

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO ESQUEMA APP No. 002 de 2017



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA -  
CÚCUTA, UF 2 SECTOR PAMPLONA - PAMPLONITA  
Capítulo 2 Generalidades

**AECOM**  **ConCol**

Bogotá D.C. 28 DE MAYO DE 2018

## **CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA**

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA- CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA**

#### **CAPÍTULO 2 GENERALIDADES**

##### **TABLA DE CONTENIDO**

|                                                                   | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>2. GENERALIDADES</b>                                           | <b>1</b>    |
| 2.1 ANTECEDENTES                                                  | 1           |
| 2.1.1 Justificación                                               | 1           |
| 2.1.2 Permisos y Trámites Previos                                 | 2           |
| 2.1.3 Interrelación con proyectos de interés presentes en la zona | 7           |
| 2.1.4 Coexistencia de proyectos                                   | 23          |
| 2.2 ALCANCES DEL EIA                                              | 26          |
| 2.2.1 Alcance General                                             | 26          |
| 2.2.2 Limitaciones y/o Restricciones                              | 27          |
| 2.3 METODOLOGÍA                                                   | 28          |
| 2.3.1 Medio Abiótico                                              | 28          |
| 2.3.2 Medio Biótico                                               | 61          |
| 2.3.3 Medio Socioeconómico                                        | 139         |
| 2.3.4 Servicios Ecosistémicos                                     | 170         |
| 2.3.5 Zonificación Ambiental                                      | 172         |
| 2.3.6 Evaluación Ambiental                                        | 176         |
| 2.3.7 Zonificación de Manejo Ambiental                            | 191         |
| 2.3.8 Evaluación Económica Ambiental                              | 192         |
| 2.3.9 Plan de Gestión del Riesgo                                  | 196         |
| 2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO                         | 200         |

## CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

#### CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

##### ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                           | <b>Pág.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 2.1 Títulos mineros presentes en el área de intervención de la UF 2                                                                                                 | 10          |
| Tabla 2. Área de explotación superpuesta con proyecto vial.                                                                                                               | 14          |
| Tabla 2.3 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos                                                                  | 34          |
| Tabla 2.4 Ubicación de puntos de muestreo de suelos                                                                                                                       | 40          |
| Tabla 2.5 Equipos y Reactivos                                                                                                                                             | 41          |
| Tabla 2.6 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2.001                                                                                                               | 43          |
| Tabla 2.7 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en el análisis hidrológico asociado a la zona de estudio.                                                             | 46          |
| Tabla 2.8 Descripción de la permeabilidad de acuerdo a la norma AFTES                                                                                                     | 55          |
| Tabla 2.9 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables                                                                                        | 57          |
| Tabla 2.10 Rangos de Zonificación Climática                                                                                                                               | 59          |
| Tabla 2.11 Especificaciones de las imágenes utilizadas para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra                                                     | 65          |
| Tabla 2.12 Unidades de muestreo en las coberturas boscosas identificadas en el AI de la UF2                                                                               | 68          |
| Tabla 2.13 Categorías de la regeneración natural                                                                                                                          | 68          |
| Tabla 2.14 Unidades de muestreo para establecidas en las coberturas de arbustivas en el AI de la UF2.                                                                     | 69          |
| Tabla 2.15 Parámetros estadísticos                                                                                                                                        | 71          |
| Tabla 2.16 Codificación de cuadrillas                                                                                                                                     | 77          |
| Tabla 2.17 Cálculo de variables dasométricas                                                                                                                              | 83          |
| Tabla 2.18 Parámetros estructurales e índices de diversidad                                                                                                               | 84          |
| Tabla 2.19 Categorías de uso e importancia para las especies de flora                                                                                                     | 88          |
| Tabla 2.20 Levantamiento de información según ecosistema                                                                                                                  | 89          |
| Tabla 2.21 Identificación de las comisiones en campo                                                                                                                      | 90          |
| Tabla 2.22 Fuentes bibliográficas consultadas por cada grupo de fauna                                                                                                     | 96          |
| Tabla 2.23 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna                                                                                                | 104         |
| <b>Tabla 2.24 Puntos de muestreo donde fueron registrados ejemplares, métodos de campo, asociación a cobertura vegetal para la caracterización de anfibios y reptiles</b> | <b>106</b>  |
| Tabla 2.25 Puntos de muestreo donde fueron registrados ejemplares, métodos de campo, asociación a cobertura vegetal para la caracterización de aves                       | 109         |
| Tabla 2.26 Puntos de muestreo donde fueron registrados ejemplares, métodos de campo, asociación a cobertura vegetal para la caracterización de mamíferos                  | 111         |
| Tabla 2.27 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo                                                                                          | 121         |
| Tabla 2.28 índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna                                                                                              | 123         |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2.29 Estaciones de muestreo definidas para el componente de ecosistemas acuáticos       | 127 |
| Tabla 2.30 Análisis establecido para Hidrobiológicos                                          | 134 |
| Tabla 2.31 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col | 137 |
| Tabla 2.32 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col                         | 138 |
| Tabla 2.33 Fuentes Bibliográficas consultadas                                                 | 143 |
| Tabla 2.34 Cronograma etapa de Precampo                                                       | 149 |
| Tabla 2.35 Recursos requeridos actividades Precampo                                           | 150 |
| Tabla 2.36 Esquema de convocatoria a grupos de interés                                        | 151 |
| Tabla 2.37 Agenda encuentro con comunidades Primer Momento                                    | 153 |
| Tabla 2.38 Agenda encuentro con comunidades segundo momento                                   | 154 |
| Tabla 2.39 Cronograma de actividades etapa de campo                                           | 156 |
| Tabla 2.40 Recursos requeridos etapa de campo                                                 | 157 |
| Tabla 2.41 Cronograma de actividades etapa Post Campo                                         | 160 |
| Tabla 2.42 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo            | 160 |
| Tabla 2.43 Reporte de Unidades geomorfológicas en la UF2                                      | 162 |
| Tabla 2.44 Reporte de Pendientes en la UF2                                                    | 163 |
| Tabla 2.45 Categorías de Sensibilidad                                                         | 173 |
| Tabla 2.46 Categorías de Importancia                                                          | 173 |
| Tabla 2.47 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)                               | 175 |
| Tabla 2.48 Valores de calificación para la naturaleza                                         | 178 |
| Tabla 2.49 Valores de calificación para la intensidad                                         | 179 |
| Tabla 2.50 Valores de calificación para la extensión                                          | 179 |
| Tabla 2.51 Valores de calificación para el momento                                            | 180 |
| Tabla 2.52 Valores de calificación para la persistencia                                       | 180 |
| Tabla 2.53 Valores de calificación para la reversibilidad                                     | 180 |
| Tabla 2.54 Valores de Calificación para la Sinergia                                           | 181 |
| Tabla 2.55 Valores de calificación para la acumulación                                        | 181 |
| Tabla 2.56 Valores de calificación para el efecto                                             | 181 |
| Tabla 2.57 Valores de calificación para la periodicidad                                       | 182 |
| Tabla 2.58 Valores de calificación para la recuperabilidad                                    | 182 |
| Tabla 2.59 Impactos de naturaleza positiva                                                    | 183 |
| Tabla 2.60 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación                        | 187 |
| Tabla 2.61 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo             | 187 |
| Tabla 2.62 Sistema de clasificación para la importancia ambiental                             | 188 |
| Tabla 2.63 Clasificación para la valoración de la importancia neta                            | 189 |
| Tabla 2.64 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo                   | 192 |
| Tabla 2.65 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02 (MADS, 2015)                 | 194 |
| Tabla 2.66 Interpretación del indicador VPNE                                                  | 195 |
| Tabla 2.67 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas                               | 197 |
| Tabla 2.68 Criterios para la calificación de fragilidad                                       | 198 |
| Tabla 2.69 Criterios para definir vulnerabilidad                                              | 199 |
| Tabla 2.70 Criterios para definir el nivel del riesgo                                         | 199 |
| Tabla 2.71 Definición del nivel de riesgo                                                     | 199 |
| Tabla 2.72 Estructura Organizacional del Estudio                                              | 200 |

## **CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA**

### **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA**

#### **CAPÍTULO 2 GENERALIDADES**

##### **ÍNDICE DE FIGURAS**

|                                                                                                                                    | <b>Pág.</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 2-1 Ubicación de infraestructura de ductos cercanos al área de influencia de la UF2                                         | 8           |
| Figura 2-2 Ubicación del proyecto y títulos mineros                                                                                | 9           |
| Figura 2-3 Superposición de proyectos                                                                                              | 10          |
| Figura 2-2-4 Zonificación de impactos con respecto a la superposición en el título minero 04-003-95 - Mina Santa Isabel.           | 12          |
| Figura 2-5. Superposición del proyecto con la infraestructura superficial Mina Los Naranjos.                                       | 13          |
| Figura 2-6. Superposicion del proyecto con el área de explotación Mina los Naranjos Manto 10.                                      | 15          |
| Figura 2-7. Superposicion del proyecto con el área de explotación Mina los Naranjos Manto 20.                                      | 16          |
| Figura 2-8 Plano de Explotación Manto M20 de Mina Los Naranjos.                                                                    | 17          |
| Figura 2-9 Plano de Explotación Manto M10 de Mina Los Naranjos.                                                                    | 17          |
| Figura 2-10 Vista 3D vía existente y trazado proyectado UF2.                                                                       | 18          |
| Figura 2-11 Superposición Minera con la UF 2.                                                                                      | 19          |
| Figura 2-12 Detalle Superposición de PTO con proyecto vial UF2.                                                                    | 19          |
| Figura 2-13. Afectación Zona Sur.                                                                                                  | 20          |
| Figura 2-14 Afectación Zona Central.                                                                                               | 20          |
| Figura 2-15 Ubicación de Secciones Transversales.                                                                                  | 21          |
| Figura 2-16. Sección Transversal en PK 52+760. En color púrpura la cota de galería indicada en Plano Explotación Manto M20.        | 22          |
| Figura 2-17 Sección Transversal 52+665 con topografía ajustada del Plano Explotación Manto M20.                                    | 22          |
| Figura 2-18 Sección Transversal 52+795 con topografía ajustada del Plano Explotación Manto M20.                                    | 23          |
| Figura 2-19 Sección Transversal 53+300 con topografía ajustada del Plano Explotación Manto M20.                                    | 23          |
| Figura 2-20 Esquema de jerarquización geomorfológica                                                                               | 33          |
| Figura 2-21 Hidrograma Unitario Adimensional del U.S.S.C.S.                                                                        | 48          |
| Figura 2-22 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica                                                  | 56          |
| Figura 2-23 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000                                     | 64          |
| Figura 2-24 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de boscosas | 69          |
| Figura 2-25 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de arbustales.          | 70          |



|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2-26 Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes                           | 73  |
| Figura 2-27 Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes                                                      | 75  |
| Figura 2-28 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados.         | 78  |
| Figura 2-29 Localización de individuos para perfil de vegetación                                                  | 79  |
| Figura 2-30 Etiqueta de campo, para la colección de ejemplares botánicos                                          | 80  |
| Figura 2-31 Códigos de colección Verhoeff impresos en vinilo adhesivo.                                            | 81  |
| Figura 2-32 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epífitas                                     | 91  |
| Figura 2-33 Plantilla para la estimación de la cobertura (cm <sup>2</sup> ) de las especies no vasculares         | 92  |
| Figura 2-34 Sitios de muestreo de anfibios y reptiles                                                             | 107 |
| Figura 2-35 Sitios de muestreo de Aves                                                                            | 110 |
| Figura 2-36 Sitios de muestreo de Mamíferos                                                                       | 112 |
| Figura 2-37 Ejemplos de recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles                          | 113 |
| Figura 2-38 Individuo capturado (izquierda) y toma de datos (derecha)                                             | 119 |
| Figura 2-39 Registro de huella (izquierda) y búsqueda de refugio de murciélagos en una mina abandonada (derecha). | 120 |
| Figura 2-40 Estructura del Proceso Metodológico                                                                   | 145 |
| Figura 2-41 Variación del impacto en función del tiempo                                                           | 177 |
| Figura 2-42 Impactos de naturaleza negativa                                                                       | 183 |
| Figura 2-43 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación                                                    | 184 |
| Figura 2-44 Superposición de capas para el proceso de zonificación                                                | 185 |
| Figura 2-45 Esquema del análisis de efectos acumulativos                                                          | 190 |
| Figura 2-46 Esquema del análisis de efectos acumulativos                                                          | 193 |

## CORREDOR 4G PAMPLONA - CÚCUTA

### ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA

#### CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

##### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|                                                                                       | Pág.       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Fotografía 2.1 Colector de mano JUNE SD .....                                         | 72         |
| Fotografía 2.2 Demarcación de Parcelas .....                                          | 72         |
| Fotografía 2.3 Bosque fragmentado con vegetación secundaria.....                      | 74         |
| Fotografía 2.4 Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes.....                  | 76         |
| Fotografía 2.5 Medición del DAP .....                                                 | 78         |
| Fotografía 2.6 Identificación de las parcelas e individuos fustales .....             | 79         |
| Fotografía 2.7 Muestra colectada y etiquetada en bolsa plástica .....                 | 81         |
| Fotografía 2.8 Montaje para el prensado de material botánico.....                     | 82         |
| Fotografía 2.9 Ejemplos de Búsqueda de anfibios y reptiles .....                      | 114        |
| Fotografía 2.10 Redes de niebla instaladas en el área de influencia del proyecto      | 115        |
| Fotografía 2.11 Captura y manipulación de ejemplares .....                            | 115        |
| Fotografía 2.12 Recorridos de observación y audición <i>ad libitum</i> .....          | 116        |
| Fotografía 2.13 Instalación de Trampa Sherman .....                                   | 118        |
| Fotografía 2.14 Instalación de redes de niebla .....                                  | 118        |
| Fotografía 2.15 Instalación de cámaras trampa .....                                   | 119        |
| Fotografía 2.16 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes) .....                | 129        |
| <b>Fotografía 2.17 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos)</b> |            |
| .....                                                                                 | 130        |
| Fotografía 2.18 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber)         |            |
| .....                                                                                 | 131        |
| <b>Fotografía 2.19 Toma de muestras de peces (red de mano).....</b>                   | <b>132</b> |

## **2. GENERALIDADES**

Teniendo en cuenta los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y en el Plan Maestro de Transporte 2015, para mejorar la infraestructura de transporte y garantizar la conectividad de las regiones, la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI ha planteado un ambicioso programa de concesiones de carreteras compuesto por un grupo de corredores viales, los cuales impactan en importantes regiones del país en materia económica, para lo cual a partir del año 2012 la ANI inició la cuarta generación de concesiones.

En este sentido, se expidió el Documento Conpes 3760 del 20 de agosto de 2013 para proyectos viales bajo esquemas de Asociaciones Público Privadas - APP Cuarta Generación de Concesiones Viales, donde se presentan los lineamientos de política del programa de cuarta generación de concesiones viales (4G), dirigido a reducir la brecha en infraestructura y consolidar la red vial nacional a través de la conectividad continua y eficiente entre los centros de producción y de consumo, con las principales zonas portuarias y con las zonas de frontera del país. Dentro de estos proyectos viales se encuentra el corredor vial de la Troncal Cordillera Oriental, Proyecto Pamplona – Cúcuta – Frontera con Venezuela.

El programa de cuarta generación de concesiones, el más ambicioso en infraestructura vial en la historia del país, permitirá fortalecer la competitividad y el crecimiento a través de cerca de 40 proyectos que involucren alrededor de 7.000 km de la red vial nacional, 141 km de túneles y 150 km de viaductos, por un valor de inversión aproximado de 47 billones de pesos (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

### **2.1 ANTECEDENTES**

#### **2.1.1 Justificación**

En el año 2013, se suscribió el contrato No. 185 entre el Fondo de Adaptación y el Consorcio Estructuración Vial (CEV), cuyo objeto fue la estructuración integral para los proyectos de los corredores viales: 1) Bogotá - Bucaramanga, 2) Bucaramanga - Pamplona, 3) Duitama – Pamplona - Cúcuta, 4) Norte de Santander. 5) Transversales Cusiana- Casanare-Boyacá y 6) Manizales-Honda-Villeta. La firma de este contrato constituye además un proceso clave para el desarrollo vial de muchas zonas del país afectadas por la ola invernal del 2010 a 2011.

Luego mediante el documento CONPES número 3844 de 2015 (Anexo 4 – D) se presentó, para conocimiento del Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES-, tres proyectos de la Fase I de la tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones Viales (1. Bucaramanga – Pamplona; 2. Pamplona – Cúcuta y 3. Buga Buenaventura), los cuales a su vez se rigen por los lineamientos del Gobierno Nacional, establecidos en el documento CONPES 3760 de 2013 y por la Ley 1508 de 2012 relacionada con las APP que están a cargo del Ministerio de Transporte, a través de la ANI, estos proyectos están dirigidos a reducir la brecha en infraestructura y consolidar la red vial nacional a través de la conectividad continua y eficiente entre los centros de producción y de consumo, con las



principales zonas portuarias y de frontera del país (CONPES 3760, 2013). Dicho programa se mantiene vigente como política a través del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 *“Todos por un nuevo país PAZ, EQUIDAD, EDUCACIÓN”*.

El corredor Bucaramanga – Pamplona – Cúcuta se priorizó dentro de la Fase I de la Tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones viales - 4G por tratarse de proyectos que ayudarán, en un marco de mediano plazo, a mejorar la situación coyuntural de la crisis fronteriza entre Colombia y Venezuela, y la respectiva problemática humanitaria derivada.<sup>1</sup>

Mediante memorando No. 2015-200-011915-3 del 16 de octubre de 2015, la Vicepresidencia de Estructuración de ANI luego de un proceso técnico de verificación determinó que el proyecto Pamplona – Cúcuta, el cual se encuentra georreferenciado y cumpliendo con los presupuestos establecidos en las normas constitucionales y legales vigentes para ser declarado de utilidad pública e interés social, se declara por el Ministerio de Transporte y la ANI, mediante Resolución No. 1934 del 13 de noviembre de 2015 (Anexo 4 – F), como proyecto de utilidad pública e interés social, estableciendo de esta manera la obligación para las diferentes instituciones públicas involucradas en el desarrollo del proyecto, tanto ambientales como gubernamentales, de adoptar las medidas pertinentes para salvaguardar el interés público.

El corredor vial Pamplona - Cúcuta, ubicado en el departamento de Norte de Santander, está conformado por seis (6) unidades funcionales (UF); fue adjudicado por parte de la ANI, a la Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita S.A.S., mediante contrato de concesión bajo esquema APP No. 002 de 02 de junio de 2017. La Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita es la encargada de la realización de los estudios, diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, así como la construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión del corredor vial comprendido entre Pamplona y Cúcuta.

Teniendo en cuenta este importante desarrollo vial y la obligación de obtener licencia ambiental para su ejecución, el Estudio de Impacto Ambiental pretende sintetizar, mediante el análisis de los componentes ambientales más relevantes identificados en el área del proyecto, las características que inciden para la materialización de la Segunda Calzada de la actual Ruta Nacional 55 Tramo 05 (Pamplona - Cúcuta) en el departamento de Norte de Santander, a través de capítulos estructurados según los Términos de Referencia pertinentes; realizando la respectiva descripción, caracterización y análisis necesarios para entender la naturaleza del proyecto, sus connotaciones ambientales dentro del área de influencia, y las soluciones planteadas para otorgar la viabilidad requerida.

## **2.1.2 Permisos y Trámites Previos**

Durante la elaboración del presente estudio se han realizado los trámites pertinentes ante las autoridades competentes, copia de todas las comunicaciones mencionadas en los siguientes numerales se encuentra en el Anexo 2 Certificados.

### **2.1.2.1 Trámites Administrativos**

---

<sup>1</sup> Documento CONPES 3844 de 2015

#### 2.1.2.1.1 Trámites ante la ANLA

La ANI, mediante oficio No. 2014-603-005941-1 del 27 de marzo de 2014 solicita a Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), pronunciamiento sobre el trámite a seguir para el proyecto “Construcción de la doble calzada entre el municipio de Pamplona y peaje Los Acacios en el departamento de Norte de Santander”

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), mediante el oficio No. 4120-E2-15697 del 9 de mayo de 2014, se pronuncia dando respuesta a la ANI, indicando que requiere la necesidad del Estudio de Impacto Ambiental – EIA para el citado corredor; señala además que el EIA se debe presentar de acuerdo con el Concepto Técnico No 8177 del 5 de mayo de 2014.

Como parte del proceso de evaluación de la solicitud de licencia ambiental para el proyecto denominado “Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF2 Sector Pamplona - Pamplonita”, iniciado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA mediante Auto No. 3379 del 26 de junio de 2018, la autoridad durante Audiencia de solicitud de información adicional celebrada el 30 de julio de 2018, solicitó a la Unión Vial Río Pamplonita S.A.S., como titular de la licencia, la atención de requerimientos sobre el Estudio de Impacto Ambiental – EIA presentado para evaluación.

Atendiendo lo dispuesto por la ANLA se presenta el EIA el cual fue ajustado íntegramente, acorde con lo establecido en los diferentes requerimientos y en especial en “requerimiento 12” el cual indica:

*Ajustar el Estudio de Impacto Ambiental presentado a esta Autoridad a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea – VITAL con número 0200090108254518002 y radicación ANLA 2018075823-1-000 del 14 de junio de 2018, de manera que se incorporen y analicen los cambios relacionados con los requerimientos anteriormente solicitados, en concordancia con lo establecido en los Términos de Referencia M-M-INA 02 Versión No. 2 y con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010).*

*Realizar el ajuste y verificación de la GDB para que haya plena concordancia entre la información registrada en los capítulos del estudio y los datos geográficos consignados en la base, de acuerdo con los requerimientos anteriormente solicitados.*

*Radicar la Información Adicional solicitada, a través de la Ventanilla VITAL y ante la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental- CORPONOR.*

- **Permiso recolección de especímenes de especies silvestres**

Teniendo en cuenta la Resolución 168 del 13 de Febrero del 2017, por la cual la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- (5.2.1-E), otorga a la empresa CONCOL CONSULTORES S.A.S. permiso de estudio para la recolección de especímenes de

especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de Estudios Ambientales, para los proyectos en sectores de energía (líneas, termoeléctricas, presas, represas, embalses, transvases de la cuenca), infraestructura (vías, puertos, tratamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios), minero e hidrocarburos a nivel nacional, y de acuerdo a lo establecido en el artículo cuarto de dicha resolución, la empresa CONCOL CONSULTORES S.A.S. deberá informar por escrito a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, con quince (15) días de antelación a su desplazamiento y de acuerdo con el “Formato de Inicio de Actividades de Recolección por Proyecto”, medio físico y magnético la información correspondiente a los indicados en los numerales 4.1, 4.2, y 4.3.

#### **2.1.2.1.2 Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR).**

- Comunicación con radicado de salida No. UVRP 17-3-279 dirigida a la Asociación Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil - RESNATUR, en la que se hace solicitud de información en cuanto a la identificación, y delimitación, reservas declaradas o en proceso de declaración que se encuentran o se traslapan con el área de estudio.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, RESNATUR emitió la siguiente respuesta:

- Comunicación del 30 de octubre de 2017, en donde indica lo siguiente: “(...) me permito informarle que no tenemos registro de RNSC en los municipios mencionados”. Anexo 2 – I

#### **2.1.2.1.3 Trámites ante el ICANH**

Comunicación del 27 de noviembre de 2017 dirigida al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), con radicado 6022 de dicha entidad, se solicita la expedición de la autorización de intervención arqueológica para el proyecto “DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA”. El Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) emite la autorización de Intervención Arqueológica No.7026, 26 de diciembre de 2018.

El 9 de enero de 2018, en comunicación dirigida al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), con radicado 0064 de dicha entidad, se solicita adenda a la autorización de intervención arqueológica para el proyecto “DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA”, por ajustes en los diseños civiles del proyecto, relacionados con áreas de Zedmes y sus accesos. El Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), se pronuncia el 8 de febrero de 2018, con la adenda de modificación No. 001, a la autorización de Intervención Arqueológica No.7026, 26 de diciembre de 2018.

En el Anexo 5.3-M, se encuentran los soportes de los trámites relacionados con Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH)

#### **2.1.2.1.4 Trámites ante la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR**

##### Solicitud de Información

- Comunicación con Radicado No. 13933 del 30 de octubre de 2017 dirigida a la entidad. Se hace presentación del proyecto y solicitud de información para los diferentes componentes abióticos, bióticos y sociales.
- Comunicación con Radicado No. 14641 del 15 de noviembre de 2017 dirigida a la entidad. Se hace solicitud de información para estudios ambientales de la Concesión Unión vial Río pamplonita de proyectos licenciados o en proceso de licenciamiento que tengan superposición con el área de estudio.

En respuesta a los comunicados anteriormente relacionados, CORPONOR, emitió la siguiente respuesta:

- Comunicación con Radicado No. 12867 del 11 de diciembre de 2017 de CORPONOR dirigida a la Concesión UVRP (Anexo 2 – D), por medio de la cual se hace entrega de la información solicitada en la comunicación anteriormente relacionada.

##### Solicitud de reunión para presentación del Estudio

- Comunicación con Radicado 1052 del 20 de noviembre del 2017 de la Concesionaria UVRP dirigida a CORPONOR. Se hace presentación del proyecto.

#### **2.1.2.1.5 Trámites ante la Gobernación de Norte de Santander**

- **Solicitud de reunión para presentación del EIA**

Comunicación con Radicado 2017-840-138067-2 del 20 de noviembre del 2017 de la Concesionaria UVRP dirigida a la Gobernación de Norte de Santander. Se hace presentación del proyecto. Anexo 5.3 – B.

#### **2.1.2.1.6 Trámites ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**

- **Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, solicitud de información**

Comunicación del 01 de noviembre del 2017 dirigida al MADS, con radicado No. E1-2017-029006 de dicha entidad, se solicita información u orientación para la identificación, ubicación, delimitación (polígonos) y descripción de zonas establecidas como Reserva Forestal de Ley 2º de 1959, Ecosistemas Sensibles y/o Estratégicos y de especies en veda que se encuentren dentro o traslapen con el proyecto Doble calzada Pamplona - Cúcuta,

UF2 sector Pamplona - Pamplonita.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, el MADS mediante registro de salida DBD-8201-E2-2017-038058 remitió la siguiente respuesta (Anexo 2 –E):

*El área de interés del proyecto se interseca con ecosistemas de humedal en un área aproximada de 578,62 hectáreas, para lo cual se debe tener en cuenta lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo (2014 -2018), en los artículos 172 – 174, el Decreto ley 2811 de 1974 artículos 102 y 137, el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 artículo 2.2.1.4.6.1 y las Resoluciones No. 157 de 2004 y 196 de 2006 del MADS por las cuales se dictan disposiciones para la conservación y el manejo de los humedales.*

*Sobre el ecosistema de Bosque seco tropical y la presencia de otras áreas protegidas y figuras de protección, locales y regionales sugieren solicitar información a Parques Nacionales Naturales y a la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, para que se atienda lo referente, de acuerdo a las competencias de las mismas.*

Al respecto de este comunicado se verificó la capa de los Humedales Interiores de Colombia, documento emanado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), concluyendo que el reporte generado de la capa utilizada (Humedales 2015), corresponde a la ubicación del ecosistema denominado Río de Aguas Blancas por el mismo documento, haciendo referencia al área ocupada por el río Pamplonita en 55,87 ha (Ver Anexo 5.2.1 H- Ecosistemas Estratégicos\_Reporte Humedales 2015). Dicha categorización, agrupa las aguas que tienen origen andino, muchos sedimentos suspendidos y disueltos, por lo que son poco transparentes (15-30 cm), altas concentraciones de nutrientes y pH cercano al neutro (IAvH, 2015). El río Pamplonita hace parte de la zona hidrográfica del Catatumbo, que a su vez pertenece a la cuenca Caribe. Esta cuenca presenta una zona extensa de humedales costeros, donde destacan los del bajo Sinú y Atrato, la Ciénaga Grande de Santa Marta, las lagunas de montaña en la Sierra Nevada de Santa Marta y una importante área en La Mojana (IAvH, 2015). Se observa entonces que el área de estudio no hace parte del sistema de humedales identificados para la cuenca Caribe.

Respecto al ecosistema de bosque seco tropical, para la UF2, de acuerdo con las características climáticas, edáficas y topográficas que dan como resultado los biomas y ecosistemas, se tiene que para el área de influencia no existe traslape del bosque seco tropical con la UF2. y la delimitación de este importante ecosistema, definido por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

De otra parte, atendiendo la sugerencia del MADS se realizó la consulta a CORPONOR, quienes mediante oficio número 12867 del 11 de diciembre, respondieron sobre la existencia de un Parque Natural Regional denominado Santurbán Mutiscua - Pamplona, el cual no se interseca con el área de influencia de la UF2.

- **Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, solicitud de levantamiento de veda**



El 23 de febrero de 2018, la Concesionaria Unión vial Río Pamplonita, a través de la ventanilla Vital, radica en la ventanilla integral de trámites ambientales en línea (VITAL), con número 4700090108254518001, la solicitud de levantamiento parcial de veda para las especies de flora silvestre que serán afectadas por el desarrollo del proyecto doble calzada pamplona – Cúcuta, UF2, Sector Pamplona – Pamplonita.

#### **2.1.2.1.7 Trámites ante el Ministerio del Interior**

Mediante comunicación radicado EXTMI17-58132 del 29 de diciembre de 2017 (Anexo 2-O), la Concesión Unión Vial del Río Pamplonita - UVRP, solicita se expida certificación de presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto “DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA”, anexando la solicitud formal ante la Dirección de Consulta Previa y el cuadro de coordenadas donde se ejecutará el proyecto. De igual manera, se adjunta la certificación 0005 del 23 de enero de 2018 emitida por el Ministerio del Interior (Anexo 2 – C), en donde conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en el área del Proyecto “DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF2 SECTOR PAMPLONA-PAMPLONITA”.

#### **2.1.2.1.8 Trámites ante la Agencia Nacional de Minería**

Derecho de petición No. 20179070271262 del 27 de octubre del 2017 dirigida a la Agencia Nacional de Minería (Anexo 2 -B), en la que se hace solicitud de información en relación con los títulos mineros y Programas de Trabajos y Obras (PTO). La respuesta de la entidad se encuentra en el Anexo 2 – H.

#### **2.1.3 Interrelación con proyectos de interés presentes en la zona**

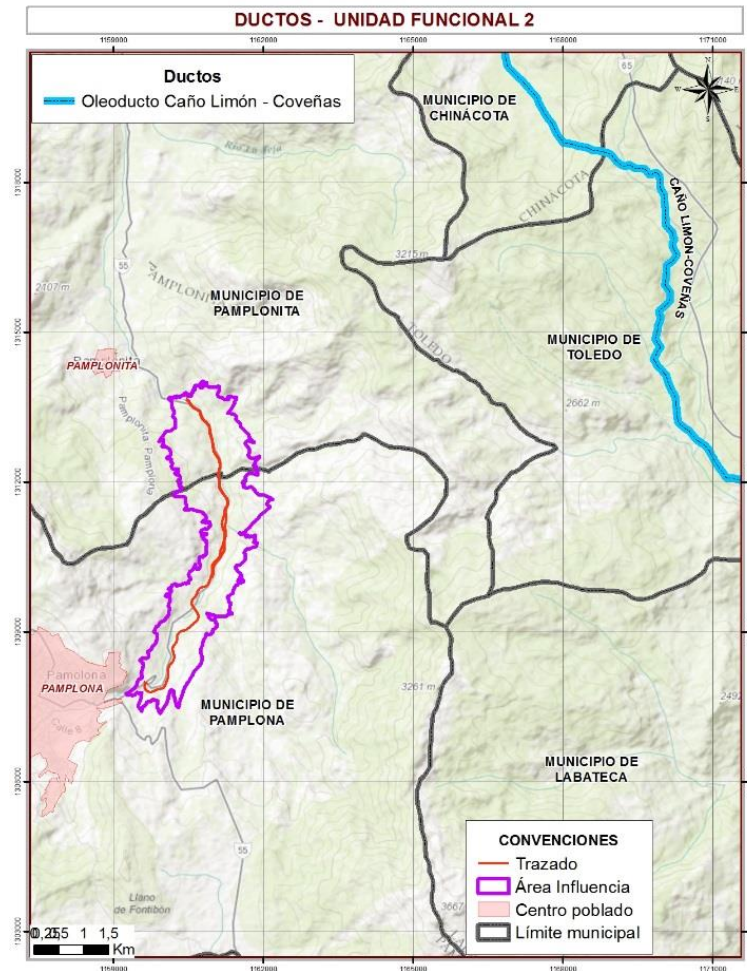
Aplicando sistemas de información geográfica se realizó superposición del área de influencia del proyecto con otros proyectos ubicados en la zona, consultando principalmente la información disponible en:

- Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH
- Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME
- Agencia Nacional de Minería -ANM
- Sistema de Información Ambiental de Colombia –SIAC.

Como resultado de estas consultas se encontró que no hay superposición con infraestructura de oleoductos, como se observa en la

Figura 2-1 el oleoducto Caño Limón Coveñas, está retirado del área de Influencia.

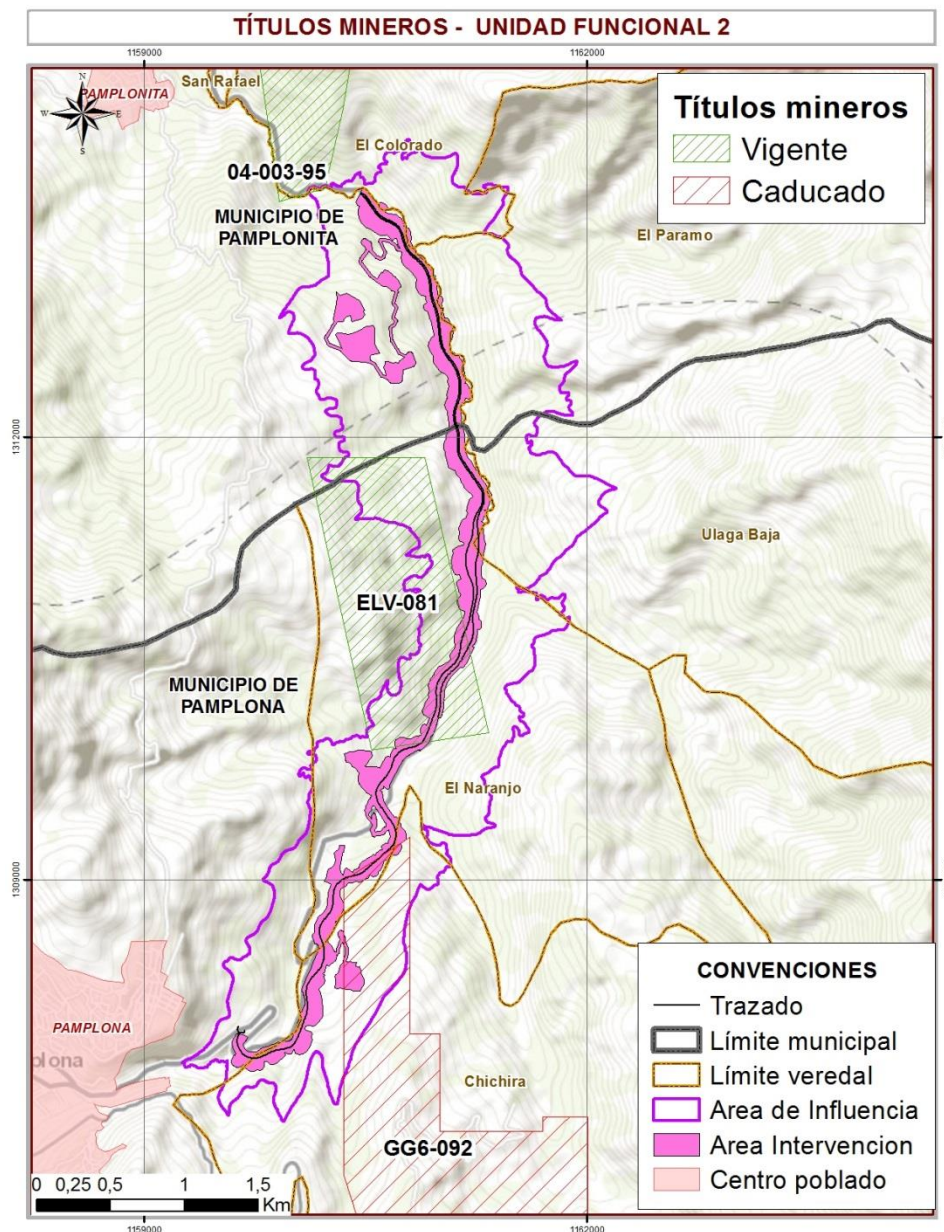
**Figura 2-1 Ubicación de infraestructura de ductos cercanos al área de influencia de la UF2**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Teniendo en cuenta las consultas realizadas. El proyecto no se superpone con líneas de transmisión y ductos de hidrocarburos; al realizar la consulta de títulos mineros presentes en el área, se encontró que hay superposición con dos títulos en el área de intervención y tres títulos en el área de influencia (ver Figura 2-2)

**Figura 2-2 Ubicación del proyecto y títulos mineros**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Una vez consultado el SIAC, el área de intervención del Proyecto se superpone con dos (2) licencias ambientales correspondientes a títulos mineros de carbón (Figura 2-3 y Tabla 2.1),

de los cuales uno de ellos se encuentra caducado.

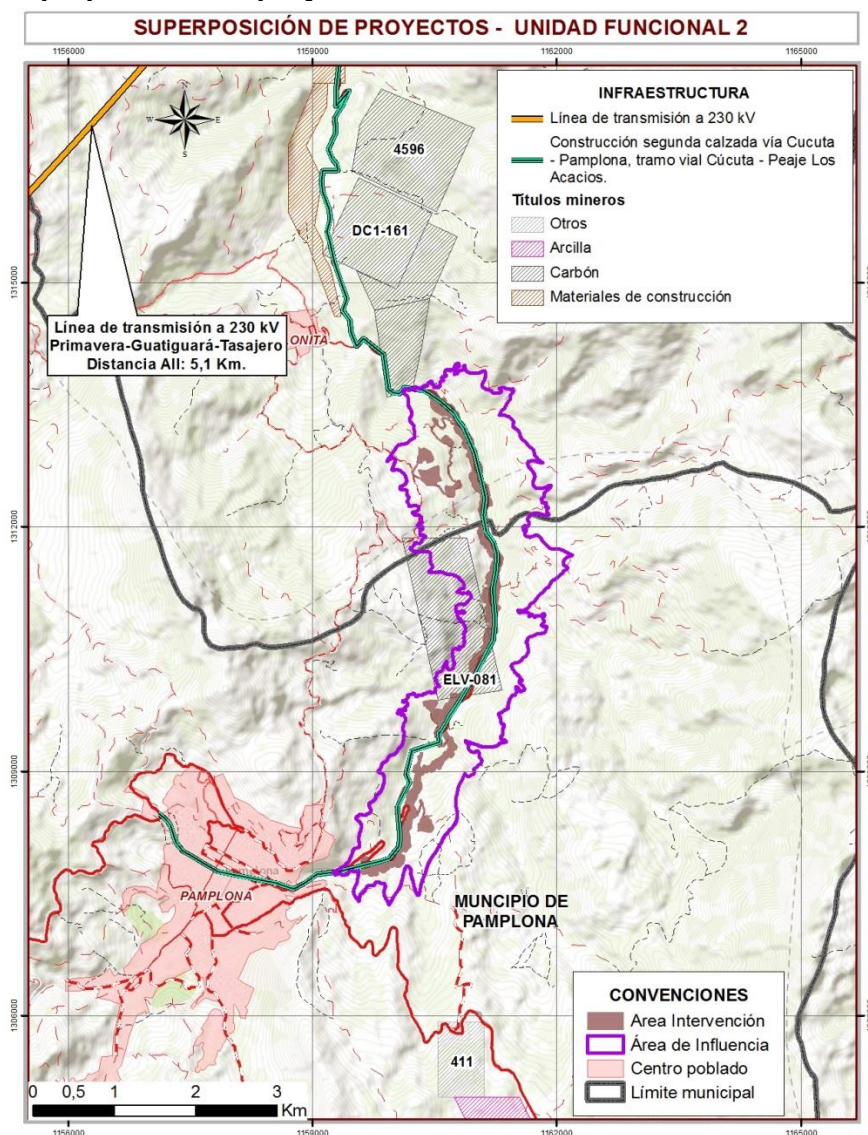


**Tabla 2.1 Títulos mineros presentes en el área de intervención de la UF 2**

| Título minero | Material de explotación | Titular                                        | Licencia ambiental SI/NO | Estado del título minero |
|---------------|-------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ELV-081       | Carbón                  | Ramón Ignacio Sierra – Humberto Carvajal López | SI                       | Vigente                  |
| GG6-092       | Carbón                  | Pandera EU                                     | Caducada                 | Caducado                 |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

**Figura 2-3 Superposición de proyectos**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.



Para el análisis de superposición con proyectos licenciados, se considera lo establecido en el Decreto 1076 de 2017 Artículo 2.2.2.3.6.4. Superposición de proyectos:

*“La autoridad ambiental competente podrá otorgar licencia ambiental a proyectos cuyas áreas se superpongan con proyectos licenciados, siempre y cuando el interesado en el proyecto a licenciar demuestre que estos pueden coexistir e identifique, además, el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta.*

*Para el efecto el interesado en el proyecto a licenciar deberá informar a la autoridad ambiental sobre la superposición, quien, a su vez, deberá comunicar tal situación al titular de la licencia ambiental objeto de superposición con el fin de que conozca dicha situación y pueda pronunciarse al respecto en los términos de ley.”*

Así mismo se tiene en cuenta el numeral 8 de los términos de referencia para la elaboración de EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o Túneles (MADS, 2015).

*“La evaluación debe considerar, especialmente, los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en las áreas de influencia”*

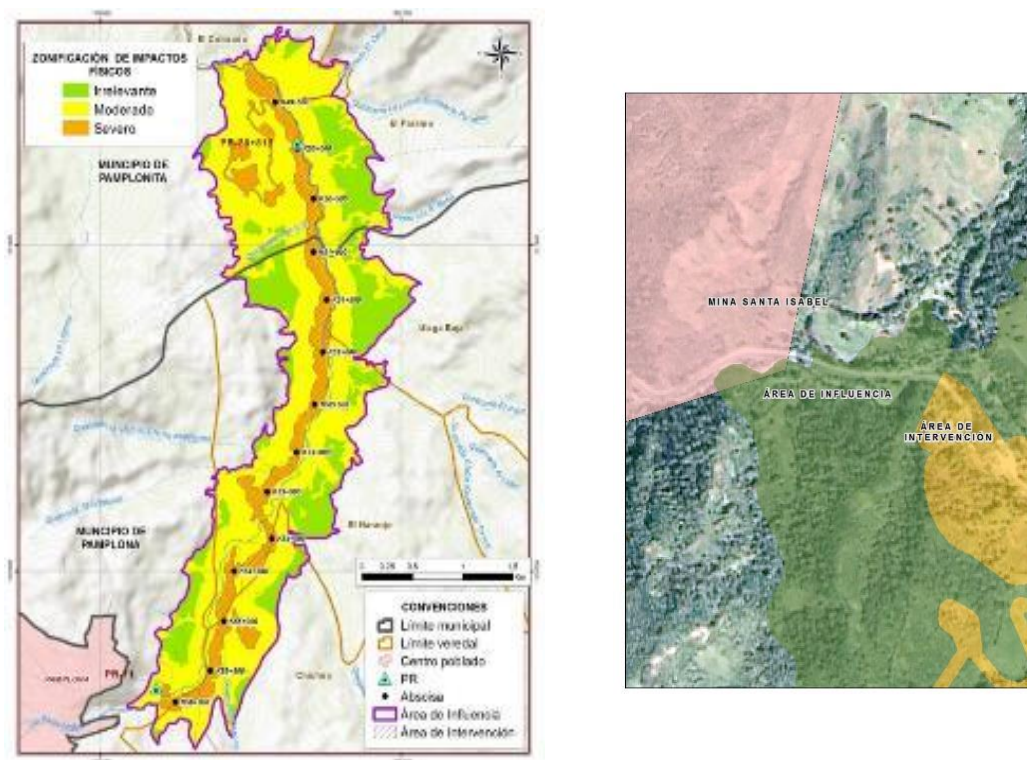
De la superposición de proyectos licenciados se indica lo siguiente: según lo analizado en las figuras previas, se puede apreciar que el área de influencia del proyecto se superpone con tres licencias ambientales, correspondiente a títulos mineros para la extracción de carbón. De estos títulos mineros, dos se encuentran vigentes y uno ha caducado, por lo anterior el análisis de superposición se precisa en los títulos que cuenta con vigencia.

Del título minero GG6-092 para la explotación de carbón subterráneo bajo la modalidad de contrato de concesión otorgada a la firma Pandera EU, el contrato fue declarado en caducidad por la Agencia Nacional de Minería, Resolución 0239 del 5 de marzo de 2014 razón por la cual en el área no se desarrollan actividades. En este sentido más allá del traslape con el área de influencia, calculado en 5,54 ha del polígono concesionado. dada la caducidad del contrato no aplica el análisis de responsabilidades individuales, ni se consideran impactos del proyecto sobre el título minero, debido a que su licencia ambiental también se encuentra sin vigencia.

En cuanto al título minero 04-003-95 “Mina Santa Isabel”, este cuenta con Licencia Ambiental otorgada por Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental (CORPONOR) mediante Resolución 0824 de 2008. Este título minero presenta superposición con el área de influencia en 0,21 ha, equivalentes al 0,39% del total del área concesionada. No obstante, considerando la zonificación de impactos y que sobre el área superpuesta no se efectuará intervención para la construcción de la segunda calzada UF 2 (Ver Figura 2-2-4), el proyecto vial no generará en el sector de superposición, ninguna clase o tipo de efectos que sea considerados como impactos residuales, acumulativos y sinérgicos, sobre los cuales sea necesario establecer la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta. Adicionalmente, una vez verificado el Programa de trabajos y obras de este título minero, se constató que no se

proyecta actividad minera sobre esta área.

**Figura 2-2-4 Zonificación de impactos con respecto a la superposición en el título minero 04-003-95 - Mina Santa Isabel.**

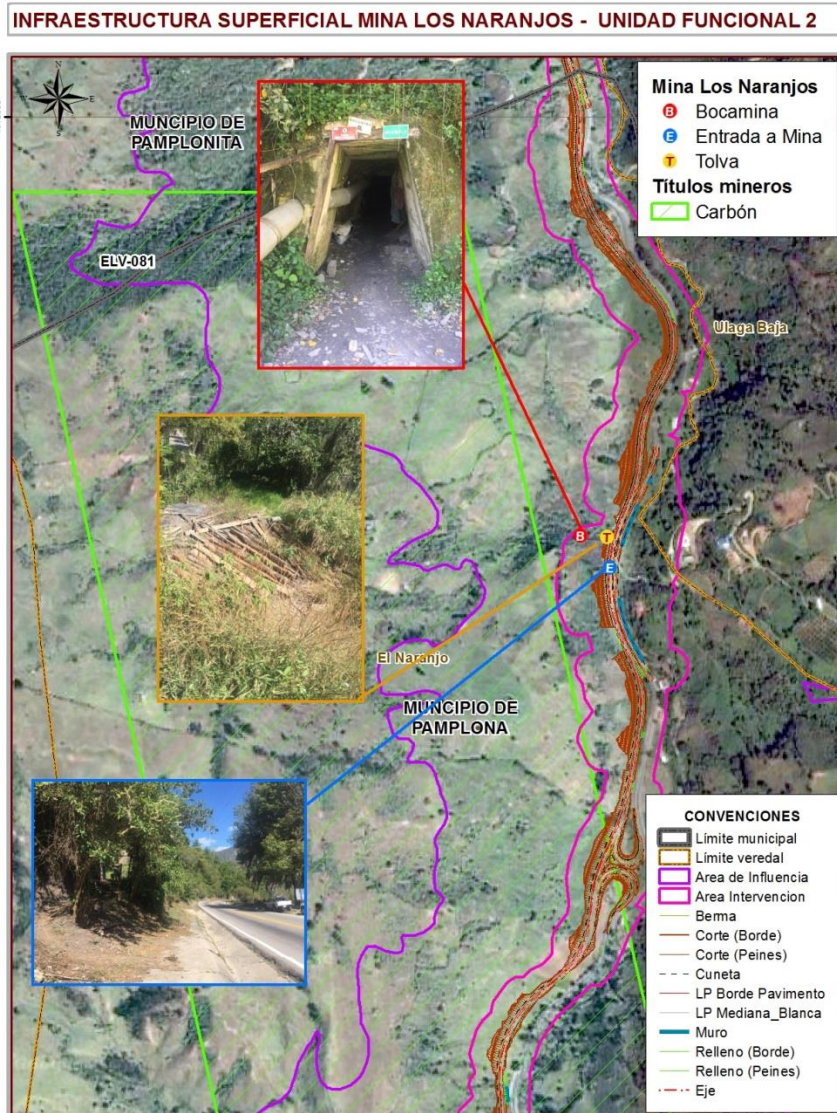


Fuente: Aecom – ConCol, 2017.

En relación con el título minero ELV-081, correspondiente a la Mina Los Naranjos, Contrato de Concesión para la extracción subterránea de carbón a cargo de los titulares Ramón Ignacio García Sierra y Humberto Carvajal López. Cuenta con Licencia Ambiental otorgada por CORPONOR mediante Resolución 0622 de 2011.

Se ha identificado que el proyecto unidad funcional 2 presentará afectación en planta (superficie), según lo indica el Programa de Trabajos y Obras (PTO) del Título Minero. En la Figura 2-5 se observa la interferencia con la infraestructura superficial construida (Vías de acceso, patio de almacenamiento y tolva de descargue) y proyectada (como son niveles de explotación, definidos en el PTO).

**Figura 2-5. Superposición del proyecto con la infraestructura superficial Mina Los Naranjos.**



Fuente: Programa de trabajo y obras Mina los Naranjos. Adaptado Aecom - ConCol, 2017

La afectación que se tendría corresponde a una superposición en planta entre el PK 52+320 (coordenadas X= 1.161.181 Y= 1.310.700) y el PK 53+180 (coordenadas X= 1.160.874 Y= 1.309.927) de la UF2, que corresponde aproximadamente a los PR-74 y PR-78 de la vía existente.

En la Tabla 2, Figura 2-6 y Figura 2-7, se presenta la superposición del proyecto con el área de explotación de la mina Los Naranjos en los mantos proyectados en el PTO, evidenciando la superposición con el área de intervención efectiva del proyecto vial (área definida por los cortes y rellenos del trazado proyectado), así como superposición con el área de posible intervención (área para el movimiento de maquinaria para la ejecución de cortes y rellenos).

