamente con las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; por lo tanto se analizó de acuerdo a los niveles de consecuencias que podrían presentarse en términos de lesiones personales, daño ambiental, pérdidas materiales o imagen corporativa, según se muestra en la Tabla 2–42.

Tabla 2–42 Criterios para la calificación de vulnerabilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS VULNERABLES				PUNTOS
	LESIONES PERSONALES	DAÑO AMBIENTAL	PÉRDIDAS MATERIALES*	IMAGEN	
Muy alto	Una o Más fatalidades	Contaminación irreparable	Catastrófica > o = 20%	Internacional	5
Alto	Incapacidad permanente (Parcial o total)	Contaminación mayor	Grave Entre el 10% y el 20%	Nacional	4
Medio	Incapacidad temporal (>1 día)	Contaminación localizada	Severo Entre el 5% y el 10%	Regional	3
Bajo	Lesiones leves	Efecto menor o leve	Importante Entre el 3% y el 5%	Local	2
Muy Bajo	Ninguna lesión	Ningún efecto	Marginal < 3%	Al interior de la empresa	1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016 Adaptado de (ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).

* Porcentajes con relación al presupuesto total de la obra a ejecutar

Con la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y las potenciales consecuencias sobre los elementos vulnerables, se procedió a desarrollar la **Ecuación 1** para obtener los niveles de amenaza para los diferentes escenarios de riesgo analizados.

Ecuación 1 Estimación del nivel de amenaza

$$\left(\frac{\text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}}{25} \right) \times 100 = \text{Nivel de Amenaza}$$

Posteriormente, para determinar el nivel de riesgo se tuvo en cuenta el nivel de exposición entre las amenazas y los elementos vulnerables. El nivel de exposición se valoró de acuerdo a los criterios establecidos en la Tabla 2–43.

Tabla 2–43 Criterios para calificar la exposición

CLASIFICACIÓN		NIVEL DE EXPOSICION
		DESCRIPCION
4	Permanente	El elemento amenazante está presente en todo momento o muchas veces en un día.
3	Frecuente	El elemento amenazante está presente con frecuencia o varias veces en la semana.
2	Ocasional	El elemento amenazante está presente ocasionalmente o varias veces al mes.
1	Esporádico	El elemento amenazante no se presenta casi nunca.

Fuente: (ECOPETROL, 2012)

Con el fin de categorizar los escenarios de riesgo resultantes, se utilizó el nivel de amenaza y el nivel de exposición para identificar el nivel de riesgo que representa cada escenario, aplicando la relación que se muestra en la Tabla 2–44.

Tabla 2–44 Determinación del nivel de riesgo

NIVEL DE AMENAZA		NIVEL DE EXPOSICION			
		Permanente 4	Frecuente 3	Ocasional 2	Esporádico 1
Muy alto	5	MA	A	A	M
Alto	4	A	A	M	B
Medio	3	M	M	B	MB
Bajo	2	B	B	MB	MB
Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. (2016) Modificado de (ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 2–45.

Tabla 2–45 Definición del nivel de riesgo

NIVEL	INTERPRETACIÓN
Muy Alto	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia si se desarrolla o no la actividad.
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).
Muy Bajo	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016. Modificado de (ECOPETROL, 2012).

La categorización de los diferentes escenarios de riesgo permitió establecer el marco para desarrollar los lineamientos para la reducción del riesgo y las medidas a tener presente para el manejo de una eventual emergencia o incidente.

2.4 INFORMACION DE LA EMPRESA CONSULTORA

Consultoría Colombiana S.A. es una empresa de ingeniería con presencia nacional e internacional. Somos expertos en la realización de estudios, diseños, estructuración, desarrollo y supervisión integral de proyectos.

Generamos valor agregado en las soluciones que entregamos a nuestros clientes del sector público y privado, con nuestro equipo humano multidisciplinario y altamente calificado, mediante un proceso permanente de innovación tecnológica, preservación del medio ambiente y responsabilidad social.

Trabajamos para construir una sociedad próspera que beneficie a los socios, clientes, proveedores y a nuestra gente, con un propósito continuo de fortalecimiento empresarial. La visión de Consultoría Colombiana S.A, es la de consolidarse como líder local en la ejecución de soluciones integrales de ingeniería, que permitan el desarrollo y crecimiento sostenible de las distintas infraestructuras que demanda la sociedad para satisfacer sus necesidades económicas y su integración productiva dentro de un mundo moderno cada vez más globalizado y competitivo.

Para consolidar nuestra posición de líder, sacaremos ventaja del conocimiento y experiencia multidisciplinaria de nuestro formado recurso humano y lo actualizaremos en los nuevos conceptos y desarrollos de la ingeniería mundial, dotándolos a su vez con las herramientas tecnológicas de de vanguardia aplicables a cada campo.

Adicionalmente, buscaremos o consolidaremos las alianzas estratégicas necesarias que nos permitan ofrecer nuevos servicios de ingeniería o hacer más eficientes y competitivos los que hemos venido desarrollando. Finalmente, se propenderá siempre por el bienestar integral de todos nuestros colaboradores y por mantener el compromiso con la de responsabilidad social que nos demanda el ejercicio de nuestras actividades comerciales.