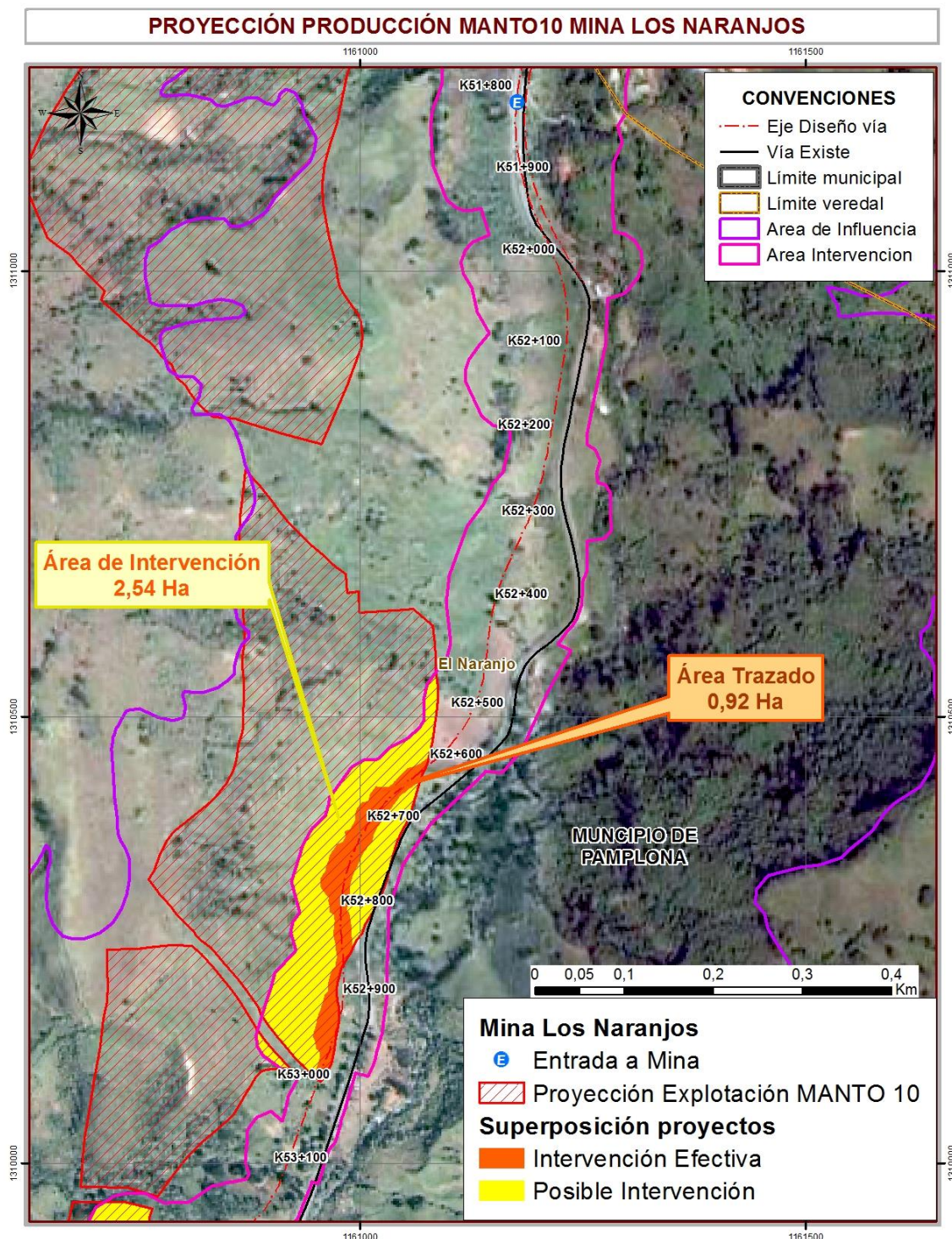
**Tabla 2. Área de explotación superpuesta con proyecto vial.**



| Tipo                                                | Área (ha)    | Área (%)    |
|-----------------------------------------------------|--------------|-------------|
| <b>Área total del polígono minero</b>               | <b>155</b>   | <b>100</b>  |
| <b>Área total del área de explotación</b>           | <b>44,19</b> | <b>28,5</b> |
| <b>Totalidad de área de explotación traslapada.</b> | <b>6,08</b>  | <b>3,9</b>  |
| Intervención Efectiva                               | 1,61         | 1,1         |
| Posible Intervención                                | 4,47         | 2,8         |

Fuente: Aecom - ConCol, 2017.

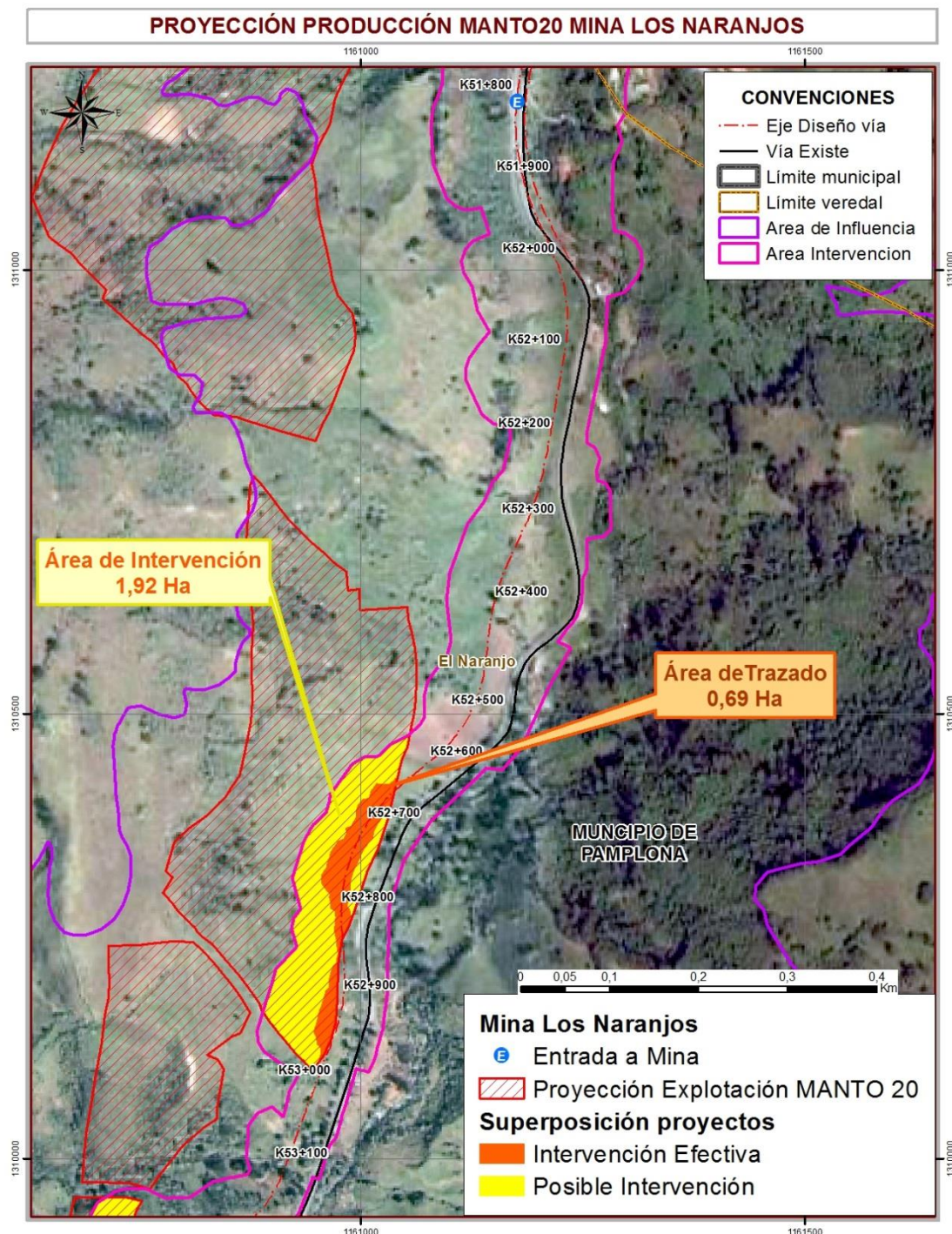
**Figura 2-6. Superposición del proyecto con el área de explotación Mina los Naranjos Manto 10.**



Fuente: Programa de trabajo y obras Mina los Naranjos. Adaptado Aecom - ConCol, 2017



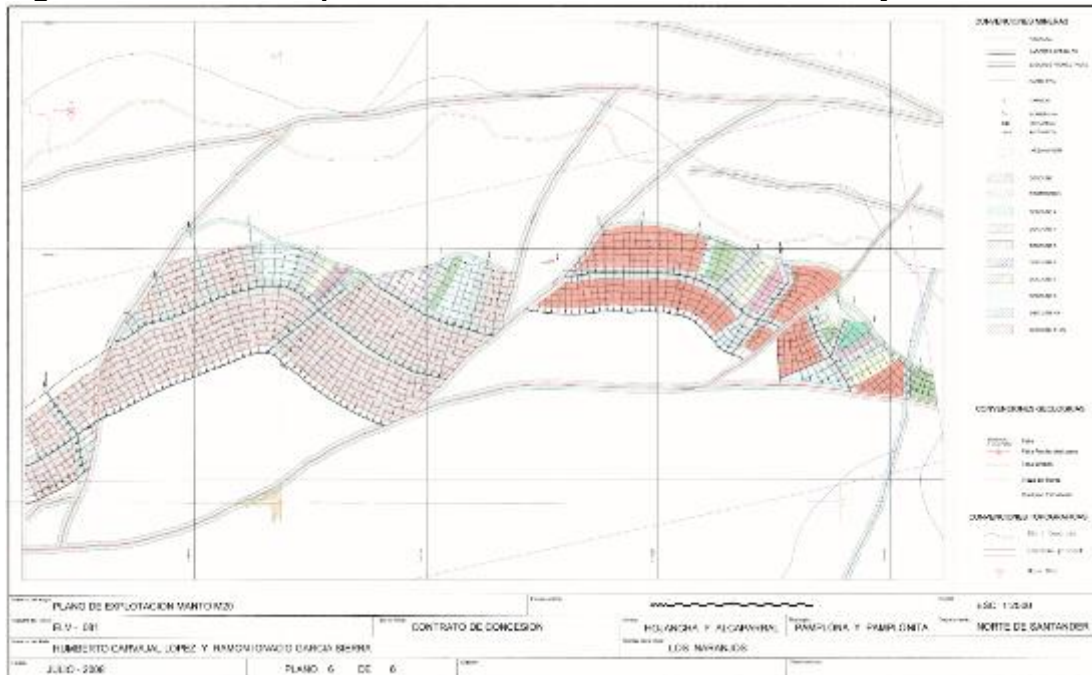
**Figura 2-7. Superposición del proyecto con el área de explotación Mina los Naranjos Manto 20.**



Fuente: Programa de trabajo y obras Mina los Naranjos. Adaptado Aecom - ConCol, 2017

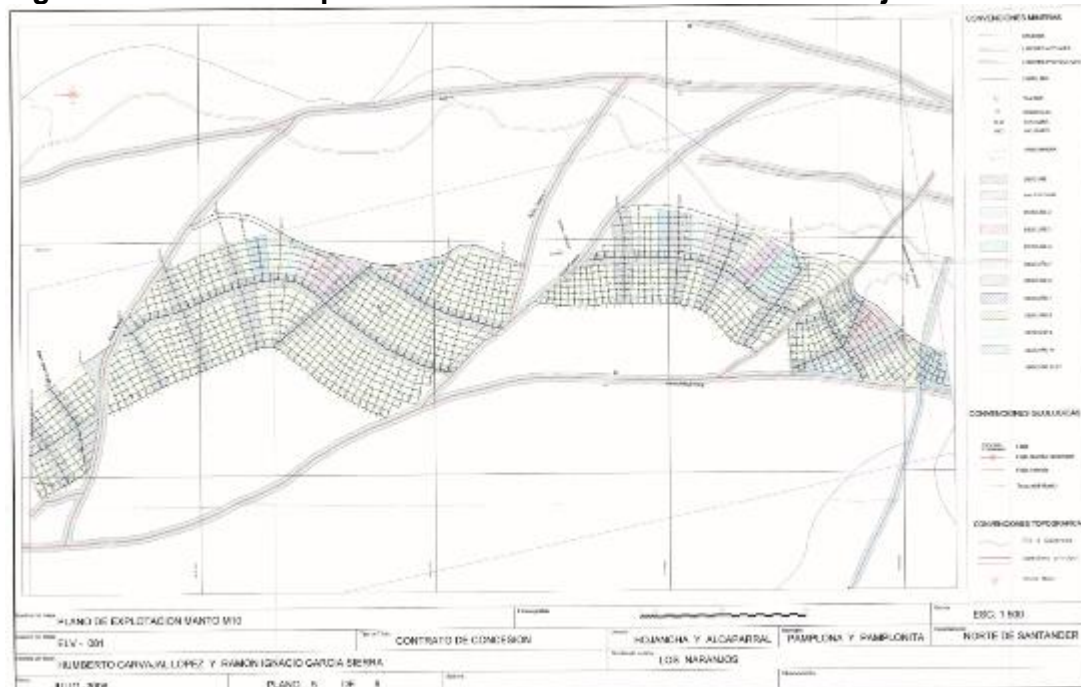
A partir de información disponible del PTO en la Figura 2-8 y Figura 2-9, se ilustran los dos (2) niveles de explotación.

**Figura 2-8 Plano de Explotación Manto M20 de Mina Los Naranjos.**



Fuente: Programa de trabajo y obras Mina los Naranjo. Adaptado Aecom - ConCol, 2017.

**Figura 2-9 Plano de Explotación Manto M10 de Mina Los Naranjos.**



Fuente: Programa de trabajo y obras Mina los Naranjo. Adaptado Aecom - ConCol, 2017.



Las imágenes de los planos del PTO fueron digitalizadas y posteriormente referenciadas con la grilla de coordenadas y con las coordenadas del polígono referenciado en los planos. De esta manera se comparó las topografías contenidas tanto en los planos de la mina como la levantada por Sacyr – Construcción<sup>2</sup>, mediante sistema LIDAR<sup>3</sup> y verificada con el respectivo levantamiento topográfico por el Proyecto vial.

A partir de lo anterior se establece que el trazado de la UF2 discurre relativamente paralelo al trazado existente por la ladera de un cerro que presenta diferentes procesos morfodinámicos. En la Figura 2-10 se muestra una imagen 3D (exagerada 3 veces en altura) de la zona con la carretera existente, ubicada a menos de 10 km de Pamplona y el Proyecto Doble Calzada: Pamplona - Cúcuta.

**Figura 2-10 Vista 3D vía existente y trazado proyectado UF2.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

De acuerdo con la información anterior, el análisis efectuado de la superposición de los proyectos se representa en la Figura 2-11 y Figura 2-12.

<sup>2</sup> Sacyr – Construcción: Es el área del proyecto vial encargado de la ingeniería, procura y construcción (EPC).

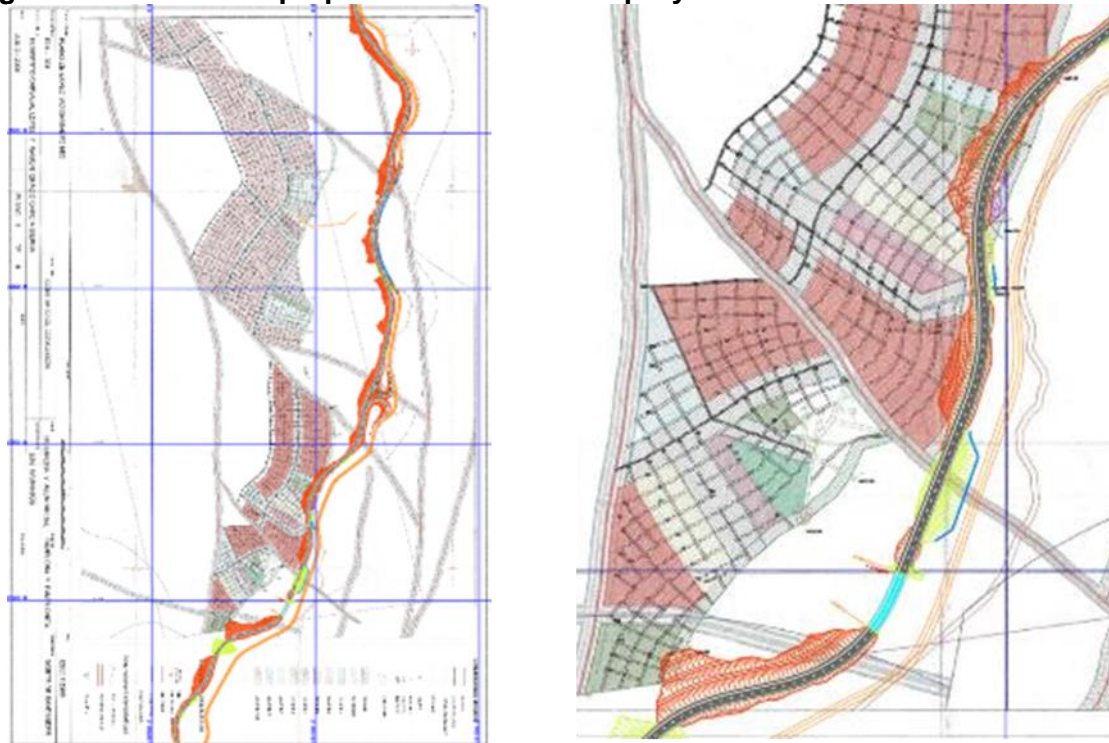
<sup>3</sup> Lidar: Acrónimo en inglés (Laser Imaging Detection and Ranging). Es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. La distancia al objeto se determina midiendo el tiempo de retraso entre la emisión del pulso y su detección a través de la señal reflejada

**Figura 2-11 Superposición Minera con la UF 2.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

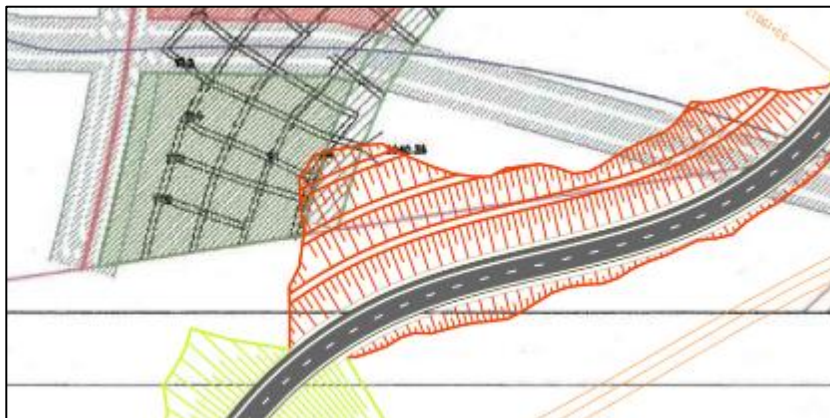
**Figura 2-12 Detalle Superposición de PTO con proyecto vial UF2.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

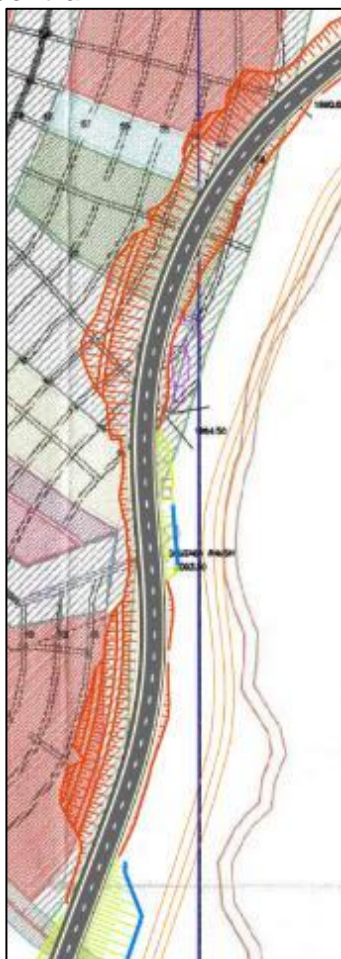
En esta superposición se observa que, por una parte, la carretera existente no evidencia afectación con la mina Los Naranjos y, por otra parte, las futuras afectaciones entre lo proyectado en el PTO y la UF2, estarían focalizadas a dos zonas como se ilustra en la Figura 2-13 y Figura 2-14.

**Figura 2-13. Afectación Zona Sur.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

**Figura 2-14 Afectación Zona Central.**



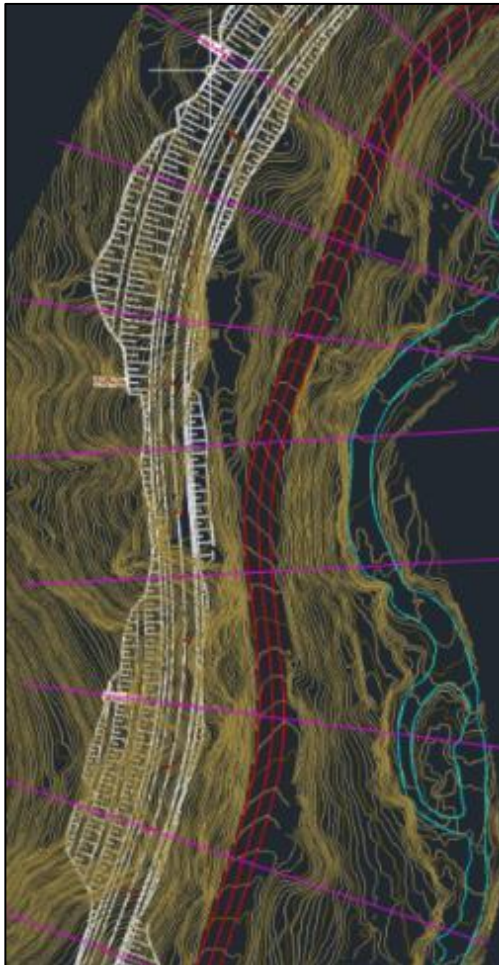
Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

Con base en lo anterior se muestra en la Figura 2-15 y Figura 2-16, la superposición entre las secciones transversales del proyecto Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, Unidad



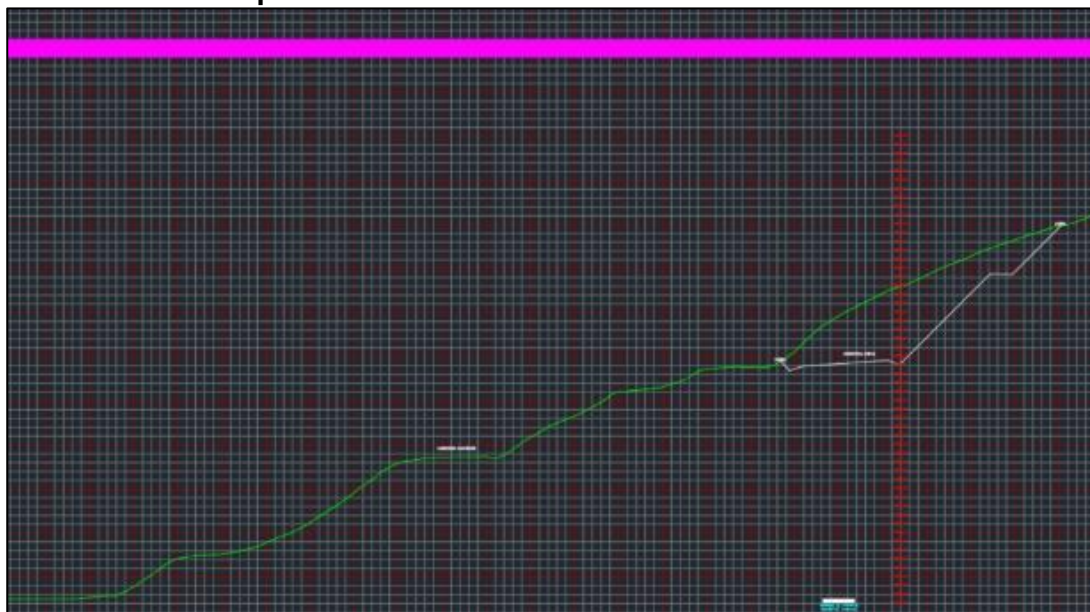
Funcional 2 (UF2) Pamplona - Pamplonita y Explotación Manto M20 de la Mina Los Naranjos.

**Figura 2-15 Ubicación de Secciones Transversales.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

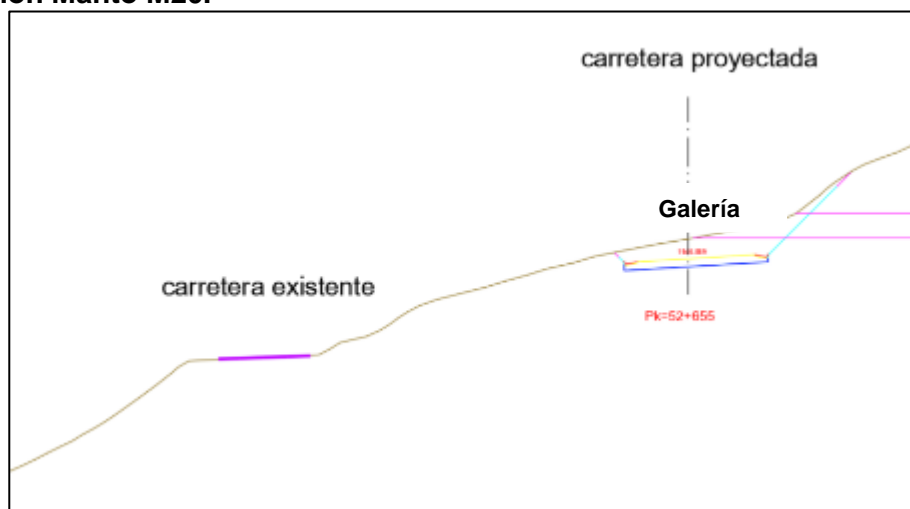
**Figura 2-16. Sección Transversal en PK 52+760. En color púrpura la cota de galería indicada en Plano Explotación Manto M20.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

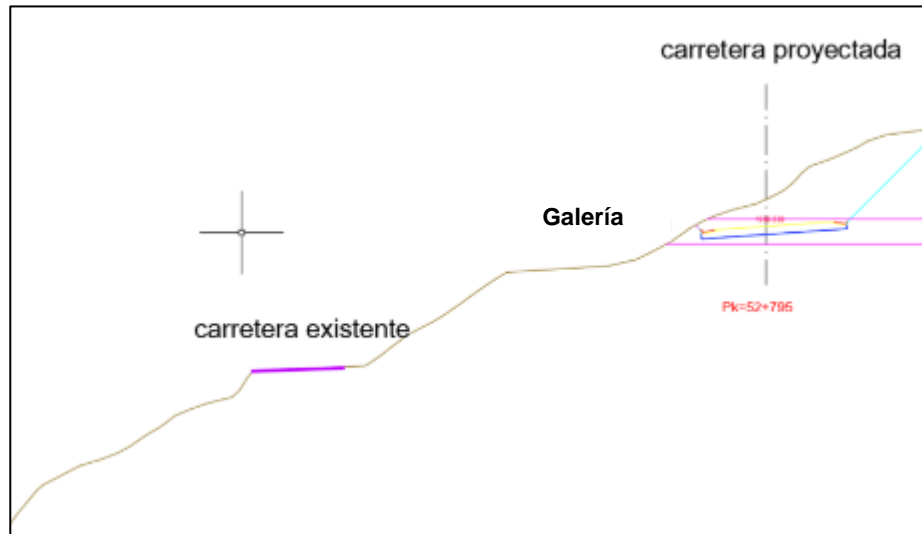
Al intentar superponer los portales de entrada de las galerías de la Mina (color púrpura en la sección transversal) con el Proyecto vial, se evidencia que la cota de 1990 msnm (cota aproximada de un nivel planteado en el PTO), se encuentra muy por encima de la realidad del terreno existente, con una diferencia aproximada de entre 30 y 40 metros. Al hacer coincidir el nivel de terreno natural indicado en los planos de la mina Los Naranjos, se observan las interferencias o posibles afectaciones que se indican en las siguientes figuras.

**Figura 2-17 Sección Transversal 52+665 con topografía ajustada del Plano Explotación Manto M20.**



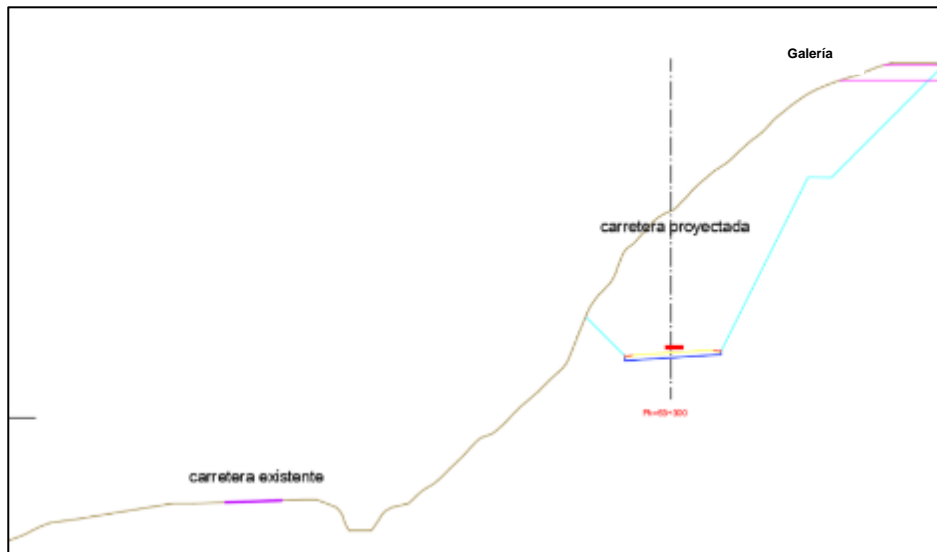
Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

**Figura 2-18 Sección Transversal 52+795 con topografía ajustada del Plano Explotación Manto M20.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

**Figura 2-19 Sección Transversal 53+300 con topografía ajustada del Plano Explotación Manto M20.**



Fuente: Informe Título Minero Mina Los Naranjos, Sacyr - Construcción. 2018

Para ver de manera completa el análisis de superposición, remitirse al anexo 8C Análisis de superposición.

#### 2.1.4 Coexistencia de proyectos

Del análisis de superposición se establece en primera instancia, que para la construcción de la vía es favorable que el área superpuesta con la mina no se encuentre en explotación, evitando incurrir en actividades especiales de ingeniería, relacionadas con la estabilidad del

terreno que podrían requerirse si se realizarán actividades de extracción del carbón. Es decir, la mejor solución es no correr riesgos con una mina subterránea que posteriormente pueda causar impactos severos sobre el corredor vial.

La construcción de la segunda calzada Pamplona – Cúcuta UF2, afectaría la mina Los Naranjos en las zonas definidas anteriormente en este documento como zona central y sur, las cuales corresponden a un 3,9% del total del área objeto de explotación de la mina.

Así las cosas, la Mina Los Naranjos puede seguir ejerciendo su laboreo en el 96,1% restante del área sin ningún tipo de riesgo ante el proyecto vial. Esto indica que los proyectos pueden coexistir, siempre y cuando el titular minero no realice labores subterráneas dentro del área de intervención de la nueva vía, tal cual como lo indica la Ley 1228 del 2008<sup>4</sup> “Por la cual se determinan las franjas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones”.

En este sentido, la mejor opción de manejo que permita la coexistencia de los proyectos es la compensación, que en el marco de la gestión predial se debería alcanzar con los propietarios, considerando el carácter de utilidad pública del proyecto vial; tal como lo establece la Ley 1682 de 2013.

Es importante resaltar que la Ley 1682 de 2013 en su artículo 59 establece claramente que los proyectos mineros, no serán oponibles a los proyectos de infraestructura, este artículo regula el procedimiento, para poder limitar la explotación del título minero y poder proseguir con el de infraestructura, mediando siempre una compensación a favor del titular minero, que, en caso de no ser pactada entre las partes, deberá ser establecida por peritos. En conclusión, de acuerdo con la norma citada, el título minero debe ceder sus derechos, para el desarrollo del bien común, este procedimiento, será externo al proceso de licenciamiento. Por otra parte, considerando la posible intersección del proyecto con los mantos del título minero, se configuran o materializan impactos del proyecto sobre la operación actual y potencial de la mina, relativos a la afectación de la infraestructura industrial (Facilidades) y/o sobre las áreas potenciales de explotación de los yacimientos.

Esta afectación, implica la negociación con los propietarios para la reubicación de la infraestructura afectada y la evaluación y análisis de la estrategia o plan de explotación del yacimiento. Todo el proceso de negociación o diferencias entre las partes se procederá conforme lo establecido en la Ley de infraestructura (L. 1682 de 2013).

Respecto a la presunta superposición de proyectos que emite en su respuesta la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA mediante radicado 2018004499-2-000 del 18 de enero de 2018, y una vez revisada la información contenida en el expediente LAM 4436,

<sup>4</sup> Por medio de esta ley se estableció que las vías que conforman el Sistema Nacional de Carreteras se denominan; arteriales o de primer orden, intermunicipales o de segundo orden y veredales o de tercer orden, y que estas tendrán una zona de reserva, las cuales son franjas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión para las carreteras que forman parte de la red vial nacional las cuales serán; para Carreteras de primer orden sesenta (60) metros, Carreteras de segundo orden cuarenta y cinco (45) metros y Carreteras de tercer orden treinta (30) metros. Esta medida se tomará la mitad a cada lado del eje de la vía. En vías de doble calzada de cualquier categoría la zona de exclusión se extenderá mínimo veinte (20) metros a lado y lado de la vía que se medirán a partir del eje de cada calzada exterior, por lo anterior Se declaran de interés público estas franjas.



en el cual se encontraron los siguientes antecedentes:

- Mediante oficio 4120-E1-155547 de 21 de Diciembre de 2009, el Concesionario San Simón S.A solicita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial – MAVDT, pronunciamiento sobre la necesidad de adelantar Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto “Segunda calzada Cúcuta –Pamplona” y a su vez solicita al MAVDT que los tramos: Peaje Los Acacios –La Don Juana (Tramo 2- K10+910 – k16+740), Don Juana –Zarcuta (tramo 3- K16-740- K31+100) y Zarcuta – La Miguelera (Tramo 4-K31+100-K45+000), sean incorporados en el expediente 4436, bajo los mismos lineamientos para el Tramo 1- Cúcuta (PR131+500) – Peaje Los Acacios (PR 119+700)- Licencia Ambiental otorgada mediante resolución 1536 del 6 de agosto de 2009.
- Mediante oficio 4120-E1-218313 del 18 de Febrero de 2010, el Concesionario San Simón solicita a la ANLA, pronunciamiento sobre la necesidad de adelantar DAA, para el proyecto en mención a lo que la ANLA mediante Auto 649 del 10 de Marzo de 2010, indica que no requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas, por lo que debe presentar el Estudio de Impacto Ambiental y se precisa que dentro del tramo N° 5 no se incluye el proyecto correspondiente a la Variante Pamplona. También se indica que, en caso de que el proyecto requiera concesión de aguas de fuente natural, sea superficial o subterránea, se deberá remitir al MAVDT y a las Corporaciones Autónomas Regionales Competentes, de manera simultánea a la presentación del EIA, el correspondiente programa de inversiones del 1 %.
- De manera posterior, la ANI a través del radicado 4120-E1-15697 del 28 de marzo de 2014 dentro del expediente NDA 0463, solicito pronunciamiento sobre el trámite ambiental para el proyecto Cúcuta – Pamplona Tramo 2, 3 y 4; a lo que la ANLA respondió mediante el radicado 4120-E2-15697 del 09 de mayo de 2014 requiriendo la presentación de un EIA para proceder con el licenciamiento ambiental.
- En ese sentido, el Ministerio incluyo en el expediente todos los cinco (5) tramos que en ese entonces conformaban el proyecto Pamplona – Cúcuta, razón por la cual en el Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC, se encuentra como LAM 4436 la totalidad del proyecto, no obstante a la fecha San Simón únicamente licencio el Tramo Cúcuta (PR 131+500=K0+000) – Peaje Los Acacios (PR 119+700=K10+910) mediante la Resolución 1536 de 2009, la cual fue modificada a través de la Resolución 0023 de 2012 en el sentido de excluir del tramo 1 el sector K6+700 a K10+500 (long. 4030 m) e incluir el sector K6+700 a K10+500 (long. 3800 m).

Por lo que se puede afirmar que no existe una superposición con una licencia ambiental existente, toda vez que dentro del expediente LAM 4436 únicamente se ha licenciado el tramo Cúcuta (PR131+500) – Peaje Los Acacios (PR 119+700) y este no se encuentra en el área de influencia de la Unidad Funcional 2.

## 2.2 ALCANCES DEL EIA

### 2.2.1 Alcance General

- Describir las características y especificaciones técnicas de las fases y actividades del proyecto.
- 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 y actualizar 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.
- Establecer 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 área de influencia.
- Presentar la evaluación económica ambiental desarrollada para el proyecto, como instrumento para ser validado en el proceso de modificación de la licencia ambiental.
- Actualizar los planes, programas y acciones de manejo socioambiental orientadas a promover la gestión planificada del medio, en las actividades que contempla el proyecto.
- Presentar el plan de inversión del 1% diseñado a partir de proyectos ambientales existentes a nivel municipal, departamental y nacional, con el objetivo de facilitar su implementación e impacto en el sistema socioecológico en el que se enmarca el uso del recurso hídrico por parte del 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.

### **2.2.2 Limitaciones y/o Restricciones**

Durante el desarrollo de los estudios ambientales es frecuente la ocurrencia e identificación de limitantes o deficiencias de información de carácter secundario con la que se debe fundamentar buena parte de la línea base socio-ambiental del área de influencia del proyecto, así como en el levantamiento de la información primaria, dentro de los principales aspectos identificados se presentan información de carácter institucional desactualizada como es el caso de los Planes de Ordenamiento Territorial – POT's, variación en el régimen climático. De manera particular se percibieron deficiencias específicas en la información de ordenamiento territorial de los municipios, que se refleja en los siguientes aspectos:

- Los municipios que conforman el área de influencia del estudio, aun cuando cuentan con planes o esquemas de ordenamiento territorial – EOT y Planes de Desarrollo Municipal, en algunos casos no están actualizados, o su cartografía no está en formatos georreferenciados.
- En el caso de los Planes de Desarrollo Municipal, se encontró al momento de realizar la caracterización del Área de Influencia, que la información contenida en ellos es la misma que se encuentra en los EOT o Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT, es decir, que no se han llevado a cabo estudios o diagnósticos que permitan la actualización de dicha información.
- Como insumo para la construcción de EIA, se usó el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Pamplonita, que fue adoptado por CORPONOR mediante Resolución 0950 del 17 de noviembre de 2010 y posteriormente ajustado mediante Resolución 076 del 18 de diciembre de 2014. En la cartografía correspondiente al POMCA se encontró desplazamiento de la georreferenciación del cauce del río Pamplonita, con respecto a imágenes satelitales más recientes y a la herramienta Lidar usada para los estudios y diseños. Otro aspecto relevante y que determina los elementos de la zonificación de manejo para el proyecto Doble Calzada Pamplona - Cúcuta, UF2 Sector Pamplona - Pamplonita, es la diferencia

entre categorías de zonificación del POMCA asignadas a ciertas áreas, cuyo uso actual difiere de la categoría asignada, lo cual genera restricciones para el desarrollo del proyecto en zonas que presentan niveles de intervención antrópica.

Los aspectos mencionados anteriormente, hacen que se presenten limitaciones en la información presentada para los municipios y veredas que comprenden las áreas de influencia del Estudio, dado la desactualización en los datos de población y carencia en la definición de límites territoriales.

Por lo anterior, una parte importante de la información secundaria para la elaboración del documento, fue obtenida de documentos como encuestas, considerando las limitantes en cuanto a la cobertura de su aplicación. Igualmente, se recurrió a información proveniente del Censo realizado por el DANE en 2005 y la disponible en el Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial –SIGOT-, Planeación Nacional, Estadísticas Departamentales y estudios sectoriales realizados a nivel municipal y/o departamental.

La información primaria obtenida en campo, mediante la aplicación de formatos diseñados de acuerdo con lo solicitado por los términos de referencia M-M-INA 1-02, permitió conocer de manera actualizada y teniendo como fuente a la comunidad, los aspectos relacionados con los componentes del medio Socioeconómico y Cultural.

## **2.3 METODOLOGÍA**

El estudio se estructuró según la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (2010) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy MADS, y según los Términos de Referencia requeridos para el trámite de la Licencia Ambiental de los Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles con sus Accesos – Resolución 751 del 26 de marzo del 2015.

A continuación, se expone la síntesis de las actividades y metodologías empleadas para el desarrollo de los diferentes numerales y capítulos contenidos en el EIA para la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF2 Sector Pamplona – Pamplonita.

### **2.3.1 Medio Abiótico**

#### **2.3.1.1 Geología**

##### **2.3.1.1.1 Objetivos**

- **Objetivo General**
  - Realizar la caracterización geológica del área del proyecto a escala detallada



- **Objetivos Específicos**

- Recolectar toda información secundaria (tanto regional como local) disponible del área (SGC, IDEAM, IGAC, Oficinas de Planeación municipales, entre otras entidades oficiales) y la suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (Volumen de Geología para Ingeniería preliminar).
- Ejecutar análisis de fotointerpretación para la delimitación de unidades geológicas aflorantes y estructuras presentes en el área.
- Realizar levantamiento geológico en campo, destacando cuerpos geológicos superficiales y sin consolidación (como depósitos de ladera, coluviones, morrenas, aluviones, entre otros) más propensos a presentar procesos de inestabilidad.
- Efectuar mediciones de rumbo y buzamiento en las unidades litológicas que lo permitan, con el fin de realizar un levantamiento geológico – estructural del área.
- Identificar áreas susceptibles a amenazas naturales como remoción en masa, inundaciones, sismicidad.
- Verificación de la información secundaria recopilada y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (versión definitiva) con los trabajos de campo y análisis realizado para la elaboración de la cartografía geológica ajustada.

#### **2.3.1.1.2 Alcance**

Dentro del alcance del presente estudio, basados en los Términos de Referencia-EIA-Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) y las especificaciones técnicas del proyecto, la caracterización geológica fue desarrollada con el suministro de insumos de Sacyr Construcción y la UVRP para el área de influencia bajo los siguientes objetivos:

- Describir las unidades litológicas y rasgos estructurales, con base en estudios existentes de la zona y la información levantada a detalle por el consultor de Ingeniería del Proyecto en el capítulo de Geología para Ingeniería, con información de fotointerpretación y control de campo.
- Presentar la cartografía geológica detallada (unidades y rasgos estructurales), actualizada con base en fotointerpretación, control de campo (con la información del levantamiento de campo) y la información suministrada por el consultor de Ingeniería del Proyecto en el volumen de Geología para Ingeniería (versión definitiva).

#### **2.3.1.1.3 Metodología**

- **Fase Pre-Campo**

➤ **Recopilación y análisis de información secundaria**

Esta actividad consistió en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyó a la caracterización preliminar del componente geológico. Para el desarrollo del procedimiento se tuvo como fuentes de información principal, el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y los que se relacionan en la Metodología General para la presentación de estudios ambientales del MAVDT (2010), entre otros. También se revisó la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en el volumen de Geología para Ingeniería (Preliminar)

➤ **Elaboración de la cartografía geológica y zonas de amenaza natural preliminar**

Esta actividad consistió en la interpretación de imágenes (como Google Earth, el baseMap de la licencia de ArcGis 10.3 y ortofotos), delimitando unidades geológicas y estructuras que se confrontaron con las planchas geológicas y la elaboración de la cartografía geológica preliminar para la etapa de campo.

Los planos geológicos preliminares y el mapa preliminar de sitios con amenaza potencial natural (para la visita a campo), se elaboraron a escala 1:25.000, sobre las bases topográficas del IGAC. Las zonas de control de campo que se seleccionaron durante la etapa de fotointerpretación, tuvieron en cuenta principalmente el fácil acceso y que involucraran todas las unidades y estructuras geológicas interpretadas; y adicionalmente se incluyeron zonas de inestabilidad preliminar para ser corroboradas en la posterior etapa de campo.

➤ **Definición de los recorridos de campo y de la toma de información**

Se planearon los recorridos, las rutas a seguir y los principales aspectos a observar, evaluar y validar en cada aspecto geológico. Para el reconocimiento y verificación de las unidades litológicas presentes, inicialmente se dividió el área en cuadrantes de trabajo, elaborando una grilla de muestreo y planeando recorridos; con el fin de dar cumplimiento a la escala de trabajo y de caracterizar el área de influencia.

- **Fase de Campo**

La extracción de información secundaria y la entregada por el consultor de Ingeniería del Proyecto (preliminar) se complementó con el trabajo de campo, que se basó en la planificación y ejecución de recorridos en sentido ortogonal a los rumbos de las estructuras en la zona de estudio.

Seguidamente se realizó el levantamiento geológico de secciones para la actualización de unidades litológicas e identificación de estructuras geológicas (como fallas, pliegues, etc) en cortes de carreteras, taludes, canteras, cauces de quebradas y en los afloramientos presentes en el área del proyecto.

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

- Cartografía preliminar
- Libreta de campo
- Brújula con clinómetro y nivel (Toma de datos estructurales)
- Martillo Geológico
- GPS
- Cámara Fotográfica
- Cinta Métrica
- Ácido Clorhídrico

- **Fase Post-Campo**

Para esta fase Sacyr Construcción y la UVRP aportaron insumos para el EIA, plasmando la información obtenida en campo en el mapa geológico preliminar para definir el mapa geológico final, adicionalmente se completó la descripción de los afloramientos tal y como quedaran descritos en el informe final.

Se presentó la cartografía geológica general ajustada al proyecto con la información delimitada en las imágenes y planos del área, junto con la validación de campo (levantamiento geológico) y la información entregada por el consultor de Ingeniería del Proyecto en su volumen Geología para Ingeniería (definitivo), destacándose los cuerpos geológicos superficiales y sin consolidación (Depósitos aluviales y coluviales, morrenas, depósitos de ladera) más propensos a presentar inestabilidad.

Se incluyó dicha información geológica en planta en la que se identificó los alineamientos y condiciones geológicas a lo largo del proyecto. Esta información fue ajustada a partir de la información existente y fue consistente con la nomenclatura geológica nacional (Carta Estratigráfica Global-2000 de la ICS) así como con la establecida en los dominios de la GDB. La información fue generada a una escala detallada, acorde con el área del proyecto (escala 1:10.000).

Con base en lo anterior se desarrolló la caracterización geológica del área de influencia del proyecto.

### **2.3.1.2 Geomorfología**

#### **2.3.1.2.1 Objetivos**

- **Objetivo General**

- Realizar la caracterización geomorfológica del área del proyecto

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar toda la información secundaria (tanto regional como local) disponible del área (SGC, IDEAM, IGAC, entre otros) y la suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (preliminar).

- Identificar las unidades geomorfológicas del área a partir de la interpretación de imágenes de Google Earth, BaseMap de la licencia de ArcGis 10.3 y ortofotos.
- Validar la información en campo, tomando en cuenta geoformas y su dinámica en el área de influencia del proyecto, incluyendo la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenaje.
- Analizar la información adquirida en campo junto a la de la fotointerpretación y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto para la elaboración de la cartografía geomorfológica ajustada.
- Seguir los procedimientos metodológicos para la elaboración del componente geomorfológico que se presenta en la *Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia. José Henry Carvajal Perico, Servicio Geológico Colombiano 2012.*

#### **2.3.1.2.2 Alcance**

Dentro del alcance del presente estudio, basados en los Términos de Referencia-EIA-Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) y las especificaciones técnicas del proyecto, la caracterización geológica para el área de influencia pretende:

- Definir las unidades geomorfológicas a partir del análisis de morfogénesis (origen y evolución de las formas del terreno), morfografía (análisis de las formas de las laderas), morfodinámica (procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro con la actividad de agentes como el viento, agua, hielo y acción de la gravedad, modificando las geoformas preexistentes)
- Presentar la cartografía geomorfológica con base en las unidades identificadas, haciendo énfasis en la morfogénesis y en la morfodinámica del área de estudio
- Presentar mapa de pendientes utilizando los rangos establecidos en la GDB.

#### **2.3.1.2.3 Metodología**

- **Fase Pre-Campo**

Esta actividad consistió en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyó a la caracterización preliminar del componente geomorfológico; y la revisión de la información preliminar suministrada por el consultor de Ingeniería del Proyecto. Para el desarrollo del procedimiento se tuvo como fuentes de información principal, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y se revisó información cartográfica que incluyera el área del proyecto.

➤ **Elaboración de la cartografía Geomorfológica Preliminar**

Esta actividad consistió en la fotointerpretación para una definición de áreas homogéneas y la elaboración de la cartografía geomorfológica preliminar para la etapa de campo. El plano geomorfológico preliminar se elaboró escala 1:25.000 sobre la base topográfica del IGAC, para luego ser ajustada a detalle con el levantamiento de campo. Para la caracterización geomorfológica se adoptó la metodología propuesta por *Carvajal 2012*, que relaciona las escalas de trabajo con la subdivisión geomorfológica, la génesis y los ambientes



morfo genéticos. En esta metodología las categorías definidas de escala mayor a menor corresponden a Zona Geoestructural, Provincia Geomorfológica, Región Geomorfológica, Unidades y Subunidades Geomorfológicas y Componente Geomorfológico; estas categorías están relacionadas con escalas de trabajo que de menor a mayor cubren rangos de escala desde <1:2.500.000 a 1:1.500.000 para Zonas Geoestructurales hasta escalas mayores a 1:10.000 para Componentes Geomorfológicos, como se puede ver en la Figura 2-20.

**Figura 2-20 Esquema de jerarquización geomorfológica**



Fuente: Tomado y modificado de (Carvajal, 2012).

Para este proyecto la unidad a analizar correspondió a Subunidad Geomorfológica, la cual cubrió toda la zona.

➤ Definición de los recorridos de campo y de la toma de Información

Los recorridos se definieron a la par con los de geología tal y como se detalló anteriormente en dicho ítem, es decir, de manera complementaria al trabajo de campo de geología, se llevó a cabo la identificación de unidades geomorfológicas.

• **Fase de Campo**

El trabajo de campo se llevó a cabo con el propósito tanto de corroborar las geoformas definidas previamente en el trabajo de oficina, como conseguir datos e información complementaria de los contrastes morfométricas, litología, geología estructural, perfiles de suelo y procesos actuales. Para tal efecto se buscaron las zonas elevadas del área de trabajo, con el fin de obtener vistas panorámicas del territorio, posteriormente se visitaron los sitios visualizados de manera individual, para la toma de datos detallados. Todos los puntos visitados tuvieron su reporte fotográfico y su georreferenciación.

De manera complementaria al trabajo de campo de geología, se llevó a cabo la

identificación de unidades geomorfológicas de acuerdo con su origen: estructural, denudacional, agradacional y la evaluación del comportamiento geomorfológico, considerando la distribución de las pendientes, el patrón de drenaje y los procesos morfodinámicos.

Se identificaron en campo los procesos de inestabilidad de ladera con énfasis en los de remoción en masa y erosión o intervenciones antrópicas (cortes mineros, vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas, entre otros).

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

- Cartografía Preliminar
- Libreta de campo
- GPS
- Cámara Fotográfica
- Cinta Métrica

#### • Fase Post-Campo

Esta fase final correspondió a los ajustes de la cartografía geomorfológica ejecutada previamente con los datos obtenidos en campo, la fotointerpretación realizada y la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto, además se completó la información de las bases de datos, y se elaboró la cartografía geomorfológica con la cual se realizó el informe final del proyecto, teniendo en cuenta la propuesta Carvajal 2012 y los siguientes parámetros:

**Tabla 2.3 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos**

| Tipos de Relieve |               |
|------------------|---------------|
| Tipo             | Elevación (m) |
| Montañoso        | >500          |
| Colinado         | 200-499       |
| Loma             | 50-200        |
| Montículos       | 0-49          |

| Índice de Contraste de Relieve |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Elevaciones (m)                | Descripción         |
| <29                            | Muy bajo            |
| 30-74                          | Bajo                |
| 75-149                         | Moderado            |
| 150-249                        | Alto                |
| 250-499                        | Muy alto            |
| >500                           | Extremadamente Alto |

| Formas de ladera | Tipos de forma de ladera |
|------------------|--------------------------|
| Recta            | Cóncava-divergente       |

| Índices de Inclinação de ladera |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| Inclinación                     | Descripción                  |
| <5°                             | Plana o suavemente inclinada |
| 6-10°                           | Inclinada                    |
| 11-15°                          | Muy inclinada                |
| 16-20°                          | Abrupta                      |
| 21-30°                          | Muy abrupta                  |
| 31-45°                          | Escarpada                    |
| >45°                            | Muy escarpada                |

| Longitud de ladera |                      |
|--------------------|----------------------|
| Longitud (m)       |                      |
| <50                | Muy corta            |
| 51-250             | Corta                |
| 251-500            | Moderada             |
| 501-1000           | Larga                |
| 1001-2500          | Muy larga            |
| >2500              | Extremadamente larga |

| Tipos de Relieve |                     |
|------------------|---------------------|
| Tipo             | Elevación (m)       |
| Cóncava          | Cóncava-convergente |
| Convexa          | Convexa-divergente  |
| Irregular        | Convexa-convergente |
| Compleja         |                     |

| Formas de Valle | Formas de cresta |
|-----------------|------------------|
| Artesa          | Aguda            |
| Forman de V     | Redondeada       |
| Forma de U      | Convexa amplia   |
|                 | Convexa plana    |
|                 | Plana            |
|                 | Plana disectada  |

| Índices de Inclinação de ladera |             |
|---------------------------------|-------------|
| Inclinação                      | Descripción |

| Índice de frecuencia de drenaje |               |
|---------------------------------|---------------|
| Nº F/Km²                        | Cualificación |
| >40                             | Muy alta      |
| 21-40                           | Alta          |
| 11-20                           | Media         |
| 5-10                            | Baja          |
| <5                              | Muy baja      |

| Densidad de drenaje |               |
|---------------------|---------------|
| Rangos              | Cualificación |
| <0.5 Km/Km2         | Baja          |
| 0.51-1 Km/Km2       | Moderada      |
| >1 Km/Km2           | Alta          |

| Textura de drenaje |                       |                    |
|--------------------|-----------------------|--------------------|
| Densidad           | Frecuencia de drenaje | Textura de drenaje |
| Baja               | Baja a muy baja       | Gruesa             |
| Moderada           | Media                 | Mediana            |
| Alta               | Alta                  | Fina               |
| Muy alta           | Muy alta              | Muy fina           |

Fuente: Carvajal, 2012.

La localización de dichos procesos se trabajó y presentó sobre la base topográfica requerida.

Incluyendo las variables de pendientes, áreas de erosión activa, áreas de sedimentación activa y la localización de procesos de remoción en masa activos y latentes (insumo de la zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa), se elaboraron los siguientes mapas:

- De pendientes
- De procesos Morfodinámicos
- De unidades geomorfológicas con énfasis en la morfogénesis y morfodinámica
- De susceptibilidad por la ocurrencia de procesos erosivos y de susceptibilidad ante procesos de remoción en masa

### 2.3.1.3 Paisaje

La zonificación ecológica por unidades de paisaje desempeña un papel destacado en la fase de diagnóstico del territorio ya que permite una aproximación al conocimiento integral

del medio biofísico, tal como lo propone la ecología del paisaje.

En términos generales la Ecología del Paisaje responde al interés de comprender de manera integral los patrones y procesos ecológicos en el espacio y el tiempo que percibimos.

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 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.

Cada paisaje es un área geográfica discreta que agrupa una serie de ecosistemas en un marco de geogénesis común y dentro del cual existe cierta homogeneidad en cuanto a condiciones ambientales.

#### **2.3.1.3.1 Objetivos específicos**

El desarrollo de la caracterización del componente paisaje se sustenta en la construcción de unidades de paisaje a partir de la combinación de la geomorfología y las coberturas, lo que genera unidades altamente homogéneas que expresan visualmente la totalidad de las características del medio permitiendo estas ser analizadas desde los diferentes aspectos que integral la evaluación del paisaje en virtud de su alta similitud y funcionalidad

Estos elementos permiten establecer los sitios de belleza escénica y a la vez establecer su importancia regional y determinar la incidencia en torno a las costumbres del lugar.

Las actividades que comprenden el alcance de los objetivos referentes al componente paisaje definidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de la resolución 0751 del 2015 y lo solicitado en el modelo de datos geográficos (GEODATABASE) emitido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA en el año 2016.

#### **2.3.1.3.2 Etapa Precampo**

Se efectúa la identificación de las unidades de paisaje que tienen como elemento central las geoformas del área de estudio y que permiten plasmar cartográficamente y en forma integrada áreas similares en cuanto a su geogénesis, litología, hidrología, relieve, biota y acción antrópica.(cobertura vegetal) mediante el siguiente procesamiento:

- Procesamiento de la Cartografía geomorfológica.

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 presentaron 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 permitió espacializar unidades de alta homogeneidad biótica, determinando igualmente las principales características del medio.

#### **2.3.1.3.3 Etapa de Campo**

Se realiza la evaluación de las unidades de paisaje representativas del área del proyecto, se toma el registro fotográfico de cada unidad de paisaje visitada lo que facilita la descripción de las relaciones geoformas-coberturas.

Se registraron los atributos incluidos en el formato de calificación de unidades de paisaje presentado en el Anexo 5.1.4 A - Formatos de Campo.

Se identifican los sitios de interés paisajísticos sobresalientes en la región que tengan incidencia sobre el área de influencia directa del proyecto.

- 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 determinó la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia.

- Capacidad de Absorción

La capacidad de absorción se evalúa de acuerdo a la metodología Yeomans (1986), la cual define la fragilidad visual como la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio, o la capacidad de absorción como la cualidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. Para realizar su evaluación, se asignaron puntajes a un conjunto de factores del paisaje como la erosionalidad, el potencial estético, la diversidad de vegetación, el contraste de color y la actuación humana; cuya sumatoria se potencia con el valor asignado a la pendiente, generando como resultado un valor dentro de la escala de capacidad de absorción para cada una de las unidades de paisaje calificadas en campo.

#### **2.3.1.3.4 Etapa Poscampo**

- Procesamiento de Información Primaria y Secundaria

Comprende la síntesis y ajuste 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.

- **Intervisibilidad**

El cálculo de intervisibilidad se efectúa haciendo uso de las herramientas 3D Analyst de ArcGis 9.3. 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 vía) sobre una superficie de elevación construida a partir de las curvas de nivel de la cartografía 1:25.000 del IGAC. Se identifican una serie de puntos que por afluencia de espectadores pueda ser representativos, tales como cruces viales, áreas de mayor altitud respecto al eje de la vía y otros.

#### **2.3.1.4 Suelos y Usos de la Tierra**

La caracterización del componente suelos se realizó 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 del departamento de Norte de Santander (IGAC, 2006).

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 y consolidación del contenido pedológico conforme a la información secundaria y verificación en campo.

##### **2.3.1.4.1 Objetivos Específicos**

Según los términos de referencia Anexo 1 - Acuerdo N° 462 los aspectos caracterizados fueron:

1. Identificación de las Unidades Cartográficas de Suelos.
2. Clasificación de Tierras por su Capacidad y Vocación de Uso.
3. Uso Actual.
4. Conflictos de Uso y posibles interacciones con el proyecto.
5. Uso Reglamentado del Suelo.

Estos cinco temas principales de suelos se caracterizaron para el área de influencia del proyecto y se realizó la cartografía a escala 1:25.000

##### **2.3.1.4.2 Etapa Precampo**

La etapa de precampo comprendió 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 realizó la consulta y revisión de los estudios de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi correspondiente a los departamentos del área de interés, los cuales fueron una base fundamental para la comprensión y el entendimiento de la distribución de las geoformas y su relación con los suelos.

Así mismo se realizó 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 realizó el alistamiento de imágenes de sensores remotos adecuadas para realizar la reinterpretación de geoformas como:

Imágenes de Radar, ALOS-1 con resolución espacial de 12,5 m.

Imágenes multiespectrales Rapideye con resolución espacial de 5 m.

- **Reinterpretación de Geoformas**

Este proceso incluye 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.

- **Uso Reglamentado del Suelo**

Se realizó 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**

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

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

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

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

#### 2.3.1.4.3 Etapa de Campo

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

- Verificación de la Interpretación de las unidades

Se realizó 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.

Permitió validar las delimitaciones de las unidades cartográficas del suelo determinadas por medio de la fotointerpretación, lo cual también permitió ajustar las delineaciones realizadas.

- Levantamiento de Información de Suelos

Se realizó el levantamiento detallado de información de suelos a través de calicatas en de las unidades cartográficas de suelos más representativas dentro del área de influencia indirecta. Su ubicación espacial, se presenta en la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4 Ubicación de puntos de muestreo de suelos**

| Calicata | Unidad cartográfica de suelos | Coordenadas planas Magna Sirgas Origen Bogotá |              |
|----------|-------------------------------|-----------------------------------------------|--------------|
|          |                               | Este                                          | Norte        |
| PC03     | MLK                           | 1.159.760,52                                  | 1.308.191,88 |
| PC04     | MQI                           | 1.161.064,40                                  | 1.310.134,01 |
| PC05     | MQK                           | 1.160.469,34                                  | 1.313.215,95 |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Los principales aspectos a describir por calicata correspondieron a los siguientes: profundidad en cm, 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 realizó la toma de muestras de suelos en la cual se describió el suelo de mayor



representatividad, 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.

**Tabla 2.5 Equipos y Reactivos**

| Equipos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Reactivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cuchillo</li> <li>– Pala</li> <li>– Palín</li> <li>– Barra</li> <li>– Metro</li> <li>– TablaMunsell (soil color charts)</li> <li>– Claves de taxonomía de suelos USDA. Undécima edición 2010,</li> <li>– GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o PDA (Asistente Digital de Bolsillo)</li> <li>– Cámara fotográfica</li> <li>– Bolsas plásticas de 2 kg</li> <li>– Fichas bibliográficas blancas</li> <li>– Marcador</li> <li>– Paleta de pintura</li> <li>– Formatos de descripción de campo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ácido clorhídrico HCL (al 10%),</li> <li>– Peróxido de hidrogeno H2O2 (al 30%),</li> <li>– Fluoruro de sodio NaF (al 4%),</li> <li>– Sulfato de bario SO4Ba,</li> <li>– Hellige</li> <li>– Papel filtro impregnado con fenoltaleína.</li> <li>– Frasco de vidrio ámbar con gotero de 60 ml</li> </ul> |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A las muestras de suelos tomadas a todos los horizontes de cada observación de calicata, se les realizó el paquete analítico que se integró por los siguientes parámetros químicos; pH, textura por Bouyoucos, CICA, bases totales, Ca, Mg, K, Na, Aluminio de cambio, fosforo disponible, saturación de bases, carbón orgánico. Los suelos se analizan y se ajustan las taxonomías correspondientes a cada unidad de suelo acorde a los resultados.

#### 2.3.1.4.4 Etapa de Poscampo

##### • Ajuste a las Unidades Cartográficas de Suelos

Una vez realizada la etapa de campo se obtuvieron caracterizaciones provenientes de información primaria para reevaluar las unidades, lo cual permitió realizar potenciales ajustes y validar la misma, a partir de la extrapolación de información.

Los ajustes a la unidad cartográfica comprendieron 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 realizó 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 realizó 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 permitieron 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 estableció la categoría de unidad cartografía para cada unidad de paisaje fisiográfico a saber: Consociación, Asociación, Complejo o Grupo indiferenciado.

- **Uso Actual y Potencial**

- 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 las 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 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 recurrió a un insumo esencial el cual correspondió al mapa de coberturas vegetales, realizado por medio de la clasificación Corin Land Cover. Sobre la base del análisis de las coberturas se realizó 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.

**Tabla 2.6 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2.001**

| Grupo de Uso | Subgrupo de Uso                                      | Símbolo |
|--------------|------------------------------------------------------|---------|
| Agrícola     | Cultivos transitorios intensivos                     | CTI     |
|              | Cultivos transitorios semiintensivos                 | CTS     |
|              | Cultivos semipermanente y permanente intensivos      | CSI     |
|              | Cultivos semipermanente y permanentes semiintensivos | CSS     |
| Agroforestal | Silvoagropecuaria                                    | SAG     |
|              | Agrosilvopastoril                                    | SAP     |
|              | Silvopastoril                                        | SPA     |
| Ganadería    | Pastoreo intensivo y semiintensivo                   | PSI     |
|              | Pastoreo extensivo                                   | PEX     |
| Forestal     | Producción                                           | FPR     |
|              | Protección - Producción                              | FPP     |
| Conservación | Forestal protectora                                  | CFP     |
|              | Recursos hídricos                                    | CRH     |
|              | Recuperación                                         | CRE     |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Conflicto 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 elaboró una matriz de decisión que permitió confrontar las unidades de Vocación Actual de Uso vs el Uso Actual.

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

### 2.3.1.5 Hidrología

#### 2.3.1.5.1 Fase Precampo

- **Recopilación y análisis de información secundaria**

Esta actividad consiste en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyan a la caracterización preliminar del componente hidrológico. Para el desarrollo del procedimiento se tendrá como fuentes de información principal, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y los que se relacionan en la Metodología General para la presentación de estudios ambientales del MAVDT (2010), entre otros. También será revisada la información suministrada por el cliente.

Los objetivos que cumplen los estudios hidrológicos en proyectos que impactan los recursos hidráulicos de una cuenca son los mismos en un desarrollo pequeño que en uno de tamaño considerable. En ambos casos se debe utilizar al máximo la información disponible y aplicar las técnicas más apropiadas para obtener los mejores resultados posibles.

En cuanto a la información importante que se requiere para iniciar el estudio hidrológico se consultó en las entidades oficiales y particulares que tienen relación con la zona de influencia del proyecto. Así se obtiene información referente a cartografía y aerofotogrametría, hidrometeorología, uso de la tierra, monografías y estudios regionales.

Dentro de los insumos para determinar los patrones de drenaje a nivel regional, se empleó la siguiente información:

- ✓ Cartografía

La información cartográfica para los análisis de hidrología empleó información en escala 1:25.000 y 1:10.000 (Túnel) y específicamente la que se lista a continuación:

- Carta Topográfica Nacional - Escala 1: 25.000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
- Información hidrológica con base en los planes de ordenamiento territorial de los municipios del Corredor.

- ✓ Información de fuentes oficiales

Como fuente de información se identificaron y consultaron las siguientes entidades:

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Pamplona
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM),
- Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río pamplonita POMCA.

- ✓ Información Hidrológica

A fin de realizar la descripción hidrológica del área de influencia, se utilizó información hidrometeorológica actualizada suministrada por el IDEAM y que, en su mayoría, cuenta con información para el periodo comprendido entre los años de 1973 a 2017.



- **Elaboración de la cartografía hidrológica preliminar**

Esta actividad consiste en la interpretación de fotografías aéreas, delimitando cuencas e identificando posibles cauces que puedan tener cierta incidencia sobre el proyecto.

Los planos hidrológicos preliminares, se elaborarán a escala 1:25.000, sobre las bases topográficas del IGAC. En general deben cubrir un porcentaje altamente representativo de la zona total a estudiar, por las que se harán los recorridos para la realización de la respectiva toma de datos en campo.

- **Definición de los recorridos de campo y de la toma de información**

Se planeará los recorridos, las rutas a seguir y los principales aspectos a observar, evaluar y validar en cada aspecto hidrológico. Para el reconocimiento y verificación de las corrientes hídricas previamente identificadas mediante la cartografía inicial se plantea el levantamiento de las fuentes por cuadrantes que faciliten la respectiva inspección y toma de datos, teniendo en cuenta el factor de fácil accesibilidad.

#### **2.3.1.5.2 Fase de Campo**

La información recolectada se analizó con procedimientos que dependieron de la calidad de los datos obtenidos. Con base en el análisis se programarán las labores de campo que sirvieron para complementar la información inicial.

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, principalmente en los sitios de cruces importantes y áreas de localización de infraestructura especial.

#### **2.3.1.5.3 Fase Poscampo**

- Se elaboró una Figura de Localización general de la zona de estudio, incluyendo toda el área de drenaje de la zona de proyecto.
- Se determinó la existencia de los sistemas lénticos y lóticos en el área de influencia del proyecto.
- Dentro del Área de Influencia se verificó la existencia de cuerpos lénticos, se determinó su ubicación, municipio, coordenadas Norte – este, área aproximada, altura sobre el nivel del mar y usos. Se presentó un registro fotográfico de cada uno de estos sistemas y se presentaron las características físicas y ambientales del cuerpo léntico, sus fuentes de recarga, su estado ambiental, la calidad del agua y

se evidenciará la presencia de seres vivos peces y aves principalmente; y sus condiciones de vida.

- Se precisó la presencia de Sistemas loticos en el área de Influencia del proyecto vial, precisando sus condiciones físicas y ambientales, incluyendo las principales corrientes de la zona de estudio para la UF2.
- Se presentó las características de ríos, quebradas y corrientes de agua en el área de influencia, determinando si los cuerpos de agua son permanentes, intermitentes o estacionarios.
- Se recopiló toda la información relacionada con la red de drenaje, haciendo énfasis en el río Pamplonita y corrientes principales en el área de influencia de la UF 2.
- Se determinaron las características hidrográficas de toda el área, incluyendo las fuentes principales y sus correspondientes afluentes bajan, precisando sus condiciones de drenaje.

En esta fase se realiza el análisis de la información secundaria recopilada por el cliente y las entidades gubernamentales para la zona de estudio, se realizan los análisis estadísticos de los datos de precipitación de las estaciones hidrológicas asociadas al proyecto mediante métodos estadísticos. Las estaciones utilizadas en el estudio hidrológico se muestran en la Tabla 2.7.

**Tabla 2.7 Estaciones hidrometeorológicas utilizadas en el análisis hidrológico asociado a la zona de estudio.**

| NOMBRE           | ISER<br>PAMPLONA  | LA<br>DUNJUANA | LA ESPERANZA     | CÁCOTA         | MANZANARES     |
|------------------|-------------------|----------------|------------------|----------------|----------------|
| <b>CODIGO</b>    | 16015020          | 16017020       | 16015030         | 37010030       | 16010110       |
| <b>CLASE</b>     | Meteorológica     | Hidrológica    | Meteorológica    | Meteorológica  | Meteorológica  |
| <b>CATEGORIA</b> | Agrometeorológica | Limnigráfica   | Climatológica O. | Pluviométrica  | Pluviométrica  |
| <b>ESTADO</b>    | Activa            | Activa         | Activa           | Activa         | Activa         |
| <b>MUNICIPIO</b> | Pamplona          | La Donjuana    | Ragonvalia       | Cácota         | Chinacota      |
| <b>CORRIENTE</b> | Pamplonita        | Pamplonita     | Q. Honda         | Q. La Virgen   | Pamplonita     |
| <b>COORD</b>     | 7°22'23,2" N      | 7°41'16.68" N  | 7°34'12,58" N    | 7°16'10,13" N  | 7°36'46,13" N  |
|                  | 72°38'42" W       | 72°36'19.8" W  | 72°32'02,30" W   | 72°38'38,75" W | 72°35'27,21" W |
| <b>FECH INST</b> | 15/04/1972        | 15/08/1972     | 15/11/1972       | 15/06/1958     | 15/09/1991     |
| <b>PERIODO</b>   | 1972-2017         | 1972-2017      | 1972-2017        | 1958-2017      | 1991-2017      |

La estimación de caudales máximos se realiza mediante el método del Soil Conservation Service el cual es un método correspondiente a modelos de lluvia escorrentía, se utiliza según sean las características de las cuencas identificadas y clasificadas de acuerdo con las necesidades del proyecto.

Inicialmente se estiman las intensidades de precipitación del área de estudio mediante la

utilización de curvas de intensidad, duración y frecuencia con parámetros aplicados para la región andina de acuerdo con la metodología utilizada para determinar curvas IDF de Mario Díaz – Granados (INVIAS).

Para la estimación de caudales máximos en las cuencas menores asociadas al proyecto, se utiliza como información básica, el área de drenaje, la longitud del cauce principal, la pendiente del cauce, la precipitación bruta caída en la cuenca en estudio, su duración y el valor característico del suelo CN, de acuerdo con la clasificación definida por el U.S.S.C.S. Para cuencas sin medición de caudales y con áreas mayores a 2,5 km<sup>2</sup>, se empleó el método del hidrograma unitario de SCS.

En esencia se pretende determinar un caudal pico específico o por unidad de lluvia neta qp en (m<sup>3</sup>/s-cm de lluvia neta). Para este fin, se utilizó la metodología del Hidrograma Unitario, el cual, a través de un proceso lineal como lo es la convolución, se hace la transformación de lluvia efectiva a escurrimiento directa por el cauce, Uno de los métodos más utilizados para cuencas con tamaños similares a la de los ríos de la zona del proyecto, es el Método Triangular, desarrollado por el SCS de los Estados Unidos.

Se utilizó el hidrograma triangular desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service que a partir de su forma se obtiene las siguientes relaciones:

$$T_c = L^{0.77} S^{-0.385}$$

- L: Longitud del cauce principal desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de interés, en Km
- S: Pendiente promedio del cauce, en m/m
- Tp: Tiempo al pico, se mide desde el comienzo del hidrograma unitario en horas y está dado por la siguiente expresión:

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6T_c$$

Donde D es el exceso de precipitación unitaria en horas y Tc es el tiempo de concentración en horas

Ahora:

- Qp: Caudal unitario máximo en m<sup>3</sup>/s y está dado por la expresión:

$$Q_p = 0.2083A \frac{E}{T_p}$$

Donde:

- A: Área de la cuenca en Km<sup>2</sup>
- E: Escurrimiento medio en mm
- Tp: Tiempo al pico en horas

De la misma manera:

$$T_b = \frac{8}{3} T_p$$

Para convertir el hidrograma unitario triangular en curvilíneo se utilizó el hidrograma unitario adimensional desarrollado por el U.S. Soil Conservation Service. Ahora, para la determinación del hietograma sintético de la lluvia de diseño o sea la distribución de la profundidad de la lluvia en el tiempo, se obtuvieron las profundidades totales para diferentes períodos de retorno en el área de estudio, la cual es la estación más representativa del sitio de interés.

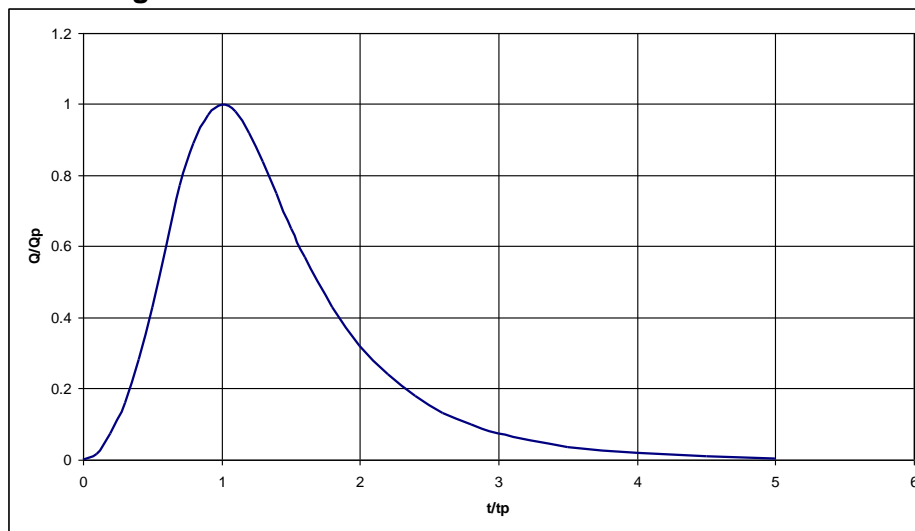
En el presente análisis se obtuvo el valor de la profundidad de la lluvia para períodos de retorno de 1.33, 2, 5, 10, 25, 50 Y 100 años, a partir de los análisis de precipitación realizados para las estaciones de registro de lluvias de la zona. La interpretación espacial de la lluvia en el área de estudio se realizó mediante el análisis de reducción de la lluvia por espacialidad, teniendo en cuenta la ecuación de Fhrüling cuya expresión es de la forma:

$$F(a) = 1.0 - 0.0054 * A^{0.25}$$

Donde:

A: Área de drenaje de la hoya, en metros cuadrados ( $m^2$ ).

**Figura 2-21 Hidrograma Unitario Adimensional del U.S.S.C.S.**



Fuente: Ven te Chow, 1994

La precipitación efectiva (Pe), fue estimada utilizando el método del Soil Conservation Service de los EEUU, el cual se puede expresar de la siguiente manera:



$$P_e = \frac{\left(P - \frac{5080}{CN} + 50.8\right)^2}{P + \frac{20320}{CN} - 203.2}$$

Donde:

Pe: precipitación efectiva en mm.  
P: precipitación de tormenta de diseño en mm.  
CN: número de curva.

La determinación del número de curva de las cuencas se realiza mediante un promedio ponderado por el área del número de curva asignado a cada zona o unidad de suelo y cobertura vegetal homogénea identificada dentro de las cuencas.

El caudal medio multianual se estima con base en el método de Balance hídrico teniendo en cuenta parámetros como la temperatura y la precipitación para el área de influencia, esta estimación de caudales medios se realiza a nivel regional (para el área de influencia) y a nivel de cuenca menor.

Para la estimación de caudales medios se utiliza el método de Thornthwaite, el cual relaciona la precipitación y la temperatura media con el fin de hallar rendimientos hídricos para la determinación de caudales en función del área de la cuenca.

El balance hídrico especifica que el total de agua que penetra a un sistema, debe ser igual al agua que sale de él, más la diferencia entre los contenidos final e inicial; es decir, ingreso= egreso + saldo. En el caso de un suelo con vegetación es:

$$P = ET + E + I + VR$$

En donde:

P: Precipitación  
ET: Evapotranspiración  
E: Escorrentía  
I: infiltración  
VR: Variación de la reserva (Ri – Ri-1)  
Ri: Reserva final  
Ri-1: Reserva inicial

Los caudales mínimos de las corrientes asociadas a la intervención del proyecto, así como los sitios de captación y vertimiento, para diferentes periodos de retorno, se estimaron a partir de la curva de frecuencia de caudales mínimos de la estación La Donjuana, adimensionalizada en función del caudal medio. Esto permite estimar el caudal mínimo en cualquier sitio de interés para el proyecto.

Cabe mencionar que el procedimiento indicado es equivalente a adimensionalizar la serie de caudales medios de la estación La Donjuana y obtener la serie de las cuencas de interés

con base en el respectivo caudal medio, posteriormente seleccionar de dicha serie el valor mínimo de cada año y finalmente realizar el correspondiente análisis de frecuencia.

Adicionalmente se realiza la caracterización climatológica donde se determina el comportamiento de factores tales como temperatura, humedad relativa, punto de rocío, brillo solar, entre otras.

Así mismo se realiza el análisis espacial de lluvias en la zona de influencia del proyecto mediante la realización del mapa de isoyetas y se efectúa el análisis del régimen de lluvias.

### **2.3.1.6 Calidad del Agua**

#### **2.3.1.6.1 Fase de Precampo**

- **Selección de Sitios de Monitoreo**

Según los cuerpos de agua identificados como susceptibles a intervención en el área de influencia del proyecto, se seleccionarán los sitios de monitoreo de calidad del agua, georreferenciándose a través de sistemas de información geográfica, y justificando su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal.

- **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 contrató el laboratorio Corporación Integral del medio Ambiente - CIMA acreditado por el IDEAM mediante Resolución 2085 del 1 de octubre de 2015 con vigencia de tres (3) años, verificando que las metodologías de muestreo correspondan a las definidas en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 22ª edición, 2012 y en el “U.S. EPA”. Los parámetros a monitorear fueron los establecidos en la Resolución 751 del 2015 y la Resolución 631 del 2015. Los soportes de acreditación del laboratorio CIMA, pueden ser consultados en el Anexo 5.1.6 Calidad del agua.

#### **2.3.1.6.2 Fase de Campo**

- **Verificación de Sitios de Monitoreo de Calidad del Agua**

Una vez en campo, se verificó que los puntos de monitoreo escogidos preliminarmente, contaban con las condiciones idóneas de acceso y representatividad para la realización de la actividad, con el fin de ajustar o no las coordenadas de muestreo para posterior notificación al laboratorio contratado.

- **Toma de Muestras por parte del Laboratorio**

La caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas que serán interceptadas por el proyecto vial, se realizó mediante una campaña de monitoreo de

calidad del agua correspondiente a época de lluvias durante los días 30 de noviembre a 5 de diciembre de 2017.

Las muestras para cada uno de los puntos fueron preservadas, rotuladas y transportadas hasta las instalaciones del laboratorio bajo una cadena de custodia que garantizó su debida manipulación y la no contaminación de las muestras. Las técnicas analíticas empleadas para determinar el valor de cada uno de los parámetros se presentan en el Capítulo 5 numeral 5.1.6 y de forma específica en los informes de laboratorio en el Anexo 5.1.6 Calidad del agua.

#### **2.3.1.6.3 Fase de Poscampo**

Los resultados obtenidos para calidad del agua, fueron analizados cuantitativa, e igualmente se compararon con los valores máximos y mínimos permisibles por la normatividad ambiental vigente.

#### **2.3.1.7 Usos del Agua**

##### **2.3.1.7.1 Fase de Precampo**

Previo a la salida de campo, se elaboró mediante cartografía base, un diagnóstico ambiental preliminar en el cual se evidenciaron los puntos que debían ser visitados en campo para la identificación de los usos actuales sobre las fuentes de agua susceptibles a intervención (captación, vertimiento y ocupación de cauce), lo cual a su vez permitió establecer el plan de trabajo en campo (tiempos y recursos).

La identificación de los usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua que serán interceptados por el proyecto se efectuó mediante el análisis de la información registrada en el POMCA del río Pamplonita y los actos administrativos que establecen los objetivos de calidad y las metas de reducción de carga contaminante para cuerpos receptores en los municipios de Norte de Santander.

El primer documento de análisis agua corresponde a la Resolución 0097 de 10 de abril de 2007 en la cual se establecieron los Objetivos de Calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011, la Resolución 0118 del 27 de abril de 2007 que corrigió el Artículo 1 de la Resolución 0097 del 10 de abril de 2007 y estableció los Objetivos de Calidad para cada uno de los cuerpos de agua pertenecientes a la cuenca del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011; así mismo se consideró el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de CORPONOR convenio 0036 de 2011.

##### **2.3.1.7.2 Fase de Campo**

Se realizó en campo un inventario de los usos y usuarios del agua actuales y potenciales

existentes sobre las fuentes de agua susceptibles a intervención (captación, vertimiento y ocupación de cauce). Para ello se utilizó un formato de campo con la información principal a recolectar, identificando aquellos puntos donde por presencia de viviendas o actividades productivas, se considere probable la utilización del recurso, y las áreas donde se identifique la presencia de acueductos veredales o municipales.

Así mismo, a partir de la aplicación de los formatos en consulta con la comunidad de las veredas en el área de influencia (Anexo\_5.3.1\_Ficha\_veredal), se identificaron los conflictos actuales y/o potenciales que se presentaron en cuanto al uso y disponibilidad del recurso hídrico.

#### **2.3.1.7.3 Fase de Poscampo**

Una vez procesada la información obtenida en campo y consultada a CORPONOR, se realizó el respectivo análisis cuantitativo y cualitativo de los usos principales del agua, los tipos de tratamiento existentes, información de usuarios, y vertimientos asociados.

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 CORPONOR, referente al Planes De Ordenamiento Y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita, definición de objetivos de calidad, los registros de concesiones, entre otros.

#### **2.3.1.8 Hidrogeología**

- **Objetivo General**

Realizar la caracterización hidrogeológica del área del proyecto

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar toda la información secundaria (tanto regional como local) disponible del área (SGC, IDEAM, IGAC, MINAMBIENTE, entre otros).
- Analizar información existente hidrogeológica, hidrológica, geofísica, geoquímica y caracterización de las aguas subterráneas del área de estudio.
- Realizar inventario de puntos de agua en el área de estudio, determinando el nivel freático, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y números de usuarios.
- Identificar las unidades hidrogeológicas captadas a partir de las unidades geológicas presentes
- Estimar el flujo de agua subterránea y posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales.
- Identificar las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos



- Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación para proteger la calidad del mismo.

#### **2.3.1.8.1 Alcance**

El alcance de este numeral fue establecido por Sacyr construcción y la Unión Vial Río Pamplonita - UVRP, como insumo para el EIA, a partir de lo establecido en los Términos de Referencia -EIA- Proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010) y las especificaciones técnicas del proyecto. La caracterización hidrogeológica del área de influencia, generada como insumo para el EIA, está enfocada en la identificación y caracterización del agua subterránea y los acuíferos presentes en la zona, de manera que se pueda establecer una línea base que servirá de referencia para el posterior monitoreo de este recurso en términos de calidad y cantidad.

#### **2.3.1.8.2 Metodología**

- **Fase Pre-Campo**

En esta actividad se consultó, revisó y procesó toda la información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyó a la caracterización preliminar del componente hidrogeológico. También se realizó la consulta y revisión de la información cartográfica, estudios previos, geología preliminar, aguas subterráneas, entre otros.

Se organizaron los recorridos de campo para la actividad de inventario de puntos de agua, teniendo en cuenta los accesos para las visitas de los mismos.

Se concertó con otras áreas del proyecto la adquisición de datos compartidos referentes a perforaciones (sondeos) y prospecciones (tomografías) de forma simultánea a la adquisición de datos de la fase de campo, de manera que se pudiera realizar el análisis del componente hidrogeológico con información suficiente en la fase de poscampo.

- **Fase de Campo**

Siguiendo los recorridos de campo, se ejecutaron las siguientes actividades:

- Identificación e inventario de puntos de agua, en los cuales se determinó unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y usuarios. Esta información fue diligenciada y descrita en el Formulario Único Nacional para Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS), diseñado por el IDEAM, INGEOMINAS y MINAMBIENTE. A través de dicho inventario, se estableció una línea base hidrogeológica a lo largo del corredor vial. Se obtuvo como resultado una ficha de información de cada uno de los puntos inventariados, con registro fotográfico, cuyas captaciones fueron identificadas con un código y un número de identificación.
- Mediciones de parámetros in – situ de las aguas subterráneas (PH, conductividad eléctrica, Temperatura y Oxígeno Disuelto). Esta información fue diligenciada en el Formulario Único Nacional para Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS).

- Verificación de los puntos de monitoreo para análisis químico, que ellos cuenten con las condiciones idóneas de acceso y representatividad para la realización de la actividad, con el fin de ajustar o no las coordenadas de muestreo para posterior notificación al laboratorio contratado.
- Reconocimiento de las fuentes de recarga y descarga de las aguas subterráneas y sus direcciones de flujo.

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

- Cartografía preliminar
- Formatos de campo (FUNIAS)
- GPS
- Cámara Fotográfica
- Multiparámetro (PH, conductividad eléctrica, Temperatura y Oxígeno Disuelto).

- **Fase Post-Campo**

En esta fase se analizaron los datos obtenidos en campo y se presentaron mapa temático (mapa hidrogeológico) a una escala representativa a la magnitud del proyecto, a la cantidad y calidad de información.

- Caracterización de las Unidades Hidrogeológicas

Las formaciones geológicas previstas a lo largo del corredor vial fueron definidas, en primer lugar, como complejos hidrogeológicos, luego, de acuerdo con sus características hidrogeológicas, se agruparon en grupos homogéneos y se hizo una previsión hidrogeológica a lo largo del corredor. Por lo que la fiabilidad del modelo hidrogeológico resultante está ligada a la fiabilidad del modelo geológico de referencia. La elaboración de la cartografía hidrogeológica y caracterización de las unidades, se realizó según la metodología de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) “Leyenda Internacional de los Mapas Hidrogeológicos”; la leyenda se basó en la asignación de categorías hidrogeológicas con base en el potencial de rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, en función de la composición, permeabilidad y capacidad específica de cada unidad litológica evaluada.

Las características hidráulicas de cada complejo hidrogeológico fueron definidas con base en información secundaria e información procedente de las perforaciones exploratorias realizadas a lo largo del corredor especialmente durante la fase de estructuración.

La permeabilidad media de los complejos hidrogeológicos fue esquematizada utilizando la clasificación de la ‘Association Française des Travaux En Souterrain’ (AFTES), propuesta como una norma en 1992. Esta clasificación establece cuatro clases de permeabilidad crecientes, desde K1 hasta K4, como se ilustra en la Tabla 2.8

**Tabla 2.8 Descripción de la permeabilidad de acuerdo a la norma AFTES**

| Clase | Permeabilidad en m/s  | Descripción        |
|-------|-----------------------|--------------------|
| K1    | $< 10^{-8}$           | de muy baja a baja |
| K2    | $10^{-8}$ a $10^{-6}$ | de baja a media    |
| K3    | $10^{-6}$ a $10^{-4}$ | de media a alta    |
| K4    | $> 10^{-4}$           | da alta a muy alta |

Fuente: AFTES 1992

*Esta clasificación no es válida para roca cárstica, para las cuales es necesario utilizar una valoración específica. La permeabilidad de los macizos rocosos es anisotrópica y el flujo se da preferencialmente a lo largo de las discontinuidades.*

- Vulnerabilidad intrínseca del acuífero

Teniendo la información previa y de campo, se evaluó la vulnerabilidad intrínseca del acuífero superficial identificado en el área de influencia del proyecto, la cual fue hecha a través del método GOD. Para ello, se seleccionaron los parámetros índices de la vulnerabilidad en el territorio estudiado y a cada uno de estos se le asignó un intervalo de valores y se indicó un puntaje creciente en función de la importancia que tal parámetro asume en la evaluación general.

### 2.3.1.9 Geotecnia

Para la UF 2 la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción de la vía, para lo cual, en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

Esta metodología incorpora dos factores detonantes, precipitación y amenaza sísmica, y 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 modificado de VARGAS (1.999). Figura 2-22.

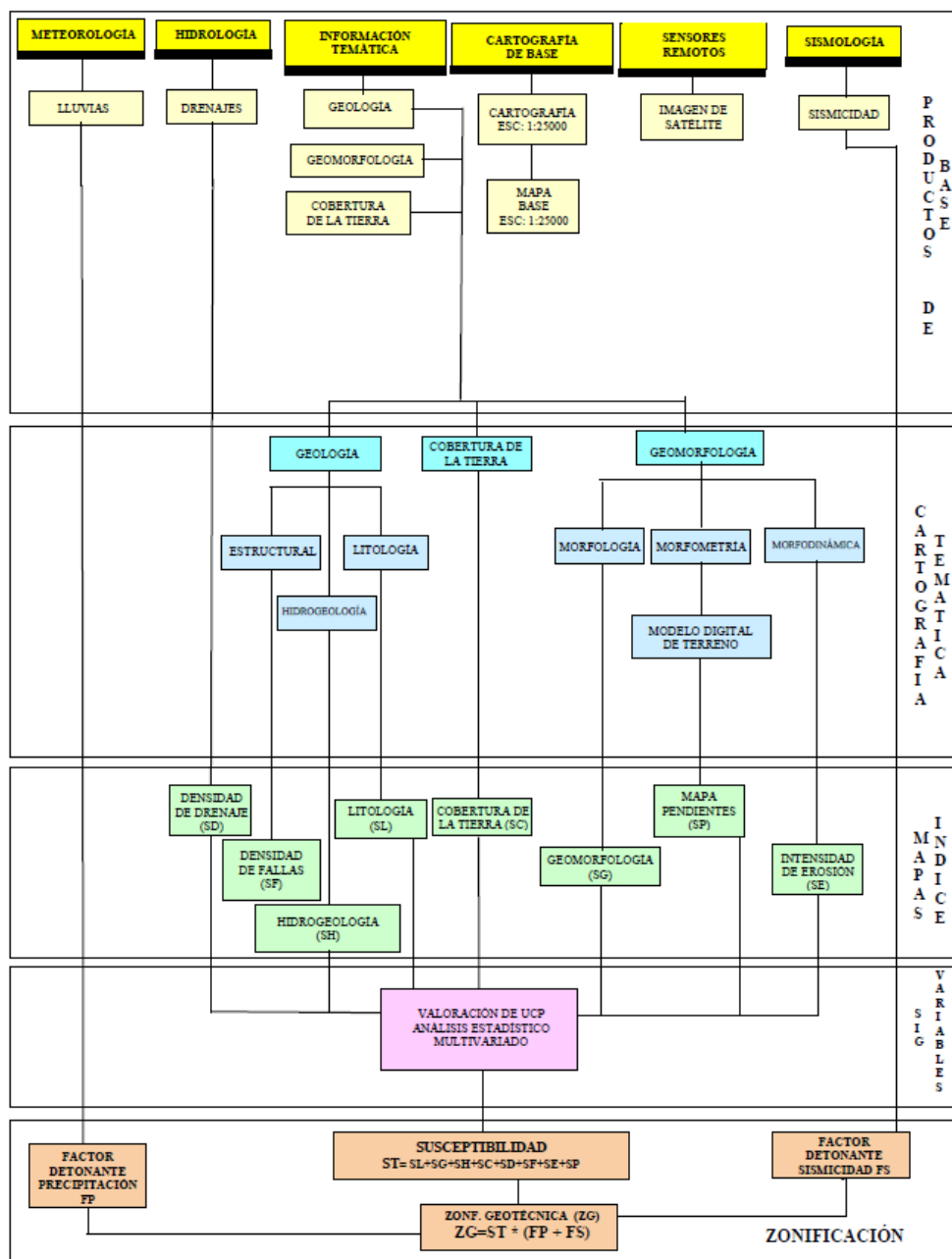
Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

- Recopilación y análisis de información existente. En esta etapa de trabajo se realizó el análisis de la información existente que se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática).
- Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluye curvas de

- nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.
- Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, fallas, cobertura de la tierra, pendientes, morfodinámica, drenajes, precipitación y sismicidad.
  - Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.
  - Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.
  - Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semi cuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes.
  - Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

**Figura 2-22 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica**





Fuente: AECOM - ConCol, 2018

Para el análisis de las variables geoambientales, se estableció un criterio semi cuantitativo, donde se asignó a cada unidad de parámetro un valor de susceptibilidad de 1 a 5, como se presenta en la Tabla 2.9.

**Tabla 2.9 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables**

| Categoría de susceptibilidad | Peso |
|------------------------------|------|
| Muy baja                     | 1    |
| Baja                         | 2    |
| Moderada                     | 3    |
| Alta                         | 4    |
| Muy Alta                     | 5    |

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La zonificación geotécnica se establece en cinco categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad. La zonificación geotécnica se presenta en mapas a escala 1:25000.

### 2.3.1.10 Atmósfera

#### 2.3.1.10.1 Meteorología

Para la caracterización climatológica del área de estudio se utilizó la información disponible de las estaciones del IDEAM, que contaban con registros históricos amplios y se encuentran distribuidas espacialmente cerca o al interior del área de influencia del proyecto, información que se encuentra en el Anexo 5.1.10 Atmosférico. Como primer paso para la caracterización climática se seleccionaron estas estaciones, y la información de los parámetros de acuerdo a lo requerido en la Resolución 751 del 2015.

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

A partir de esta información, en el Capítulo 5 numeral 5.1.10 se analizaron para cada una de las estaciones los datos registrados para cada uno de los parámetros requeridos en la Resolución 751 del 2015 y, se determinó el comportamiento general para el área de influencia del proyecto. En cuanto a los parámetros de temperatura y precipitación, no solo se determinó su distribución temporal, sino también su distribución espacial mediante la generación del mapa de isoyetas e isotermas.

Para determinar los parámetros que no se encontraban 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, 2016).  

$$P=101,3((293-0,0065z)/293)^{5,26}$$

Donde,

P= Presión atmosférica (kPa)

Z=Elevación sobre el nivel del mar (m)

- **Zonificación Climática**

En cuanto a la zonificación climatológica, cuya base es la correlación existente entre los gradientes de temperatura y altitud topográfica, se realizó con base en la información de los valores medios multianuales de los parámetros precipitación y temperatura de las diferentes estaciones. En el Anexo 5.1.10 Atmosférico se presenta la información insumo para la generación de los mapas de isotermas e isoyetas, los cuales al cruzarse, a través de herramientas de ARCGIS, dieron 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 utilizó la relación existente entre la altura topográfica y el gradiente vertical de temperatura, que permitió 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 realizó mediante el software ArcGIS, seleccionando Kriging como método de interpolación.

Finalmente, para el desarrollo del balance hídrico, se utilizaron 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.

### 2.3.1.10.2 Identificación de Fuentes de Emisiones

- **Fase Precampo**

Se realizó una identificación preliminar de fuentes de emisión existentes en el área de

estudio, asentamientos poblacionales, y vías de acceso, georreferenciando su ubicación en el mapa temático preliminar que fue generado como insumo base para la verificación y complementación de información en campo.

- **Fase de Campo**

Se realizó un recorrido por el área de influencia 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.

#### **2.3.1.10.3 Calidad del Aire**

- **Fase Precampo**

Previo al trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria concerniente a estudios realizados sobre la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, en donde se requieren permisos de emisiones atmosféricas (instalaciones de trituración, planta de asfalto, frentes de explotación minera, entre otros).

Se contempló la realización de monitoreos de la calidad del aire en zonas aledañas al proyecto identificadas como las más sensibles (asentamientos poblacionales principalmente) y/o zonas críticas de contaminación. Para el desarrollo de los muestreos de la calidad del aire, se contrató al laboratorio CIMA acreditado por el IDEAM, tanto para toma de muestras como para análisis, los soportes de la acreditación del laboratorio a cargo del monitoreo, puede ser consultado en el Anexo 5.1.10 Atmosférico.

- **Fase de Campo**

Los contaminantes que se midieron fueron: partículas suspendidas totales (PST), material particulado (PM10), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y monóxido de carbono (CO), teniendo en cuenta lo establecido en el Protocolo de monitoreo y seguimiento de calidad del aire del IDEAM, y Resolución 601 de 2006.

- **Fase Poscampo**

Los resultados obtenidos para calidad del aire, fueron analizados cuantitativa, e igualmente se compararon con los valores máximos por la normatividad ambiental vigente.

#### **2.3.1.10.4 Ruido**

- **Fase Precampo**

Previo al trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria que relacionaran los niveles de ruido ambiental existentes en el municipio de Pamplona, en el departamento de Norte de Santander, tales como los planes de ordenamiento y desarrollo

municipales, planes de gestión ambiental regional, y planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas, entre otros, depurando y analizando aquella información útil para el proyecto.

De igual forma, se identificaron asentamientos poblacionales, viviendas e infraestructura socioeconómica, que se consideró potencial fuente generadora de ruido o puntos susceptibles a presentar impactos por alteración en los niveles de presión sonora, para ser visitados en campo y como puntos preliminares de monitoreo de ruido.

- **Fase de Campo**

Se realizó un recorrido por el área de influencia del proyecto con el fin de verificar y validar las fuentes generadoras de ruido y puntos susceptibles a presentar impactos por generación de ruido que fueron definidos a partir de información secundaria; así como la identificación y georreferenciación de nuevas fuentes de contaminación.

- **Fase de Poscampo**

Se generó el documento relacionado con el ruido ambiental, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la Resolución 751 del 2015, integrando para ello la información primaria recolectada y la información secundaria consultada para las fuentes generadoras de ruido presentes en la zona, anexando los respectivos formatos de campo diligenciados.

En el caso de los monitoreos de ruido, se realizó el informe de análisis de resultados integrándolo al documento de caracterización ambiental, y presentando los mapas de isófonas. Los soportes de la acreditación del laboratorio a cargo del monitoreo, puede ser consultado en el Anexo 5.1.6. Calidad del Aire, del presente Estudio de Impacto Ambiental.

## **2.3.2 Medio Biótico**

La metodología para cualificar, cuantificar e integrar los componentes relacionados con el medio biótico en el EIA para la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF2 Sector Pamplona - Pamplonita, se efectúa teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el MAVDT, en la metodología general para la presentación de estudios Ambientales y en los Términos de referencia para la elaboración del EIA en Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles adoptados mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015. Así mismo la metodología se enmarca en los lineamientos metodológicos del Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios ambientales otorgado a ConCol Consultores S.A.S. mediante la Resolución 00168 del 13 de febrero de 2017 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.

### **2.3.2.1 Zonas de Vida**

La caracterización ecológica del área de estudio del proyecto, se efectuó mediante el Sistema de Clasificación de las Formaciones Vegetales o Zonas de Vida Naturales del Mundo, el cual fue elaborado por el Dr. Leslie Holdridge y se fundamenta en la relación que



existe entre las condiciones bioclimáticas (temperatura y precipitación), la vegetación natural y la altitud. Este Sistema se basa en un modelo matemático, expresado en una configuración tridimensional, denominada Diagrama Bioclimático. Dado lo anterior, para obtener la información de las zonas de vida para el área de estudio se utilizará como referencia el mapa de Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia de Espinal, publicado por el IGAC, 1977.

Para determinar las zonas de vida del área de estudio, inicialmente se estableció la temperatura media y la precipitación total anual, con la información de las estaciones climáticas más cercanas, con esto se fijó la biotemperatura promedio anual. Después, se identificó el punto donde se interceptaron las líneas de biotemperatura y precipitación, que señala la pertenencia a un determinado hexágono, en el cual se encontraron los nombres de la vegetación primaria que existe, o que debería existir si el medio no hubiese sido alterado. Posteriormente se observó el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida, finalmente, se interpolaron estos datos para toda el área y se representaron las zonas de vida se señalaron mediante un color y el uso de unas siglas, formadas por dos grupos de letras separadas por un guion: el primer grupo, en minúsculas, correspondieron a las iniciales del nombre dado a la humedad, el segundo, en mayúsculas, a la inicial de la biotemperatura.

### **2.3.2.2 Ecosistemas Terrestres**

Para el presente estudio se adopta la definición de ecosistema propuesta en el Convenio sobre Diversidad Biológica como “un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas” (IDEAM, IGAC, IAvH, & Invemar, 2007)

Se realizó la identificación de Ecosistemas a escala 1:25.000 para el área de estudio siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos en el mapa de Ecosistemas de Colombia a escala 1:100.000 y en los cuales están relacionados los elementos básicos para la representación cartográfica de los ecosistemas como son: Clima, Geomorfopedología y Cobertura de la Tierra y los cuales están enmarcados en grandes unidades caracterizadas por el tipo de plantas y animales que alberga, como son los Biomas.