2.5 PROFESIONALES QUE INTERVINIERON EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

A continuación en la Tabla 2–46 la se relacionan los profesionales que estuvieron a cargo de la realización del Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 2–46 Profesionales que Intervinieron en la Elaboración del EIA

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD EN EL PROYECTO
Nicolás Suescun Alcina	Ingeniero Ambiental Esp. Gerencia de Proyectos de Desarrollo e Infraestructura.	Coordinación Ambiental del estudio.
Gustavo Roa	Ingeniero Civil,	Descripción del proyecto. Plan de manejo ambiental. Plan de abandono.
Liliana Bolívar	Ingeniera Ambiental.	Líder Abiótico - Plan de Manejo Ambiental. Caracterización ambiental (Atmósfera, calidad de aire), uso y aprovechamiento de RRNN, Plan de Manejo Ambiental, Plan de Seguimiento y monitoreo.
Omar Leiva	Geólogo.	Caracterización geofísica (geología, geomorfología), hidrogeología, amenazas, uso y aprovechamiento de RRNN, Evaluación de impactos, Plan de manejo ambiental, plan de seguimiento.
Juan Camilo Pineda	Ingeniero Civil	Geotecnia
Juan Pablo Guaneme	Ingeniero Ambiental Esp. Evaluación Social de Proyectos.	Valoración económica Ambiental, Matriz de impactos, calificación de impactos, evaluación ambiental. Caracterización económica. Zonificación ambiental.
Roberto Ramírez	Agrologo. Especializado en suelos y Paisaje	Caracterización de componentes de paisajes y suelos y usos de tierras, evaluación de impactos, plan de manejo ambiental, plan de seguimiento. Zonificación Ambiental
Ana María Cuervo	Ingeniera Forestal	Caracterización de flora. Aprovechamiento forestal. Evaluación de impactos. Plan de manejo ambiental. Zonificación ambiental.
Tatiana Romero	Bióloga Esp. ictiología	Caracterización ictiofauna y macrofitas.

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD EN EL PROYECTO
Rosa Yineth Osorio Pineda	Ingeniera Forestal Especialista en Gerencia Ambiental y Prevención de Desastres.	Líder Biótico - Caracterización de flora. Aprovechamiento forestal
Iván Valencia. Javier	Ingeniera Forestal. Esp. SIG, Gerencia manejo recursos naturales, medio ambiente y prevención de desastres. Interprete de imágenes de sensores remotos aplicado a ingeniería forestal.	Interpretación de mapas de coberturas, censos forestales y caracterización de coberturas
Diana Katherine Rojas	Ingeniera Forestal	Interpretación de mapas de coberturas, censos forestales y caracterización de coberturas
Juanita Barragán	Ingeniera Ambiental ESP. Modelaciones de cuerpos de agua	Modelación de vertimientos sector tuneles
Fabián Larrota	Bióloga M.Sc. Biología.	Caracterización de epifitas.
John Buitrago	Biología Esp. Gerencia Ambiental	Caracterización de epifitas.
Andrea Criado	Bióloga	Caracterización de fauna silvestre, Evaluación de impactos, Plan de manejo ambiental
Ana Karina Cifuentes	Bióloga. Esp. Planeación ambiental y manejo integral de los recursos naturales	Caracterización de fauna silvestre, Evaluación de impactos, Plan de manejo ambiental
Pilar Bahamon	Bióloga. Esp. En curso de Evaluación de estudios de impacto Ambiental.	Caracterización de fauna silvestre, Evaluación de impactos, Plan de manejo ambiental
Samanda Erazo	Trabajadora Social	Líder Social - Lineamientos de participación, caracterización dimensión demográfica, evaluación ambiental de impactos.
Claudia Malavera	Trabajadora Social	Caracterización dimensión demográfica, población a trasladar. Zonificación ambiental.
Angélica Parra	Trabajadora Social	Caracterización dimensión política organizativa. Evaluación de impactos ambientales. Plan de manejo ambiental. Plan de seguimiento y monitoreo
Angélica Merchán	Trabajadora social	Trabajo de campo, relacionamiento con comunidades.
Elías Sánchez	Antropólogo – Master en Historia	Componente Arqueológico y Cultural
Alexander Chamorro	Antropólogo – Master en Antropología.	Componente Arqueológico y Cultural

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD EN EL PROYECTO
Camilo Botero Carrasco	Ecólogo Esp. Ingeniería ambiental.	Evaluación ambiental de impactos. Plan de contingencias.
Cesar Augusto Parra	Ingeniero Forestal MsC. Conservación de Bosques	Evaluación ambiental de proyectos. Programa de compensación por pérdida de la biodiversidad e inversión del 1%.
Adriana Jiménez	Ingeniero Forestal. Esp. Sistemas de Información Geográfica	Elaboración del componente cartográfico y SIG en relación a los temas bióticos, abióticos, socioeconómicos Elaboración de anexo cartográfico
Camilo Barajas	Profesional Geomática	Elaboración del componente cartográfico y SIG en relación a los temas bióticos, abióticos, socioeconómicos Elaboración de anexo cartográfico
Daniela Devia Castiblanco	Ingeniera Ambiental	Componente abiótico, usos y usuarios del agua, vertimientos,. Plan de manejo ambiental.
Ferney Vargas	Ingeniero Industrial	Líder HSE
María Camila Amaya	Auxiliar Administrativa	Área administrativa
José Banquez	Ingeniero Industrial y catastral	Seguimiento y control del proyecto
Jacqueline Rodríguez	Auxiliar Administrativa	Apoyo documental, desarrollo de información secundaria, compilación y edición de documentos.