El mapa de Ecosistemas de Colombia se estableció por parámetros jerárquicos y de integración interdisciplinar, en donde se involucran elementos bióticos y abióticos en el marco de una caracterización nacional. Para la caracterización regional a escala 1:25.000 del presente estudio, se siguieron estos mismos principios para consolidar los mapas temáticos base en las disciplinas de Geoformas, Suelos, Biomas, clima y Cobertura de la Tierra.

El mapa de ecosistemas tiene como propósito plasmar la síntesis de las relaciones ecológicas más significativas que tienen lugar en un determinado espacio geográfico. La leyenda del mapa constituye una síntesis de los diferentes tipos de ecosistemas y facilita la comprensión de los procesos genéticos responsables de la estructura biofísica y funcionamiento de los ecosistemas a escala 1:25.000.

Es así como los biomas facilitan la comprensión de unidades homogéneas en términos biofísicos, que reflejan un conjunto de rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por sus características vegetales (Walter, 1985) (Hernández-C. J., 1992).

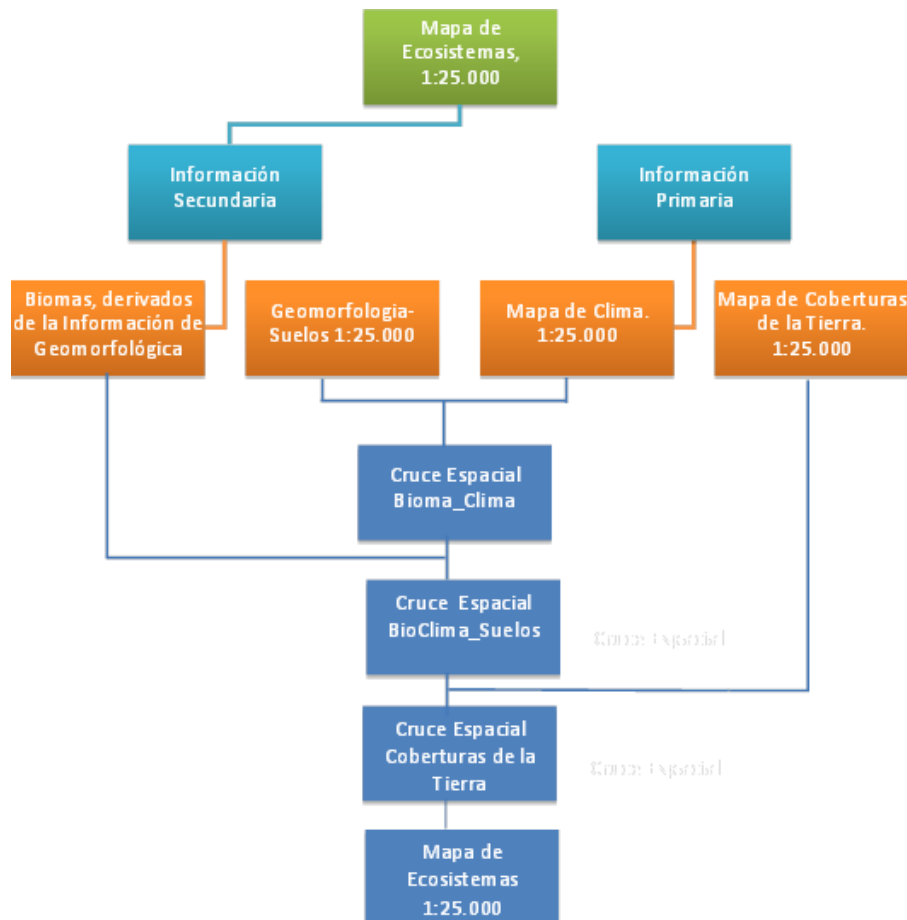
Elementos dinámicos que describen y caracterizan el estado actual de los ecosistemas están representados por el clima y las coberturas de la tierra, las cuales constituyen un elemento fundamental en la comprensión de la dinámica por intervención antrópica y la naturaleza de los disturbios. De esta forma se integran características de clasificación y de cartografía de ecosistemas.

Este enfoque asume los principios básicos de la metodología para la zonificación de ecosistemas del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt en cuanto al mapeo predictivo de ecosistemas en donde se asumen dos elementos fundamentales que son las geoformas y las coberturas de la tierra; identificables en imágenes de sensores remotos.

El mapeo predictivo de ecosistemas se fundamenta en la delimitación de ecosistemas en relación a los componentes del territorio y en combinación de varias metodologías y tecnologías de sensores remotos, dejando una estructura jerárquica abierta que permite incorporar información de biotas para caracterizar a nivel de grupos biológicos, las unidades delimitadas de esta forma.

En la Figura 2-23 se presenta el Diagrama metodológico para la realización del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000, en el cual se relacionan todas las actividades requeridas para la integración de la información.

**Figura 2-23 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

### 2.3.2.2.1 Coberturas de la Tierra

Mediante la interpretación de un mosaico de imágenes Rapideye de 2016 Multiespectral de 5 bandas, de resolución espacial 5m y con el apoyo de la ortofotografía Lidar de resolución espacial 0,04m, se elaboró el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:25.000. En él se presenta de manera integral y sintética la información referente a las unidades de cobertura de la tierra conforme a la metodología Corine Land Cover para Colombia CLCC y la leyenda estructurada a escala 1:25.000. 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 metodología para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra se adelantó mediante la ejecución de las siguientes fases:

### 2.3.2.2.2 Fase Precampo

La metodología para el mapeo de coberturas de la tierra tiene su base en la interpretación visual de imágenes de satélite con la ayuda de ordenador (PIAO- Photo Interpretation Assisté par Ordinateur) teniendo como base los elementos pictórico-morfológicos de las imágenes digitales de sensores remotos. Es importante precisar que la metodología no incluye procesamiento digital de imágenes asociado a clasificaciones supervisadas y no supervisadas.

Para la digitalización de la interpretación visual se utilizó el software ArcGIS en su módulo ArcMap, el cual facilita en su módulo Editor, realizar edición a la capa de coberturas. La definición de las unidades de cobertura y uso del suelo se realizó tomando como guía la metodología CLCC a escala 1:100.000 (IDEAM, Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, 2010).

El marco metodológico de CLCC establece la organización de los datos en una estructura de geodatabase la cual permite tener un control en la disposición y almacenamiento de los datos y facilita la realización de los controles de calidad temático, topológico y semántico del archivo digital.

Las características de las imágenes con cubrimiento en el área de estudio utilizadas en la interpretación se presentan en la Tabla 2.11, se empleó un área mínima cartografiable de 1,56 ha (considerando la escala 1:25.000 semidetallada) siguiendo los lineamientos establecidos por el IGAC para la determinación del tamaño mínimo de la Unidad Cartográfica en un mapa de cualquier escala. (Melo Wilches, 2005). Sin embargo, en algunos sectores se interpretaron unidades con un mayor detalle dados los requerimientos del proyecto.

**Tabla 2.11 Especificaciones de las imágenes utilizadas para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra**

| No. | Imagen/<br>Sensor         | Cubrimiento                                                                                            | Año  | Resolución<br>Espacial |
|-----|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|
| 1   | Ortofotomosaic<br>o Lidar | Municipios de Pamplona, Pamplonita,<br>Bochalema, Chinácota, Los Patios                                | 2016 | 0,04 m                 |
| 2   | Rapideye                  | Área de intervención en los<br>Municipios de Pamplona, Pamplonita,<br>Bochalema, Chinácota, Los Patios | 2016 | 5 m                    |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

### 2.3.2.2.3 Fase de Campo

Previamente durante el proceso de interpretación, se identificaron las áreas con mayores dificultades en la determinación que no pudieron ser resueltas con ayuda información secundaria como drenajes, curvas de nivel, entre otros recursos, o aquellas que por experiencia de control de calidad requerían ser verificadas, conformándose un conjunto de áreas para verificación de campo. El trabajo de campo tiene como propósito realizar la verificación de estas unidades de cobertura que presentan mayor incertidumbre en su identificación y delimitación, es decir, que requieren realizar un control temático.

El trabajo de campo presentó tres etapas: la preparación del trabajo de campo, la verificación en campo de la información interpretada y la realización de las correcciones encontradas como resultado de las comprobaciones respectivas.

Para la toma de puntos de control se empleó el mapa digital previamente elaborado en la fase precampo, incorporando observaciones específicas y registro fotográfico de cada punto con la ayuda de aplicaciones cartográficas. (PDA)

#### **2.3.2.2.4 Fase Poscampo**

Con base en el mapa de coberturas de la tierra preliminar (fase de precampo) y los puntos de control registrados en campo, se llevó a cabo la actualización cartográfica, de esta manera se modificaron polígonos y se rectificó la definición de las unidades de cobertura. Luego de la actualización se verificaron y consolidaron las bases de datos, se realizó el proceso de validación de topología y consistencia lógica, se calcularon áreas y se obtuvo el mapa de coberturas de la tierra final, de acuerdo a la metodología CLCC 2010 adaptada para Colombia y a las especificaciones cartográficas dadas por la ANLA, dentro de la guía metodológica de estudios ambientales.

La determinación del uso actual del suelo se desarrolla dentro del numeral 5.1.4 Suelos y uso de la tierra.

#### **2.3.2.3 Flora**

El propósito de este ítem es la caracterización florística y estructural de la flora terrestre para los ecosistemas inventariados, del AI de la UF 2, partiendo de la descripción de las coberturas de la tierra a escala 1:25.000; además de hacer el establecimiento de parcelas temporales de muestreo, las cuales son una representación estadística en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema; identificando la presencia de especies en veda, endémicas, amenazadas, con valor científico y cultural.

Además, se realizaron los cálculos de volumen de aprovechamiento forestal presente para cada una de las coberturas vegetales de cada ecosistema; mediante el muestreo estadístico.

##### **2.3.2.3.1 Caracterización Florística y estructural**

Para la caracterización de la vegetación se realizó la cuantificación de la diversidad florística y análisis estructural a partir del desarrollo de tres 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.

En este sentido, el objetivo de este proceso metodológico, es recopilar la información básica sobre los métodos de muestreo y análisis utilizado en estudios de coberturas vegetales, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y legales establecidos actualmente por parte de las entidades ambientales. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la caracterización de la vegetación de los ecosistemas naturales identificados en el área de estudio a escala



1:25.000.

### **2.3.2.3.2 Fase de Precampo o Alistamiento**

El objetivo de la revisión de la información secundaria existente para EL AI de la UF 2 se enfoca en obtener un diagnóstico del componente flora del área de influencia, en donde se revisaron documentos y publicaciones científicas, trabajos de diferente índole realizados en la región por entidades de orden nacional, departamental y municipal, Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita, Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) Y Esquema De Ordenamiento Territorial (EOT), cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, imágenes satelitales, documentación de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Instituciones Nacionales y demás documentos.

De igual manera esta fase consistió en la planificación del inventario forestal e implicó las siguientes actividades:

- a. Gestión formato de inicio de actividades de recolección con fines de estudios ambientales
- b. Revisión de cartografía base en relación a centros poblados, vías de acceso, cuerpos de agua, permisos de acceso y áreas de orden público.
- c. Verificación de la versión actualizada y aprobada del área de intervención.
- d. Elaboración del listado de especies potenciales en veda, endémicas, vulnerables o en riesgo.
- e. Ubicación de los sitios de muestreo conforme a la metodología.
- f. Programación de actividades de campo.
- g. Determinación del diseño de muestreo a utilizar

- **Diseño de muestreo**

- Tipo de muestreo para caracterización de las unidades florísticas

El tipo de muestreo correspondió a un muestreo estratificado sistemático, en el cual la estratificación corresponde a los ecosistemas naturales identificados en el área de influencia. (Bosque ripario del Orobioma medio de los Andes, arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes, Bosque ripario del Orobioma bajo de los Andes, Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes y arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes.

- Forma de las unidades de muestreo

La unidad de muestreo tradicional usada en los inventarios forestales de caracterización, es la parcela y su utilización origina una distribución aproximada de la variabilidad de la población, teniendo en cuenta el criterio de área, ya que las coberturas inventariables siempre se dividen en pequeñas áreas que se constituyen en las unidades de muestreo, lo cual permite resultados confiables para inferir sobre la población estudiada.

➤ Coberturas boscosas

Las parcelas o unidades de muestreo temporales establecidas se realizaron de forma rectangular (100 m x 10 m), por ser las más prácticas en el campo y empleadas en inventarios forestales en bosques naturales bajo condiciones tropicales y a su vez garantizan el menor efecto de borde, implementándose los planteamientos metodológicos de (Rangel & Velázquez, 1997) y (Villarreal H. et al, 2004), los cuales se basan en la propuesta de (Gentry, 1982). En la Tabla 2.12 se describen las unidades de muestreo para la vegetación terrestre. Ver Tabla 2.12

**Tabla 2.12 Unidades de muestreo en las coberturas boscosas identificadas en el AI de la UF2**

| Vegetación Terrestre | Estados Sucesionales | Unidad de Muestreo                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bosques              | Fustales             | Se estableció un área de muestreo de 1.000 m <sup>2</sup> , en parcelas de 100 m x 10 m, se realizaron las parcelas necesarias para cumplir con una representatividad estadística en función del área, con una probabilidad del 95% y un error de muestreo % no mayor al 15%. |
|                      | Latizal              | Se estableció un área de muestreo en parcelas de 5 m x 5 m (0,025 m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                            |
|                      | Brinzal y renuevo    | Se estableció un área total de muestreo en parcelas de 2m x 2m (0,004 m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                        |

Fuente: Resolución 0168 02/17 ANLA a Consultoría Colombiana S.A.

➤ Categorías de crecimiento de regeneración natural

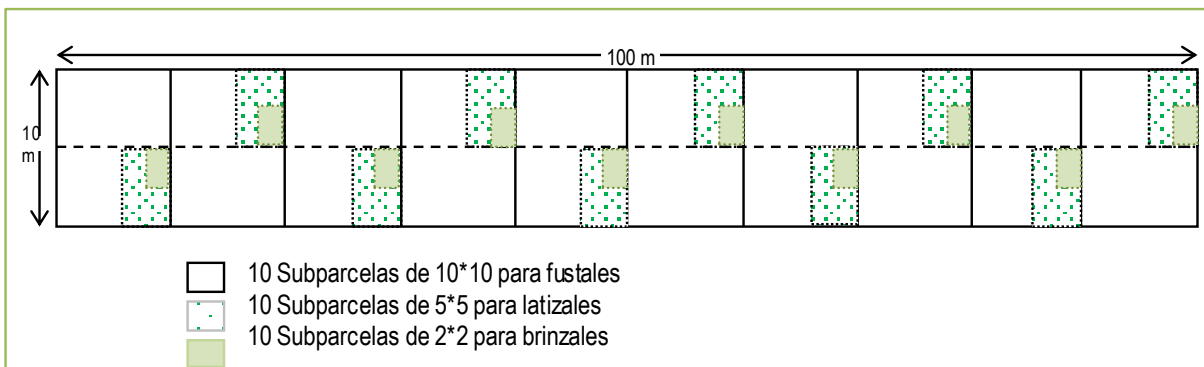
Para el análisis y levantamiento de la información concerniente a regeneración natural se utilizaron las categorías de crecimiento establecidas en la Tabla 2.13.

**Tabla 2.13 Categorías de la regeneración natural**

| Categoría de tamaño |     | Altura      | DAP       |
|---------------------|-----|-------------|-----------|
| Renuevo o plántula  | CT1 | 0 - 0,30m   | No aplica |
| Brinzal             | CT2 | 0,30 - 1,5m | No aplica |
| Latizal             | CT3 | > 1,50 m    | < 10 cm   |

Fuente: (Ministerio del Medio Ambiente, 2002)

**Figura 2-24 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de boscosas**



Fuente: Modificado de (Vallejo et. al , 2005)

➤ Coberturas arbustivas y vegetación secundaria baja

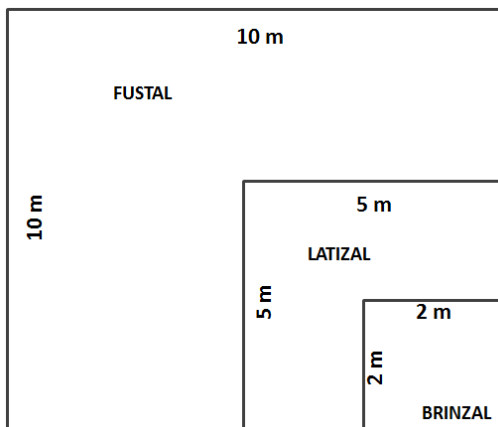
Para la vegetación correspondiente a arbustales y vegetación secundaria baja, se utilizaron parcelas de 10 m x 10m (0,01 ha) para la medición de fustales, de 5 m x 5 m (0,025 ha) para la medición de latizales, mientras que para especies en estado brinzal se realizaron parcelas de 2 m x 2 m (0,0004 ha), este tamaño de parcela es sugerido en la metodología establecida por (Quesada, 2000) y (CATIE et al , 1998), para este tipo de coberturas el criterio de tamaño y área de muestreo se detalla en la . (Ver Tabla 2.14 )

**Tabla 2.14 Unidades de muestreo para establecidas en las coberturas de arbustivas en el AI de la UF2.**

| Unidad florística                     | Categoría | Unidad de Muestreo                                        |
|---------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------|
| Arbustal y vegetación secundaria baja | Fustal    | Parcelas de muestreo en cuadrantes de 10 x 10m (0,01 ha). |
|                                       | Latizal   | Parcelas de muestreo de 5 m x 5 m (0,025 ha)              |
|                                       | Brinzal   | Parcelas de muestreo de 2 m x 2 m (0,0004 ha)             |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

**Figura 2-25 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de arbustales.**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

➤ **Tamaño de la unidad de muestreo**

El tamaño de la muestra, está relacionado a la cantidad de parcelas a levantar para dar cumplimiento a lo dispuesto en La resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), 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%...*”.

El problema al realizar un inventario forestal es determinar antes del muestreo el valor del CV% (coeficiente de variación) para determinar el número de parcelas y para ello se hace necesario realizar un inventario piloto o Premuestreo con el fin de obtener un valor confiable de la variación de la muestra. No existen reglas definidas para hacerlo en cuanto a número de muestras, forma, etc., más bien la experiencia ganada en labores similares va conformando los criterios que pueden conducir al proceso.

En primer lugar, con base en la cartografía temática de ecosistemas, es posible ubicar **n** número de parcelas distribuidas a través de todo el bosque, de manera que la muestra sea representativa, es decir, que capte la variación verdadera del bosque o coeficiente de variación. En general el CV% del volumen puede ir desde 35% para bosques homogéneos hasta 250% para bosques muy heterogéneos.

El premuestreo realizado para el presente estudio se realizó a través de técnicas del método estadístico y su cálculo se realizará a partir del número de parcelas empleadas para la caracterización de la cobertura de la tierra, a través de la siguiente relación matemática:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E\%^2}$$

Dónde:

n = número de parcelas  
t = constante de Student  
CV = Coeficiente de variación  
E% = Error de muestreo relativo (15%)

En la formula anterior para el cálculo de n surge un problema: cuál será el valor de t? Freese, propone un proceso iterativo que calcula n con base en los grados de libertad de la muestra inicial. Con esto es posible obtener un nuevo valor de n, con el cual se asocia un nuevo valor de t y así sucesivamente, este proceso termina cuando el número de n (parcelas) sea igual, parecido o repetitivo y aquí termina el cálculo; se pueden presentar valores oscilantes, escogiendo entonces un valor promedio entre el más alto y el menor obtenido por iteración, dependiendo.

Para cada uno 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%. A partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la Tabla 2.15. La distribución de t-student utilizada se presenta se encuentra en el Anexo (5.2.1-A)

**Tabla 2.15 Parámetros estadísticos**

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

Fuente: Aecom –ConCol. 2018

➤ **Calculo del error de muestreo**

Una vez levantada la información de parcelas por cada ecosistema y para cumplir los requerimientos de los términos de referencia para el proyecto, se realizó el cálculo de los estadígrafos sobre el volumen total de las parcelas por ecosistema de acuerdo con la metodología para la realización de inventarios forestales a nivel semidetallado tomado del documento: Guías Técnicas para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques



Naturales. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Bajo los parámetros estadísticos relacionados en la Tabla 2.15. Algunas parcelas levantadas para el premuestreo, fueron usadas para los cálculos del muestreo para cada ecosistema.

### 2.3.2.3.3 Fase de Campo

- **Localización de las Unidades de Muestreo**

Sobre la base cartográfica del mapa de ecosistemas se plasmó el diseño estadístico, en el terreno se ubicaron las unidades de muestreo o parcelas empleando un Colector de mano JUNO SD (una computadora de campo que permite el geoposicionamiento de alta sensibilidad con Precisión de 1 a 5 metros tras corrección diferencial en tiempo real). (Ver Fotografía 2.1), se georeferenció el punto inicial y final del eje respectivo de cada unidad muestreada, de tal manera que correspondan a las coordenadas estipuladas en la cartografía dentro del AI de la UF 2.

**Fotografía 2.1 Colector de mano JUNE SD**



Fuente: Aecom-ConCol, 2018.

Demarcación: para efectuar la demarcación, se localizó el vértice de la unidad de muestreo o parcela y a partir de él se trazó el eje central de la unidad de muestreo o línea guía, utilizando estacas, jalones o cintas. (Ver Fotografía 2.2)

**Fotografía 2.2 Demarcación de Parcelas**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Limitaciones:

Con el fin de alcanzar la representatividad estadística requerida en los M-M-INA-02 para los ecosistemas de Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes y Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes fue necesario utilizar unidades muestrales fuera del AI, debido a limitaciones de área y topográficas encontradas en el área de influencia.

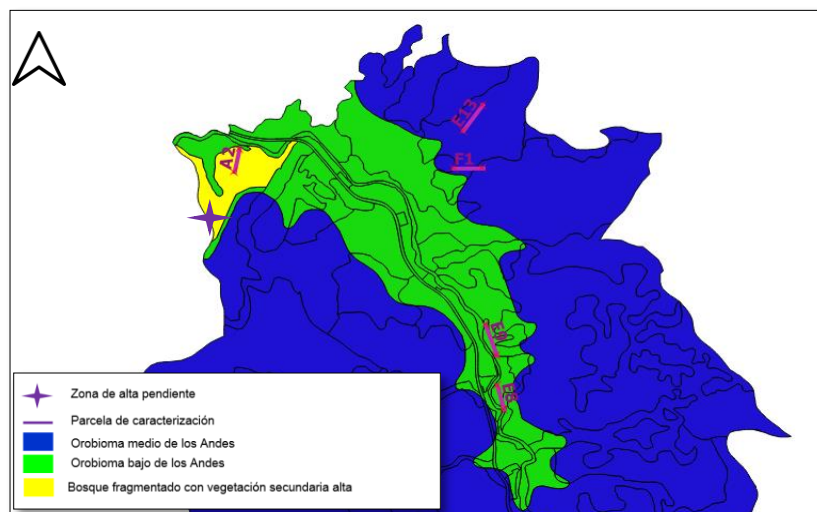
Teniendo en cuenta que se busca que el inventario sea estadísticamente representativo de la heterogeneidad del ecosistema y conforme a lo planteado en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad, elaborado por el IAvH, en 2004, *“No obstante, en algunas ocasiones, diversas razones (disponibilidad de recursos, relación costo – beneficio, y dificultad de acceso geográfico, entre otras), solo permiten el estudio de algunas unidades; en consecuencia, conjuntamente, se seleccionan aquellas que reflejen mejor representatividad y distintividad del universo del estudio y, consecuentemente, de la heterogeneidad ecológica del área”*. (Villarreal H. et al, 2004)

A continuación se especifica la situación encontrada en los ecosistemas relacionados:

- Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes

Se determinó en el área de influencia 1 parche de este ecosistema con área de 3,16 ha, el cual se encuentra localizado al costado norte del área de influencia como se puede apreciar en la Figura 2-26, en verde, el Orobioma bajo de los andes y en amarillo el parche mencionado, ubicado en una zona de fuerte topografía, presentándose pendientes mayores al 50% en más de 50% del parche. En la Fotografía 2.3 se puede observar la panorámica.

**Figura 2-26 Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

**Fotografía 2.3 Bosque fragmentado con vegetación secundaria**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

En conclusión, en cumplimiento de la Resolución 751 de 2015, Numeral, 5.2.1.1 Ecosistemas Terrestres – Requerimientos adicionales para Flora. “*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 al 15%*”, se caracterizó el ecosistema de Bosque fragmentado con vegetación secundaria, con 4 parcelas estadísticamente representativas ( $ER\%=11,01\%$ ), utilizando 1 parcela dentro del AI, y 3 parcelas sobre el mismo ecosistema fuera del AI, y en concordancia con lo propuesto por (Villarreal H. et al, 2004), se seleccionó la parcela A2, como aquella que reflejaba de mejor manera la distintividad del ecosistema en la UF2, y se escogieron las parcelas B3, I2 y I3, que presentan similaridad estructural.

#### ➤ Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes

El ecosistema presenta un área de 5,23 ha en el área de influencia y 1,06 ha en el área de intervención, como se observa en la Figura 2-27, en verde el Orobioma bajo de los Andes y en amarillo los parches de bosque de galería, se pueden contar 12 parches que presentan un tamaño promedio de 0,4 ha, tras la verificación en campo de cada uno de los parches se identificó que presentan alta heterogeneidad florística, así como en relación al tamaño que éstos presentan (principalmente a la longitud), no podrían establecerse parcelas con las dimensiones de 100 m de longitud por 10 m de ancho, determinadas como unidad de muestreo para esta vegetación y aprobada mediante el permiso de colecta aprobado para el presente estudio.

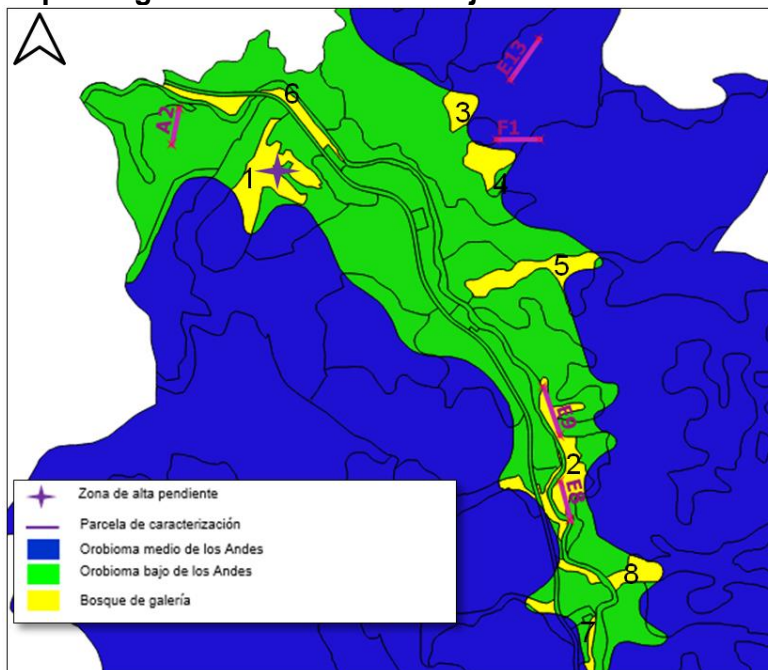
Particularmente, el parche No 1, se presenta sobre un sistema rocoso, con pendientes superiores al 50%, por lo cual no fue posible levantar unidad muestral.

Sobre el parche No 2, se levantaron las unidades E8 y E9, evidenciando una alta variabilidad entre la composición de las parcelas relacionadas, esto es debido al alto grado de intervención que presenta el bosque.

Sobre los parches No 3 al 8 se presenta un área muy reducida y un alto grado de intervención limitando la posibilidad de establecimiento de parcelas, lo anterior condujo a la utilización de unidades de muestreo en ecosistemas homogéneos cercanos fuera del AI con el fin de alcanzar los requerimientos de error establecidos, dado que dentro del área de intervención se presentan 1.06ha de este ecosistema. (Ver Fotografía 2.4)

Partiendo de las limitaciones encontradas en el área, en cuanto disponibilidad de parches, condiciones topográficas extremas y forma de los parches, necesarios para la implementación de parcelas de 100m x 10m, fue posible el levantamiento de 2 parcelas (E8 y E9), dentro del AI de la UF2, las cuales presentaron un volumen total de 6,67m<sup>3</sup> y 14,24m<sup>3</sup>, respectivamente, y en concordancia con lo propuesto por (Villarreal H. et al, 2004), se seleccionó la parcela E9, como aquella que reflejaba de mejor manera la distintividad del ecosistema en la UF2, teniendo en cuenta la alta heterogeneidad que se evidencio en campo. Posteriormente, se seleccionaron parcelas sobre el ecosistema de bosque de galería del Orobioma bajo, fuera del AI, que cumplieran con la similitud estructural de la parcela E9, con el propósito de obtener una muestra representativa del ecosistema.

**Figura 2-27 Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.



## Fotografía 2.4 Bosque de galería del Orobioma bajo de los Andes



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Captura de la información**

La información dasométrica de cada elemento fue capturada utilizando la herramienta Open Data Kit (ODK), es un conjunto de herramientas que permiten recopilar datos a través de dispositivos móviles Android y enviar datos a un servidor online. Optimiza el proceso de recopilación de datos con ODK Collect sustituyendo los formularios en papel tradicionales por formularios electrónicos que permiten subir texto, datos numéricos, GPS, fotos, vídeos, códigos de barras y audio a un servidor online. En el Anexo 5.2.1.1 se pueden consultar los formularios utilizados para el levantamiento en campo.

- **Medición de variables**

Las variables dasométricas tenidas en cuenta para el inventario forestal fueron:

- Para individuos fustales
  - Nombre común: nombre dado en la región (nombre común o vernáculo).
  - Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor de cada uno de los fustes del árbol, a realizar a 1,3 m de altura sobre el piso. (Ver Fotografía 2.5), se tuvieron en cuenta las recomendaciones para medición del diámetro propuestos por (Melo, Vargas, 2003).
  - Número del árbol: El trabajo de inventario forestal en campo, fue desarrollado por varias cuadrillas, realizando las labores respectivas de forma paralela en diferentes puntos del área de estudio, cada equipo de trabajo se conformó por un ingeniero forestal y dos auxiliares de campo; con el fin de tener organización con la información y trabajo de campo, a cada una de las cuadrillas se les asignó una letra del alfabeto (Ver Tabla 2.16), esta codificación hace parte de la marcación de las parcelas.
  - Altura total: Longitud del árbol desde el suelo hasta su ápice.



- Altura comercial: altura del fuste aprovechable, desde el tocón hasta donde inicia la copa o hasta donde haya alguna limitación como deformación, daño o lesión

**Tabla 2.16 Codificación de cuadrillas**

| Cuadrilla | Letra de Identificación |
|-----------|-------------------------|
| 1         | A                       |
| 2         | B                       |
| 3         | C                       |
| 4         | D                       |
| 5         | R                       |
| 6         | F                       |
| 7         | G                       |
| 8         | H                       |
| 9         | I                       |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

➤ Para individuos Regeneración natural

- Categoría de crecimiento: Latizal, brinzal, renuevo.
- Nombre común: nombre dado en la región (nombre común o vernáculo).
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor de cada uno de los fustes del árbol, a realizar a 1,3 m de altura sobre el piso
- Altura total: longitud del individuo desde el suelo hasta su ápice.

• **Marcación de la parcela e individuos**

Para identificar las parcelas, se realizó una marcación alfanumérica con pintura de aceite blanca, que permite una identificación rápida y evidente de la siguiente manera (P1, P2...), se marcaron numéricamente de forma consecutiva acompañado del código de la comisión correspondiente. (Ver Fotografía 2.6 )

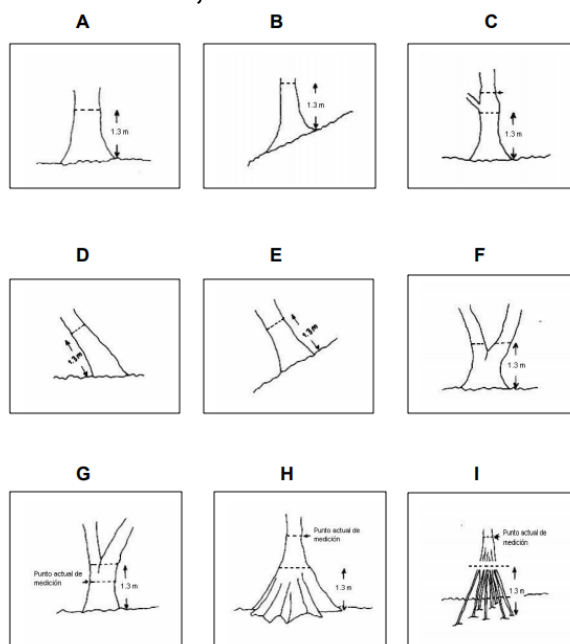
Así mismo para la marcación de los individuos de tipo fustal y latizal, se usó pintura de tránsito pesado color blanco con el fin de garantizar la permanencia de esta. Para la marcación se generará una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los latizales fueron marcados con una "X". Los individuos de tipo brinzal no fueron marcados debido al tamaño de estos.

### Fotografía 2.5 Medición del DAP



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

**Figura 2-28 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados.**



**FIGURA 2.2** Recomendaciones para la medición del diámetro en árboles deformados, bifurcados e inclinados. A: Diámetro normal. B: Árbol ubicado sobre pendiente. C: Árbol con presencia de nudos y ramificaciones. D: Árbol inclinado sobre terreno plano. E: Árbol inclinado sobre pendiente. F: Árbol bifurcado por debajo de los 1.30 m. G: Árbol bifurcado por encima de los 1.30 m. H: Árbol

Fuente: (Melo, Vargas, 2003)

## Fotografía 2.6 Identificación de las parcelas e individuos fustales

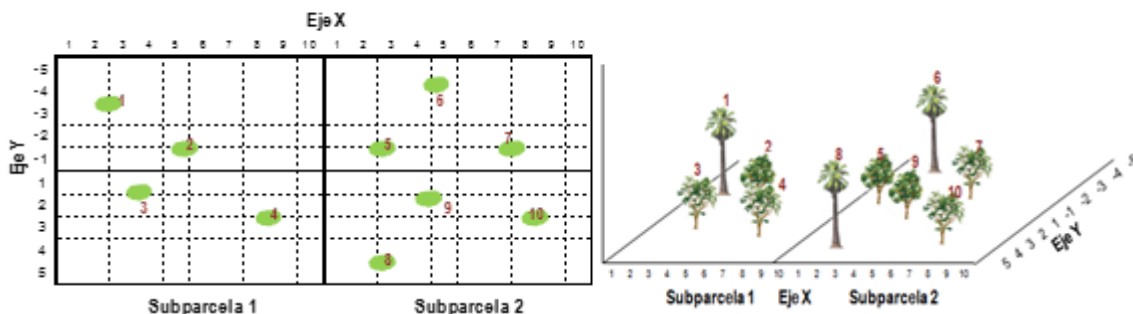


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Perfil de vegetación**

Con el fin de obtener los datos necesarios para realizar los perfiles de vegetación, dentro de cada una de las diez (10) subparcelas de 10 m x 10 m, se tomó la posición espacial bajo un plano de coordenadas cartesianas donde se ubican espacialmente los individuos pertenecientes a la categoría de fustales, en la Figura 2-29 se observan dos (2) subparcelas con el fin de graficar el desarrollo del trabajo en campo. En el formulario de Perfil de caracterización, se registran los datos de ubicación de cada uno de los árboles presentes en las 10 subparcelas, marcando con un punto el lugar en el que se localiza cada individuo.

**Figura 2-29 Localización de individuos para perfil de vegetación**




Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Identificación, Colección y Manejo del Material para la Clasificación Taxonómica**

Al momento de la colecta se diligenció completamente la etiqueta de campo (Ver Figura 2-30) la cual se adhirió a uno de los números de colección Verhoeff (Ver Figura 2-31) generados en la fase de precampo, la muestra botánica se guardó en una bolsa plástica independiente junto a la etiqueta de campo (Ver Fotografía 2.7) finalmente se colocó en un costal de fibra para su transporte al sitio donde será prensada. Solo se guardó una (1) muestra botánica por bolsa plástica de colección.

**Figura 2-30 Etiqueta de campo, para la colección de ejemplares botánicos**

| CONSULTORIA COLOMBIANA S.A (CONCOL)                                                                                                                                    |                        |                       |                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|
| Código de Colección:                                                                                                                                                   | <input type="text"/>   | Comisión/<br>Subzona: | <input type="text"/>                           |
| Familia:                                                                                                                                                               | <input type="text"/>   |                       |                                                |
| Nombre científico<br>/morfoespecie                                                                                                                                     | <input type="text"/>   |                       |                                                |
| Nombre común:                                                                                                                                                          | <input type="text"/>   | Usos:                 | <input type="text"/>                           |
| Descripción:                                                                                                                                                           | <input type="text"/>   |                       |                                                |
| Localización: Colombia, Departamento: <input type="text"/> , Municipio: <input type="text"/> ,<br>Corregimiento: <input type="text"/> , Vereda: <input type="text"/> . |                        |                       |                                                |
| Waypoint                                                                                                                                                               | <input type="text"/>   | Parcela/<br>Cobertura | <input type="text"/>                           |
| Altitud                                                                                                                                                                | <input type="text"/> m | Fecha                 | <input type="text"/> <input type="text"/> 2016 |
|  <div style="text-align: right;">"Nombre del Proyecto"</div>                        |                        |                       |                                                |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En cada una de las unidades muestréales, se recolectaron un máximo de tres (3) muestras botánicas por individuo de las especies de plantas vasculares encontradas. Para cada individuo recolectado se registró color de las hojas, flores, indumento y frutos, así como olor y textura. Todos los individuos recolectados se prensaron y preservaron empleando etanol al 70%, utilizando las técnicas clásicas de herbario, para obtener así colecciones idóneas para el debido ingreso a la colección del Herbario Nacional Colombiano (COL).

**Figura 2-31 Códigos de colección Verhoeff impresos en vinilo adhesivo.**

|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 52511 | 52511 | 52511 |
| 52524 | 52524 | 52524 |
| 52530 | 52530 | 52530 |
| 52548 | 52548 | 52548 |
| 52553 | 52553 | 52553 |
| 52569 | 52569 | 52569 |
| 52576 | 52576 | 52576 |
| 52582 | 52582 | 52582 |
| 52595 | 52595 | 52595 |
| 52609 | 52609 | 52609 |
| 52613 | 52613 | 52613 |
| 52621 | 52621 | 52621 |
| 52632 | 52632 | 52632 |
| 52645 | 52645 | 52645 |
| 52650 | 52650 | 52650 |
| 52666 | 52666 | 52666 |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

**Fotografía 2.7 Muestra colectada y etiquetada en bolsa plástica**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En la etiqueta de campo se deben registrar todos los datos posibles que complementen la información representada en el ejemplar, en este sentido la etiqueta hace parte integral de la muestra botánica, se diligenció en lápiz de manera que la tinta no pueda borrarse al alcoholizar la muestra) y se incluyó en la bolsa de colecta, posteriormente será agregada al montaje de prensado y secado del material.

- **Prensado de las muestras botánicas**

Con el fin de que las muestras botánicas se conserven en las mejores condiciones una vez colectadas se preno el mismo día o a lo sumo al día siguiente. Desde la colecta en campo hasta el momento del prensado las muestras estuvieron siempre en bolsas plásticas individuales para que se mantengan hidratadas. Para el prensado de las muestras se usaron hojas sencillas de papel periódico de formato 56 x 29 cm doblado por la mitad (Ver



Fotografía 2.8)

**Fotografía 2.8 Montaje para el prensado de material botánico**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- **Alcoholizado, embalaje y transporte del material vegetal**

Una vez el material se encuentra prensado se realizó la cadena de custodia del material, posteriormente las muestras se apilaron hasta hacer un paquete de unos 20 o 30 cm de altura, este paquete se envolvió con tres (3) hojas dobles de papel periódico dispuestas en “T”, de manera que uno de los lados del paquete se mantenga descubierto y se ató con pita de polipropileno usando un nudo en cruz, tal y como se amarra una caja

Este paquete posteriormente fue llevado a una bolsa plástica de calibre cuatro (4). Posteriormente se adiciono alcohol al 70% de forma que los paquetes queden completamente impregnados y quede un pequeño sobrenadante un alrededor de un 1 cm en el fondo de la bolsa. Posteriormente se sacó el aire de la bolsa y se sella con doble nudo utilizando pita de polipropileno y con cinta industrial.

- **Fase de Laboratorio**

Para la determinación se utilizaron claves descriptivas, entre otras Mitchell & Daly (2015), Fernández – Alonso (1996), Flora Neotrópica (1990-2010), catálogos, Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (2015)) y complementando con monografías y comparaciones directas con los ejemplares depositados en COL, en Field Museum Herbarium. Adicionalmente, se comparó el ejemplar recolectado con las imágenes de los ejemplares tipo disponibles en Global Plants (<https://plants.istor.org/>).

- **Fase de oficina y/o procesamiento de la información**

- **Cálculos dasométricos**

Se realizó el cálculo de las variables dasométricas, área basal, volumen total y volumen comercial, para obtener sus promedios por parcela y tener la base de información para los análisis estadísticos. Las fórmulas empleadas para calcular las anteriores variables son las siguientes:

**Tabla 2.17 Cálculo de variables dasométricas**

| Variable                             | Fórmula                                                                                                                                          | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Área Basal<br>Ab                     | $AB = \frac{\pi}{4} \times (DAP *)^2$                                                                                                            | Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm <sup>2</sup> o m <sup>2</sup> de material vegetal por unidad de superficie de terreno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Diámetro medio cuadrático<br>(DAP *) | $DAP = \sqrt{\sum DAP i^2}$                                                                                                                      | constituye una variable que representa el diámetro equivalente al árbol de área basal media, esta medida es más apropiada que el diámetro a la altura del pecho (DAP), para representar directamente el nivel de ocupación del espacio, utilizado para calcular el diámetro de árboles con bifurcaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Volumen                              | $VOL = A_b \times h_c \times F_f$ <p>Ab= Área basal<br/>hc=Altura comercial (m)<br/>ht=Altura total<br/>F_f=Factor de forma balanceado (0.7)</p> | <p>Este parámetro es la resultante más importante del inventario forestal, como indicador del potencial o capacidad de producción del bosque; el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del DAP, la altura y el factor de forma.</p> <p>El factor de forma o mórfico a emplearse, corresponde a 0,7 de acuerdo a lo documentado en el libro “Compilación de Tablas de Volumen para árboles en pie” preparado por el Ingeniero Forestal Francisco N Posada del INDERENA, Subgerencia de Bosques y Aguas, División Administración de Bosques (mayo/89) y el documento “Manual de Inventario Forestal para Bosques Tropicales” de la FAO 1974, los cuales describen a través de ensayos, que las especies latifoliadas del trópico arrojan un valor equivalente a 0,7.</p> <p>El volumen de un inventario puede ser expresado como volumen por unidad de área y volumen total del área a inventariar en forma de volumen total y comercial, teniendo en cuenta las alturas comerciales y totales respectivamente</p> |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

➤ **Análisis florístico y estructural**

Con la información recopilada en campo y la identificación completa en herbario, se procedió a determinar la composición florística de cada uno de los ecosistemas definidos inicialmente. El estudio de la estructura se realizó a partir del análisis de la estructura vertical y horizontal de la vegetación inventariada. Para el análisis de la estructura vertical se usaron los diagramas de perfil, los cuales permiten caracterizar e identificar las relaciones y asociaciones entre especies, familias y comunidades (Melo, Vargas, 2003). El análisis de la estratificación del perfil del bosque, se realizará identificando y estableciendo pisos sociológicos de acuerdo a la altura total de la vegetación inventariada, para esto, se

diferencian estratos o pisos forestales. Así mismo, se construyó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al., (1965, citado por (Melo, Vargas, 2003), el cual permite visualizar la presencia de estratos en el bosque.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y en las comunidades forestales sus tendencias de desarrollo, útil para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque, mediante este se calculan los índices abundancia, frecuencia y dominancia y la suma relativa de estos para hallar el índice de Valor de Importancia (IVI), así mismo se calculan índices para determinar la distribución de las especies, como el grado de agregación de las especies e índices para análisis de biodiversidad como Margalef, Shannon & Wiener y el coeficiente de mezcla, razón por la que se ha aplicado para evaluar las coberturas vegetales inventariadas en el AI de la UF 2. Los parámetros estructurales e índices de diversidad a utilizar se presentan en la

**Tabla 2.18 Parámetros estructurales e índices de diversidad**

| Parámetro                  | Definición                                                                                                                                                              | Fórmula y/o rangos de análisis                                                                                                                 |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Densidad</b>            | Corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo. Este dato es importante ya que muestra la influencia de la especie en el ecosistema. | $D = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles}}{\text{Área total del muestreo (ha)}}$                                                                 |
| <b>Abundancia absoluta</b> | Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario.                                                                                                    | $A_a = N^{\circ} \text{ de individuos por especie}$                                                                                            |
| <b>Abundancia relativa</b> | Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.                                                                              | $A_r = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ de individuos en el área muestreada} \times 100}$                   |
| <b>Frecuencia absoluta</b> | 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.                                | $F_a = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{N^{\circ} \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$ |

| Parámetro                                 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Fórmula y/o rangos de análisis                                                                                             |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Frecuencia relativa</b>                | Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $F_r = \left( \frac{F_a \text{ de una especie}}{\sum F_a} \right) \times 100$                                              |
| <b>Dominancia absoluta</b>                | Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $D_a = \sum \text{de las áreas basales de todos los individuos una especie tomados en la muestra}$                         |
| <b>Dominancia relativa</b>                | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | $D_r = \frac{\text{Área basal total por especie}}{\sum \text{Áreas basales en el área muestreada}} \times 100$             |
| <b>Índice de Valor de Importancia IVI</b> | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $I.V.I. = A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$<br>Ar%: Abundancia relativa<br>Fr%: Frecuencia relativa<br>Dr%: Dominancia relativa |
| <b>Estratificación Ogawa</b>              | Según UNESCO 1980 este método detecta la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica de dispersión de puntos, ubicando en las ordenadas la altura total y en las abscisas las alturas hasta la base de la copa, la aparición de puntos más o menos aislados indica el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe una continua sucesión desde el sotobosque hasta el dosel superior. |                                                                                                                            |
| <b>Coefficiente de mezcla</b>             | Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $C.M. = \frac{N^{\circ} \text{ de especies}}{N^{\circ} \text{ de individuos}}$                                             |

| Parámetro                                                | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Fórmula y/o rangos de análisis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grado de agregación</b>                               | Determina la distribución espacial de las especies.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $G_a = \frac{D \text{ (Densidad observada)}}{d \text{ (Densidad esperada)}}$ $D = \frac{N^{\circ} \text{ total de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ total de parcelas muestreadas}}$ $d = -\log\left(\frac{1-F}{100}\right)$ $F = \text{frecuencia absoluta de la especie}$ <p>Conforme a este sistema los valores de D/d significan:</p> <p><math>D/d &gt; 1</math>: indica tendencia al agrupamiento</p> <p><math>D/d &gt; 2</math>: significa que la especie tiene una distribución agregada</p> <p><math>D/d &lt; 1</math>: indica que la especie se encuentra dispersa</p> |
| <b>Clases diamétricas</b>                                | Permiten agrupar los diámetros medidos en el inventario para facilitar el procesamiento de los datos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Las clases diamétricas se establecen a partir de un DAP de 10 cm y se establecen mediante la aplicación de la siguiente formula:</p> <p>Número del intervalo = <math>1+3,32*\log(N)</math></p> <p>Donde N = Número de ind.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Estructura vertical - Método cualitativo – Perfil</b> | 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.<br>El perfil se construirá a partir de un plano coordenado atendiendo a la dimensión de las parcelas de 100 x 10m. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Posición sociológica</b>                              | 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). Los rangos de los substratos se establecieron a partir de las alturas mínimas y máximas de los individuos por ecosistemas.                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Regeneración natural</b>                              | 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                                                                                                                                                                                                                                       | $RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$ <p>Dónde:</p> <p>RN%=Regeneración natural relativa.</p> <p>A%RN=Abundancia relativa de la regeneración natural.</p> <p>F%RN=Frecuencia relativa de la regeneración natural.</p> <p>CT%RN =Categoría de tamaño relativa de la</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |



| Parámetro                                           | Definición                                                                                                                        | Fórmula y/o rangos de análisis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                     | de semillas viables, así como unas condiciones micro climático y edáfico adecuado para su germinación y desarrollo.               | regeneración natural.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Volumen</b>                                      | 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: <math>A_b = \text{Área basal}(m^2)</math><br/> <math>A_b = 0.78 \times DAP^2</math><br/> <math>DAP = \text{Diamétro a la altura del pecho}</math><br/> <i>(medido a 1.30 m del nivel del suelo)</i><br/> <i>DAP Cuadrático</i></p> $= \sqrt{\sum DAP^2} \dots n, \text{ para individuos con más de un fuso}$ $VOL = \text{Volumen } (m^3)$ <p><math>h_c = \text{Altura comercial } (m) \text{ o } h_t = \text{Altura total}</math><br/> <math>F_f = \text{Factor de forma } (0.7)</math><br/> <i>para especies nativas de bosque natural.</i></p> |
| <b>Índice de Simpson</b>                            | Permite medir la riqueza y densidad de las especies                                                                               | $D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$ <p>Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Índice de Margalef</b>                           | 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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Índice de diversidad de Shannon &amp; Wiener</b> | Es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada                                             | $H' = - \sum P_i \ln P_i \text{ y } \sum P_i = 1$ <p>Dónde:<br/> <math>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.}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

### • Usos de las Especies

La metodología usada para la identificación y posterior análisis de las especies de importancia económica, ecológica y cultural, corresponde a una evaluación cuantitativa de la importancia del uso de las plantas, mediante la metodología de sumatoria de usos (Boom, 1990), el número de usos es sumado dentro de cada categoría de uso, para evaluar el valor de uso de una especie. Esta es la forma más rápida de cuantificar datos etnobotánicos y

ha sido la más usada hasta el momento (Marín, et al., 2005). La ventaja principal de esta metodología, es la rapidez de su aplicación y que suministra información cuantitativa confiable para grandes áreas. La metodología consiste en que cada uso mencionado por los diferentes auxiliares de campo, se suma al valor total de la importancia de cada especie, independientemente de la categoría de uso. Las categorías de uso utilizadas, se toman con base en las definidas por (Cárdenas, et al., 2002) y corresponden a las relacionadas en la Tabla 2.18, se considera que la categorización de los usos, responde a una importancia económica y cultural de las especies.

**Tabla 2.19 Categorías de uso e importancia para las especies de flora**

| <b>Categoría de Uso</b> | <b>Definición</b>                                                                                                                             |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alimento (Al)           | Incluye especies cultivadas y del bosque, usadas como comestibles.                                                                            |
| Artesanal (Ar)          | Incluye especies utilizadas como fibras para cestería, pulpa para elaboración artesanal de papel, maderas para talla, semillas y recipientes. |
| Aserrío (As)            | Especies maderables empleadas en procesos de transformación industrial como ebanistería, chapas, triplex y otros.                             |
| Colorante (Cl)          | Plantas usadas para obtener tintes naturales.                                                                                                 |
| Combustible (Cm)        | Plantas utilizadas para leña o carbón.                                                                                                        |
| Construcción (Ct)       | Especies usadas en la edificación de viviendas, como vigas, cercas, techos, amarres, etc.                                                     |
| Cultural (Cu)           | Especies que son utilizadas en actividades sociales o rituales.                                                                               |
| Forraje (F)             | Plantas que sirven para alimento animal.                                                                                                      |
| Medicinal (M)           | Plantas usadas para tratar o prevenir enfermedades.                                                                                           |
| Ornamental (O)          | Incluye especies con uso actual o potencial en el ornato y decoración de espacios.                                                            |
| Psicotrópicas (P)       | Incluye especies que producen efectos sobre el sistema nervioso.                                                                              |
| Tóxico (T)              | Incluye especies empleadas como venenos para cacería, pesca o que se reconocen como nocivas para el hombre o animales.                        |
| Otros (Ot)              | Incluye especies con usos específicos y que no pueden ser catalogadas en las otras categorías de uso definidas en este trabajo.               |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Categorías de amenaza, vedas y endemismos**

Para evaluar el nivel de amenaza de las especies florísticas en el área de estudio, se realizó la respectiva consulta de la normatividad ambiental (Resolución 01912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0316 de 1976 del INDERENA y Resolución 0801 de 1977 del INDERENA, así como a la 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), y los Libros Rojos de las Plantas de Colombia, 2006. Por último, se consultó el listado de las especies en peligro y/o vulnerables de flora y fauna que se encuentran en estado de veda, suministrado por CORPONOR, mediante el radicado 12867 CORPONOR (Ver Anexo 5.2.1.1.).

### 2.3.2.4 Aprovechamiento Forestal

Se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en 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%...”*.

A fin de tener una imagen clara del aprovechamiento forestal a realizar, se hizo el inventario forestal de todos los árboles ubicados dentro del área de intervención del proyecto para las áreas de carácter antrópico; por su parte para las áreas naturales se estimó a partir de los estadígrafos obtenidos mediante el levantamiento de parcelas del inventario forestal (Ver Tabla 2.20), en este se inventariaron los árboles con diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm ( $DAP \geq 10$  cm). Cada árbol fue georreferenciado y marcado con pintura amarilla, con un número consecutivo y en formularios se registraron datos como: nombre común, DAP, altura total y altura comercial de cada individuo

**Tabla 2.20 Levantamiento de información según ecosistema**

| ECOSISTEMA                                                               | TIPO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN                   |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes                       | MUESTREO ESTADISTICO                                   |
| Arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes                      |                                                        |
| Bosque de galería y ripario del Orobioma bajo de los Andes               |                                                        |
| Bosque de galería y ripario del Orobioma medio de los Andes              |                                                        |
| Mosaico de cultivos del Orobioma bajo de los Andes                       | Censo Forestal al 100% de los individuos con DAP >10CM |
| Mosaico de cultivos del Orobioma medio de los Andes                      |                                                        |
| Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes  |                                                        |
| Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma medio de los Andes |                                                        |
| Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma bajo de los Andes              |                                                        |
| Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma medio de los Andes             |                                                        |
| Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma medio de los Andes    |                                                        |
| Otros cultivos transitorios del Orobioma bajo de los Andes               |                                                        |
| Otros cultivos transitorios del Orobioma medio de los Andes              |                                                        |
| Pastos arbolados del Orobioma bajo de los Andes                          |                                                        |
| Pastos arbolados del Orobioma medio de los Andes                         |                                                        |
| Pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes                        |                                                        |
| Pastos enmalezados del Orobioma medio de los Andes                       |                                                        |
| Pastos limpios del Orobioma medio de los Andes                           |                                                        |
| Vegetación secundaria baja del Orobioma medio de los Andes               | Censo Forestal al 100% de los individuos con DAP >10CM |
| Cítricos del Orobioma medio de los Andes                                 |                                                        |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

### 2.3.2.5 Epífitas

Para llevar a cabo la caracterización de las especies de epífitas vasculares y no vasculares, las cuales se encuentran en veda nacional de acuerdo con la Resolución 0213 de 1977 (INDERENA), se aplicaron diferentes metodologías de muestreo, según las características de las especies evaluadas.

Los procedimientos base para esta caracterización se dividieron como se menciona a continuación:

- Fase Precampo

Durante esta fase, se realizó la revisión de información secundaria de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífita, terrestre y/o rupícola, presentes en el área de intervención del proyecto. Para lo cual, se realizaron las siguientes actividades:

- Conformación del equipo de trabajo de campo

El equipo de trabajo estuvo conformado por 5 comisiones, cada una por un profesional especialista en plantas vasculares, un profesional en plantas no vasculares y un auxiliar de campo cada uno. A cada una de las cuadrillas se les asignó un identificador (Tabla 2.21), con el fin de marcar los árboles que fueran revisados por cada una de ellas. La marcación de árboles se realizó de forma alfa-numérica consecutiva anteponiendo el identificador, para lo cual se utilizó pintura de tránsito pesado, con el fin de garantizar la permanencia del marcado.

**Tabla 2.21 Identificación de las comisiones en campo**

| COMISIÓN | IDENTIFICADOR |
|----------|---------------|
| 1        | EPI-A         |
| 2        | EPI-B         |
| 3        | EPI-C         |
| 4        | EPI-D         |
| 5        | EPI-E         |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- Preparación de los formularios de campo

Los profesionales validaron los formularios de campo necesarios para abarcar las áreas de muestreo, los cuales fueron diligenciados de forma digital mediante el uso de una Tablet.

- Cartografía (mapas temáticos)

Previo a la salida de campo, se elaboraron mapas de la zona de estudio que ayudaron a la orientación en campo, y que también fueron subidos a la Tablet. La información contenida en cada plano básicamente consistió en: área de intervención, información veredal o centros poblados, vías de acceso, drenajes y localización de los puntos de muestreo en las diferentes coberturas de la tierra por cada zona de vida.

## – Fase Campo

Esta fase, consistió con la caracterización de las especies objeto de estudio dentro del área de intervención y que se verán afectadas por las diferentes obras constructivas del proyecto. A continuación, se describe la metodología que fue empleada:

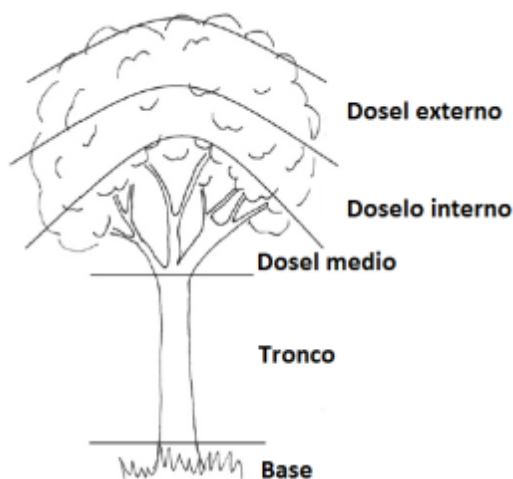
### ▪ Caracterización de epífitas vasculares y no vasculares

La caracterización de las especies de interés se realizó en parcelas de muestreo de 100 x 10 m, donde se revisaron 8 forófitos por cada hectárea a afectar, priorizado en las coberturas naturales en cada zona de vida presentes en el área de intervención del proyecto. A continuación, se describe la metodología que se siguió en campo para la captura de la información:

Se registró el forófito previamente marcado con la identificación señalada en la Figura 2-32 en el capturador de datos en la Tablet, utilizando la herramienta Open Data Kit (ODK), que es un conjunto de herramientas que permitió recopilar datos a través de dispositivos móviles Android y enviar datos a un servidor online, optimizando el proceso de recopilación de datos con ODK Collect, sustituyendo los formularios en papel tradicionales por formularios electrónicos que permiten subir texto, datos numéricos, GPS y fotografías.

A partir de los estratos verticales sugeridos por Johansson (1974), se registraron datos de abundancia (número de individuos) de las epífitas vasculares en los cinco estratos (1: base, 2: tronco, 3: dosel interno, 4: dosel medio 5: dosel externo), mientras que para las epífitas no vasculares se registró la cobertura en  $\text{cm}^2$ , teniendo en cuenta la base y el tronco hasta los 2 m de altura, la cual se midió con una plantilla en acetato transparente de 30 x 20 cm con cuadrículas de  $1 \text{ cm}^2$  (Total:  $600 \text{ cm}^2$ ) (Modificado de Iwatzuki, 1960; Wolf, 1993) (Figura 2-33).

**Figura 2-32 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epífitas**



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018. Adaptado de Johansson 1974.



**Figura 2-33 Plantilla para la estimación de la cobertura (cm<sup>2</sup>) de las especies no vasculares**

[illegible]

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

A las morfoespecies presentes en cada forófito, se tomó una muestra botánica siempre y cuando se desconociera su identificación taxonómica. Para el caso de las epífitas vasculares se registraron características como color de las hojas, flores, indumento y frutos, entre otras, y para el caso de las epífitas no vasculares se tuvo en cuenta olor, textura, forma de crecimiento y tipo de organismo, entre otras.

- Muestreo de especies vasculares y no vasculares de hábito terrestre y rupícola

Partiendo del hecho que las plantas vasculares y no vasculares pueden tener diferentes hábitos de crecimiento, en cada uno de los puntos de muestreo se realizó una parcela de 50 x 2 m donde se hizo un levantamiento cada 10 m, con el fin de identificar las especies de interés con hábito de crecimiento terrestre o rupícola. Así, para el caso de las plantas vasculares se registró el número de individuos por morfoespecie y para el caso de las no vasculares se utilizó la plantilla en acetato transparente de 30 x 20 cm con cuadrículas de 1cm<sup>2</sup> para cuantificar su abundancia.

- Colecta, prensado y secado del material colectado de especies vasculares epífitas, terrestres y/o rupícolas

Para el caso de muestras de gran tamaño, se tomaron muestras fértiles de tal manera que ocuparon una hoja de papel periódico, se recolectaron con una parte del rizoma, tallo, hojas y sus estructuras reproductivas (flores y frutos). Para el caso de ejemplares botánicos de porte pequeño, se recolectaron desde su raíz, para aquellas que crecen en macolla se

recolectó toda o parte de la macolla incluyendo sus raíces y tubérculos, en caso de especies estoloníferas se tomó muestra de los tallos subterráneos. Para el caso de las especies de la familia Orchidaceae, adicionalmente a la recolección de las hojas, flores y frutos, se recolectaron los bulbos, los rizomas, las raíces u otras partes subterráneas que fueron importantes para su identificación.

Una vez fue tomada la muestra botánica, se depositó en una bolsa plástica independiente con el formato de etiqueta diligenciado y asociando cada colección en la libreta de campo. Cada muestra se depositó en un costal de fibra buscando acomodarlas de manera que se mantuvieran en las mejores condiciones, no se dejaron muestras a la intemperie.

Después del día de trabajo en campo, se procedió al prensado del material. Para ello, cada muestra se dispuso entre hojas de papel periódico de formato 60 x 30 cm doblado por la mitad, acomodando las hojas dejando ver tanto el envés como el haz y dejando las estructuras reproductivas en el primer plano de la muestra. Cada muestra se marcó en el papel con lápiz de cera con el número de colección asociado a los datos tomados en la libreta de campo.

El material prensado se apiló en paquetes de 20 a 30 cm de altura y con la ayuda tres o cuatro hojas dobles de papel periódico fueron envueltos, de manera que la cara abierta de las hojas de periódico en las que se encuentran las muestras se mantuviera descubierta, de esa forma sobre este paquete se ejerció presión y con la ayuda de una cuerda se procedió a su amarre, con un nudo en cruz lo más ajustado posible. Se juntaron hasta tres paquetes por bolsa de formato 100 x 70 de calibre 5 a 7, una vez acomodadas las muestras, sobre estas se esparció alcohol al 75%, hasta que quedó empapado todo el material, luego se selló la bolsa de alcoholizar con doble nudo utilizando cuerda de nylon.

- Colecta, transporte y preservación especies no vasculares epifitas, rupícolas y terrestres
  - Colecta

Considerando la morfología de las plantas no vasculares, para la toma de muestras, con ayuda de una navaja o cuchillo se retiró de la superficie (corteza del árbol, roca, suelo) en un tamaño representativo (palma de la mano) la muestra, en lo posible con sus estructuras reproductivas. Éstas se dispusieron en bolsas de papel de tamaño variable, debidamente marcadas con los datos de la parcela, marcado del forófito y fecha de colecta, paralelo a este proceso se realizó el registro de datos en la libreta de campo y se tomó el correspondiente registro fotográfico.

- Transporte y preservación

Las muestras colectadas en el día y depositadas en las bolsas de papel, se transportaron en una malla o bolsa de fique, evitando cualquier afectación al material para mantenerlos en buenas condiciones. Luego en la noche las bolsas de papel se dejaron abiertas debidamente organizadas en una caja de cartón mientras fueron transportadas a su destino final.

La determinación de material vegetal se realizó a partir de claves taxonómicas provenientes de literatura especializada tales como: Bernecker (1999), Burghardt & Gradstein (2008), Chaparro & Aguirre (2002), Churchill & Linares (1995), Costa (2008), Feldberg & Heinrichs (2006), Fulford (1963, 1966), Gradstein (1994, 2001), Silva (2007), Uribe & Aguirre (1995, 1997) y Gradstein & Uribe & (2011), entre otros.

– Fase Postcampo

Una vez finalizada la fase de campo, se procedió a:

- Consolidación y depuración de las bases de datos a partir del trabajo en campo en el lenguaje para base de datos (archivo en Excel) con el listado de especies y su correspondiente abundancia en el muestreo.
- Ajustes de nombres científicos en las bases de datos.
- Para cada uno de los grupos taxonómicos (plantas vasculares y plantas no vasculares), se realizaron análisis de composición, riqueza y abundancia de las especies presentes en las áreas de intervención. En lo que respecta a la riqueza y abundancia de especies, ya sean epífitas, rupícolas o terrestres se determinaron las familias, géneros y especies más abundantes.

Como herramienta estadística se utilizó el programa Past versión 3.06 (Hammer et al, 2015) para el análisis de los índices de diversidad. Los índices utilizados fueron:

**Índice de diversidad de Margalef:** transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S=k \cdot N$  donde  $k$  es constante (Magurran, 1988, Moreno 2001).

$$D = \frac{s - 1}{\ln N}$$

$S$  = número de especies.

$N$  = número total de individuos.

**Índice de equidad Shannon-Wiener:** 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 los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988).

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

**Índice de dominancia Simpson:** manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados

al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1988; Peet 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996).

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

Pi = 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.

Una vez identificadas las especies objeto de estudio, se realizó una revisión en los diferentes listados internacionales como nacionales que indican algún grado de amenaza. 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 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible donde se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, se dictan otras disposiciones.

#### 2.3.2.6 Fauna

La metodología se dividió en tres etapas de caracterización. La primera estuvo basada en la recopilación de información secundaria, la segunda en la caracterización y muestreo de la fauna en campo y la tercera en el análisis de la información primaria y secundaria recopilada. La descripción de cada una de ellas se muestra a continuación:

- **Recopilación de Información secundaria**

Para la caracterización de la fauna del Área de Influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-Pamplonita, se siguió la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010), el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal, et al., 2006), así como los términos de referencia señalados en la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 para proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos.

En esta fase preliminar se hizo una caracterización a gran escala mediante información secundaria obtenida en diferentes fuentes bibliográficas y sistemas de información geográfica. Este punto tiene como finalidad establecer las especies de potencial presencia en el área de estudio, las metodologías a utilizar en la fase de campo, el esfuerzo de muestreo necesario para cada grupo faunístico y las técnicas de muestreo a utilizar.

Esta primera fase se divide en las siguientes etapas:

- Revisión y recopilación de la información existente en las diferentes fuentes especializadas.
- Determinación en conjunto con los especialistas de flora, los sitios de monitoreo o de observación de la fauna, con el fin de contar con áreas comunes de muestreo

(en lo posible).

- Procesamiento de la información secundaria obtenida a través de bibliografía, con información relacionada con preferencias tróficas, hábitos, migraciones, preferencia de hábitat, amenazas y endemismos.

La determinación de la composición de la fauna silvestre con probable distribución en el área de estudio, se realizó teniendo como principal fuente de información las publicaciones de trabajos y estudios con registros en el departamento del Norte de Santander, así como bibliografía especializada para cada grupo.

Estas estrategias combinadas, derivaron en la construcción de una lista potencial de especies de fauna silvestre para el área objeto de estudio (ver Capítulo 5.2 Medio Biótico Ecosistemas terrestres Fauna para especies potenciales de herpetos y mamíferos, Anexo 5.2.2.2 Especies potenciales de aves), considerando la distribución regional y el rango altitudinal de vida por especie entre los 1710 a 2312 msnm, como criterios principales. La consulta y actualización taxonómica de las especies se realizó en diversas fuentes bibliográficas de orden nacional, regional y local; así como su estado de conservación actual y tipo de hábitat característico (Tabla 2.22).

A continuación, se presentan las fuentes consultadas para cada uno de los grupos taxonómicos estudiados

**Tabla 2.22 Fuentes bibliográficas consultadas por cada grupo de fauna**

| <b>GRUPO DE FAUNA</b> | <b>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Anfibios</b>       | <u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– (ICN/ Anfibios) (disponible en <a href="http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/">http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/</a>), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales.</li> <li>– SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. <a href="http://www.siac.net.co/sib/metadatos/">http://www.siac.net.co/sib/metadatos/</a>.</li> <li>– Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarcos Colombia 3.0. <a href="http://www.tremarcoscolombia.org">http://www.tremarcoscolombia.org</a></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                       | <u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ACOSTA-GALVIS, A. R. 2000. Ranas, salamandras y caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana, 1 (3), 289-319.</li> <li>– ANGULO, A., RUEDA-ALMONACID, J. V., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., &amp; LA MARCA, E. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá D.C.: Conservación Internacional. Serie de Manuales de Campo No.2 Panamericana Formas e Impresos.</li> <li>– DUELLMAN, W., &amp; TRUEB, L. 1986. Biology of the amphibian. New York: Mcgraw-Hill Book Company.</li> <li>– RUIZ-CARRANZA, P. M., ARDILA-ROBAYO, M. C., &amp; LYNCH, J. D. (1996). Lista actualizada de la fauna Amphibia de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 20 (77), 365-415.</li> </ul> <p><u>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de anfibios en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:</u></p> |



- ACOSTA GALVIS, A. 2015. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea. V.05.2015 Recuperado el 22 de 07 de 2015, de [www.batrachia.com](http://www.batrachia.com): <http://www.batrachia.com>.
- FROST, DARREL R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.

*Identificación de los anfibios amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:*

- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 22 Noviembre 2017.
- RUEDA-ALMONACID J. LYNCH J. & AMÉZQUITA A. (eds.). 2004. Libro Rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C. 384 pp.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 del 15 de septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones".

Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.

*Revisión de estudios regionales y locales:*

- Armesto, O.; J, B, Esteban & R, Torrado. 2009. Fauna de anfibios del Municipio de Cúcuta, Norte De Santander, Colombia. Herpetotropicos vol. 5(1):57-63.
- Acevedo, A. A.; R, Franco & D. A. Carreo. 2016. Diversity of Andean amphibians of the Tamá National Natural Park in Colombia: a survey for the presence of *Batrachochytrium dendrobatidis*. Animal Biodiversity and Conservation 39.1 (2016).
- Lampo, M.; D, Sánchez.; F, Nava-Gonzalez.; C, Z, García & A, Acevedo. 2011. La desaparición de los sapitos Arlequines (*atelopos*) en Venezuela: Introducción y propagación del hongo Quítrido *batrachochytrium dendrobatidis*. *Interciencia* 2011, 36 (12).
- Acevedo- Rincon, A, A.; R, Franco-Pallares.; K, L, Silva-Perez. 2014. Nuevos registros de especies del género *Pristimantis* (Anura: Craugastoridae) para el nororiente de Colombia. *Rev. Biodivers. Neotrop* 4 (2): 162-9.
- Acevedo, A. A.; D, B. Waker.; R, Márquez.; K. Silva.; R, Franco & A, Amézquita. 2013. Two New Species of Salamanders, Genus *Bolitoglossa* (Amphibia: Plethodontidae), from the Eastern Colombian Andes. *Zootaxa* 3609 (1): 069-084.
- CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB.
- Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008.

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | Documento Ejecutivo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|          | <u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– (ICN/ Reptiles) (disponible en <a href="http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/">http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/</a>), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales.</li> <li>– SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en octubre de 2017, de <a href="http://www.siac.net.co/sib/metadatos/">http://www.siac.net.co/sib/metadatos/</a>.</li> <li>– Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. <a href="http://www.tremarctoscolombia.org">http://www.tremarctoscolombia.org</a></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|          | <u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– AVILA-PIRES, T. 1995. Lizards of Braziliam Amazonia (Reptilia: Squamata). ZoologischeVerhandeligen</li> <li>– AYALA, S., &amp; CASTRO, F. (Inédito). Los lagartos de Colombia. Departamento de Microbiología división de salud Universidad del Valle, Cali-Tulane University International Center for Medical Research.</li> <li>– PÁEZ, V. P., MORALES-BETANCOURT, M. A., LASSO, C., CASTAÑO-MORA, O. V., &amp; BOCK, B. C. 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Bogotá: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt</li> <li>– RUEDA-ALMONACID, J., CARR, J., MITTERMEIER, R. A., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., MAST, R. B., VOGT, R. C. 2007. Las tortugas y crocodilianos de los países andinos del trópico. Bogotá: Serie de guías tropicales de campo No. 6, Conservación Internacional, Editorial Panamericana.</li> <li>– SÁNCHEZ, C., CASTAÑO, O., &amp; CÁRDENAS, G. 1995. Diversidad de los Reptiles en Colombia. En O. Rangel (Ed.), Diversidad Biótica I (págs. 277-325). Bogotá D.C., Colombia: Guadalupe Ltda. Universidad Nacional de Colombia. INDERENA, Fundación FES.</li> </ul> |
|          | <u>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de reptiles en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– IUC. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3. &lt;<a href="http://www.iucnredlist.org">http://www.iucnredlist.org</a>&gt;. Downloaded on 22Oct2017</li> <li>– UETZ, P., &amp; JÍRI. 2015. The EMBL ReptileDatabase. Obtenido de <a href="http://reptile-database.reptarium.cz/">http://reptile-database.reptarium.cz/</a></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|          | <u>Identificación de los reptiles amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– IUCN. The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2015.2. &lt;<a href="http://www.iucnredlist.org">http://www.iucnredlist.org</a>&gt;. Downloadedon 22Oct2017.</li> <li>– Castaño-Mora, O. (2002). Libro rojo de los Reptiles de Colombia. Bogotá: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia.</li> <li>– MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 del 15 de septiembre de 2017. "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones".</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Reptiles | Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). Convención sobre el comercio internacional de especies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de <a href="http://www.cites.org/esp/app/appendices.php">http://www.cites.org/esp/app/appendices.php</a></p> <p><u>Revisión de estudios regionales y locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cáceres-Martínez CH, Acevedo Rincón AA, Sierra Leal JA, González-Maya JF. Kinosternon scorioides scorioides (Testudines: Kinosternidae): nuevo reporte en el nororiente de Colombia. Acta biol. Colomb. 2017;22(2):242-245.</li> <li>– Armesto, L. O.; D, R, Gutiérrez.; R, D, Pacheco &amp; A, O, Gallego. 2011. Reptiles from the municipality of Cúcuta (norte de Santander, Colombia). bol.cient.mus.hist.nat. 15 (2): 157 – 168.</li> <li>– CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB.</li> <li>– Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p.</li> </ul> <p>Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Aves</b> | <p><u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ICN/ Aves (disponible en <a href="http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/">http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/</a>). Recuperado en noviembre de 2017.</li> <li>– SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en octubre de 2017, de <a href="http://www.siac.net.co/sib/metadatos/">http://www.siac.net.co/sib/metadatos/</a>.</li> <li>– Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. <a href="http://www.tremarctoscolombia.org">http://www.tremarctoscolombia.org</a></li> </ul> <p><u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– BIRDLIFE INTERNATIONAL 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3. &lt;<a href="http://www.iucnredlist.org">www.iucnredlist.org</a>&gt;. Downloaded on Oct 2017.</li> <li>– CHAPARRO-HERRERA, S., ECHEVERRY-GALVIS, M. Á., CÓRDOBA-CÓRDOBA, S. &amp; SUA-BECERRA, A. 2014. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana 14: 113–150.</li> <li>– HILTY, S.L. &amp; W. BROWN. 2001. Guía de las aves de Colombia. Traducción al español por H. Álvarez-López. American BirdConservancy, Sociedad Antioqueña de Ornitología y Universidad del Valle, Cali</li> <li>– MCMULLAN, M. &amp; DONEGAN, T. 2014. Field Guide to the Birds of Colombia. ProAves Colombia.</li> <li>– NARANJO, L. G., J. D. AMAYA, D. EUSSE-GONZÁLEZ &amp; Y. CIFUENTES-SARMIENTO (Editores). 2012. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / WWF Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. 708 p.</li> <li>– RENJIFO, L. M., GÓMEZ, M. F., VELÁZQUEZ-TIBATÁ, J., AMAYA-VILLAREAL, A. M., KATTAN, G. H., AMAYA-ESPINEL, J. D., &amp; BURBANO-GIRÓN, J. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.</li> <li>– RESTALL, R., C. RODNER &amp; M. Lentino. 2007. Birds of Northern South America: an identification guide. Vol. 1. 880 p. Londres y Yale, University Press.</li> <li>– RODA, J., FRANCO A. M., BAPTISTE M. P., MÚNERA C. &amp; GÓMEZ D. M. 2003. Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de identificación CITES de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von</li> </ul> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia. Pp. 352.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– RODRÍGUEZ MAHECHA, J. V. &amp; J. I. HERNÁNDEZ CAMACHO. 2005. Loros de Colombia. Conservation International Tropical Field Guide Series No. 3.</li> <li>– SALAMAN, P. G., DONEGAN, T. &amp; CARO, D. 2009. Lista de aves de Colombia 2009. Conservación Colombiana 8:1-89.</li> </ul> <p><u>Identificación de las especies de aves amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. &lt;<a href="http://www.iucnredlist.org">http://www.iucnredlist.org</a>&gt;. Downloaded on 22Oct2017.</li> <li>– MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 del 15 de septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones”.</li> </ul> <p>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de aves en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– IUCN The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2017.3. &lt;<a href="http://www.iucnredlist.org">http://www.iucnredlist.org</a>&gt;. Downloaded on 22Oct2017.</li> <li>– Bird Life International. <a href="http://www.birdlife.org">http://www.birdlife.org</a>. Downloaded on 22Oct2017.</li> </ul> <p>Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de <a href="http://www.cites.org/esp/app/appendices.php">http://www.cites.org/esp/app/appendices.php</a>.</p> <p><u>Revisión de estudios regionales y locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gallardo, A. O.; J, S, Zuleta &amp; L, R, Peña. 2013. Folleto de aves de Pamplona –Norte de Santander, Colombia. Biólogos, Grupo de investigación de Ecología y Biogeografía de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia.</li> <li>– Setina, V &amp; D, J, Lizcano.; D, M, Brooks &amp; L, F, Silveira. Population density of the helmeted curassow (<i>Pauxi pauxi</i>) in Tamá National Park, Colombia. The Wilson Journal of Ornithology 124(2):316–320, 2012.</li> <li>– Armesto, L. O.; R, A, Torrado-Vargas &amp; J, B, Esteban-Llanares. Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb., Vol. 18 n.º 1, 2013.</li> <li>– Cáceres, L. F., Moreno, C., Murillo, J. A. y Briceño, E. R. (eds). 2015. Aves Amenazadas en el departamento de Santander. Estrategia regional para su conservación. Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). San Gil, Colombia. pp</li> <li>– Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p.</li> <li>– Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.</li> <li>– POMCA RIO PAMPLONITA, TOMO III Caracterización y diagnóstico de la Cuenca del Río Pamplonita. CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios</li> </ul> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Ambientales – IDEAB.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                  | <u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tremarctos</li> <li>– (ICN/ Mamíferos) (disponible en <a href="http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/">http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/</a>), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales.</li> <li>– SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en octubre de 2017, de <a href="http://www.siac.net.co/sib/metadatos/">http://www.siac.net.co/sib/metadatos/</a></li> <li>– Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. <a href="http://www.tremarctoscolombia.org">http://www.tremarctoscolombia.org</a></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                  | <u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Mamíferos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– SOLARI, S. MUÑOZ-SABA, Y. RODRIGUEZ- MAHECHA, J.V, RAMÍREZ-CHAVES, H, E Y TRUJILLO, F. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical 20(2):301-365.</li> <li>– RAMIREZ – CHAVES H &amp; SUAREZ- CASTRO A. 2014. Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio Nacional. Notas Mastozoológicas. Sociedad Colombiana de Mastozoología vol. 1 Núm. 2 - 2014</li> <li>– EISENBERG J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. Volumen 1: Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press. 449 p. Chicago, USA.</li> <li>– EMMONS, L.H Y FEER, F. 1997. Neotropical Rainforest Mammals, a Field Guide. The University of Chicago Press. Chicago.</li> <li>– ALBERICO, M., CADENA, A., HERNÁNDEZ-CAMACHO, J., MUÑOZ-SABA, Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana, 1: 43 – 75.</li> <li>– PATTON J.L, U.F.J, PARDIÑAS &amp; D'ELIA G. (Eds). 2015. Mammals of South America. Volume 2. Rodents. University of Chicago Press. 1335 pp.</li> <li>– MORALES-JIMÉNEZ, A. L., F. SÁNCHEZ, K. POVEDA, &amp; A. CADENA. 2004. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia. Guía de campo. Bogotá, Colombia. 248 pp.</li> <li>– TIRIRA, D. G. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuador. p 576.</li> <li>– RODRIGUEZ – MAHECHA J.V., J.I. HERNÁNDEZ-CAMACHO, T.R. DEFLER, M. ALBERICO, R.B. MAST, R.A. MITTERMEIER &amp; A. CADENA. 1995. Mamíferos colombianos: Sus nombres comunes e indígenas. Occasional Papers in Conservation Biology, 3: 1-56.</li> <li>– WILSON, D. E.; D. M. REEDER, (Eds.) 2005. Mammals Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, v. 1 y 2 2,142 pp</li> <li>– VOSS, ROBERT S.; EMMONS, LOUISE. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the AMNH; N°. 230</li> <li>– LINARES O. 1998. Mamíferos de Venezuela. Sociedad conservacionista Abdudon de Venezuela, Caracas, Venezuela. 691 p</li> </ul> |
|                  | <u>Para Marsupiales se sigue a:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– CUARTAS-CALLE, C &amp; MUÑOZ-ARANGO. J., 2003. Marsupiales, caenoléstidos e insectívoros de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Ciencia y Tecnología.</li> <li>– GARDNER A. L. (ED.). 2008. Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press. 690 pp.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                  | <u>Para roedores a:</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- PATTON J.L., U.F.J., PARDIÑAS &amp; D'ELIA G. (Eds). 2015. Mammals of South America. Volume 2. Rodents. University of Chicago Press. 1335 pp.</li> </ul> <p><u>Para primates a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DEFLER, T. R. 2004. Primates de Colombia. Serie de guías tropicales de campo. Conservación Internacional Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 543 pp.</li> <li>- DEFLER, T. R. 2010. Historia natural de los primates colombianos -- 2a. ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2010. 612</li> </ul> <p><u>Para quirópteros a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MANTILLA-MELUK, H., JIMÉNEZ-ORTEGA, A.M., BAKER, R.J. 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution, and Biogeography. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 56 pp.</li> <li>- MANTILLA-MELUK, H., RAMÍREZ-CHAVEZ, H., JIMENEZ- ORTEGA, A.M Y RODRÍGUEZ-POSADA, M. E. 2014. Emballonurid bats from Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography. Therya 5 (1):229-255.</li> <li>- MUÑOZ, J. 2001. Los Murciélagos de Colombia: Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Ed Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia 391 pp</li> <li>- VELAZCO, P. M. 2005. Morphological Phylogeny of the bat Genus <i>Platyrrhinus</i> Saussure, 1860 (Chiroptera: Phyllostomidae) with the description of four new species. Fieldiana. Zoology, New Series 105 Publication 1535: 1-53.</li> <li>- GARDNER A. L. (ED.). 2008. Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press. 690 pp.</li> <li>- SOLARI, S, MARTÍNEZ-ARIAS, V; (2014). Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera). THERYA, Vol.5(1): 167-196 DOI: 10.12933/therya-14-180</li> </ul> <p><u>Para verificar las especies de murciélagos migratorios a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SAAVEDRA- RODRIGUEZ C &amp; ROJAZ- DÍAZ V. 2009. Murciélagos migratorios en Colombia, en Plan Nacional de las especies migratorias, (Naranjo L &amp; Amaya J, eds). 1 edición Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF Colombia. Bogotá. Págs. 51 a 62.</li> </ul> <p><u>Para Felinos a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PAYÁN GARRIDO, E. Y SOTO VARGAS, C. 2012. Los Felinos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo. 48 pp.</li> </ul> <p>Se identifican los mamíferos amenazados teniendo en cuenta las categorías globales de la IUCN (2017) y las categorías nacionales descritas en el libro rojo de mamíferos de Colombia (Rodríguez - Mahecha et al (eds), 2006 y en la Resolución Número 1912 del 15 de septiembre de 2017, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, vigentes desde el 4 de octubre del 2017).</p> <p><u>Revisión de estudios regionales y locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p.</li> </ul> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gallardo AO, Lizcano DJ. Organización social de una colonia del murciélago <i>Carollia brevicauda</i> en un refugio artificial, Bochalema, Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb. 2014; 19(2):241-250.</li> <li>– Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.</li> <li>– Cáceres-Martínez, C, H.; A, A, Acevedo-Rincón &amp; L, R, Sánchez-Montaño. 2015. Registros de plásticos en la ingesta de <i>Tremarctos ornatus</i> (Carnívora: Ursidae) y de <i>Nasua olivacea</i> (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. Revista Mexicana de Biodiversidad 86 (2015) 839–842.</li> <li>– Cáceres-Martínez, C, H.; A, A, Acevedo-Rincón &amp; J, F, González-Maya. 2016. Diversidad y patrones de actividad de los medianos y grandes mamíferos del Parque Nacional Natural Tamá y su zona de amortiguación, Colombia. Therya, 2016, Vol. 7 (2): 285-298</li> <li>– POMCA RIO PAMPLONITA, TOMO III Caracterización y diagnóstico de la Cuenca del Río Pamplonita. CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB.</li> </ul> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

## • Fase de campo




### ➤ Sitios de Muestreo



Para la caracterización de la fauna silvestre en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-Pamplonita, se realizó un muestreo estratificado, de acuerdo con las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área. Con ayuda de la información cartográfica y fotografías aéreas de la zona, se escogieron sitios probables de muestreo teniendo en cuenta las coberturas de la tierra presentes, los accesos viales y la disposición a lo largo del área de influencia. Los sitios que se definieron fueron validados en campo y ajustados según las coberturas presentes, los permisos de entrada a los predios y la seguridad.

Con respecto a la selección de las coberturas, se partió de la clasificada según Corine Land Cover para Colombia (Capítulo 5.2 Biótico Flora. Coberturas de la Tierra en el Área de Influencia), pero para la caracterización de la fauna silvestre y su respectivo análisis, se definieron hasta el nivel dos, ya que es un territorio ampliamente transformado. Teniendo en cuenta lo anterior, no se realizó la selección de coberturas hasta el nivel 3 ó 4, por el pequeño tamaño que presentaron dichas coberturas, situación que impedía la implementación de los métodos de campo como trampas y redes para la caracterización de la mastofauna y avifauna.

Siendo así las cosas, para realizar los muestreos de fauna, las coberturas fueron agrupadas de la siguiente forma: Zonas Industriales o Comerciales y redes de comunicación (Territorios Artificializados), Pastos, Áreas agrícolas heterogéneas (Territorios agrícolas) y Bosques y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Bosques y Áreas seminaturales) debido a la afinidad estructural y a la oferta de recursos que brindan los hábitats a la fauna silvestre presente en el área (Tabla 2.23).

**Tabla 2.23 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna**

| NIVEL                       |                                                               | Símbolo    | Fotografía                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | 2                                                             |            |                                                                                                                                                                 |
| 1. TERRITORIOS ARTIFICIALES | 1.2. Zonas Industriales o Comerciales y redes de comunicación | <i>Zi</i>  |  <p>Coordenada: Este: 1161197; Norte: 1311827.<br/>Municipio Pamplonita.</p>  |
|                             | 2.3. Pastos                                                   | <i>Pa</i>  |  <p>Coordenada: Este: 1159814; Norte: 1307891.<br/>Municipio Pamplonita.</p> |
| 2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS    | 2.4. Áreas agrícolas heterogéneas                             | <i>Aah</i> |  <p>Coordenada: Este: 115990; Norte: 1308010.<br/>Municipio Pamplonita.</p> |

| NIVEL                            |                                                | Símbolo     | Fotografía                                                                                                                                                   |
|----------------------------------|------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                | 2                                              |             |                                                                                                                                                              |
| 3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES | 3.1. Bosques                                   | <i>Bos</i>  |  <p>Coordenada: Este: 1160981; Norte: 1310013.<br/>Municipio Pamplona.</p> |
|                                  | 3.2. Áreas con vegetación herbácea y arbustiva | <i>Avha</i> |  <p>Coordenada: Este: 1160697; Norte: 1313575.<br/>Municipio Pamplona</p> |

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

A continuación (

Tabla 2.24 y Figura 2-34), se presentan los puntos de muestreos de anfibios y reptiles para su caracterización en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-Pamplonita (Anexo 1: PAPM\_028\_EIA\_MB\_MF\_001\_SIG - GBD

componente Fauna).

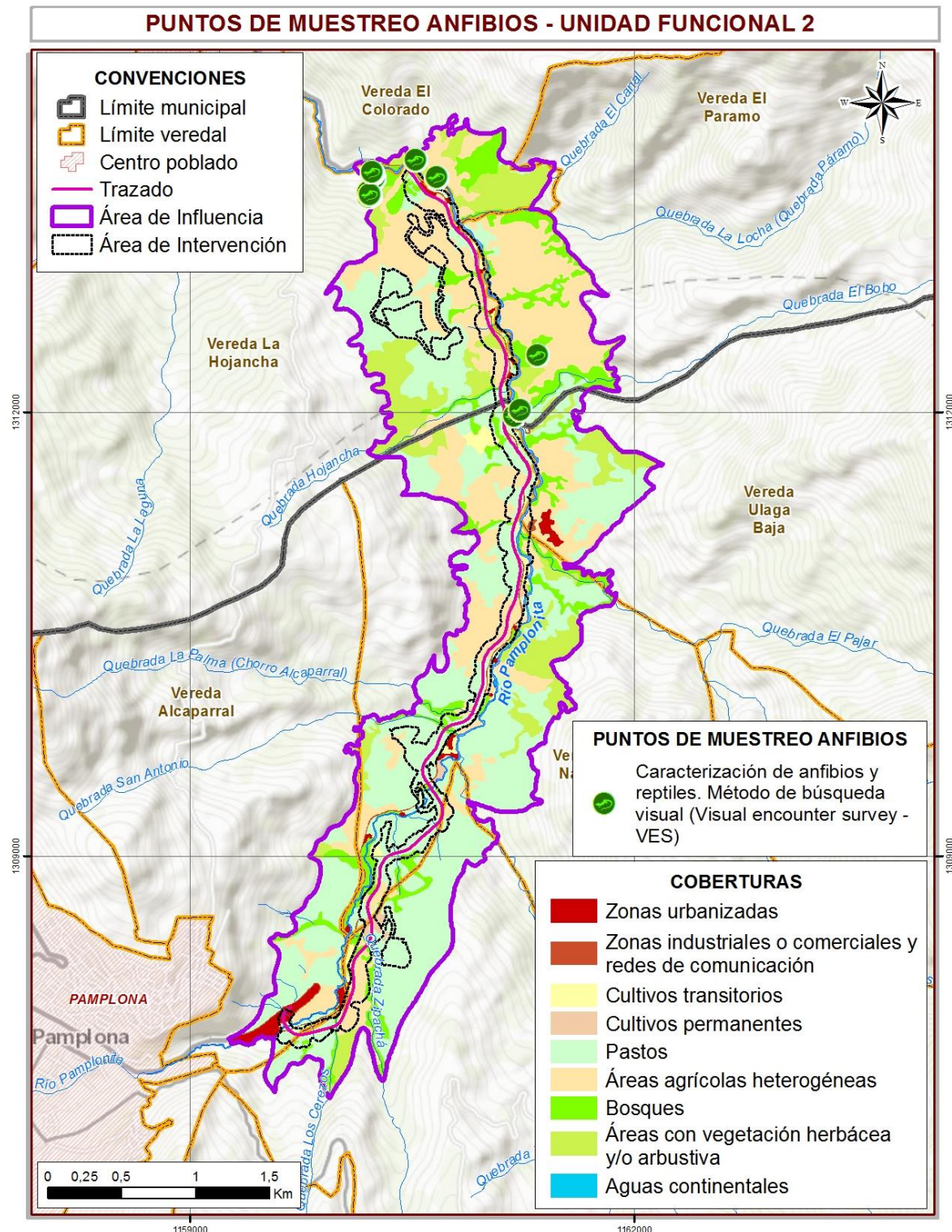
**Tabla 2.24 Puntos de muestreo donde fueron registrados ejemplares, métodos de campo, asociación a cobertura vegetal para la caracterización de anfibios y reptiles**

|                            | Método                                                                                | ID Muestreo  | Coberturas vegetales | Coordenada Este | Coordenada Norte |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-----------------|------------------|
| <b>ANFIBIOS Y REPTILES</b> | Inspección por encuentro visual con captura manual<br>(VES; Visual Encounter Surveys) | POAnf001_UF2 | Bos                  | 1161192         | 1311977          |
|                            |                                                                                       | POAnf002_UF2 | Bos                  | 1160243         | 1313589          |
|                            |                                                                                       | POAnf003_UF2 | Bos                  | 1160235         | 1313622          |
|                            |                                                                                       | POAnf004_UF2 | Avha                 | 1160524         | 1313714          |
|                            |                                                                                       | POAnf005_UF2 | Aah                  | 1160668         | 1313597          |
|                            |                                                                                       | POAnf006_UF2 | Bos                  | 1160221         | 1313475          |
|                            |                                                                                       | POAnf007_UF2 | Bos                  | 1160204         | 1313461          |
|                            |                                                                                       | POAnf008_UF2 | Bos                  | 1160202         | 1313493          |
|                            |                                                                                       | POAnf009_UF2 | Bos                  | 1160212         | 1313477          |
|                            |                                                                                       | POAnf010_UF2 | Aah                  | 1161347         | 1312392          |
|                            |                                                                                       | POAnf011_UF2 | Pas                  | 1160227         | 1313628          |
|                            |                                                                                       | POAnf012_UF2 | Bos                  | 1161232         | 1312019          |
|                            |                                                                                       | PORep01_UF2  | Bos                  | 1161232         | 1312019          |
|                            |                                                                                       | PORep02_UF2  | Bos                  | 1161192         | 1311977          |
|                            |                                                                                       | PORep03_UF2  | Avha                 | 1160695         | 1313576          |
|                            |                                                                                       | PORep04_UF2  | Bos                  | 1160235         | 1313622          |
|                            |                                                                                       | PORep05_UF2  | Pas                  | 1160667         | 1309145          |
|                            |                                                                                       | PORep06_UF2  | Bos                  | 1160202         | 1313492          |
|                            |                                                                                       | PORep07_UF2  | Avha                 | 1160525         | 1313704          |
|                            |                                                                                       | PORep08_UF2  | Pas                  | 1161521         | 1312247          |
|                            |                                                                                       | PORep09_UF2  | Pas                  | 1161564         | 1312171          |
|                            |                                                                                       | PORep10_UF2  | Aah                  | 1160668         | 1313595          |
|                            |                                                                                       | PORep11_UF2  | Bos                  | 1161264         | 1312059          |
|                            |                                                                                       | PORep12_UF2  | Bos                  | 1160226         | 1313475          |

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

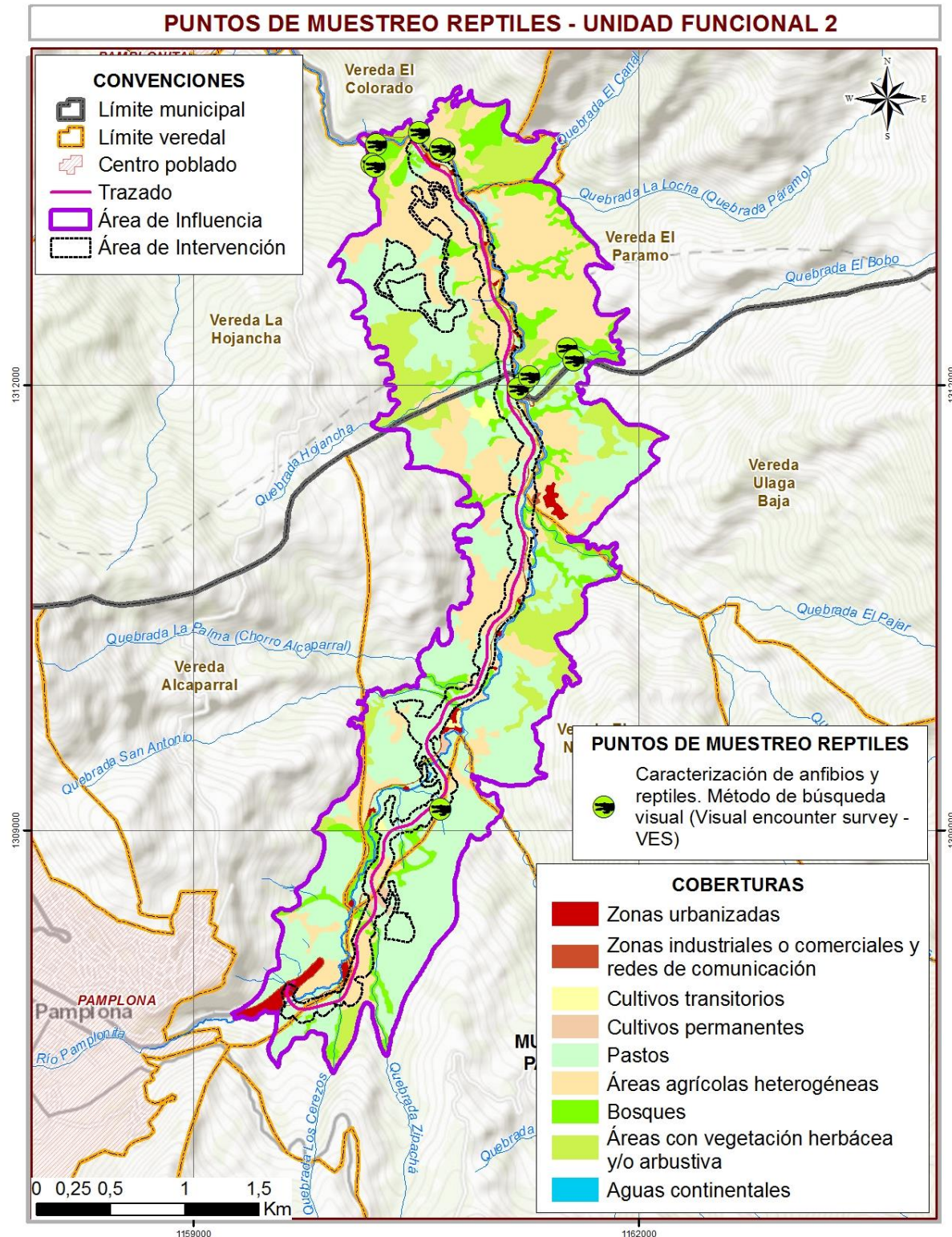


**Figura 2-34 Sitios de muestreo de anfibios y reptiles**



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.





Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Los puntos de muestreo de la avifauna se presentan a continuación ( Tabla 2.26; Figura 2-35 Anexo 1: PAPM\_028\_EIA\_MB\_MF\_001\_SIG - GBD componente Fauna).

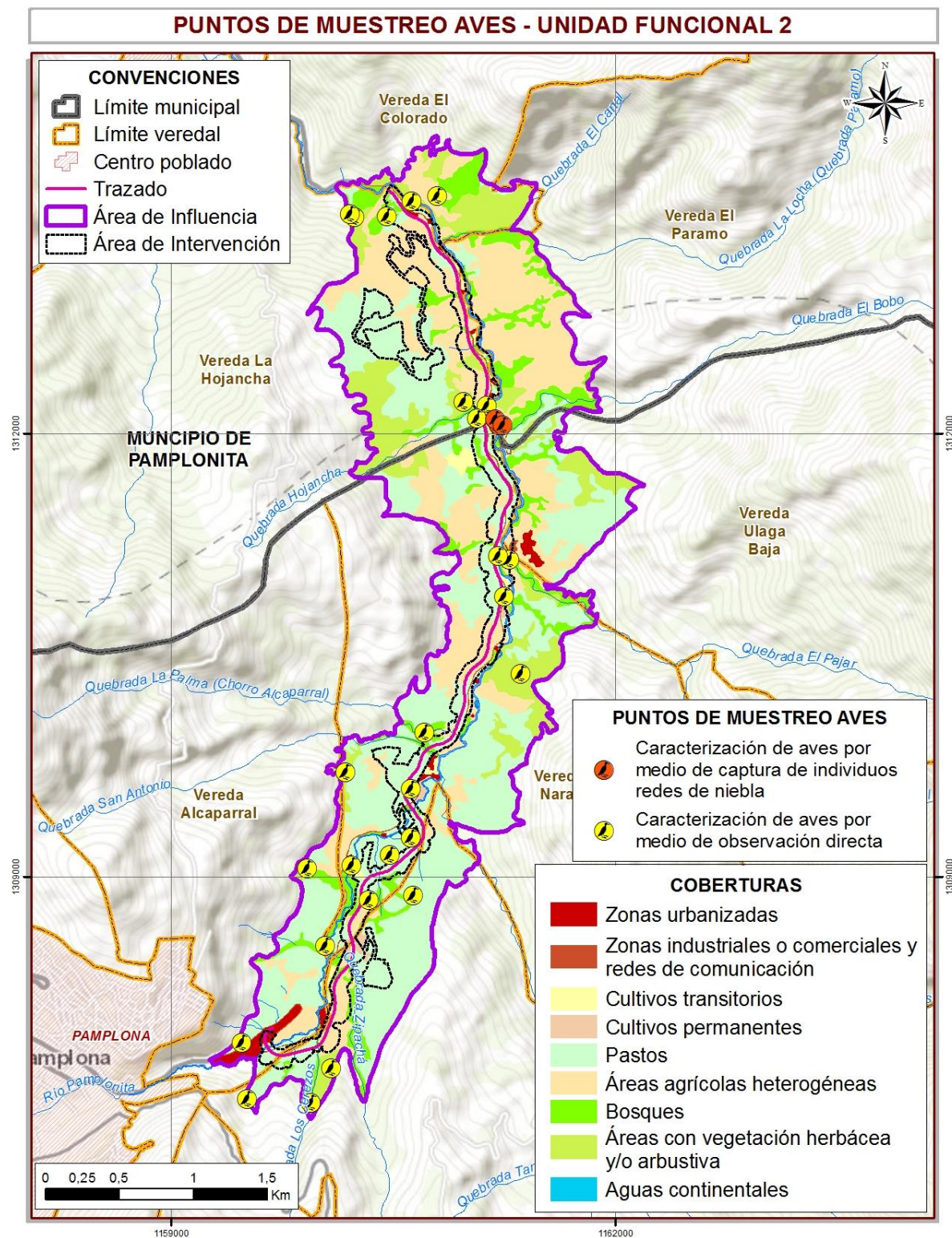
**Tabla 2.25 Puntos de muestreo donde fueron registrados ejemplares, métodos de campo, asociación a cobertura vegetal para la caracterización de aves**

|      | Método                                          | ID Muestreo | Coberturas vegetales | Coordenada Este | Coordenada Norte |
|------|-------------------------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|------------------|
| AVES | Recorridos de observación y audición ad libitum | POA001-UF2  | <i>Pa</i>            | 1159476         | 1307881          |
|      |                                                 | POA002-UF2  | <i>Bos</i>           | 1159941         | 1307473          |
|      |                                                 | POA003-UF2  | <i>Pa</i>            | 1159513         | 1307497          |
|      |                                                 | POA004-UF2  | <i>Bos</i>           | 1161285         | 1311144          |
|      |                                                 | POA005-UF2  | <i>Bos</i>           | 1160218         | 1309077          |
|      |                                                 | POA006-UF2  | <i>Zi</i>            | 1160040         | 1308532          |
|      |                                                 | POA007-UF2  | <i>Avha</i>          | 1160080         | 1307707          |
|      |                                                 | POA008-UF2  | <i>Pa</i>            | 1161132         | 1312187          |
|      |                                                 | POA009-UF2  | <i>Pa</i>            | 1161210         | 1311172          |
|      |                                                 | POA010-UF2  | <i>Avha</i>          | 1160625         | 1313568          |
|      |                                                 | POA011-UF2  | <i>Pa</i>            | 1160454         | 1313470          |
|      |                                                 | POA012-UF2  | <i>Zi</i>            | 1161248         | 1310896          |
|      |                                                 | POA013-UF2  | <i>Aah</i>           | 1160795         | 1313607          |
|      |                                                 | POA014-UF2  | <i>Bos</i>           | 1160237         | 1313465          |
|      |                                                 | POA015-UF2  | <i>Bos</i>           | 1160206         | 1313483          |
|      |                                                 | POA016-UF2  | <i>Avha</i>          | 1161361         | 1310372          |
|      |                                                 | POA017-UF2  | <i>Avha</i>          | 1160975         | 1312215          |
|      |                                                 | POA018-UF2  | <i>Bos</i>           | 1160709         | 1309975          |
|      |                                                 | POA019-UF2  | <i>Avha</i>          | 1160176         | 1309706          |
|      |                                                 | POA020-UF2  | <i>Avha</i>          | 1159918         | 1309055          |
|      |                                                 | POA021-UF2  | <i>Pa</i>            | 1160333         | 1308843          |
|      |                                                 | POA022-UF2  | <i>Pa</i>            | 1160631         | 1308875          |
|      |                                                 | POA023-UF2  | <i>Pa</i>            | 1160478         | 1309147          |
|      |                                                 | POA024-UF2  | <i>Pa</i>            | 1160619         | 1309595          |
|      |                                                 | POA025-UF2  | <i>Pa</i>            | 1161065         | 1312103          |
|      |                                                 | POA026-UF2  | <i>Pa</i>            | 1160620         | 1309263          |
|      | Redes de niebla                                 | REDA002-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161213         | 1312057          |
|      |                                                 | REDA004-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161186         | 1312096          |
|      |                                                 | REDA005-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161239         | 1312054          |

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.



**Figura 2-35 Sitios de muestreo de Aves**



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Los puntos de muestreo de la mastofauna se presentan a continuación (Tabla 2.26; Figura 2-36, Anexo 1: PAPM\_028\_EIA\_MB\_MF\_001\_SIG - GBD componente Fauna).

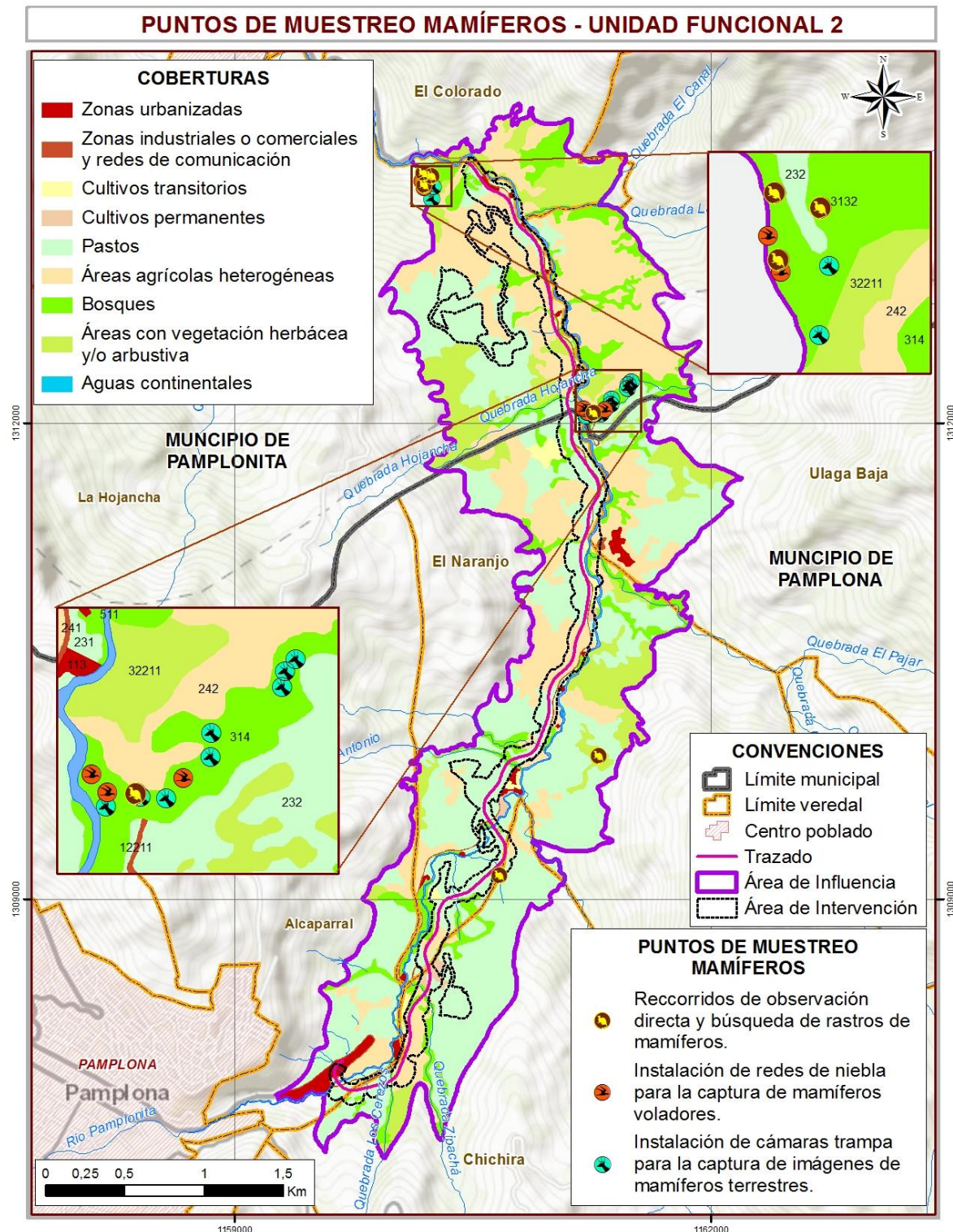
**Tabla 2.26 Puntos de muestreo donde fueron registrados ejemplares, métodos de campo, asociación a cobertura vegetal para la caracterización de mamíferos**

|           | Método                    | ID Muestreo | Coberturas vegetales | Coordenada Este | Coordenada Norte |
|-----------|---------------------------|-------------|----------------------|-----------------|------------------|
| MAMÍFEROS | Cámaras trampas           | CAMTR01-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161497         | 1312261          |
|           |                           | CAMTR02-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161482         | 1312244          |
|           |                           | CAMTR03-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161477         | 1312220          |
|           |                           | CAMTR04-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161374         | 1312153          |
|           |                           | CAMTR05-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161373         | 1312118          |
|           |                           | CAMTR06-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161308         | 1312057          |
|           |                           | CAMTR07-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161270         | 1312060          |
|           |                           | CAMTR09-UF2 | <i>Bos</i>           | 1161220         | 1312045          |
|           |                           | CAMTR11-UF2 | <i>Bos</i>           | 1160240         | 1313415          |
|           |                           | CAMTR12-UF2 | <i>Bos</i>           | 1160251         | 1313492          |
|           | Recorridos de observación | POM02-UF2   | <i>Bos</i>           | 1161264         | 1312064          |
|           |                           | POM03-UF2   | <i>Bos</i>           | 1160242         | 1313558          |
|           |                           | POM04-UF2   | <i>Avha</i>          | 1161293         | 1309902          |
|           |                           | POM05-UF2   | <i>Bos</i>           | 1160194         | 1313499          |
|           |                           | POM06-UF2   | <i>Bos</i>           | 1160190         | 1313574          |
|           |                           | POM11-UF2   | <i>Pa</i>            | 1160668         | 1309144          |
|           | Redes de niebla           | REDM01-UF2  | <i>Bos</i>           | 1161199         | 1312093          |
|           |                           | REDM02-UF2  | <i>Bos</i>           | 1161222         | 1312066          |
|           |                           | REDM03-UF2  | <i>Bos</i>           | 1161264         | 1312064          |
|           |                           | REDM04-UF2  | <i>Bos</i>           | 1161333         | 1312087          |
|           |                           | REDM05-UF2  | <i>Bos</i>           | 1160197         | 1313486          |
|           |                           | REDM06-UF2  | <i>Bos</i>           | 1160183         | 1313526          |

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.



**Figura 2-36 Sitios de muestreo de Mamíferos**



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

➤ Metodología aplicada en campo

➤ Anfibios y Reptiles

Para la caracterización de anfibios y reptiles en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-Pamplonita, se utilizó la técnica de inspección por encuentro visual con captura manual (VES; Visual Encounter Surveys) (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, & Foster, 1994), método que es ampliamente utilizado en Programas de evaluación rápida (RAPs, Rapid Assessment Programs), los cuales consisten en búsquedas realizadas en un periodo corto de tiempo dentro de un área particular (McDiarmid, Foster, Guyer, Gibbons, & Chernoff, 2012). En esta técnica se realizan recorridos aleatorios (

Figura 2-37) en búsqueda de individuos en hasta 2 m de altura en la vegetación, cuya ventaja es que tanto las especies como los individuos de cada especie tienen la misma probabilidad de ser observados durante la inspección (Urbina-Cardona, Bernal, Giraldo-Echeverry, & Echeverry-Alcendra, 2015).

**Figura 2-37 Ejemplos de recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles**



Izquierda: Diseño de recorrido aleatorio para el muestreo de anfibios y reptiles mediante la técnica de inspección por encuentro visual (VES), Fuente: (Urbina-Cardona, Bernal, Giraldo-Echeverry, & Echeverry-Alcendra, 2015). Derecha: Ejemplo de recorridos realizados para la caracterización de herpetos.

Fuente: Consultoría Colombiana, 2017.

El equipo constó de tres (3) profesionales en biología, los cuales realizaron dos (2) muestreos diarios por (7) días durante diferentes horas en la mañana (7:00 a 11:00), la tarde (14:00 a 17:00) o la noche (18:00 a 21:00) para abarcar los horarios de actividad de las especies que se definieron como de presencia probable en el área. Cada recorrido fue realizado por un (1) biólogo y un (1) auxiliar de campo en las coberturas mencionadas anteriormente.

Durante los recorridos de observación se hicieron búsquedas minuciosas en los microhábitats presentes a lo largo de los recorridos, como debajo de piedras, troncos caídos, hojarasca acumulada, dosel bajo, huecos en troncos en pie, grietas en rocas, orilla de quebradas, entre otros (Fotografía 2.9), con el fin de aumentar la probabilidad de



encuentro de individuos. También se prestó atención a los cantos de los machos reproductivos de las especies de anuros.

Fotografía 2.9 Ejemplos de Búsqueda de anfibios y reptiles



Fuente: Consultoría Colombiana, 2017.

Durante cada recorrido, una vez detectado un individuo (de manera visual o auditiva), se procedió a tomar el registro fotográfico en el sitio original de encuentro, luego fueron capturados, siempre que fuera posible, fotografiados e identificados en campo (Anexo 5.2.2.3. Plantilla registros diarios). Los especímenes se liberaron en el mismo sitio en donde fueron encontrados. Adicionalmente, por cada individuo escuchado, observado y/o capturado se tomó la coordenada geográfica con ayuda de un GPS y se levantó información sobre el microhábitat y cobertura vegetal.

Con el fin de conocer el uso y los nombres comunes de las especies presentes en el área de influencia se realizaron encuestas o entrevistas no formales; se debe aclarar que la información levantada por este método, no se utilizó como información primaria para los análisis de riqueza, diversidad, asociación a coberturas, etc (Anexo 5.2.2.5. Entrevistas de fauna).

#### ➤ Aves

El estudio de la avifauna, se llevó a cabo mediante la combinación de dos métodos basados en Stiles & Roselli (1998) y Stiles & Bohórquez (2000), aplicando técnicas de captura con redes de niebla y la realización de recorridos de observación y audición *ad libitum* (detección visual y auditiva).

En este contexto, a continuación, se describe la metodología que se empleó para hacer el registro de la avifauna en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-Pamplonita:

#### ➤ Captura con redes de niebla

Se escogió un sitio de muestreo para ubicar seis (6) redes de doce (12) m de largo, tres (3)

m de alto y doce (12) milímetros de ojo de malla, el cual se caracterizó por ser un bosque ripario con un área suficiente para su instalación (Fotografía 2.10). Esta metodología estuvo restringida en el área de influencia, ya que las coberturas naturales y semi naturales presentes, se caracterizaron por sufrir un alto grado de intervención antrópica y, por ende, sus áreas no permitieron la instalación de un mayor número de redes.

El periodo de apertura, comprendió dos horarios repartidos en cuatro horas durante el día, alternando horarios; es decir, un día en la mañana entre las 6:00 o las 7:00 horas hasta las 10: 00 horas y al siguiente día, durante la tarde, entre las 14: 30 a las 17: 30 horas, cuando las condiciones climáticas lo permitieron, ya que el muestreo se realizó en época de lluvias (7 al 12 de noviembre del 2017). Las redes se colocaron a una distancia variable lo suficientemente concentradas como para no tardarse más de 10 minutos en revisarlas, haciendo dicha revisión cada 20 minutos, de acuerdo con lo sugerido por Córdoba, Álvarez & Rebolledo (2004) y Ralph et al (1997).

#### **Fotografía 2.10 Redes de niebla instaladas en el área de influencia del proyecto**



Coordenada: Este: 1161213,311; Norte: 1312057,08735. Vereda El Páramo (Pamplonita)  
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Una vez capturadas, las aves fueron retiradas cuidadosamente de la red para evitar mayor perturbación; acto seguido, se dispusieron temporalmente y de manera individual en bolsas de tela para su posterior manipulación, registro fotográfico (Anexo 5.2.2.3. Plantilla registros diarios) y liberación.

#### **Fotografía 2.11 Captura y manipulación de ejemplares**



Coordenada: Este: 1161186,163; Norte: 1312096,412. Vereda El Páramo (Pamplonita)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

➤ Recorridos de observación y audición *ad libitum*

Los recorridos a lo largo del área del proyecto, para detectar varias especies de aves mediante observación (detección visual) o audición (detección auditiva), son considerados como una de las técnicas centrales para evaluar de forma costo/efectiva la biodiversidad de aves en las regiones tropicales (Terborgh *et al.*, 1990; Parker *et al.*, 1991; Bibby *et al.*, 2000; Gregory *et al.*, 2004; Herzog *et al.*, 2016). De hecho, esta metodología (Detección visual y auditiva), fue considerada como una de las principales metodologías a utilizar para las aves en evaluaciones rápidas de la biodiversidad en Colombia (Villareal *et al.*, 2004).

Por consiguiente, con base en lo anterior, el equipo conformado por tres (3) profesionales en biología recorrieron un total de 81 km, durante seis (6) días de monitoreo en las nueve (9) coberturas vegetales seleccionadas.

Cada recorrido fue realizado por un observador (Fotografía 2.12), durante las horas de mayor actividad de las aves; es decir, en la mañana entre las 06: 00 y las 11: 00 horas, y al finalizar la tarde entre las 15:00 y las 18:00 horas, para obtener registros durante los dos periodos de mayor actividad de las especies durante el día; cabe destacar que esta metodología junto con la de captura mediante redes, se alternaron, es decir, en una mañana se realizaban los recorridos y en la tarde se manipulaban las redes y viceversa.

**Fotografía 2.12 Recorridos de observación y audición *ad libitum***



Coordenada: Este: 1159513; Norte: 1307497. Vereda Chichira (Pamplona)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Por medio de las observaciones se tomaron datos específicos que permitieron calcular la abundancia relativa de las especies encontradas, el sexo en los casos en los que se presentara dimorfismo, las coberturas en las cuales se registraron y la actividad que realizaba cada individuo.

Además, se utilizaron textos – guía de aves como Field Guide to the Birds of Colombia (McMullan & Donegan, 2014), Guía de aves de la Orinoquia colombiana (McNish, 2007), Guía de aves de Colombia (Hilty & Brown, 2001) y Birds of the Northern of South America (Restall, Rodner & Lentino 2007), facilitando de esta manera la identificación de las especies en campo.



Las aves observadas, capturadas y/o registradas según la metodología correspondiente, se identificaron y clasificaron taxonómica en órdenes, familias y especies de acuerdo con los listados actuales del “Comité de clasificación y nomenclatura de Sur América liderado por la Unión Americana de Ornitólogos” (Remsen *et al.*, 2016).

Con el fin de conocer el uso y los nombres comunes de las especies presentes en el área de influencia se realizaron encuestas o entrevistas no formales; se debe aclarar que la información levantada por este método, no se utilizó como información primaria para los análisis de riqueza, diversidad, asociación a coberturas, etc (Anexo 5.2.2.5. Entrevistas de fauna).

#### ➤ Mamíferos

Para caracterizar la estructura y composición de los mamíferos en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-Pamplonita, fue necesario hacer uso de diferentes metodologías, con el fin de registrar especies terrestres y voladoras.

Con el fin de registrar mamíferos terrestres y voladores, se utilizaron diferentes métodos como las trampas Sherman, cámaras trampa, redes de niebla y recorridos de observación. Para complementar el inventario de especies mediante registros indirectos, y tener conocimiento de los usos que se le da a la fauna silvestre, se elaboraron encuestas semiestructuradas a la población residente en el área de estudio (Anexo 5.2.2.3. Plantilla registros diarios). Es importante resaltar que este último método de levantamiento de información en campo, ayuda a enriquecer el listado de especies, aunque no permite conocer la abundancia de las mismas.

#### ➤ Captura en trampas Sherman

Para el monitoreo y registro de mamíferos medianos y pequeños no voladores, se instalaron 50 trampas Sherman (Fotografía 2.13) en las coberturas vegetales seleccionadas, durante tres (3) días seguidos, utilizando la técnica de transecto. Las trampas fueron ubicadas a nivel del suelo, cubiertas con hojarasca para camuflarlas entre la vegetación y así incrementar el éxito de captura. Los sitios identificados para su instalación, se determinaron mediante la observación de los senderos, madrigueras y sitios propicios para el uso y tránsito de las especies, evitando que las trampas quedaran expuestas a la radiación solar directa y evitar la muerte de los individuos por calor excesivo. Para cebar las trampas se utilizó una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla. Una vez cebadas, las trampas fueron georreferenciadas y marcado con cinta el punto de instalación de cada trampa.

### Fotografía 2.13 Instalación de Trampa Sherman



Coordenada: Este: 1161497; Norte: 1312261. Vereda El Páramo (Pamplonita)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

La revisión y recebo de las trampas se realizó a diario en horas de la mañana. En el momento de la revisión se tuvo en cuenta la presencia o no de capturas, estado del cebo, apertura de la trampa o posibles bloqueos generados en la noche por ramas u objetos extraños que limiten la funcionalidad de la misma.

#### ➤ Captura redes de Niebla

Para la captura de mamíferos voladores (Quirópteros) se instalaron redes de niebla en Bosques, durante tres (3) días consecutivos a partir de las 17:30 hasta las 23:00 aproximadamente. Se realizó la instalación de 6 redes de niebla de 10 m de largo, tres m de alto y doce milímetros de ojo de malla (Fotografía 2.14), ubicadas a nivel de sotobosque en zonas de posible tránsito de murciélagos como quebradas, depresiones en el relieve y cerca de cuevas. Una vez instaladas, las trampas fueron georreferenciadas.

### Fotografía 2.14 Instalación de redes de niebla



Coordenada: Este: 1161199; Norte: 1312093. Vereda El Páramo (Pamplonita)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las redes fueron revisadas cada 20 minutos teniendo en cuenta el éxito de captura. Los individuos capturados fueron mantenidos en bolsas de tela, previa a su identificación in situ y se georreferenció su lugar de captura; posteriormente fueron medidos, fotografiados (Anexo 5.2.2.3. Plantilla registros diarios) y determinados taxonómicamente por medio de

claves (Linares, 1998) (Díaz, Aguirre, & Barquez, 2011), para finalmente ser devueltos a su medio natural.

**Figura 2-38 Individuo capturado (izquierda) y toma de datos (derecha)**



Coordenada: Este: 1160183; Norte: 1313526. Vereda La Hojancha (Pamplonita)  
Fuente: Aecom - ConCol, 2018

#### ➤ Cámaras trampa

Para la captura de medianos a grandes mamíferos se implementó la instalación de 10 trampas cámaras (Fotografía 2.15), las cuales se ubicaron en Bosques; estas cámaras permiten el reconocimiento de animales grandes y medianos que son difíciles de observar directamente, por sus hábitos nocturnos o esquivos. Para la ubicación de las cámaras trampa se realizó un recorrido previo para la identificación de madrigueras y senderos de fauna, así como cuerpos de agua cercanos; luego de identificados los puntos, se procedió a la instalación de las cámaras trampa, su activación, georreferenciación y marcaje.

**Fotografía 2.15 Instalación de cámaras trampas**



Coordenada: Este: 1161220; Norte: 1312045. Vereda El Páramo (Pamplonita)  
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Una vez instalada la cámara trampa, se procedió a quitar todos los obstáculos (plantas, palos, ramas) del área entre la misma y la ruta del animal, ya que cualquier obstrucción al sensor disminuye la capacidad de detección de la trampa-cámara y puede producir fotografías nulas. Finalmente se procedió a colocar el cebo; se utilizaron diferentes tipos de

cebos dispuestos frente a las cámaras como carne cruda (carnívoros y omnívoros), yuca, frutas maduras (hervíboros y omnívoros), sardinas (cebo para nutria), mantequilla de maní y avena, esencia de vainilla (omnívoros), con el fin de atraer un mayor número de especies a las cámaras-trampa (Gallina Tesaro & López González, 2012). Diariamente se realizó la revisión de las trampas con el fin de verificar su funcionamiento.

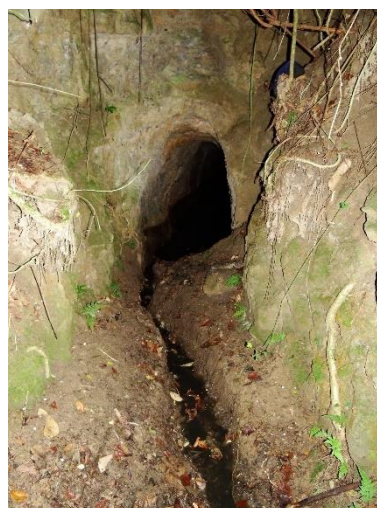
#### ➤ Recorridos de Observación

Para complementar la caracterización de mamíferos en el área de influencia del proyecto, se realizaron recorridos en las coberturas vegetales seleccionadas.

Los recorridos fueron realizados en horas de la mañana de 7:00 a 11:00 y en horas de la tarde de 15:00 a las 21:00, para un total de 10 horas diarias; abarcando diferentes tipos de microhábitats, como cuerpos de agua, senderos de fauna, troncos, cuevas, grietas, follaje, etc, a fin de obtener la mayor información referente a la presencia de mamíferos terrestres, arbóreos o fosoriales (armadillos), así como murciélagos. Durante estos recorridos, se tomó registro escrito y fotográfico (cuando fue posible) de los mamíferos, así como su georreferenciación.

Ahora bien, los rastros como huellas, comederos, cuevas, heces, madrigueras, refugios y senderos, fueron registrados a lo largo de los recorridos ya descritos. Cada rastro fue fotografiado, medido (en el caso de huellas) y georreferenciado (Anexo 5.2.2.3. Plantilla registros diarios). Para la identificación de los rastros se tuvo en cuenta la experticia del profesional, el conocimiento del auxiliar experto y libros de huellas (Aranda, 2012) (Navarro & Muñoz, 2010).

**Figura 2-39 Registro de huella (izquierda) y búsqueda de refugio de murciélagos en una mina abandonada (derecha).**



Coordenada: Este 1160586 Norte 1313645 Coordenada: Este 1160136 Norte 1313571  
Fuente: Aecom - ConCol, 2018.



- **Análisis de la información primaria y secundaria**

A continuación, se presenta el análisis de la información secundaria y la información levantada en campo.

➤ **Efectividad del muestreo**

Con el fin de establecer la representación en la comunidad de las especies registradas mediante el muestreo directo, se analizó la tasa de encuentro de especies en el muestreo, mediante la realización de curvas de acumulación de especies, a partir de las cuales se estimó la máxima riqueza esperada en la comunidad de acuerdo con el comportamiento de la curva a través del muestreo.

Una vez preparadas las matrices de datos, se construyeron las curvas de acumulación de especies con el fin de establecer qué porcentaje de la biodiversidad fue detectado mediante las técnicas de muestreo empleadas. En la Tabla 2.27, se describen los estimadores más utilizados para este análisis.

**Tabla 2.27 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo**

| Parámetro            | Fórmula                                                                                                                                                                                                                                                               | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S obs<br>(Observado) | $E(S) = \sum_{i=1}^n 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$ <p>E(S) = Número de especies encontradas en el tamaño n de muestra<br/>N = Número total de individuos en la muestra<br/>n = Tamaño de muestra estandarizado<br/>Ni = Número de individuos en la i-ésima especie</p> | Representa la cantidad de especies en promedio que se puede esperar en cada muestra si la forma en que se acumulan es aleatoria. Es decir, estima la tasa de encuentro de acuerdo con los datos experimentales, y genera una curva con la riqueza que se presentaría para cada muestra n. |
| Chao 1               | $S_{chao} = S_{obs} + \frac{F^2}{2D}$ <p>S obs = riqueza observada<br/>F = Singletons<br/>D = Doubletons</p>                                                                                                                                                          | Estima la riqueza máxima esperada en la comunidad de acuerdo con la tasa de acumulación observada a través de las muestras. Se basa en la aparición de <i>Singletons</i> (especies con un solo registro en el muestreo) y <i>Doubletons</i> (Especies con dos registros en el muestreo).  |
| Chao 2               | $Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$ <p>L= Número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas)<br/>M= Número de especies que ocurren exactamente dos muestras</p>                                                                                      | 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)                                                                       |



| Parámetro  | Fórmula                                                                                                                                                                                                                                                      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ICE        | $ICE = 1 - F_1 / N_{rare}$ <p>Donde:<br/> <math>F_1</math> es la frecuencia de especies con exactamente un solo individuo (singletons).<br/> <math>N_{rare}</math> es el número total de especies raras (con menos de 10 individuos en toda la muestra).</p> | Incidence-based Coverage Estimator of species richness) Basado en el número de incidencias (ocurrencias) de las especies “infrecuentes”. El nivel de incidencia para el cual una especie se considera “infrecuente” debe ser definido por el investigador (se suele recomendar usar 10 como valor umbral).                         |
| Jacknife 1 | $S_{Jack\ 1} = S_{obs} + L \frac{m-1}{m}$ <p><math>S_{obs}</math> = riqueza observada<br/> <math>L</math> = Número de especies que ocurren solamente en una muestra<br/> <math>m</math> = Número de muestras</p>                                             | 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 reduciendo el sesgo del orden $1/m$ . |
| Jacknife 2 | $Jack\ 2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$ <p><math>S_{obs}</math> = riqueza observada<br/> <math>L</math> = Número de especies que ocurren solamente en una muestra<br/> <math>m</math> = Número de muestras</p>                           | Se basa en el número de especies que ocurren solamente en la muestra, así como en el número de especies que ocurren exactamente en dos muestras.                                                                                                                                                                                   |
| Bootstrap  | $S_{Bootstrap} = S_{obs} + \sum (1 - p_j)^n$ <p><math>S_{obs}</math> = riqueza observada<br/> <math>p_j</math> = proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie <math>j</math></p>                                                          | Este estimador de la riqueza de especies se basa en $p_j$ , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie $j$                                                                                                                                                                                                 |
| Margalef   | $DMg = (s-1)/\ln N$ <p><math>S</math>=número de especies<br/> <math>N</math>= número total de individuos</p>                                                                                                                                                 | Utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de la diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.                                                                                                                  |

Fuente: (Moreno, 2001; Villareal, y otros, 2006).

Finalmente se comparó la riqueza registrada con la riqueza máxima esperada para la comunidad, a través de una proporción de ésta última. Adicionalmente, la riqueza máxima esperada también constituye un estimador de qué tan diversa es la comunidad sin llegar a conocer todas las especies, y permite la comparación con estudios que tengan una diferente intensidad de muestreo, dado que se estima la riqueza encontrada en cada muestra.

Los datos para la construcción de las curvas de acumulación se obtuvieron desde el análisis hecho en el programa EstimateS V 9.

➤ **Análisis de diversidad alfa y beta**

La biodiversidad se refiere a la variabilidad de los elementos vivos, que se da a lo largo de muchos niveles de organización, y en todo tipo de ambientes, de manera que se presenta desde lo molecular hasta los ecosistemas (Moreno, 2001). Sin embargo, en este caso se analiza la variabilidad entre especies, el nivel de organización más ampliamente analizado en el campo biológico.

Por otra parte, las especies no se encuentran aisladas en un entorno, sino que varían en diferentes escalas geográficas, en este sentido, la diversidad alfa se refiere a aquella variabilidad a nivel local entre unidades del paisaje que se consideren homogéneas, mientras que la diversidad beta se refiere al recambio de especies entre las unidades consideradas (Moreno, 2001).

La biota en una unidad, puede caracterizarse a través de propiedades como la riqueza y estructura; cuantificables mediante el uso de estimadores, que hacen una aproximación al estado de la comunidad, en cuanto a la cantidad de especies y la abundancia proporcional entre ellas. En la Tabla 2.28, se definen los índices más utilizados para el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades de fauna silvestre.

**Tabla 2.28 índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna**

| Propiedad  | Índice                      | Fórmula                                                                                                                                                         | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Riqueza    | Riqueza específica          | S= N° de especies                                                                                                                                               | Número total de especies en la comunidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Estructura | Dominancia de Simpson (1-D) | $D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$ <p>S = número de i especies<br/>N = total de organismos presentes<br/>n = número de ejemplares por especie</p> | <p>Probabilidad de seleccionar dos individuos al azar, que sean de la misma especie. Se basa en la representatividad de las especies con mayor abundancia, sin tener en cuenta, la contribución de las demás. Se trata de un indicativo del tipo de estructura, más que de diversidad de la comunidad.</p> <p>Es un estimador robusto, que se comporta bien con muestras pequeñas.</p> |
|            | Shannon-Wiener              | $H' = - \sum p_i \ln p_i$ <p>p<sub>i</sub>= Abundancia proporcional de la especie i</p>                                                                         | <p>Indica la incertidumbre de conocer la especie de un individuo tomado al azar, y se basa en la igualdad en dominancia de las especies de la muestra.</p> <p>Este índice asume que todas las especies están representadas en las muestras; e indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies</p>                      |

| Propiedad | Índice | Fórmula | Descripción                                                                                                     |
|-----------|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |        |         | muestreadas. Es un índice de la estructura de la comunidad, que varía de cero a logaritmo natural de la riqueza |

Fuente: (Moreno, 2001; Villareal, y otros, 2006).

Los patrones de uso y el recambio de especies entre unidades, por su parte puede analizarse mediante la diferenciación, o inversamente mediante la similitud entre las coberturas. La diversidad beta se analiza a partir de la proporción de similitud entre ellas a través del índice de Bray-Curtis, que se basa en matrices de abundancias. El análisis permite determinar el grado de similitud entre grupos de cobertura, evaluado en una escala de 0 a 1, que varía proporcionalmente con la cantidad de especies compartidas (Moreno, 2001):

$$BC_{ij} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Donde;

C<sub>ij</sub>= La suma de los valores más bajos solo para aquellas especies comunes para ambos sitios.

S<sub>i</sub>=Número total de especímenes contados en el sitio i.

S<sub>j</sub>=Número total de especímenes contados en el sitio j.

Las gráficas con la del análisis de disimilitud de Bray-Curtis se realizó en el programa PAST v 3.1.

También se empleó el estimador de Whittaker, el cual se basa en datos cualitativos (presencia-ausencia de las especies) y describe la diversidad Gamma como la integración de las diversidades Beta y Alfa, por lo que Beta puede calcularse como la relación entre Gamma versus Alfa. Este índice ha probado ser el más robusto para medir reemplazo entre comunidades (Magurran, 1988).

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

Dónde:

β= Beta

S= número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)

α = número promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Las gráficas con la del análisis del estimador de Whittaker se realizó en el programa PAST v 3.1.

- Asociación a coberturas de la tierra y estructura trófica

Se realizó la asociación de los taxones a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto con el objetivo de determinar aquellas coberturas de mayor importancia dentro del área estudiada. Adicionalmente, con base en información secundaria se establecieron grupos tróficos de acuerdo con el tipo de alimento de preferencia de las especies, lo cual se presenta en la caracterización del área de influencia. Para cuantificar su importancia dentro de la comunidad se estableció el número de especies y registros dentro de cada grupo. Adicionalmente se revisó la especificidad trófica de las especies registradas, de acuerdo con su disponibilidad en la bibliografía.

- Especies de interés: endémicas, casi endémicas, migratorias, amenazadas, de interés cultural y/o comercial

Dentro de las especies registradas en un área en particular, resultan de interés aquellas que presentan algún grado de vulnerabilidad, ya sea por encontrarse en peligro de extinción, por su valor comercial, por presentar estrechos rangos de distribución o por su tendencia a la declinación poblacional. Por lo anterior, se identificaron las especies amenazadas, endémicas, migratorias y/o de interés comercial.

La Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), con la ayuda de expertos en cada grupo, realiza una evaluación del estado poblacional de diferentes especies, las cuales clasifica en ocho diferentes categorías de acuerdo con su nivel de vulnerabilidad a la extinción:

Extinto (EX): Se asigna cuando no queda duda que el último individuo existente del taxón ha muerto.

Extinto en estado silvestre (EW): Se trata de un taxón cuyos ejemplares solo sobreviven en cautividad, y la búsqueda exhaustiva en su ambiente natural no ha detectado individuos.

En peligro crítico (CR): Se considera que el taxón presenta una probabilidad extremadamente alta de extinción en estado silvestre.

En peligro (EN): Se asigna cuando el taxón presenta un riesgo muy alto de extinción en su estado silvestre.

Vulnerable (VU): Se le considera bajo una probabilidad alta de extinción en estado silvestre.

Casi amenazado (NT): Se da cuando un taxón no cumple los criterios para catalogarse como amenazado de extinción (CR, EN, VU) pero se estima que lo haga en un futuro cercano.

Preocupación menor (LC): Este tipo de taxones son muy abundantes y de amplia distribución por lo que su probabilidad de extinción es muy baja.

Datos insuficientes (DD): Se asigna a taxones cuya distribución y abundancia no está bien estudiada; a pesar que no es una categoría de amenaza, se ha recomendado darle la misma prioridad de conservación hasta que se tenga información suficiente para hacer una

correcta evaluación.

Considerando como amenazadas solo las categorías de “en peligro crítico”, “en peligro” y “vulnerable”. Sin embargo, este ente internacional recomienda que las especies con datos deficientes o aquellas no evaluadas, tengan la misma prioridad de protección que las amenazadas hasta que se clarifique su estado de conservación.

Este esquema de clasificación ha sido adoptado a nivel nacional para evaluar el estado de las especies; no obstante, la categoría asignada puede diferir dependiendo de las condiciones particulares de la especie en el país. En este sentido, también se revisó la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y los Libros Rojos, que resumen la asignación de categorías de amenaza en el país, de acuerdo con la evaluación elaborada por expertos en cada grupo zoológico.

Por otra parte, la Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017), también realiza un listado de especies con una alta vulnerabilidad, en este caso basado en su valor comercial real o potencial, las cuales ha incluido en tres diferentes apéndices de acuerdo con su riesgo de extinción y nivel de comercialización:

Apéndice I: Se incluye especies sobre las cuales recae un mayor riesgo de extinción, su comercialización se encuentra prohibida.

Apéndice II: Comprende especies que no se hallan bajo amenaza de extinción, pero su comercialización indiscriminada puede resultar en una disminución de su viabilidad poblacional.

Apéndice III: Presentan un nivel de amenaza bajo o nulo, sin embargo, su comercialización exige una reglamentación que asegure el aprovechamiento sostenible de la especie.

Las especies endémicas, caracterizadas por su baja capacidad de dispersión, altos requerimientos de hábitat o aislamiento geográfico sólo se presentan en una pequeña localidad y restringidos a un solo país; por lo que sus poblaciones generalmente son escasas y su éxito reproductivo bajo (Begon, Townsend, & Harper, 2006).

Para las especies endémicas, casi endémicas, amenazadas y casi amenazadas se buscó información sobre áreas de importancia para la cría, alimentación y reproducción.

Para complementar la información de especies endémicas y /o bajo alguna categoría de amenaza con posible distribución en el área de influencia, se realizó el análisis de Alertas Tempranas de la Biodiversidad – área de especies con distribución sensible (Tremarctos Colombia 3.0).

La tendencia de disminución poblacional, adicionalmente puede ser observada en las especies con hábitos migratorios, dado que la pérdida de hábitat en toda su ruta, las afecta en una amplia escala espacial (Fundación ProAves, 2009). Se revisó el reporte de especies migratorias para el área de influencia del proyecto, de acuerdo a la bibliografía disponible de cada especie y según la información relacionada en el Plan Nacional de Especies



Migratorias (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & WWF Colombia 2009).

### 2.3.2.7 Ecosistemas acuáticos

Los métodos establecidos para la caracterización de comunidades hidrobiológicas en el área de influencia del presente estudio, tiene como objetivo la obtención de datos representativos acerca del estado de los ensamblajes acuáticos. Aspectos como su composición, estructura, diversidad, distribución espacial y temporal; así como, de su historia de vida: gremios tróficos, tipos de migraciones, hábitats, especies de importancia comercial y ecológica, así como especies bioindicadoras, en veda y amenazadas.

Los métodos aquí descritos, se enmarcan en los procedimientos y técnicas establecidas en los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (secciones 10200, 10300, 10400, 10500 y 10600) (APHA, AWWA & WEF, 2012), y de manera específica, se complementarán con métodos e información académica particular para cada región y tipo de hábitat.

Adicionalmente, la presente metodología, busca cumplir los requerimientos exigidos en los Términos de Referencia para Elaboración de Estudios Ambientales en proyectos de construcción de carreteras y/o Túneles- M-M-INA-02, (MINANBIENTE, 2015). Siendo además guiados por lo estipulado en la Metodología General de para la presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010).

Específicamente para la UF2 fueron muestreados 15 cuerpos de agua (Tabla 2.29), los cuales representan aquellos ecosistemas acuáticos que podrían verse afectados durante la ejecución del proyecto y también aquellos que corresponden a las corrientes principales que influencia la dinámica de la biota acuática en el área de estudio. Dichos muestreos fueron realizados entre el 01 y el 12 de diciembre del año 2017, lo cual correspondió al periodo hidrológico de ascenso de aguas.

**Tabla 2.29 Estaciones de muestreo definidas para el componente de ecosistemas acuáticos**

| Id  | Nombre Punto de Muestreo | Coordenadas planas Magna Sirgas<br>Origen Bogotá |             |
|-----|--------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
|     |                          | Este                                             | Norte       |
| P6  | Quebrada San Antonio     | 1160759,451                                      | 1309843,375 |
| P7  | Quebrada La Palma        | 1160912,409                                      | 1309972,943 |
| P8  | Quebrada NN-2            | 1161244,206                                      | 1310757,652 |
| P9  | Quebrada Ulagá           | 1161258,221                                      | 1311160,264 |
| P10 | Quebrada NN-3            | 1161217,999                                      | 1311264,615 |
| P11 | Río Pamplonita           | 1161272,992                                      | 1311332,402 |
| P12 | Quebrada NN-4            | 1161315,240                                      | 1311544,580 |
| P13 | Quebrada NN-5            | 1161222,548                                      | 1311747,095 |
| P14 | Quebrada NN-6            | 1161176,05                                       | 1311894,447 |

| Id  | Nombre Punto de Muestreo | Coordenadas planas Magna Sirgas<br>Origen Bogotá |             |
|-----|--------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
|     |                          | Este                                             | Norte       |
| P15 | Quebrada Hojanca         | 1161147,553                                      | 1312164,779 |
| P16 | Quebrada NN7             | 1161152,890                                      | 1312407,566 |
| P17 | Quebrada NN8             | 1161047,970                                      | 1312597,748 |
| P18 | Quebrada NN9             | 1161047,474                                      | 1312748,325 |
| P19 | Quebrada NN10            | 1160973,118                                      | 1312972,411 |
| P20 | Quebrada NN11            | 1160510,767                                      | 1313653,103 |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

### 2.3.2.7.1 Etapa de campo

Para la caracterización de los ecosistemas acuáticos se planteó el muestreo de fitoplancton, zooplancton, algas del perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas acuáticas y peces, a realizar en estaciones de muestreo en los cuerpos de agua definidos de acuerdo con sus características y grados de intervención, con el propósito de determinar la composición, estructura y diversidad de todas las comunidades. Así mismo, establecer posibles relaciones con el estado físico – químico de las aguas y aplicar índices de bioindicación.

Antes de iniciar con la recolección de muestras de las diferentes comunidades hidrobiológicas se realizó un recorrido en el punto de muestreo con el fin de reconocer diferentes microhábitats o coriotopos, que permitieran la obtención de muestras representativas. A continuación, se presentan los métodos seguidos para el muestreo de los ensamblajes de la biota acuática:

- 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 (Fotografía 2.16).

El diámetro de poro de la malla es variable y diferente según la comunidad que se quiere estudiar: para las muestras de fitoplancton se utilizaron mallas con un poro de 20  $\mu\text{m}$ , esto con el objeto de obtener una mayor representatividad de la comunidad planctónica al ser poco selectiva; para las muestras de la comunidad zooplanctónica se utilizó una malla con un tamaño de poro de 80  $\mu\text{m}$ , con lo que fue posible coleccionar gran parte de los grupos representativos tales como rotíferos, cladóceros y copépodos (APHA, 2005).

El agua filtrada en las mallas fue tomada directamente del cuerpo de agua mediante un recipiente aforado con lo cual se evaluó un volumen de agua conocido que pasó a través

de ella.

**Fotografía 2.16 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes)**



Fuente: C.I.M.A., 2018.

➤ **Preservación y transporte de muestras**

Al terminar de filtrar, la malla fue lavada con un atomizador con agua, el material concentrado en el cono se almacenó en frascos de 500 ml. Las muestras de fitoplancton fueron preservadas en solución de Lugol, mientras que las muestras de zooplancton se preservaron en solución de formol al 10%. Cada muestra contó con etiquetas de campo que detallan los datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. El material colectado y preservado se transportó en neveras plásticas de 50L de capacidad selladas.

- **Perifiton**

➤ **Método de captura**

Para el muestreo del perifiton se identificarán elementos del sustrato que sirvieran de puntos de fijación y establecimiento. Estos elementos fueron piedras, hojarasca y detritos. Se retiraron los elementos a muestrear con cuidado de no perder el material de estudio. Se realizó un raspado suave, superficial sobre el sustrato utilizando un cuadrante de 9 cm<sup>2</sup> y un cepillo (**Fotografía 2.17**). Se limpió suavemente el área del cuadrante y se almacenó la muestra en frascos de 500 mL. En sistemas lóticos se tomaron diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a 90cm<sup>2</sup> (0,9 m<sup>2</sup>) de área muestreada.

**Fotografía 2.17 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos)**



Fuente: C.I.M.A., 2018

➤ **Preservación y transporte de muestras**

Las muestras fueron preservadas en solución de Lugol y almacenadas en frascos de 500 mL. El material colectado y preservado fue transportado en neveras y contenedores plásticos.

• **Macroinvertebrados acuáticos**

➤ **Método de captura**

Para la captura de macroinvertebrados acuáticos en sistemas lóticos someros (profundidad  $\leq 30$  cm), se empleó una red Surber (Fotografía 2.18). Este dispositivo consiste en dos marcos, cada uno de 30 cm de lado ( $900 \text{ cm}^2$  de área), articulados entre sí a lo largo de un borde. Cuando ésta fue usada, los dos marcos se bloquearon formando un ángulo recto. Uno de los marcos delimitó el área del sustrato que fue muestreada, y el otro soportó la red que sirvió para colectar los especímenes que fueron removidos del área de muestreo. 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 se removió suavemente todo el material que se encontraba dentro del marco para desprender los animales que estaban fijos a él. En total se tomarán diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a  $9000 \text{ cm}^2$  ( $0,9 \text{ m}^2$ ) de área muestreada (APHA, 2005).

Luego de colectar las muestras bénticas, se transfieren a una serie de tamices especialmente diseñados. Se debe verter la muestra lentamente en los tamices para evitar dañar o perder especímenes. Una serie de uno o dos tamices con aberturas de malla de 1 y 5 cm retuvieron los materiales más grandes tales como hojas, palos conchas y grava, mientras que permitía el paso de los organismos y materiales más pequeños a un tamiz US Standard No. 30 que presentaba una abertura de malla entre 0,595 y 0,600 mm (APHA, 2005).

**Fotografía 2.18 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber)**



Fuente: C.I.M.A., 2018

➤ **Preservación y transporte de muestras**

Las muestras tamizadas fueron preservadas en etanol al 70% y almacenadas en frascos plásticos de 500 mL. Cada muestra fue marcada con etiquetas de campo que detallaban los datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. El material colectado y preservado fue transportado en contenedores plásticos.

• **Macrófitas acuáticas**

A continuación, se describen los métodos para la caracterización de esta comunidad. Sin embargo, se aclara que, por tratarse de cuerpos lóticos de montaña, que presentaban corriente rápida y sustratos poco estables, no se identificó esta comunidad en los sitios de muestreo.

➤ **Método de captura**

Para llevar a cabo la caracterización de macrófitas se llevan a cabo diferentes métodos de muestreo. Para determinar la composición, frecuencia, cobertura y densidad en pequeños parches de macrófitas, se emplean cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> divididos en 16 subcuadrantes de 625 cm<sup>2</sup>. El muestreo con cuadrantes consiste en el registro de la frecuencia de especies en tres (3) cuadrantes cada uno de un 1 m<sup>2</sup>. De ser posible, las plantas deben ser colectadas en su pico de crecimiento cuando las flores y/o frutos están presentes. Se debe colectar toda la planta (tallos, rizomas, hojas, raíces, flores y frutos).



**Fotografía 2.19 Toma de muestras de peces (red de mano)**



Fuente: C.I.M.A., 2018

➤ **Preservación y transporte de muestras**

Luego de la colecta, el material debe ser prensado en campo. Se usa una nevera plástica con hielo triturado para el almacenamiento en campo y transporte (APHA, 2005). Finalmente, se rotulan los especímenes con datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. De nuevo se resalta que no se registró desarrollo de dicha comunidad en los sitios de muestreo.

• **Peces**

➤ **Métodos de captura**

Para el muestreo de la comunidad íctica se contempló el empleo de diferentes artes de pesca, dependiendo de las características particulares del cuerpo de agua y con el objeto de obtener la riqueza máxima posible y así tener como resultado un listado representativo de especies y sus abundancias relativas (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Los artes de pesca fueron los siguientes:

- **Red de mano:** Este arte de pesca consiste en un arco metálico el cual sostiene una red a manera de bolsillo; esta 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 lénticos, aumentando su efectividad en aquellos cuerpos donde la vegetación riparia es alta y la profundidad es baja. Para este método, se emplea una hora de arrastre de red por estación de muestreo.
- **Atarraya:** Se usan redes de 1.5 cm de ojo de malla con 2.5 m de diámetro y de 2.5 cm de ojo de malla con 4m 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. 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 es de 30 lances realizados en cada una de las estaciones de muestreo o de acuerdo a la extensión que permita el cuerpo de agua.

- Red de Arrastre: Se emplean redes lastradas de dimensiones 4.5 m de largo por 1.50 m de alto y 9m 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 permite barrer 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. Este método de muestreo se debe utilizar preferiblemente en sustratos poco rocosos y poco profundos. En cada estación de muestreo se realizan arrastres por una (1) hora

Teniendo en cuenta las características de los cuerpos de agua evaluados, los cuales presentaron un sustrato predominantemente rocoso y poca profundidad, el muestreo de peces estuvo limitado al uso de redes de mano, pues ni la atarraya ni la red de arrastre pudieron ser manipuladas de forma correcta ni se identificaron sitios en los cuales fue posible aplicar el esfuerzo de muestreo propuesto.

Los muestreos con la red de mano, se llevaron a cabo entre las 6:00 y 18:00 horas, y contando con la compañía de un pescador, que tuviera conocimiento de las técnicas de pesca y supiera diferenciar entre especies, con el fin de tener acceso a información adicional sobre las mismas, como nombres comunes y usos.

#### ➤ Preservación y transporte de muestras

En el caso de requerir la corroboración de alguna determinación taxonómica, se colectan máximo tres (3) individuos por morfotipo a verificar. Los individuos colectados son anestesiados 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 (<40 mm 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 (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

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 debe 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. Las etiquetas deben ser preferiblemente en papel pergamino y escritas a lápiz o rapidógrafo de tinta indeleble. El material colectado y preservado es transportado en neveras plásticas de 50L de capacidad selladas. Todo el material es depositado en una colección debidamente autorizada como la de Instituto de Ciencias Naturales o El Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von

Humboldt.

### 2.3.2.7.2 Análisis de laboratorio

El análisis de las muestras obtenidas en campo, se realizó a través de la implementación de las metodologías del standard methods for the examination of wáter & wastewater 22nd edition (2012), como se muestra en la Tabla 2.30.

**Tabla 2.30 Análisis establecido para Hidrobiológicos**

| Comunidad Hidrobiológica      | Metodología   |
|-------------------------------|---------------|
| Plancton                      | SM 10200 F, G |
| Perifiton                     | SM 10300 C    |
| Macroinvertebrados bentónicos | SM 10500 C    |
| Peces                         | SM 10600 C    |

Fuente: APHA, 2012

El perifiton y las muestras de plancton se contaron mediante cámara Sedgewick Rafter de 1 mL de capacidad. La determinación taxonómica en cada una de las comunidades muestreadas se llevó a cabo mediante el uso de claves y guías de identificación taxonómica, con las cuales para la mayoría de los casos se identificó hasta género.

Para plancton y perifiton se realizó con base en claves taxonómicas, dibujos y descripciones como la de Edmondson (1959), Needham & Needham (1962), Bicudo & Bicudo (1970), Prescott (1970), Bourrelly (1972 y 1981), Pennak (1978), Parra et al. (1982), Anagnostidis & Komarek (1986, 1989), Lopretto & Tell (1995); para bentos se utilizó bibliografía especializada como: Mc Cafferty (1983), Roldán (1988; 2003), claves de la APHA (1992) y Cummins & Merrit (1996) e Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

En el caso de la comunidad de peces la identificación se basa en características diagnósticas, tales como forma y posición de las aletas; características meristemáticas, tales como numero de espinas de una aleta o el número de escamas de una serie específica; la presencia de órganos distintivos, tales como barbillas, o la línea lateral y varias proporciones, tales como la relación de la longitud de la cabeza con respecto a la longitud total de cuerpo; por otro lado se debe tener en cuenta que las características diagnósticas pueden variar con la edad, el sexo, el estado de desarrollo y en general con el medio que habita el organismo.

Para el caso de la determinación taxonómica de los especímenes pertenecientes a la comunidad íctica, esta se lleva a cabo siguiendo con una serie de claves taxonómicas que permita generar una identificación acertada; dentro de estas claves se encuentran: Gery, 1977; Lasso et al., 2004, Maldonado, 2005; entre otros. La corroboración y clasificación taxonómica se realizó por medio del servidor web ITIS (INTEGRATED TAXONOMY INFORMATION SYSTEM). Con los resultados obtenidos se generó el reporte de laboratorio H-122.

### 2.3.2.7.3 Análisis de datos

Para la evaluación del estado de los ensamblajes de la biota acuática en el área de estudio, se analizó su diversidad como principal variable. La diversidad es un concepto que no ha sido definido fácilmente, ya que es frecuente encontrar el uso del término diversidad como sinónimo de riqueza o número de especies, lo cual es erróneo. En general, esta puede ser explicada como la riqueza y abundancia relativa de especies en una unidad de estudio definida en tiempo y espacio (Magurran, 2005).

Para describirla y evaluarla, desde los parámetros de composición y abundancia de cada comunidad acuática, se estimaron los índices de riqueza específica ( $S'$ ), Dominancia de Simpson ( $1-D$ ), Diversidad de Shannon ( $H'$ ) y equidad de Pielou ( $J'$ ). Adicionalmente, se realizaron comparaciones entre las diferentes estaciones, para cada comunidad acuática, usando análisis de clasificación (índices de similitud) y se estimó la Correspondencia Canónica (ACC), con el objeto de reconocer si hubo relación entre la distribución de las especies y los parámetros de calidad del agua. A continuación, se explican en detalle los conceptos y métodos desde los cuales se analizaron los datos obtenidos.

Específicamente, con los datos obtenidos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, se estimó en índice de calidad biológica del agua BMWP/Col. Para los demás ensamblajes se realizará una interpretación teórica de la bioindicación de las aguas a partir de datos de historia natural de las especies reportadas por información secundaria.

Adicionalmente, para peces, además de realizar los análisis de composición y estructura de la comunidad, se analizó la información acerca de su importancia ecológica, presencia de especies migratorias (Zapata & Usma, 2013), endémicas (Herrera-Collazos, Herrera-R, DoNascimento, & Maldonado-Ocampo, 2017), amenazadas (Mojica, Usma, Álvarez-Leon, & Lasso, 2012, Resolución 1912 de 2017, listados IUCN), de uso (Ajiaco-Martínez, Ramírez-Gil, Sánchez-Duarte, Lasso, & Trujillo, 2012) y en vedas (Álvarez-León, 2016).

- **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 (Magurran, 2005).

- **Estructura**

Se evalúa desde los parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de especies, describiendo la distribución de especies dentro de una comunidad o entre diferentes comunidades (Moreno, 2001). En una interpretación más amplia, incluye también patrones de interacción entre especies. Para el presente estudio fueron estimados los siguientes índices:

- Riqueza específica ( $S$ ): se basa únicamente en el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).
- Dominancia de Simpson ( $1-D$ ): manifiesta la probabilidad de que dos individuos

tomados al azar de una muestra sean la misma especie (Moreno, 2001 y Magurran, 2004). La fórmula que representa el índice corresponde a:

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

- Donde  $p_i$  es la proporción del # de individuos de la especie  $i$  con respecto a  $N$ .
- Equidad de Pielou ( $J'$ ): es una medida de qué tan similares son las especies en cuanto a sus abundancias (Magurran, 2005); ésta se calculará a través del índice  $J'$ , que estima la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada (Moreno, 2001 y Magurran, 1998). Su fórmula es la siguiente:

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

- Donde  $H'$  es el índice de Shannon y  $H_{\max}$  se refiere al  $\ln(S)$  y  $S$ , es el # total de especies.
- Diversidad de Shannon ( $H'$ ): 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 qué 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 (Magurran, 2005). Se expresa por medio de la siguiente fórmula:

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

- 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 basará en el índice cuantitativo de Jaccard, calculado para las estaciones con respecto a la presencia y ausencia de especies en cada comunidad. 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 definieron límites bajo un umbral que no excedía el 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) y (Sneath & Sokal, 1973).



- **Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)**

Este análisis se realizó con el objeto de evaluar las relaciones entre la composición y abundancia de las especies de la biota acuática con los parámetros fisicoquímicos evaluados para el componente de calidad del agua. 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 (Ter Braak, 1986).

- **Índice biológico 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 (Roldán-Pérez, 2016).

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 distintas a las encontradas en los ríos de los departamentos de Norte de Santander, por lo cual se usó la adaptación desarrollada por Sánchez-Herrera (2005), la cual se modificó específicamente para el río Pamplonita, correspondiente al área de estudio del presente proyecto (Sánchez-Herrera, 2005).

La escala de valores y su interpretación para el BMWP/Col es la siguiente (Tabla 2.31).

**Tabla 2.31 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 2.32):

**Tabla 2.32 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, Gyrinidae.                                                                                      | 9       |
| Veliidae, Gerridae, Philopotamidae, Simuliidae, Pleidae, Trichodactylidae, Saldidae, Lestidae. Pseudothelpusidae.                                                                                              | 8       |
| Baetidae, Calopterygidae, Glossossomatidae, Corixidae, Notonectidae, Leptohyphidae, Dixidae, Hyalellidae, Naucoridae, Scirtidae, Dryopidae, Psychodidae, Coenagrionidae, Planariidae, Hydroptilidae, Caenidae. | 7       |
| Ancylidae, Lutrochidae, Aeshnidae, Libellulidae, Elmidae, Staphylinidae, Limnychidae, Nertidae, Pilidae, Megapodagrionidae, Corydalidae.                                                                       | 6       |
| Hydropsychidae, Gelastocoridae, Belostomatidae, Nepidae, Pleucoridae, Tabanidae, Thiaridae, Pyralidae, Planorbidae.                                                                                            | 5       |
| Chrysomelidae, Mesovelidae, Stratiomidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae.                                                                                                                    | 4       |
| Hirudinea (Glossiphoniidae, Cyclobdellidae), Physidae, Hydrometridae, Hydrophilidae, Tipulidae, Ceratopogonidae.                                                                                               | 3       |
| Chironomidae, Culicidae, Muscidae.                                                                                                                                                                             | 2       |
| Oligochaeta (Tubificidae).                                                                                                                                                                                     | 1       |

Fuente: Roldan, 2008.

### 2.3.2.8 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Los ecosistemas estratégicos, áreas sensibles (o áreas protegidas), son aquellas áreas dentro del territorio que, gracias a su composición biológica, características físicas, estructuras y procesos ecológicos, proveen bienes y servicios ambientales imprescindibles e insustituibles para el desarrollo sostenible y armónico de la sociedad, lo cual es razón suficiente para propender por una mayor conservación de los mismos.

Las áreas protegidas se declaran con el objetivo de conservar la diversidad biológica, proteger los recursos genéticos, conservar las especies endémicas tanto de fauna como de flora y sus corredores biológicos asociados; adicionalmente tienen objetivos de carácter investigativo y científico, protector y económico, social e institucional tanto para el departamento de Norte de Santander como para los municipios de Pamplona y Pamplonita, los cuales hacen parte del área de influencia de la UF 2.

Con el objetivo de identificar las áreas de la zona de estudio que requieren manejo especial,

se realizó la revisión de los diferentes documentos emitidos por las respectivas Autoridades Ambientales y entes territoriales en la región; tales como Declaratorias de Áreas Protegidas, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y Planes de Ordenamiento Territorial. Mediante los lineamientos, normas y mecanismos implementados por diferentes instituciones ambientales se tiene como finalidad dar un manejo sostenible a dichos ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, en pro de un uso sostenible y sustentable de los recursos.

Los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas se definieron con base en las consultas realizadas al Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y al Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Pamplonita y Pamplona respectivamente, a la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN con el fin de tener acceso al Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCA del río Pamplonita y a los Planes de Manejo de las áreas protegidas. Igualmente, para los ecosistemas sensibles se consideró las áreas prioritarias de conservación establecidas en el documento CONPES 3680 aprobado el 21 de Julio de 2010, las áreas definidas en el Sistema de Información de Alertas Tempranas Tremarcos Colombia 3.0 y el Geovisor del Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC.

### **2.3.3 Medio Socioeconómico**

De acuerdo con los Términos de Referencia establecidos por la autoridad ambiental colombiana actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS-, consolidados para el presente proyecto en el documento “Términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, Resolución 0751 de del 26 de marzo de 2015”; se debe informar, comunicar, discutir y concertar con los ciudadanos y comunidades organizadas así como con los grupos étnicos de las áreas de influencia, los alcances del proyecto y sus implicaciones ambientales y medidas de manejo propuestas.

De igual manera, se hace necesario recoger información pertinente que sustente el análisis del Medio Socioeconómico, que coadyuve en la elaboración de la caracterización y diagnóstico del estado actual de la zona, a fin de generar un estudio anclado en la realidad de las comunidades y que permita establecer propuestas de manejo acordes con sus dinámicas sociales, económicas, políticas y culturales.

Lo anterior, ligado a un proceso participativo en el cual los grupos de interés, tanto comunidades de zonas rurales y urbanas, como líderes comunitarios, locales, municipales y regionales, transmitan a través de reuniones y talleres su conocimiento de la zona e identifiquen de manera veraz las afectaciones que la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas eventualmente generaría.

De igual manera, la metodología para el medio socioeconómico incluye el levantamiento de información primaria y secundaria, siendo estas dos (2) fuentes, parte importante en la estructuración de la caracterización del componente del Medio Socioeconómico que se desarrolla en el marco de los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental –EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles.

En el presente documento se encuentran registrados el marco conceptual, marco legal y desarrollo de la metodología, estableciendo para tal fin una etapa de pre campo, una de campo y otra fase de postcampo, en las que se incluyen objetivos, actividades, instrumentos de recolección de información, cronograma y recursos empleados.

### **2.3.3.1 Marco Conceptual General**

Área de influencia: Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí (Tomado del Decreto 1076 del 2015; p.175).

Área de influencia preliminar: Área en la cual se manifiestan los impactos significativos que se identifican y califican en una evaluación ambiental preliminar. Corresponde a una etapa inicial del proyecto y en la cual se elabora un área a partir de información secundaria y un conocimiento previo de las actividades del proyecto (Aecom-Concol).

Área de influencia definitiva: Área en la cual se manifiestan los impactos significativos que se identifican y califican en una evaluación ambiental ajustada con la información primaria recopilada en campo (Aecom-Concol).

Impacto ambiental: Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Tomado del Decreto 1076 del 2015; p.175).

Impactos significativos: Impactos cuyos efectos son de gran relevancia, dado que la alteración sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico) alcanza un nivel de importancia severo o crítico y que puede ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad en un ámbito específico (Aecom-Concol).

Evaluación ambiental preliminar: Análisis cualitativo y cuantitativo preliminar que se construye mediante la identificación y evaluación de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente, como consecuencia de la ejecución de las actividades del proyecto. Se considera preliminar ya que se hace a partir del conocimiento del territorio con información secundaria y porque debe ser ajustada luego de la obtención de información de campo que permita verificar los supuestos planteados (Tomado de la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Aecom-Concol).

Evaluación de impacto ambiental: Proceso formal empleado para predecir las probables consecuencias ambientales (positivas o negativas) de un plan, política, programa o proyecto previo a su implementación, a menudo como parte del procedimiento normativo (licencia ambiental) (Impactos, 2015).

Ámbito de manifestación: El ámbito de manifestación es la división espacial de un elemento del medio (suelo, flora, comunidad), en unidades específicas que responden de forma

diferenciada a un impacto dependiendo de las características propias de dicho elemento y su grado de susceptibilidad (Tomado de la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Aecom-Concol).

**Zona de intervención:** Área en donde se realizan las obras de construcción de un proyecto para algún sector de la infraestructura como vías, energía, hidrocarburos, telecomunicaciones, almacenamiento, entre otros (Aecom-Concol).

**Entidad territorial:** De acuerdo con los artículos 286 y 287 de la actual Constitución Política de Colombia, se da este calificativo a los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas; que gozan de autonomía para la gestión de sus intereses dentro de los límites de la Constitución y de la ley (DANE).

**Departamento:** De acuerdo con el Artículo 298 de Constitución Política de Colombia, es una entidad territorial que goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y las leyes. Los departamentos ejercen funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes (DANE).

**Municipio:** De acuerdo con el artículo 311 de la Constitución Política de Colombia y la Ley 136 de junio 2 de 1994, es la entidad territorial fundamental de la división político-administrativa del Estado, con autonomía política, fiscal y administrativa dentro de los límites que le señalen la Constitución y las leyes de la República. Sus objetivos son la eficiente prestación de los servicios públicos a su cargo, la construcción de las obras que demande el progreso local, la ordenación de su territorio, la promoción de la participación comunitaria en la gestión de sus intereses y el mejoramiento social y cultural de sus habitantes (DANE).

**Unidad territorial:** Delimitación del territorio que constituye una unidad de análisis seleccionada dependiendo del nivel de detalle con el que se requiera la información. Esta unidad se aplica para la definición del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico, la cual presenta características relativamente homogéneas que la diferencian de las demás y puede o no coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente (Minambiente, s.f.).

**Centro poblado:** Es un concepto creado por el DANE para fines estadísticos, útil para la identificación de núcleos de población. Se define como una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. Dicha concentración presenta características urbanas tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales. En las tablas referidas a la codificación de la Divipola, se identifican en la columna “Categoría” con la expresión o etiqueta “CP”, indicando que, si bien se trata de un centro poblado, no se cuenta con la precisión de la autoridad municipal. (DANE). Este concepto considera los Caseríos, Inspección de Policía y Corregimiento municipal.



Caserío (CAS): Sitio que presenta un conglomerado de viviendas, ubicado comúnmente al lado de una vía principal y que no tiene autoridad civil. El límite censal está definido por las mismas viviendas que constituyen el conglomerado. (DANE).

Inspección de Policía (IP): Es una instancia judicial en un área que puede o no ser amanzanada y que ejerce jurisdicción sobre un determinado territorio municipal, urbano o rural y que depende del departamento (IPD) o del municipio (IPM). Es utilizada en la mayoría de los casos con fines electorales. Su máxima autoridad es un Inspector de Policía. (DANE).

Corregimiento municipal (C): Es una división del área rural del municipio, la cual incluye un núcleo de población, considerada en los Planes de Ordenamiento Territorial, P.O.T. El artículo 117 de la ley 136 de 1.994 faculta al concejo municipal para que mediante acuerdos establezca esta división, con el propósito de mejorar la prestación de los servicios y asegurar la participación de la ciudadanía en los asuntos públicos de carácter local. (DANE).

Corregimiento Departamental (CD): Es una división del departamento, al tenor del Decreto 2274 del 4 de octubre de 1991, la cual incluye un núcleo de población. Según esta misma disposición, los ahora corregimientos departamentales no forman parte de un determinado municipio. (DANE).

Accesos Terciarios: Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias (INVIAS, 2016).

Área rural dispersa: Área rural o resto municipal que se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles carreteras, avenidas y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas. (DANE).

Sitio de ubicación de viviendas: Espacio geográfico en el que se sitúan las diferentes clases o formas de construcción de las unidades destinadas a ser habitadas por una o más personas (Aecom-Concol).

Predio: Inmueble perteneciente a una persona natural o jurídica, o a una comunidad situado en un mismo municipio y no separado por otro predio público o privado. Exceptúense las propiedades institucionales, aunque no reúnan las características, con el fin de conservar dicha unidad, pero individualizando los inmuebles de acuerdo con los documentos de propiedad. Para efectos del avalúo catastral se entenderá por mejora, las edificaciones o construcciones en predio propio no inscritas en el catastro o las instaladas en predio ajeno (IGAC, s.f.).

Predio Rural: Es el inmueble que está ubicado fuera del perímetro urbano de un municipio. El predio rural no pierde ese carácter por estar atravesado por vías de comunicación, corrientes de agua, entre otros (IGAC, s.f.).

**Infraestructura Social:** Infraestructura destinada a prestar un servicio social, esto es, a las comunidades asentadas en territorios específicos; pueden pertenecer a una entidad del Estado o a una empresa privada. Entre dichas infraestructuras se encuentran las vías y puentes; líneas de distribución eléctrica domiciliaria y postes de energía, líneas de transmisión de alta, media y baja; ductos; torres de comunicaciones o repetidoras, aeropuertos, escuelas, centros de salud, sistemas de alcantarillado y/o acueducto, etc. (Aecom-Concol).

**Infraestructura Comunitaria:** Dentro de estas se contemplan infraestructuras para el beneficio y usufructo de la comunidad, que, en su mayoría, están manejadas y/o administradas por ellas mismas, a saber, tienda comunitaria, centros de acopio, casa comunal y áreas o sitios de interés religioso y/o cultural. En algunas áreas rurales es la misma comunidad quien construye y organiza los centros de salud con patrocinio de empresas privadas (Aecom-Concol).

**Infraestructura Productiva:** Construcciones generalmente de propiedad privada, las cuales cumplen una función particular en el desarrollo de las actividades económicas en un predio. Dichas construcciones pueden estar destinadas a la cría, engorde y/o mantenimiento de especies animales (corrales, porquerizas, galpones, estanques piscícolas, establos, etc.) o a la producción agrícola (tanques de almacenamiento de agua, bodegas, secaderos de café, sistemas de riego, zonas de empaque, etc.) (Aecom-Concol).

**Toponimia:** Según Rae, es el conjunto de los nombres propios de lugar de un país o de una región.

### 2.3.3.2 Marco Legal

A continuación, en la Tabla 2.33 se relaciona el marco normativo que respalda el desarrollo del estudio de impacto ambiental para el proyecto “Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-pamplonita”.

**Tabla 2.33 Fuentes Bibliográficas consultadas**

|                                   |                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Constitución Política de Colombia | Actual carta magna de la República de Colombia.                                                                                                                                   |
| Ley 163 de 1959                   | Por la cual se dictan medidas sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.                                                |
| Ley 45 de 1983                    | Por medio de la cual se aprueba la "Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural".                                                                    |
| Ley 21 de 1991                    | Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.                                                               |
| Ley 99 de 1993                    | Por el cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente y se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación el medio ambiente y los recursos naturales renovables. |
| Ley 134 de 1994                   | Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.                                                                                                         |
| Ley 152 de 1994                   | Ley Orgánica del Plan de Desarrollo- Ley de planeación participativa.                                                                                                             |
| Ley 1397 de 1997                  | Por la cual se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre                                          |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias”.                                                                                                                                                          |
| Ley 472 de 1998         | Sobre el ejercicio de las acciones populares y de grupos.                                                                                                                                                                                                                                  |
| Ley 850 de 2003         | Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.                                                                                                                                                                                                                              |
| Ley 1185 de 2008        | Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones.                                                                                                                                                                            |
| Decreto 264 de 1963     | Por el cual se reglamenta la Ley 163 de 1959 sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.                                                                                                                                          |
| Decreto 2164 de 1995    | Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIV de la Ley 160 de 1994 en lo relacionado con la dotación y titulación de tierras a las comunidades indígenas para la constitución, reestructuración, ampliación y saneamiento de los resguardos indígenas en el territorio nacional. |
| Decreto 1777 de 1996    | Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIII de la Ley 160 de 1994, en lo relativo a las zonas de reserva campesina.                                                                                                                                                            |
| Decreto 1996 de 1999    | Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil.                                                                                                                                                                     |
| Decreto 3770 de 2008    | 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.                                                                                 |
| Decreto 2820 de 2010    | Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.                                                                                                                                                                                                 |
| Resolución 0751 de 2015 | Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos y se toman otras determinaciones - Términos de Referencia M-M-INA-02 versión 2.                         |
| Decreto 3573 de 2011    | Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA– y se dictan otras disposiciones.                                                                                                                                                                                |
| Decreto 330 de 2007     | Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.                                                                                                                                                                                        |
| Resolución 1503 de 2010 | Por la cual se adopta la metodología general para la presentación de estudios ambientales y se adoptan otras determinaciones.                                                                                                                                                              |

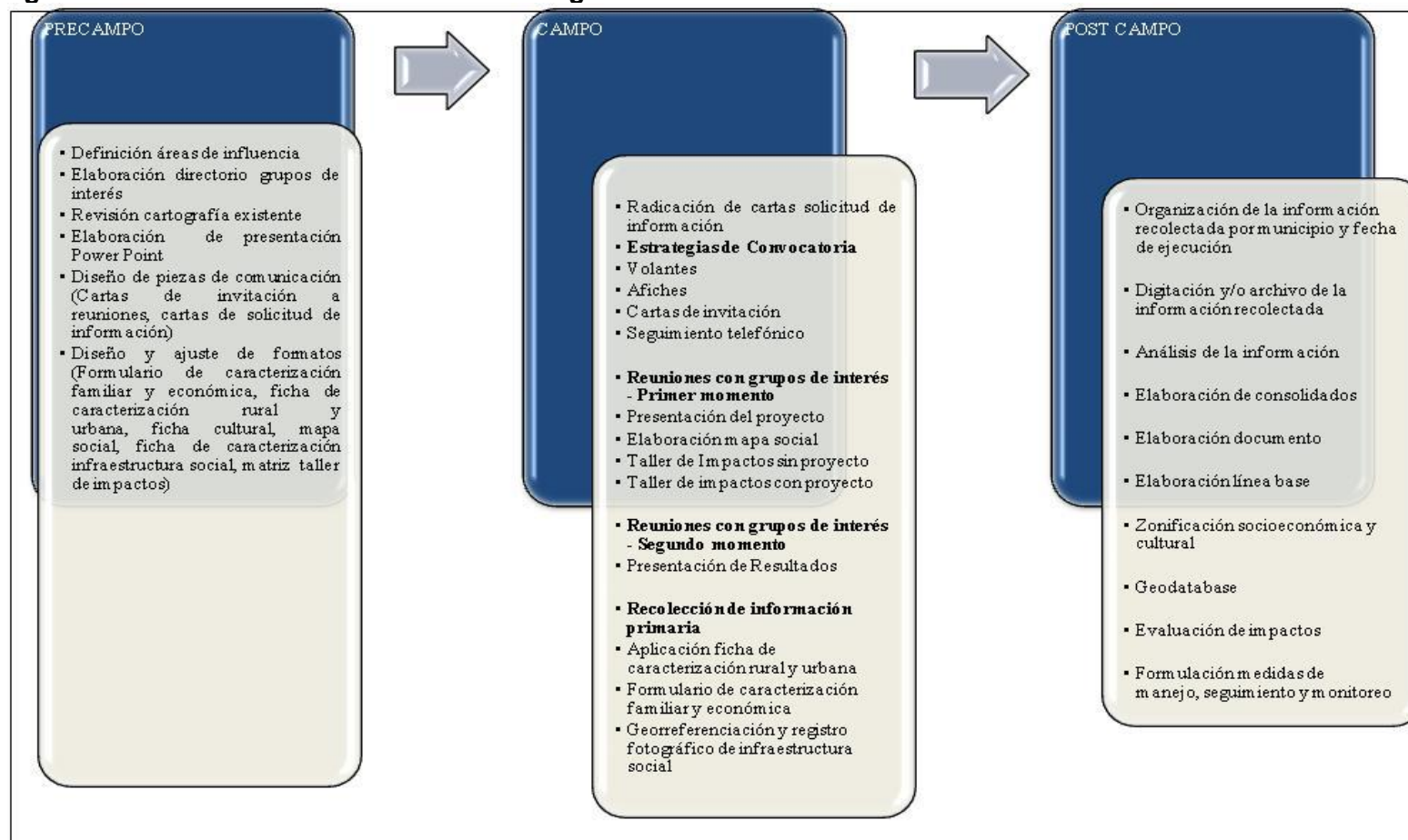
Fuente: Verificación de fuentes secundarias Aecom-Concol, 2018.

### 2.3.3.3 Desarrollo de la Metodología

A continuación, se presenta el enfoque metodológico desarrollado, que permitió vislumbrar las técnicas, estrategias, instrumentos y los procedimientos a desarrollar en cada una de las etapas contempladas: pre-campo, campo y poscampo.

En la Figura 2-40 se evidencian las etapas del proceso metodológico.

**Figura 2-40 Estructura del Proceso Metodológico**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

### 2.3.3.3.1 Etapa Precampo

- **Objetivos**

- Establecer el enfoque metodológico que se implementará para el desarrollo del componente socioeconómico y cultural enmarcado en el estudio de impacto ambiental
- Definir el área de influencia preliminar, es decir, los municipios, entidades territoriales e información predial ubicada a lado y lado de la UF 2 del Proyecto "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF2 sector Pamplona-pamplonita".
- Identificar los grupos de interés que se localizan en el área de influencia preliminar
- Planear las actividades que el equipo consultor realizará previas al relacionamiento con los grupos de interés.
- Determinar los canales de comunicación, estrategias de divulgación y relacionamiento con los grupos de interés, previo al desarrollo de las actividades de campo con el fin de propiciar un escenario social favorable en la elaboración del estudio de impacto ambiental

- **Actividades**

Las actividades planeadas en la etapa de pre campo corresponden al conjunto de acciones y aspectos desarrollados por Aecom-Concol, previo al relacionamiento con los grupos de interés (autoridades departamentales, municipales y líderes comunitarios), las cuales se describen a continuación:

- Definición del área de estudio preliminar a partir de la revisión de la cartografía IGAC, la cual se corroboró posteriormente con la cartografía oficial de cada una de las entidades territoriales del área de influencia (EOT, POT y PBOT).
- Solicitud y obtención de certificados y/o licencias. Se adelantó la consulta ante el Ministerio del Interior, frente a la existencia de comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto. Por otro lado, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 3 de la Ley 1185 de 2008, se adelantó 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 avaló la propuesta de prospección arqueológica para el proyecto.
- Revisión documental a partir de la información suministrada por la Agencia Nacional de Infraestructura en relación al objeto del estudio.
- Presentación del proyecto y solicitud de información secundaria: Se requirió información de instituciones como MAVDT, IGAC, Alcaldías Municipales, Gobernación del Norte de Santander, CORPONOR, ICANH, entre otros. Todo esto para lograr recolectar y organizar información social y ambiental de los territorios relacionados con el proyecto.
- Diseño y validación de herramientas de comunicación, actividad que incluyó la elaboración y aprobación de todos los documentos, instrumentos de recolección de información, formatos de registro y piezas de comunicación a emplear en la etapa de campo. Los documentos o piezas de comunicación a emplear en el proceso de



información y participación, fueron los siguientes:

- Cartas de presentación, solicitud de información secundaria e invitación a los grupos de interés: A través de las cuales se informó el alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental, se solicitó la información secundaria de importancia para el EIA a los entes territoriales y entidades correspondientes, adicionalmente se invitó a participar de las reuniones realizadas.
- Volantes de invitación a reunión: Esta pieza de comunicación contiene el alcance del estudio, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto.
- Registro de entrega de piezas comunicacionales: Este soporte incluye la información del departamento, municipio, vereda, fecha de entrega, nombre de la persona que recibe la información y firma, número telefónico e información de quién recibe.
- Afiches de invitación a reunión: Describe 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 registró las comunicaciones sostenidas con los grupos de interés para reforzar la participación en las reuniones; incluye el 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 Power Point: Se prepararon dos presentaciones para tal fin.
- La presentación del primer momento (Presentación del Proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental) que incluyó objetivo de la reunión, empresa responsable del proyecto, descripción y localización del proyecto, alcance y actividades del estudio de impacto ambiental, levantamiento de mapas sociales, metodología y ejecución del taller de identificación de impactos y medidas de manejo y plenaria.
- La presentación empleada durante el segundo momento (Resultados del Estudio de Impacto Ambiental), tuvo como finalidad dar a conocer a los grupos de interés los resultados del EIA y su retroalimentación. Para ello se incluyó lo siguiente: objetivo de la reunión, la descripción y ubicación del proyecto, los resultados de la caracterización del área de influencia, impactos identificados y medidas de manejo planteadas y espacio para intervención de los grupos de interés.

Los instrumentos de recolección de información primaria utilizados durante la etapa de campo fueron los siguientes:

- Con apoyo de la PDA se adelantó la georreferenciación de áreas de interés social para el proyecto y el registro fotográfico correspondiente.
- Ficha de caracterización rural y urbana: Mediante esta herramienta, se identificaron los aspectos relevantes demográficos, históricos, espaciales, económicos, políticos, organizativos y culturales de cada una de las unidades territoriales del área de influencia.
- Diligenciamiento de la ficha cultural: busco obtener información cualitativa que diera cuenta del contexto cultural local principalmente sobre los aspectos relacionados con los hitos históricos, creencias y costumbres (cohesión y pertenencia geográfica),

relación naturaleza-cultura y manifestaciones de la anterior relación en el espacio geográfico (uso local de fauna y flora, patrones de asentamiento y sentido proteccionista, entre otros). Adicionalmente, se indagará sobre las manifestaciones materiales e inmateriales

- Formulario de caracterización familiar y formulario de inventario predial social: Se diligencio este formulario en una unidad social, este instrumento fue ajustado por Aecom-Concol, para complementar la información registrada en el formato GCSP-F-036-Ficha social reasentamiento poblacional, de la ANI. Con dichos formularios se caracterizaron las familias a reasentar.
- Planos cartográficos de las unidades territoriales – Mapas sociales: Tuvo como finalidad que la comunidad (informantes conocedores de su comunidad) haga una representación gráfica del territorio local. Este refleja los aspectos más relevantes 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.
- Matriz de identificación de impactos y medidas de manejo: Se prepararon tres tipos de matrices, una para el escenario sin proyecto (actividades antrópicas), otro para la etapa de Preconstrucción y otro para la etapa de construcción, en las cuales se identificaron los impactos a los medios biótico, abiótico y socioeconómico.
- Formatos de memoria de reunión y listado de asistencia: Utilizados como memoria y registro de información relevante del área de influencia, recomendaciones y/o percepciones de los grupos de interés frente al proyecto.
- Directorio de Grupos de interés, se registró la información que permitió ubicar y establecer contacto con el grupo de interés. Incluye, nombre, teléfono, correo electrónico, dirección, entre otros. Para ello se involucraron los siguientes grupos de interés:
  - Autoridades departamentales y corporaciones autónomas regionales, para este caso CORPONOR y Gobernación del Norte de Santander.
  - Autoridades Municipales (alcaldes y secretarios de gobierno y planeación) y autoridades de control (personerías municipales).
  - Representantes de las Juntas de Acción Comunal de las unidades territoriales menores
  - Propietarios de predios interceptados por el proyecto, habitantes y comerciantes de las unidades territoriales menores.
- Previo a la salida de campo se elaboró la cartografía con la ubicación de las unidades territoriales (veredas y municipio).
- Concertación de cronograma de actividades para la recolección de información y reuniones informativas con grupos de interés (Autoridades departamentales, autoridades municipales y presidentes de JAC) en el área de influencia preliminar, donde se establecieron las fechas, horarios y lugares para su desarrollo. Durante esta etapa se realizó un primer acercamiento con los líderes comunitarios de manera telefónica, donde se informó el alcance del estudio, los responsables del mismo, el objetivo del encuentro y se establecerán las fechas para efectuar esta actividad.
- Preparación talleres de actualización de impactos y medidas de manejo dirigidos a las comunidades y autoridades municipales del área de influencia del sistema.

- Capacitación Equipo Social para el diligenciamiento de las fichas de caracterización predial, rural y urbana de Aecom-Concol, la cual se realizó en varias sesiones y se dirigió a los profesionales del Medio Socioeconómico. De esta manera se unificaron criterios y conceptos que facilitaron la aplicación de los instrumentos de recolección de información.

- **Cronograma de Actividades**

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades desarrolladas. En la Tabla 2.34 se relacionan las actividades, los responsables y tiempos estimados.

**Tabla 2.34 Cronograma etapa de Precampo**

| No.          | Actividades                                                                                                                                                                                                                                            | Responsable                          | Días Estimados | Semana    |   |   |   |   |   |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------|-----------|---|---|---|---|---|
|              |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |                | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1            | Definición del área de influencia preliminar                                                                                                                                                                                                           | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 1              |           |   |   |   |   |   |
| 2            | Revisión documental existente                                                                                                                                                                                                                          | Profesionales Sociales Aecom-Concol. | 3              |           |   |   |   |   |   |
| 3            | Elaboración de directorio de Grupos de Interés ubicados en el área de estudio preliminar                                                                                                                                                               | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 1              |           |   |   |   |   |   |
| 4            | Diseño y validación de oficios de solicitud de información secundaria y convocatoria a reuniones de información del estudio con Autoridades Departamentales, Municipales y comunidad                                                                   | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 2              |           |   |   |   |   |   |
| 5            | Agendamiento de reuniones informativas y talleres de recolección de información primaria (cronograma de reuniones)                                                                                                                                     | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 2              |           |   |   |   |   |   |
| 6            | Preparación talleres de actualización de impactos                                                                                                                                                                                                      | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 2              |           |   |   |   |   |   |
| 7            | Elaboración línea base (unidades territoriales mayores)                                                                                                                                                                                                | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 15             |           |   |   |   |   |   |
| 8            | Capacitación al equipo social para el diligenciamiento de las fichas de caracterización rural y urbana, elaboración mapa social, formulario de caracterización familiar y formulario de caracterización económica y ficha de caracterización cultural. | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 2              |           |   |   |   |   |   |
| 9            | Simulacro de presentación del estudio y taller de recolección de información primaria                                                                                                                                                                  | Profesionales Sociales Aecom-Concol  | 1              |           |   |   |   |   |   |
| <b>Total</b> |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |                | <b>29</b> |   |   |   |   |   |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

- **Recursos**

A continuación, en la Tabla 2.35 se relacionan los recursos físicos y humanos empleados durante las actividades realizadas en esta etapa.

**Tabla 2.35 Recursos requeridos actividades Precampo**

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Físicos | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Oficios de invitación a reuniones</li> <li>– Oficios de solicitud de información</li> <li>– Presentaciones del estudio a las autoridades departamentales, municipales y comunidad</li> <li>– Camionetas doble cabina para transporte del personal</li> <li>– Planos de localización geográfica del área de influencia preliminar</li> <li>– Instalaciones de las autoridades departamentales y municipales del área de influencia preliminar</li> <li>– Lineamientos de la guía ambiental para proyectos de infraestructura</li> <li>– Términos de referencia M-M-INA-02</li> </ul> |
| Humanos | – Un (1) Profesional Social de Aecom - Concol.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

### 2.3.3.3.2 Etapa de Campo

- **Objetivos**

- Recopilar información primaria y secundaria a través de los entes departamentales y municipales, líderes comunitarios, propietarios/encargados de predios y demás grupos de interés.
- Informar a las autoridades departamentales, municipales y grupos focales del área de influencia directa sobre el alcance del proyecto y las actividades a desarrollar en el estudio de impacto ambiental.
- Aplicar oportunamente las herramientas e instrumentos planteados (observación participativa, entrevistas semi estructuradas a partir de la ficha de caracterización rural, ficha de caracterización urbana, formulario de caracterización familiar y económica, mapa social, matriz de impactos y medidas de manejo, entre otras), para el logro de los objetivos anteriormente mencionados.

- **Actividades**

Las actividades planeadas en la etapa de campo corresponden al conjunto de procedimientos y aplicación de técnicas, herramientas e instrumentos propuestos por Aecom-Concol, para desarrollar el componente socioeconómico y cultural enmarcado en el proyecto

1. Acercamiento con grupos de interés y entrega de oficios de convocatoria a reuniones: durante esta etapa se realizó la entrega de oficios de invitación a las reuniones con la comunidad y autoridades municipales y regionales.

A continuación, en la Tabla 2.36 se ilustra el esquema de convocatoria que se realizó con

los diferentes grupos de interés:

**Tabla 2.36 Esquema de convocatoria a grupos de interés**

| Grupo de interés                          | Estrategia de convocatoria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autoridades Municipales y Departamentales | Radicación de oficio de convocatoria a la reunión después de concertada la fecha y la hora de la reunión, de acuerdo a la disponibilidad de los funcionarios de los entes departamentales y municipales. Para autoridades departamentales se convocó al Director y a los Directores de Planeación de cada entidad. En el caso de autoridades municipales, se convocó a alcaldes, secretarios de gobierno y planeación y personerías municipales. |
|                                           | Se realizó comunicación y/o seguimiento telefónico y en la medida de lo posible mediante correo electrónico con los funcionarios para garantizar la asistencia a la reunión                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Comunidades y Organizaciones              | En comunicación personal o telefónica se informó el alcance del estudio y se programó la fecha, hora y lugar de la reunión.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                           | Posteriormente, se hizo entrega de la carta de invitación a los representantes de las JAC, en la que se invitó a participar de la reunión en compañía de toda la comunidad de la unidad territorial, para dar a conocer el proyecto. Durante el encuentro con los representantes comunitario se requirió el apoyo para la entrega de volantes de invitación a los habitantes de la comunidad.                                                    |
|                                           | Se instalaron carteleras informativas donde se dio a conocer el lugar la fecha y la hora de la reunión, en lugares visibles y de alta afluencia de la comunidad para recordar el evento.                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                           | Se dejaron volantes de invitación a la reunión en lugares de alta afluencia de la comunidad para recordar el evento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2. Recolección de información secundaria en las entidades departamentales y municipales. Dicha información proviene del SISBEN, Secretaria de Planeación, Personería, Unidad de Desarrollo Agropecuario y Ambiental, Empresa de Servicios Públicos, entre otras.

3. Levantamiento de formularios de caracterización familiar y formulario de inventario predial social: se diligenció el formulario de caracterización familiar a una unidad social localizada en la vereda El Naranjo.

Para la recolección de dicha información se empleó la técnica de Observación Participativa, la cual buscó acercarse al contexto cotidiano del área de influencia del proyecto, el Profesional Social realizó la georreferenciación y toma de registro fotográfico de la unidad social con posible reasentamiento.

4. Realización de reuniones/talleres

Reuniones con autoridades departamentales y municipales: Se realizaron dos reuniones con cada una de las entidades. Durante el primer encuentro la agenda realizada fue la siguiente

- Objetivos de la reunión



- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Lectura del acta de reunión

Para estas reuniones se diseñó una presentación en power point que facilitó la presentación del estudio a los grupos de interés. En total se realizaron cuatro (4) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales.

Durante el segundo encuentro se presentaron los resultados del estudio, en procura de garantizar la retroalimentación de los grupos de interés. En total se realizaron cuatro (4) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales.

Reuniones con comunidad: Con cada unidad territorial menor (vereda), se realizó un primer encuentro donde se presentó el proyecto y el alcance del estudio y se recolectó información primaria de las características socioeconómicas y culturales del área.

La agenda desarrollada durante las reuniones fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Taller de recolección de información primaria
- Lectura del acta de reunión

Las técnicas e instrumentos de recopilación de información en el encuentro se relacionan a continuación:

Mapa social: durante el encuentro con los líderes comunitarios se construyó el mapa parlante, la comunidad dibuja el mapa de la unidad territorial en medio pliego de papel periódico o sobre cartografía base de Google maps, para lo cual se entregó un listado de la información que deben plasmar en el croquis.

Por medio de esta técnica los líderes comunitarios a partir de un dibujo de la vereda, identificaron su territorio, ubicaron los límites, infraestructura social, cultural, económica, productiva, entre otras. Lo anterior permitió 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 del proyecto.

Matriz de identificación de impactos y medidas ambientales: tuvo como objeto la identificación por parte de la comunidad de los impactos y medidas de manejo que se pueden generar por el proyecto. Busco analizar los distintos impactos que el proyecto puede traer a la comunidad y su unidad territorial. Para tal fin se organizaron 3 grupos de trabajo, cada uno de los grupos analizó las actividades en el escenario sin proyecto (actividades antrópicas), otra matriz para las actividades de la etapa de Preconstrucción y otra con las actividades de construcción y frente a cada impacto se propusieron las medidas de manejo que la comunidad considero pueden responder a los impactos identificados. Para ello, se hizo entrega de un formato en el cual los participantes escribieron a lado de cada actividad el impacto que consideraron puede traer a la comunidad el proyecto, el carácter y la medida de manejo. La agenda desarrollada se describe en la Tabla 2.37.

**Tabla 2.37 Agenda encuentro con comunidades Primer Momento**

| Actividad                                                                   | Descripción de la actividad                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Instrumentos y materiales                                                                                                              | Tiempo Estimado |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.Objetivo de la reunión                                                    | Presentación del objetivo del encuentro                                                                                                                                                                                                                                                                                         | - Presentación en Power Point                                                                                                          | 3 min           |
| 2. Presentación de los asistentes                                           | Presentación de los asistentes por parte de los grupos de interés y de los profesionales presentes de                                                                                                                                                                                                                           | - Presentación en Power Point<br>- Memoria de reunión y planilla de asistencia                                                         | 15 min          |
| 3. Presentación del alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental | Exposición de las actividades a desarrollar para el Estudio y generación del espacio de participación para escuchar y aclarar las inquietudes de los asistentes                                                                                                                                                                 | -Presentación en Power Point –físico y digital<br>-Computador<br>-Video Beam<br>-Planos impresos                                       | 45 min          |
| 4. Refrigerio                                                               | Momento para compartir el refrigerio e interactuar con la comunidad de manera informal                                                                                                                                                                                                                                          | -Refrigerio proporcionado por Aecom-Concol                                                                                             | 15 min          |
| 5.Elaboración del mapa social                                               | -Se dibujó por parte del grupo focal lo siguiente:<br>-Asentamientos Humanos<br>-Infraestructura Social<br>-Actividad Productiva<br>-Bienes de interés cultural<br>-Sitios de importancia o interés natural<br>-Sitios de interés o importancia económica y recreativo<br>-Sitios de interés o importancia histórica y cultural | -Papel Periódico o imagen impresa de la unidad territorial –Google maps-<br>-Marcadores de colores<br>-Lápices<br>-Tijeras<br>-Pegante | 45 min          |
| 6. Taller de impactos y medidas de manejo                                   | Identificación de impactos y medidas de manejo que se pueden generar por el proyecto.                                                                                                                                                                                                                                           | - Matriz de actualización de impactos con y sin proyecto para las etapas de preconstrucción y construcción                             | 90 min          |
| 7. Preguntas e inquietudes                                                  | Se da un espacio para que los integrantes del grupo presenten las inquietudes, sugerencias y comentarios sobre el desarrollo de las actividades del proyecto y del estudio                                                                                                                                                      | -Acta de reunión                                                                                                                       | 20 min          |

| Actividad                                                                                              | Descripción de la actividad                                                                      | Instrumentos y materiales | Tiempo Estimado |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|
| 8. Agradecimientos                                                                                     | En este espacio se agradeció a la comunidad por su asistencia y participación en la convocatoria | N/A                       | 2 min           |
| Tiempo Estimado                                                                                        |                                                                                                  |                           | 3.9 horas       |
| Responsables: La presentación del proyecto será liderado por los profesionales de Aecom-Concol y UVRP. |                                                                                                  |                           |                 |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

Para las reuniones con comunidad del segundo momento: Durante el segundo encuentro con las unidades territoriales menores (veredas), se presentaron los resultados del estudio, con el ánimo de lograr su retroalimentación al respecto.

La agenda desarrollada durante las reuniones de resultados fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Características del proyecto
- Resultados del Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Lectura del acta de reunión

Del desarrollo de las reuniones llevadas a cabo con los grupos de interés del proyecto, se cuenta con los siguientes registros: Registros de asistencia, memoria de reunión, registro fotográfico y/o filmico, registro de matrices de identificación de impactos y medidas de manejo y mapas sociales.

La agenda desarrollada se describe en la Tabla 2.39

**Tabla 2.38 Agenda encuentro con comunidades segundo momento**

| Actividad                            | Descripción de la actividad                                                                                                                           | Instrumentos y materiales                                                      | Tiempo Estimado |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1. Objetivo de la reunión            | Presentación del objetivo del encuentro                                                                                                               | - Presentación en Power Point                                                  | 3 min           |
| 2. Presentación de los participantes | Presentación de los asistentes por parte de los grupos de interés y de los profesionales presentes de                                                 | - Presentación en Power Point<br>- Memoria de reunión y planilla de asistencia | 15 min          |
| 3. Beneficios del proyecto           | Se informa a los asistentes los beneficios del proyecto                                                                                               | - Presentación en Power Point                                                  | 2 min           |
| 4. Características del proyecto      | Exposición de las actividades a desarrollar en el proyecto (vía a construir, Zodmes, vías de acceso, vías industriales, peaje, retorno, entro otros). | - Presentación en Power Point -digital<br>- Computador<br>- Video Beam         | 20 min          |

| Actividad                                                                                              | Descripción de la actividad                                                                                                                                                                            | Instrumentos y materiales                                          | Tiempo Estimado |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 5. Resultados del Estudio de Impacto Ambiental                                                         | Exposición sobre los resultados del EIA (área de influencia, línea base medios biótico, abiótico y socioeconómico), evaluación de impactos y medidas de manejo, demanda de recursos e inversión del 1% | -Presentación en PowerPoint -digital<br>-Computador<br>-Video Beam | 40 min          |
| 6. Refrigerio                                                                                          | Momento para compartir el refrigerio e interactuar con la comunidad de manera informal                                                                                                                 | -Refrigerio proporcionado por Aecom-Concol                         | 15 min          |
| 7. Preguntas e inquietudes                                                                             | Se da un espacio para que los integrantes del grupo presenten las inquietudes, sugerencias y comentarios sobre el desarrollo de las actividades del proyecto y del estudio                             | -Acta de reunión                                                   | 30 min          |
| 8. Agradecimientos                                                                                     | En este espacio se agradeció a la comunidad por su asistencia y participación en la convocatoria                                                                                                       | N/A                                                                | 1 min           |
| Tiempo Estimado                                                                                        |                                                                                                                                                                                                        |                                                                    | 2.1 horas       |
| Responsables: La presentación del proyecto será liderado por los profesionales de Aecom-Concol y UVRP. |                                                                                                                                                                                                        |                                                                    |                 |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

5. Diligenciamiento de la ficha de caracterización rural o urbana, georreferenciación y registro fotográfico de infraestructura socioeconómica y cultural: este instrumento recopiló información relacionada con la estructura territorial, historia de las veredas, características de población, servicios sociales, infraestructura socioeconómica, actividades agropecuarias, tenencia de la tierra, entre otras. Esta actividad se desarrolló durante un lapso de tiempo de 4 horas, fue programada con antelación y contó con la participación de dos o tres líderes comunitarios, quienes contaron con los siguientes requisitos:

- Residir en la unidad territorial por más de 10 años
- Tener conocimiento de su territorio (límites, población, actividades económicas, sociales y culturales)

6. Diligenciamiento de la ficha cultural: este busco obtener información cualitativa que diera cuenta del contexto cultural local principalmente sobre los aspectos relacionados con los hitos históricos, creencias y costumbres (cohesión y pertenencia geográfica), relación naturaleza-cultura y manifestaciones de la anterior relación en el espacio geográfico (uso local de fauna y flora, patrones de asentamiento y sentido proteccionista, entre otros).

### • Cronograma de actividades

A continuación, en la Tabla 2.39 se presenta el cronograma de actividades desarrollado para el Medio Socioeconómico en esta etapa, el cual incluye los responsables y tiempos para cada una de las actividades.

**Tabla 2.39 Cronograma de actividades etapa de campo**

| Nº                                                        | Actividades                                                                                                                                                                                                     | Responsables                                           | Días<br>estimados | Semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|--|--|
|                                                           |                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                   | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |  |  |  |
| Acercamiento Inicial                                      |                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 1                                                         | Reconocimiento del territorio, Identificación de grupos de interés, convocatorias reuniones con la comunidad (7 veredas), con autoridades municipales (2 Alcaldías) y con autoridades regionales (2 entidades). | 2 Profesionales Sociales                               | 4                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 2                                                         | Recolección de información secundaria                                                                                                                                                                           | 2 Profesionales Sociales                               | 2                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| Reuniones de información y caracterización del territorio |                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 3                                                         | Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corporonor y Gobernación del Norte de Santander).                                                                                                       | 1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental         | 1                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 4                                                         | Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Pamplona y Pamplonita                                                                                                                                     | 1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental         | 1                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 5                                                         | Reuniones informativas y de caracterización del territorio con comunidad (7 unidades territoriales)                                                                                                             | 2 Profesionales Sociales - 2 Profesionales Ambientales | 5                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 6                                                         | Levantamiento de fichas veredales y georreferenciación (7 unidades territoriales)                                                                                                                               | 1 Profesional Social                                   | 7                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 7                                                         | Levantamiento de fichas prediales y georreferenciación (1 unidad social)                                                                                                                                        | 1 Profesional Social                                   | 1                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 8                                                         | Levantamiento de fichas culturales (7 unidades territoriales)                                                                                                                                                   | 1 Profesional Social                                   | 8                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 9                                                         | Levantamiento de fichas de caracterización vías de acceso y Zodmes                                                                                                                                              | 1 Profesional Social                                   | 8                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| Reuniones de presentación de resultados -EIA              |                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                   |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 10                                                        | Convocatorias reuniones con la comunidad (7 veredas), con autoridades municipales (2 Alcaldías) y con Autoridades Regionales (2 entidades).                                                                     | 2 Profesionales Sociales                               | 3                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 11                                                        | Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corporonor y Gobernación del Norte de Santander).                                                                                                       | 1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental          | 1                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |
| 12                                                        | Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Pamplona y Pamplonita                                                                                                                                     | 1 Profesional Social- 2 Profesionales Ambientales      | 1                 |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |  |  |



| Nº                                        | Actividades                                        | Responsables                                           | Días estimados | Semana |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                                           |                                                    |                                                        |                | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 13                                        | Reuniones con comunidad (7 unidades territoriales) | 2 Profesionales Sociales - 2 Profesionales Ambientales | 2              |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| <b>Total: 10 semanas (75 días aprox.)</b> |                                                    |                                                        |                |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

### • Recursos

A continuación en la Tabla 2.40 se relacionan los recursos físicos y el recurso humano empleados para las actividades planeadas en la etapa de campo.

**Tabla 2.40 Recursos requeridos etapa de campo**

| Recursos | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Físicos  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Actas de reunión</li> <li>- Camionetas doble cabina para transporte del personal</li> <li>- Planos de localización geográfica del área de influencia preliminar</li> <li>- Instalaciones de las alcaldías municipales del área de estudio preliminar</li> <li>- Solicitud de información a través de correspondencia establecida en la etapa de pre campo</li> <li>- Fichas de caracterización rural y urbana</li> <li>- Formularios de caracterización familiar y económica</li> <li>- Periódico para elaboración de cartografías sociales/mapas parlantes</li> <li>- Marcadores de colores para elaboración de cartografías sociales/mapas parlantes</li> <li>- Refrigerio para ser proporcionado en los encuentros con las comunidades</li> <li>- Equipos electrónicos que permitan el registro de información audio visual (Cámara fotográfica y filmadora)</li> <li>- Computador personal que contenga las ayudas digitales que se presentarán a las autoridades municipales, líderes comunitarios y demás grupos de interés.</li> <li>- Video Beam</li> <li>- Equipos de georeferenciación (GPS's y PDA's)</li> <li>- Equipos de Protección Personal (EPP) para el equipo de profesionales de campo</li> </ul> |
| Humano   | Profesionales Sociales y Ambientales de Aecom-Concol<br>Profesionales sociales, técnicos y ambientales de la Unión Vial Río Pamplonita                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

### 2.3.3.3.3 Etapa Post Campo

- **Objetivos**

- Sistematizar, organizar y analizar la información recopilada en la etapa de campo, con el fin de elaborar el documento Capítulo 5.3 de la línea base de información, en cuanto a los lineamientos de participación y socialización con las comunidades y las dimensiones demográfica, espacial, económica, cultural, político organizativa y tendencias del desarrollo.
- Determinar las áreas de influencia del componente socio económico y cultural teniendo en cuenta cartografía base, infraestructura socioeconómica y cultural, y evaluación de impactos que se pueden generar durante las etapas de preconstrucción y construcción del proyecto.
- Realizar la zonificación ambiental de acuerdo a la evaluación de impactos desde el componente socioeconómico y cultural.
- Efectuar el taller de actualización de impactos con el equipo de trabajo de Aecom-Concol. Empleando como soporte los talleres de actualización de impactos trabajados con la participación de la comunidad y lo evidenciado durante el trabajo de campo.
- Elaborar las medidas de manejo sociales (fichas): estrategias, programas y propuestas orientados a la prevención, protección, mitigación o compensación de los impactos que se pueden generar por desarrollo del proyecto, de acuerdo con los lineamientos establecidos en la guía ambiental para proyectos de infraestructura y la evaluación de impactos ambientales.
- Elaboración de las fichas de monitoreo y seguimiento social, de acuerdo con las medidas de manejo sociales como objetivos, metas, actividades, responsable e indicadores entre otros que garanticen el cumplimiento de las medidas de manejo social.
- Elaborar la cartografía para el componente socioeconómico y cultural del proyecto, identificando las unidades territoriales del área de influencia, la infraestructura socioeconómica y cultural del área, a partir de los meta datos y la geodatabase.
- Realizar los ajustes solicitados ante la revisión del documento por parte del grupo asegurador de la Unión Vial Río Pamplonita y la ANI, para así proceder a la validación del documento.

- **Actividades**

Las actividades planeadas en la etapa de post campo corresponden al conjunto de acciones y aspectos desarrollados por Aecom-Concol, a partir del resultado e información recopilada en la etapa de campo. En la Tabla 2.41 se relacionan las actividades realizadas durante esta etapa, la cual incluye los responsables y días estimados.

En esta etapa de organizó, analizó y se sistematizó la información obtenida en campo para así proceder con la elaboración del documento.

La etapa post campo estuvo a cargo de cuatro (4) profesionales sociales. Durante esta etapa se sistematizó la información primaria y secundaria recolectada en la salida de campo

y se elaboró el documento, de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia M-M-INA-02, versión 2.

Posteriormente, se adelantó identificación de impactos y medidas de manejo a través de un taller en coordinación con el equipo de profesionales del Aecom-Concol, para lo cual se partió por revisar las matrices de impactos en los escenarios sin y con proyecto. De igual manera se adelantó en este mismo espacio la formulación de las medidas de manejo.

Por último, se construyó la cartografía social a partir de los meta datos y la geodata base, donde se presentaron los siguientes planos:

- Áreas de Influencia componente socio económico y cultural: Delimitación de las áreas de influencia. Cartografía base, infraestructura socioeconómica y cultural, límites veredales, municipales y departamentales.
  - Infraestructura social área de influencia: Delimitación de las áreas de influencia, límites veredales y municipales, cartografía base, infraestructura social, cultural, de servicios públicos, entre otros.
- 
- **Cronograma de actividades**

En la Tabla 2.41 se presenta el cronograma de actividades planteado para el desarrollo del Medio Socioeconómico en esta etapa, el cual incluye los responsables y tiempo empleado para cada una de las actividades.

Tabla 2.41 Cronograma de actividades etapa Post Campo

| No.          | Actividades                                                                     | Responsable                         | Días Estimados | Semana         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|              |                                                                                 |                                     |                | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1            | Sistematización de reuniones de presentación de resultados de la etapa de campo | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 5              |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2            | Sistematización de fichas de caracterización rural y urbana                     | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 3              |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3            | Sistematización de fichas de caracterización predial                            | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 1              |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 4            | Elaboración línea base unidades territoriales menores                           | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 20             |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 5            | Evaluación de impactos en los escenarios sin y con proyecto                     | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 8              |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 6            | Elaboración geodatabase y zonificación ambiental                                | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 5              |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 7            | Elaboración medidas manejo, monitoreo y seguimiento                             | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 5              |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 8            | Correcciones al documento                                                       | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 10             |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 9            | Validación del documento                                                        | Profesionales Sociales Aecom-Concol | 3              |                |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Total</b> |                                                                                 |                                     |                | <b>60 días</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

### • Recursos

En la Tabla 2.42 se relacionan los recursos físicos y humanos requeridos durante las actividades de post campo.

Tabla 2.42 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo

| Recursos | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Físicos  | Fichas de caracterización unidad territorial<br>Ficha de caracterización infraestructura económica y social<br>Planos de localización geográfica del área de influencia<br>Computadores<br>Planos realizados por el equipo de SIG<br>Fuentes secundarias suministradas por las autoridades municipales durante la etapa de campo. |
| Humanos  | (4) Profesionales Sociales de Aecom-Concol<br>(1) Profesional SIG para elaboración de planos                                                                                                                                                                                                                                      |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

### 2.3.3.4 Arqueología

A continuación se presentan las variables de análisis y los procedimientos de campo y de laboratorio, que se proponen para lograr evidenciar el potencial arqueológico del área de

interés así como la presencia o ausencia de sitios arqueológicos, que den cuenta de los patrones de asentamiento de las ocupaciones prehispánicas y/o coloniales que puedan arrojar datos arqueológicos sobre los pobladores de los valles fríos y templados de la cuenca alta del río Pamplonita.

La metodología de trabajo se basa en un reconocimiento arqueológico sistemático de la región del valle del río Pamplonita; si bien el proyecto constriñe espacialmente el reconocimiento arqueológico al área de intervención, se considera de tipo regional, ya que permite analizar comparativa y espacialmente datos referentes a los patrones de asentamiento prehispánicos y coloniales entre diferentes zonas altitudinales y geoformorfológicas en los valles fríos, templados y cálidos de la cuenca del Pamplonita, pudiendo considerar el área una unidad de análisis que permite muestrear estas características del valle.

Lo anterior se logrará a partir de cuatro actividades a saber; en primer lugar un trabajo documental y cartográfico, seguido del trabajo de campo que estará orientado a buscar evidencias de asentamientos prehispánicos y coloniales a una escala regional en el área de intervención, posteriormente un trabajo de laboratorio orientado a caracterizar cronológicamente el material arqueológico que se recupere en campo y de esta manera identificar períodos de ocupación y finalmente un análisis espacial y cuantitativo de distribución de los asentamientos identificados para cada período.

#### **2.3.3.4.1 Revisión cartográfica y documental-análisis preliminar**

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación regional y puntual del proyecto, así como las hipótesis de investigación expuestas en los antecedentes etnohistóricos y arqueológicos de la región, se realizó una revisión y análisis preliminar de la cartografía existente, así como la elaboración de mapas y figuras puntuales que permitieran visualizar las características fisiográficas de la unidad funcional dos (UF2) y así poder diseñar una metodología de campo apropiada y efectiva para documentar arqueológicamente los patrones de asentamiento en los valles fríos y templados de la cuenca del río Pamplonita en los municipios de Pamplona y Pamplonita.

Este primer análisis cartográfico tomó como referencia la cartografía temática de geomorfología asociada al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita (POMCA) del año 2011 (ASOCARS-CORPONOR-UFPS, 2011), la cartografía base del IGAC para elaborar un mapa de pendientes de la zona, así como perfiles altitudinales del área de influencia y los datos de sitios arqueológicos reportados para los municipios de Pamplona y Pamplonita referenciados en el Atlas arqueológico del ICANH y otros estudios consultados durante la revisión documental.

De acuerdo con lo anterior se priorizó la información que permitiera realizar un primer acercamiento a la configuración del paisaje existente en el área de interés del proyecto, tomando como primeros referentes la conformación geomorfológica y de pendientes dentro del área de interés, puesto que ofrecen la posibilidad de identificar zonas con mejores condiciones para el asentamiento humano o por el contrario sectores en que se dificulta el



asentamiento, tránsito o usufructo de recursos. Este ejercicio arrojó la existencia de las siguientes unidades geomorfológicas:

**Tabla 2.43 Reporte de Unidades geomorfológicas en la UF2**

| Nombre de la Unidad                      | Código de Unidades Geomorfológicas | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Extensión dentro del Área de Intervención (ha) | Porcentaje de representación dentro del área |
|------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Cono o lóbulo coluvial y de solifluxión  | Dco                                | Las geoformas de esta unidad se presentan como estructuras en forma de cono o lóbulo con morfología alomada. Su origen es relacionado a procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas por efecto de procesos hidrogavitaionales en suelos saturados y no saturados.                                                                             | 0,011                                          | 0,013245295                                  |
| Cuesta Homoclin al poco disectada        | Scpd                               | La cuesta se define como geoformas en sierras asimétricas elongadas y amplias de morfología colinada a alomada definida por el basculamiento suave entre 10° a 25° de las capas o estratos de unidades resistentes y blandas. Su origen se debe a la incisión o fallamiento perpendicular al buzamiento de los estratos sedimentarios suavemente plegados o basculados. | 33,213                                         | 39,99654507                                  |
| Cuesta homoclin al fuertemente disectada | Scfd                               | Dentro del área de intervención se este trabajo se subdividió en las dos sub unidades de acuerdo a su grado de disectación                                                                                                                                                                                                                                              | 46,934                                         | 56,5197353                                   |
| Escarpe                                  | Shmde                              | Está relacionada a un plano vertical a subvertical de longitud corta a moderada de pendientes inclinadas a escarpadas y localmente escalonadas. La geoforma se establece por la disposición horizontal definida por la intercalación de unidades duras y blandas. Su origen se relaciona a procesos de erosión diferencial y a la disección de los cauces.              | 2,882                                          | 3,470474337                                  |
| Total                                    |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 83,041                                         | 100                                          |

Fuente: Aecom - ConCol S.A. 2018.

Dicha información junto a las referencias de sitios arqueológicos reportados en la zona permitió corroborar que no existen dentro de los municipios en que se enmarca el área de intervención, referencias que ubiquen la presencia de sitios arqueológicos sobre tales unidades, a excepción de dos yacimientos (SA-PPN-005 y SA-PPN-003) ubicados sobre las cuestas homoclinales poco disectadas las cuales por sus características presentan como máximo pendientes de 25° de inclinación, lo cual correspondería aproximadamente a un 45% de desnivel.

Teniendo en cuenta lo anterior, se consideró pertinente realizar la evaluación de pendientes dentro del área de intervención, este trabajo arrojó la siguiente información:

**Tabla 2.44 Reporte de Pendientes en la UF2**

| Porcentajes de inclinación | Denominación                                     | Extensión dentro del Área de Intervención (ha) | Porcentaje de representación dentro del área |
|----------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 3-7%                       | Ligeramente inclinada                            | 0,268                                          | 0,322635333                                  |
| 7-12%                      | Moderadamente inclinada                          | 1,351                                          | 1,627232402                                  |
| 12-25%                     | Fuertemente inclinada                            | 12,564                                         | 15,130                                       |
| 25-50%                     | Ligeramente escarpada o ligeramente empinada     | 49,479                                         | 59,58441856                                  |
| 50-75%                     | Moderadamente escarpada o moderadamente empinada | 17,933                                         | 21,59561855                                  |
| 75-100%                    | Fuertemente escarpada o fuertemente empinada     | 1,445                                          | 1,740103408                                  |
| <b>Total</b>               |                                                  | <b>83,041</b>                                  | <b>100</b>                                   |

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

Bajo este panorama y teniendo en cuenta los antecedentes arqueológicos que pueden asociarse directamente con la geomorfología presente dentro del Área de Intervención se ha considerado pertinente realizar un muestreo arqueológico en la totalidad del área de interés bajo distintas técnicas de muestreo, discriminando entre sectores con pendientes menores y mayores al 50% de inclinación.

#### **2.3.3.4.2 Trabajo de campo - prospección arqueológica**

Teniendo en cuenta la revisión documental y el trabajo cartográfico señalado, se diseñó una estrategia metodológica que permita recolectar datos que aporten conocimiento acerca de los patrones de asentamiento de las distintas poblaciones que habitaron en los valles fríos y templados de la cuenca del río Pamplonita; la estrategia a implementar incluye la excavación de pozos de sondeo, limpieza de perfiles, recolecciones superficiales y puntos de observación.

- **Puntos de Observación y Limpieza de Perfiles**

Como se mencionó antes, la primera estrategia de acercamiento estará relacionada directamente con la conformación del paisaje y las posibilidades que éste ofrece para el uso, asentamiento o aprovechamiento de recursos por parte de poblaciones humanas. Bajo estas premisas y teniendo en cuenta que las unidades de paisaje existentes están incluidas todas dentro de una unidad macro correspondiente a la montaña andina, se ha considerado que sectores en que la pendiente tiene porcentajes superiores al 50% de inclinación presentan condiciones cuanto menos dificultosas y en gran medida adversas para las dinámicas mencionadas; además seguramente tales condiciones también implicarán limitaciones para el acceso y la ejecución de un muestreo intensivo de los sectores respectivos.

En tal medida las actividades de muestreo dentro de estas zonas corresponderán a puntos

de observación y como se indica, se centrarán en el registro de las condiciones observables del terreno, características de la topografía, cobertura del suelo, presencia o ausencia de fuentes hídricas, etc.; este registro implicará en la medida de lo posible un recorrido que permita identificar posibles huellas en el terreno, de posible interés arqueológico, que den cuenta de transformaciones del paisaje para mejorar las condiciones de uso del mismo. Otro insumo de información será la limpieza de perfiles expuestos ya que allí se podrán identificar las unidades estratigráficas presentes en el respectivo sector.

Para asegurar que todos los sectores en que las pendientes sean mayores al 50% sean registrados, cada polígono con tal condición dentro del área de interés del proyecto, ha sido identificado con un número consecutivo, cada uno de estos polígonos contarán con el número de registros necesarios para asegurar una cobertura rigurosa de los elementos del paisaje y los usos y las transformaciones antrópicas de interés arqueológico dentro del mismo, considerando apropiado generar mínimo un registro por hectárea. De igual manera, en la medida en que el terreno permita acceder a los respectivos sectores, se realizará un registro fotográfico desde un punto de observación georreferenciado en una unidad GPS. En los casos en que definitivamente las pendientes no permitan el acceso a determinado sector, el registro fotográfico y escrito se realizará desde algún punto externo que permita observar a la distancia las características del mismo, tal punto también será georreferenciado y asociado al sector respectivo.

Para la Unidad Funcional Dos (UF2) se establecieron 27 polígonos de observación, que corresponden a las áreas con pendientes de inclinación del terreno mayores al 50%.

- **Inspección de Superficies**

Otra de las estrategias para recolección de información estará representada por la inspección de superficie, esta se realizará indistintamente y en la medida de lo posible, en áreas con pendientes pronunciadas o en zonas con pendientes más suaves. Estas inspecciones se realizarán de manera sistemática con recorridos planteados en ejes cada 5 metros cubriendo la totalidad de los sectores expuestos en que se encuentren superficies expuestas o erosionadas, con el objetivo de confirmar la presencia o ausencia de materiales o rasgos de interés arqueológico sobre la superficie.

Si durante tales inspecciones se observan materiales dispersos sobre el terreno, se buscará en principio determinar la extensión de tal dispersión, lo cual permitirá delimitar y georeferenciar el área de interés arqueológico; Para el caso de áreas con una alta densidad de material en superficie, una vez delimitadas se procederá a realizar la recolección de una muestra, preferiblemente diagnóstica, de los elementos hallados que luego, tras el análisis de los mismos en la etapa de laboratorio permitirán realizar una caracterización e interpretación preliminar del sitio arqueológico y sus componentes. Los demás elementos no recolectados servirán de justificación y principalmente de insumos para la realización de una investigación arqueológica más detallada, que se incluirá como una de las medidas de manejo del respectivo Plan de Manejo Arqueológico ejecutado en un momento previo a la construcción.

La recolección de materiales se llevará a cabo buscando incluir dentro de la muestra elementos diagnósticos representativos de las distintas manifestaciones cerámicas o líticas que provisionalmente se identifiquen durante la actividad en campo. Los materiales arqueológicos recolectados superficialmente serán empacados en bolsas que contarán con rotulo en que se especificará la información relevante sobre su origen, tipo y demás datos que permitan su posterior análisis.

- **Pozos de sondeo**

Por su parte, en los sectores en que las pendientes se han identificado como menores al 50% en el grado de inclinación, se ha determinado realizar un muestreo sistemático por medio de la excavación de pozos de sondeo, de los cuales se generó su proyección previa sobre las áreas de intervención del proyecto, tal como se observa en la cartografía anexa.

Para la generación de tal proyección se generó un modelo de cuadrícula con ejes trazados en orientaciones Norte – Sur y Este – Oeste; la cuadrícula se extendió inicialmente sobre todos los territorios de los municipios en que se encuentra el área de interés (Pamplona y Pamplonita). Los ejes del modelo se distanciaron por 25 m entre sí de tal manera que esta misma distancia generara los vértices de cada cuadrante, sobre tales vértices se proyectó un eventual punto de sondeo. Posteriormente, la cuadrícula fue recortada, conservando su expresión únicamente sobre las áreas de intervención previstas por el proyecto. Finalmente se eliminaron los sondeos que hubiesen quedado dispuestos sobre el trazado de vías existentes, corrientes de agua, construcciones y viviendas u otros elementos de origen antrópico que en principio no permitiesen su excavación. De acuerdo a lo anterior se proyecta realizar 951 pozos de sondeo.

Se considera que los sondeos sumados a la inspección superficial deberán ser suficientes para determinar la existencia o no de sitios arqueológicos, aunque se deja claro que la ocurrencia de hallazgos de forma superficial no determinará la no excavación de sondeos en el área de dispersión ya que estos podrán brindar información sobre posibles ocupaciones en serie, abordándose así tanto la dimensión horizontal como vertical del área de interés.

Por otra parte, debido a que en los polígonos con pendientes mayores a 50% es posible que durante los recorridos se evidencien transformaciones del paisaje representadas por aterrazamientos, en tales casos se plantea replicar el modelo ya expuesto, con sondeos en cuadrícula cada 25 m, sobre tales modificaciones.

Los pozos de sondeo en general, tendrán unas dimensiones de 40 cm x 40 cm y su profundidad variará de acuerdo a la conformación estratigráfica del terreno asegurando alcanzar niveles correspondientes a estratos culturalmente estériles, teniendo también en cuenta que otras investigaciones arqueológicas efectuadas en la región han reportado hallazgo de materiales arqueológicos desde la superficie del terreno hasta los 40 cm en el caso de yacimientos domésticos (Moscoso, 2011); y superiores a un metro en caso de corresponder a contextos funerarios consistentes en tumbas de pozo con cámara lateral (Gutiérrez, Buitrago, Martínez, Beltrán, & Valero, 2007) y (Moscoso, 2011). De cada pozo

de sondeo se tomará registro escrito en el formato respectivo, registro fotográfico y será georreferenciado por medio de una unidad GPS.

En caso de que durante la excavación de un sondeo se presente el hallazgo de material arqueológico, este será recolectado en bolsas que contarán con una rotulación que indique la información correspondiente al lugar de origen, unidad de muestreo, profundidad y tipo de material hallado. Adicionalmente, en caso de las características de los hallazgos permitan determinar la existencia de un sitio arqueológico se diligenciará la Ficha de Registro de Sitios Arqueológicos.

- **Registro de Caminos Antiguos**

De acuerdo a lo planteado en el apartado sobre los antecedentes y las problemáticas de estudio alrededor de los caminos, se hace evidente la necesidad de ahondar más en el estudio de los mismos. Teniendo esto en cuenta y los alcances del presente proyecto enmarcado más en una etapa de diagnóstico para un posterior planteamiento de un plan de manejo acorde con los hallazgos que resulten de esta primera fase de campo, en cuanto a los caminos para esta primera fase se apuntará entonces a una caracterización y delimitación lo más precisa posible que permita establecer los parámetros a seguir en las siguientes fases, tanto para la recuperación de la mayor cantidad de información relacionada con los caminos a través de análisis más exhaustivos así como las medidas necesarias para mitigar el impacto de las obras civiles sobre los mismos.

Así pues, para establecer una metodología inicial de registro de los caminos que se hallen en el área de influencia del proyecto, el primer paso será una indagación documental en busca de una temporalidad y características del camino en cuestión. El otro paso corresponderá al trabajo de campo donde el primer paso de ser necesario será dividir el camino en tramos, teniendo en cuenta la limitante de la restricción del área de influencia del proyecto y dependiendo de la extensión del camino que pueda registrarse en esta primera fase. Cada tramo será codificado y se establecerá su ubicación en relación al municipio, vereda y coordenadas.

Posterior a éste primer paso se procederá a lo que Marianne Cardale (1996) ha llamado el análisis del camino en su paisaje. Frente a ello Sofía Botero (2006) resalta que al incorporar dentro del estudio de los caminos la geografía y las características físicas de los territorios que atraviesan, su análisis hace posible concretar de manera más completa los modelos y propuestas derivadas de las nuevas corrientes del análisis arqueológico, denominadas “arqueología del paisaje”. Se anotarán además los cambios de altura que presente cada tramo del camino, la distancia a poblados actuales, una descripción detallada de las características del camino y su estado de preservación. Es importante además establecer obras anexas al camino (drenajes, puentes), con que se conecta, ríos, otros caminos, qué poblaciones une, uso actual y qué dice la gente, se hará además un registro fotográfico y de medidas.



### **2.3.3.4.3 Trabajo de laboratorio – análisis de datos**

El trabajo de laboratorio tiene el objetivo principal de procesar, clasificar, analizar el material cultural recuperado en campo y sistematizar la información obtenida del análisis del mismo, con el fin de generar un cuerpo de datos útil para la interpretación de los sitios arqueológicos que se identifiquen en la fase de campo, en relación con las preguntas de investigación planteadas en este proyecto.

Para la metodología del tratamiento y análisis del material cultural en el laboratorio existen ciertos parámetros comunes a cualquier tipo de material, de los cuales se hará referencia en éste primer apartado. Posteriormente se hará referencia a la metodología pertinente para tipo de material que pueda llegar a encontrarse en la prospección.

Las labores de análisis con el material recuperado del trabajo de campo, iniciarán con la organización y un inventario inicial de las bolsas de material por Unidad Funcional, Unidad de Muestreo y Nivel, esto con el fin de iniciar de una forma ordenada y mantener así todo el proceso del trabajo de laboratorio. El siguiente paso será entonces la limpieza de los materiales, procedimiento que dependerá del tipo y estado de preservación de los elementos. Posterior al lavado se debe proceder al secado que se hará en canastas y sobre papel periódico, teniendo la precaución de ordenarlo junto a sus bolsas etiquetadas para evitar la pérdida del contexto. Una vez seco el material se realizará el marcado del mismo, con un código establecido que permita rastrear el contexto del material, en ésta misma fase se hará la reconstrucción de elementos en los casos que sea posible. Luego se marcará cada elemento recuperado, dichas marcas se elaborarán en computador y se pegarán a cada fragmento o pieza, así mismo se rotularán las bolsas contenedoras del material con todos los datos del contexto y se hará el inventario definitivo.

Posterior al lavado y marcado de cada fragmento o pieza se procederá a la elaboración de bases de datos, donde se discriminen las variables de análisis de acuerdo al material. Luego se hará entonces el análisis correspondiente a cada tipo de material cultural. Finalmente vendrá el registro fotográfico tanto de lotes de material como de unidades diagnósticas atendiendo a parámetros surgidos de la clasificación del material y su dispersión por sitios o yacimientos arqueológicos. Se usará de fondo, una tela negra o de un color que haga un buen contraste dependiendo del color del material a registrar.

- **Análisis del Material Cerámico**

Esta actividad comprenderá las siguientes etapas:

- **Limpieza, Reconstrucción y Marcado:**

Esta fase como se mencionó en la introducción de este apartado constituye la preparación del material para su respectivo análisis. El primer paso entonces con el material cerámico será el lavado, usando baldes, cepillos suaves y agua. Luego se llevarán a cabo los pasos de secado, marcado e inventario, como se indicó antes, para proceder al análisis.

➤ **Clasificación Cerámica:**

Para iniciar las labores de clasificación, se realizará un marco de referencia construido a partir de las propuestas tipológicas generadas anteriormente por investigadores de la región con la finalidad de establecer los criterios básicos para la clasificación cerámica del material recuperado en campo y de ser posible se visitarán colecciones cerámicas del área. De igual manera para la descripción tipológica se tendrá en cuenta dos criterios principales; el tratamiento de superficie y las características generales de la pasta de acuerdo a lo que plantea (Meggers & Clifford, 1970) y (Clive, Tyers, & Alan, 1997). El análisis del material cerámico se encaminará así a identificar y categorizar las características de los fragmentos, en primer lugar, se establecerá el contexto, segundo las variables tecnológicas (medidas, técnica de elaboración, tamaño y composición del desgrasante, proporción pasta desgrasante, atmósfera y cocción). Seguido a esto se analizarán las características estilísticas (técnica de decoración, motivos, acabado superficie interna, acabado superficie externa, color de ambas superficies), se identificará la parte de la pieza y de acuerdo a ello a partir de las diagnósticas analizar sus características funcionales. Estas características serán establecidas a través de la observación macroscópica de los fragmentos. Para determinar los colores de pastas y superficies se utilizará la Munsell soil color book, las medidas se tomarán con un calibrador digital, los desgrasantes se identificarán con lupa. Los resultados se condensarán en una base de datos anexa. Siguiendo los parámetros anteriores se espera identificar tipos cerámicos con características excluyentes unos de otros.

➤ **Análisis de Material Lítico**

Posterior a los procedimientos ya descritos de limpieza, marcado e inventario se procederá al análisis del material. La clasificación del material lítico estará orientada en dilucidar las características funcionales de los artefactos, sus huellas de uso y la materia prima, esto con el objeto de aproximarse al tipo de labores que estaban realizando en el sitio con los artefactos líticos, la calidad y el origen de los mismos. Los objetivos entonces del análisis del material lítico serán: 1. clasificar, cuantificar y graficar el conjunto lítico del sitio; 2. determinar las materias primas más utilizadas; 3. determinar si esas materias primas se corresponden específicamente con tipos de artefactos; 4. Observar si hay tendencias tecnológicas definidas en el conjunto lítico.

Inicialmente se tendrán como guía los textos de Carlos Aschero (1975) y Manuel Alcaraz (2010), quienes brindan bases para determinar características básicas de los elementos líticos que se recuperen, en cuanto a determinar tipos de materias primas proceso de talla, partes de un elemento de extracción, materiales retocados. La tipología es la “Ciencia que permite reconocer, definir y clasificar las diferentes variedades de útiles que aparecen en los yacimientos prehistóricos” (Bordes 1961; citado por Alcaráz, (2010). Los diferentes útiles líticos, clasificados en tipos, deben su conformación, además de a su propio soporte, al retoque de sus filos. Es por tanto la operación de retoque la que dota al útil de su morfología final, permitiendo así su discriminación dentro de un tipo específico. Igual que en el caso anterior se generará una base de datos con los análisis efectuados.

#### ➤ Análisis de Material Óseo

En cuanto al material óseo las etapas previas a su análisis (lavado, rotulado e inventario inicial) dependerán del grado de preservación de los mismos. El siguiente paso será determinar si el material óseo corresponde a fauna o es humano. El grado de preservación del material de los restos junto a la cantidad de material, determinarán el alcance de los análisis posibles, teniendo presente que éstos están relacionados en sí con el aporte de información en cuanto a patrones de asentamiento y de manera más pragmática con la identificación de la presencia o ausencia de yacimientos arqueológicos dentro del área de intervención del proyecto vial.

En el caso de los restos óseos humanos posterior al inventario inicial se procederá a determinar el número mínimo de individuos y si pertenece a un individuo adulto o subadulto.

Para el inventario y recolección de datos bioantropológicos se elaborarán formatos de registro, en concordancia con las características que pueda presentar el material objeto de estudio:

Para el registro y análisis de individuos adultos y subadulto, en la medida que la muestra lo permita se atenderán cuatro campos de análisis (tafonómico, número mínimo de individuos, perfil bioantropológico y características individualizantes).

Finalmente, y a partir de una base de datos que se genere de los análisis del material óseo se hará un informe donde de forma general se caracterice la población representada en los conjuntos óseos analizados.

Cualquier otro tipo de material que se recupere en la fase de campo, tendrá el tratamiento inicial y de acuerdo a sus características se determinarán los pasos y metodologías necesarias para su análisis. Así el conjunto de materiales arqueológicos recolectados será inventariado y sus atributos serán incluidos dentro de una base de datos en Excel que permita su consulta de manera eficaz.

Si es preciso se contratarán análisis especializados en muestras de carbón, suelos, semillas, frutos, restos óseos y otros; con el fin de complementar la información disponible de cada sitio o unidad de muestreo trabajada. Todo el material será debidamente rotulado y embalado y procederá al proceso de entrega a quien se determine como el tenedor del mismo.

#### **2.3.3.4.4 Análisis cuantitativo y espacial**

Una vez construida la base de datos se procederá a realizar un análisis cuantitativo y espacial, que presente resultados sobre los patrones de asentamiento en la región, y que permitan ser comparados paulatinamente a medida que se lleva a cabo los estudios en la totalidad del corredor vial.

El análisis cuantitativo se refiere a una estadística descriptiva por sitios y entre sitios

identificados, presentando frecuencias de materiales por períodos y áreas de ocupación, de igual modo esta información será presentada de forma gráfica a través de mapas de distribución espacial. La realización de estos análisis está sujeta a la información obtenida en campo, de igual modo el alcance de los mismos, esperando que se pueda generar nuevos datos arqueológicos que aporten al conocimiento sobre los patrones de asentamiento en el valle del río Pamplonita.

#### **2.3.3.4.5 Zonificación arqueológica y formulación de plan de manejo**

Teniendo en cuenta los resultados de campo y laboratorio se determinará el potencial arqueológico de la Unidad Funcional Dos (UF2) , generando como insumo final para la formulación del Plan de Manejo una zonificación arqueológica, esta se representará gráficamente a través de un mapa temático, esta cartografía será elaborada a partir de criterios como los sitios arqueológicos reportados con anterioridad y los identificados en campo, y la cartografía temática pertinente (geomorfología, suelos, cobertura vegetal y pendientes). La zonificación arqueológica ubicará las zonas de mayor y menor potencial arqueológico y de acuerdo a esto se evaluarán los impactos sobre el patrimonio arqueológico que las actividades asociadas a la obra puedan ocasionar. Finalmente se elaborará un informe final que contenga los resultados de campo, su respectivo análisis y la definición de las medidas de manejo pertinentes y que a su vez de respuesta a la pregunta de investigación planteada.

### **2.3.4 Servicios Ecosistémicos**

El objetivo general del subcapítulo de Servicios Ecosistémicos es identificar, según las percepciones de las comunidades, los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y culturales que prestan los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de influencia del proyecto. En este apartado de la metodología se muestra de manera general la forma en que fue abordado el capítulo; sin embargo, para una mejor comprensión, en el capítulo 5.4 se hace una descripción más detallada de los métodos ejecutados para la caracterización y análisis de los servicios ecosistémicos en las unidades territoriales que conforman el área de influencia del proyecto.

#### **2.3.4.1 Levantamiento de información en campo**

Se levantó información primaria en campo por medio de cuatro (4) enfoques diferentes con el fin de complementar y corroborar los datos suministrados por las personas abordadas con ese objetivo.

##### **2.3.4.1.1 Encuestas sobre Servicios Ecosistémicos**

Se realizaron encuestas a los habitantes de las veredas que conforman el área de influencia social del proyecto, la cual estuvo compuesta por seis (6) secciones y 43 preguntas, la cual se puede ver en el Anexo 5.4. Servicios Ecosistémicos. La primera sección contiene información operacional, la segunda, información del entrevistado, la tercera buscó indagar

sobre los servicios de aprovisionamiento, la cuarta sobre los servicios de regulación, la quinta sobre los servicios culturales y la sexta daba lugar a observaciones relevantes sobre la vereda, los SSEE y los entrevistados. Los datos obtenidos se tabularon en una matriz general para el posterior análisis de los resultados. La matriz se muestra en el Anexo 5.4. Servicios Ecosistémicos.

#### **2.3.4.1.2 Cartografía social**

Durante las reuniones del componente social para la presentación del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con la comunidad de cada una de las siete (7) veredas del área de influencia del proyecto se realizó el levantamiento de la cartografía social, cuyo objetivo fue identificar espacialmente la localización de los lugares que prestan servicios ecosistémicos en cada una de las unidades territoriales menores.

#### **2.3.4.1.3 Fichas veredales**

Se extrajo información que fue levantada mediante las fichas veredales, las cuales tienen como objetivo caracterizar socio económicamente a las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto.

#### **2.3.4.1.4 Entrevistas socioculturales**

Se extrajo información de las entrevistas socioculturales levantadas por los antropólogos encargados de la caracterización cultural de las veredas que pertenecen al área de influencia del proyecto.

#### **2.3.4.2 Dependencia del proyecto hacia los servicios ecosistémicos**

Se analizó el grado de dependencia del proyecto con los servicios ecosistémicos, identificando las actividades que requieren el uso directo y estimando el grado de dependencia por medio de los siguientes criterios:

- Las actividades que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
- Algunas actividades secundarias que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
- Las actividades principales o secundarias del proyecto no requieren directamente del servicio ecosistémico.



### 2.3.4.3 Análisis sobre los impactos hacia los SSEE

Para determinar cuál es el impacto debido a la ejecución de las actividades del proyecto, se partió de la evaluación ambiental (Capítulo 8) y sus ámbitos de manifestación, los cuales son objeto de intervención por parte del proyecto. El primer paso fue determinar la relación entre los servicios ecosistémicos, los impactos y sus ámbitos de manifestación, para luego obtener la calificación de cada ámbito, según la evaluación de cada profesional a cargo. Luego, por medio de un promedio aritmético se obtuvo la calificación final de cada uno de los impactos.

El nivel del impacto se determinó según el cruce de las categorías de dependencia de la comunidad y la importancia final del impacto.

### 2.3.5 Zonificación Ambiental

Acogiendo la definición del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y de Couto (Couto, 1994), la Zonificación Ambiental se puede entender como una actividad del proceso de ordenamiento ambiental en donde se divide el territorio en estudio en áreas homogéneas desde sus contenidos biofísicos y socioeconómicos. Es en sí una síntesis geográfica del territorio en estudio, obtenida mediante el proceso de sectorización en unidades relativamente homogéneas, caracterizadas con respecto a factores físicos (agua, clima, suelo, formas de la tierra, etc.), biológicos (vegetación, fauna, etc.), y socioeconómicos (recursos de valor económico, la presencia del hombre y sus actividades) y su evaluación con relación a su potencial de uso sostenible.

En particular, para un territorio que potencialmente puede ser modificado por un proyecto de infraestructura u otro tipo de proyecto de desarrollo, sujeto de una evaluación de impacto ambiental, la zonificación ambiental tiene el propósito de establecer esa síntesis geográfica de referencia, bajo un escenario de NO intervención por el proyecto, y se construye con los resultados de la caracterización ambiental o línea base ambiental, buscando identificar áreas o unidades homogéneas o relativamente homogéneas con diferentes grados de importancia y/o sensibilidad ambiental de acuerdo con las características intrínsecas de los elementos del sistema y con los servicios sociales y/o ambientales que éstos están en capacidad de prestar a su entorno (Consultoría Colombiana S.A., 2012). En tal sentido, la zonificación ambiental busca:

- Definir la capacidad de las unidades homogéneas delimitadas para resistir afectaciones o transformaciones sin sufrir alteraciones drásticas que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico para retomar sus condiciones funcionales iniciales.
- Identificar la capacidad para generar bienes o servicios ambientales de cada una de ellas hacia su entorno.
- Para la determinación de los grados de sensibilidad e importancia se consideraron las siguientes definiciones:

- **Sensibilidad ambiental:** Se define como la susceptibilidad de los elementos componentes del entorno al deterioro o degradación por la acción de factores externos. Es la capacidad intrínseca del individuo, comunidad o sistema que lo hace más o menos idóneo de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas a él.

Expresa el grado de fragilidad de los elementos del sistema y se manifiesta en el nivel de tolerancia, estabilidad o resiliencia ante determinada intervención generada por una condición o acción exógena.

Se considera más sensible aquel individuo, comunidad o sistema que al ser alterado con una leve intervención o modificación, presenta mayores dificultades para recuperarse o volver a su estado original.

**Importancia ambiental:** Es considerada como la capacidad de un individuo, comunidad o sistema de ofrecer bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y/o culturales hacia su entorno, ya sean de soporte, regulación o provisión.

A continuación se presentan las categorías de sensibilidad e importancia definidas para el proceso de zonificación.

**Tabla 2.45 Categorías de Sensibilidad**

| Clasificación          |   | Sensibilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Muy baja</b>        | 1 | 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.                                                                                                                                  |
| <b>Baja</b>            | 2 | 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.                                                               |
| <b>Moderada /Media</b> | 3 | 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.                                      |
| <b>Alta</b>            | 4 | 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. |
| <b>Muy Alta</b>        | 5 | Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una muy 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 restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.                         |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

**Tabla 2.46 Categorías de Importancia**

| Clasificación |   | Importancia                                                                                                                                                               |
|---------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Baja</b>   | 1 | Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.     |
| <b>Media</b>  | 2 | Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio. |
| <b>Alta</b>   | 3 | Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.     |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Para cada componente sujeto al proceso de zonificación (medios físico, biótico, socioeconómico y normativo – reglamentario), se determinaron elementos representativos del área de estudio a nivel socioambiental, los cuales, se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto actual; para así establecer una descripción general del área en términos de sensibilidad e importancia.

Se definió el grado de sensibilidad e importancia de cada uno de los elementos de evaluación a través de un juicio de expertos, tomando como criterios de análisis las condiciones establecidas en la caracterización ambiental del área de estudio.

Una vez definidos los grados de calificación, se evaluó la sensibilidad e importancia para cada elemento de análisis y se plasmaron de forma cartográfica, para luego ser superpuestas o integradas dando como resultado las síntesis intermedias (sensibilidades por un lado e importancias por el otro), que reflejan por una parte los niveles de sensibilidad física, biótica y socioeconómica y por otra los grados de importancia desde la perspectiva física, biótica, socioeconómica y normativa – reglamentaria.

Posteriormente, las síntesis intermedias (sensibilidades por un lado e importancias por el otro) se superponen usando la matriz de correlación de Sensibilidad/Importancia (Tabla 2 30) para generar las síntesis de sensibilidad e importancia del área o zonificación ambiental síntesis del área.

En este proceso, la condición de sensibilidad o importancia más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros elementos, durante la superposición e integración, tanto en la generación de las síntesis intermedias como de la zonificación global, garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable, entre las variables analizadas.

Una vez se han integrado las sensibilidades de los medios: Abiótico, Biótico y socioeconómico y cultural y las importancias de los medios Abiótico, Biótico socioeconómico – cultural y la normativa – reglamentaria; se realiza el cruce temático de estas dos capas de información geográfica usando la matriz de correlación S/I que se presenta en la Tabla 2 30, para obtener la síntesis o zonificación ambiental del área de estudio.

La sensibilidad e importancia de cada medio también se pueden cruzar usando la misma matriz (Tabla 2 30) para obtener la síntesis ambiental de cada medio (S/I física, S/I biótica y S/I socioeconómica y cultural); la síntesis normativa-reglamentaria está formada a partir de la superposición de capas (rondas hídricas, suelos de protección, DMI, otras) que tienen atributos de importancia (otorgada por leyes, decretos, normas, entre otras) más no de sensibilidad, por lo que no requiere el uso de la matriz (Tabla 2 30).

Esta relación traduce en una integración 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, siendo estas plasmadas en la Tabla 2 30.

**Tabla 2.47 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)**

| Importancia | Sensibilidad |          |          |          |          |
|-------------|--------------|----------|----------|----------|----------|
|             | Muy Alta     | Alta     | Moderada | Baja     | Muy Baja |
| Alta        | Muy alta     | Alta     | Moderada | Moderada | Baja     |
| Moderada    | Alta         | Moderada | Moderada | Baja     | Baja     |
| Baja        | Moderada     | Moderada | Baja     | Baja     | Muy baja |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

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 de muy alta sensibilidad y alta importancia. Su intervención representa un alto riesgo de afectación al recurso, con posibilidades de pérdidas.

#### 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 sensibilidad, pero una importancia moderada, o alta en cuando a sensibilidad y alta importancia. 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 Media (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 baja sensibilidad con importancia 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 baja, con 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 o baja sensibilidad y baja importancia, constituyendo áreas que no presentan ningún tipo de restricciones para la ejecución de procesos de intervención. Es decir, áreas con una aptitud muy alta.

### 2.3.6 Evaluación Ambiental

El presente capítulo contiene un análisis de los efectos tanto positivos como negativos que se pueden llegar a generar durante las actividades de construcción de la nueva calzada.

La evaluación ambiental se desarrolló de acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (M-M-INA) adoptado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

Mediante la identificación, evaluación y descripción de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente se busca identificar cuáles impactos se consideran significativos, cuáles presentan tendencia acumulativa alta y cuál podría ser la distribución espacial de



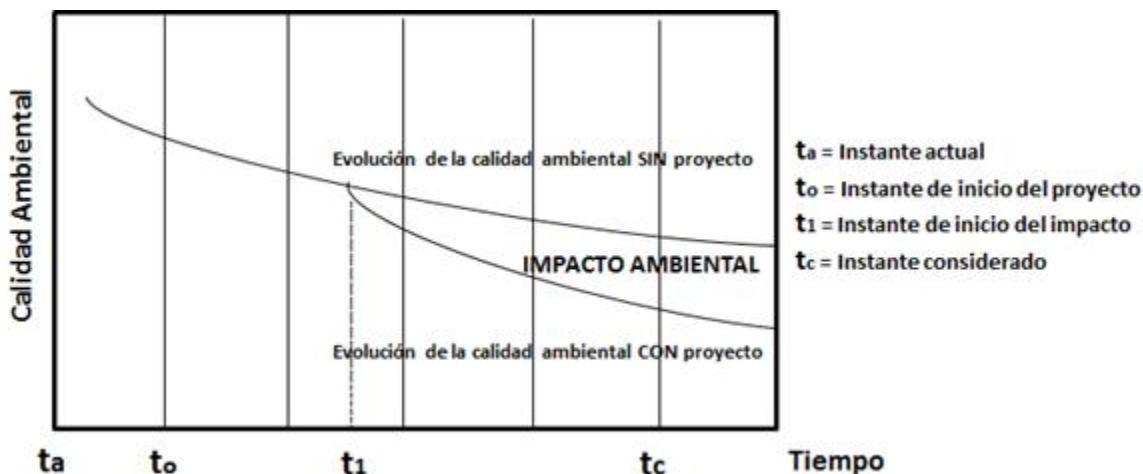
éstos, con relación a los elementos que componen el área de influencia.

### 2.3.6.1 Marco Conceptual y Aspectos Metodológicos

Según Conesa (2010) impacto ambiental (IA) se define como un “cambio en una o más características fisicoquímicas, ecológicas y socioeconómicas del entorno”, es decir, que existe un IA cuando una acción o actividad humana produce una alteración favorable o desfavorable a alguno de los componentes del medio.

Se puede deducir de esta premisa, que los efectos generados por la ejecución de las actividades del proyecto son la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin la incidencia del proyecto; es decir, la variación neta positiva o negativa de calidad ambiental (ver Figura 2-41).

**Figura 2-41 Variación del impacto en función del tiempo**



Fuente: Conesa, 2010.

La evaluación ambiental se desarrolla a partir de la identificación de los impactos existentes en los medios abiótico, biótico y socioeconómico (estado inicial), a partir de allí se evalúa la tendencia ambiental mediante la identificación y evaluación de las actividades existentes según los parámetros metodológicos propuestos para obtener la valoración de la importancia dando como resultado el escenario sin proyecto del área de estudio.

Posteriormente se construye el escenario con proyecto de manera prospectiva, identificando los efectos que son propensos a suceder, producto de los aspectos ambientales relacionados con las actividades inherentes al desarrollo del proyecto. Luego se obtienen los valores de importancia de la matriz cuyos efectos se relacionan con los ámbitos de manifestación y los elementos, unidades que permiten disgregar la incidencia del efecto en diferentes unidades espaciales.

A partir de esta calificación específica se obtienen los impactos significativos los cuales son

objeto de la valoración económica y a través del método de superposición de mapas se obtiene la denominada zonificación de impacto ambiental, que constituye la síntesis de los lugares en los cuales se presentarán los impactos significativos y permite sugerir una especial atención en estos sitios en relación a las estrategias de manejo.

Posteriormente, teniendo como herramienta las matrices de valor de importancia del escenario sin proyecto y del escenario con proyecto, se realiza la categorización de los impactos en términos del efecto acumulativo que manifestarán en relación al estado actual de las condiciones y de la incidencia de la ejecución del proyecto. En este sentido se hace una comparación cualitativa de los impactos que se presentan actualmente con los impactos que potencialmente se generarían con el desarrollo del proyecto y que podrían tener un efecto acumulativo significativo.

### 2.3.6.1.1 Metodología para la Evaluación de Impactos

Para el cálculo de la importancia de los impactos se utilizó como base la metodología propuesta por Conesa (2010), en la cual, mediante escalas de valor asignadas a cada parámetro, se halla un valor de importancia que permite clasificar los impactos en rangos según su naturaleza. Los parámetros de la metodología fueron ajustados con respecto a las características intrínsecas del proyecto y se propusieron categorías análogas en relación a la naturaleza positiva referida a ciertos parámetros.

- **Parámetros de Calificación**

Para la obtención de la matriz de valor de importancia, se construyó la matriz de evaluación con los atributos propuestos en la metodología de Conesa (2010), los cuales se describen a continuación:

**Naturaleza (Signo):** Indica el carácter beneficioso o perjudicial de las actividades que van a tener efecto sobre cada componente; los valores para su calificación se presentan en la Tabla 2.48.

**Tabla 2.48 Valores de calificación para la naturaleza**

| Valor | Negativo                                                                                           | Positivo                                                                                        |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ±1    | Cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes. | Cuando la acción produce una modificación favorable en el medio o en alguno de sus componentes. |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

**Intensidad (I):** La intensidad representa el grado de destrucción o afectación de las actividades sobre el componente y el ámbito específico en que actúa, independientemente de la extensión afectada. La Tabla 2.49 presenta los rangos para la calificación de la intensidad.

**Tabla 2.49 Valores de calificación para la intensidad**

| Valor | Negativo                                                                                   | Positivo                                                                                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Baja:</b> Una afectación mínima y poco significativa.                                   | <b>Baja:</b> Incidencia benéfica pero mínima y poco significativa sobre el medio.                            |
| 2     | <b>Media:</b> Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.      | <b>Media:</b> Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.                        |
| 4     | <b>Alta:</b> Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.                          | <b>Alta:</b> Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.                                            |
| 8     | <b>Muy Alta:</b> Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.                  | <b>Muy Alta:</b> Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.                                    |
| 12    | <b>Total:</b> Destrucción total del componente en el área en la que se produce el impacto. | <b>Total:</b> Incidencia beneficiosa muy alta sobre el componente en el área en la que se produce el impacto |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

**Extensión (EX):** La extensión hace referencia al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor, es decir, el porcentaje de área afectada por la acción con respecto al entorno; los valores determinados para su evaluación se encuentran expresados en la Tabla 2.50.

**Tabla 2.50 Valores de calificación para la extensión**

| Valor | Negativo                                                                                                              | Positivo                                                                                                                         |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Puntual:</b> Cuando se afecta únicamente el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.     | <b>Puntual:</b> Cuando el beneficio se da únicamente sobre el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto. |
| 2     | <b>Parcial:</b> Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.                   | <b>Parcial:</b> Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.                              |
| 4     | <b>Amplio o Extenso:</b> Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial. | <b>Amplio o Extenso:</b> Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.            |
| 8     | <b>Total:</b> Si el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto este se considera total   | <b>Total:</b> Si la afectación se manifiesta en más del 90% del área de estudio.                                                 |
| (+4)* | <b>Crítico:</b> Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.                             | <b>General:</b> Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.                                        |

\*En el caso en que el impacto sea puntual, parcial, extenso o total, pero se produzca en un lugar de alta sensibilidad ambiental se le sumará 4 unidades adicionales (+4) al valor que le corresponda.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

**Momento (MO):** El momento está considerado como el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción o ejecución de la actividad y el comienzo del efecto o impacto sobre

el componente; la Tabla 2.51 señala los rangos establecidos para su valoración.

**Tabla 2.51 Valores de calificación para el momento**

| Valor                                                                                                                                  | Negativo                                                                                                                     | Positivo                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                      | <b>Largo plazo:</b> El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.      | <b>Largo plazo:</b> El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.      |
| 2                                                                                                                                      | <b>Mediano plazo:</b> El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.                                              | <b>Mediano plazo:</b> El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.                                              |
| 4                                                                                                                                      | <b>Inmediato:</b> Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año. | <b>Inmediato:</b> Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año. |
| (4) *                                                                                                                                  | <b>Crítico:</b> Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.               | <b>Crítico:</b> Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.               |
| *Si el impacto se considera crítico, se debe sumar 4 unidades (+4) al valor asignado para evaluar el momento de aparición del impacto. |                                                                                                                              |                                                                                                                              |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Persistencia (PE): Hace referencia al tiempo que en teoría permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual se iniciará el proceso de recuperación ya sea de forma natural o mediante la adopción de medidas (Tabla 2.52).

**Tabla 2.52 Valores de calificación para la persistencia**

| Valor | Negativo                              | Positivo                              |
|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1     | <b>Fugaz:</b> duración menor a 1 año. | <b>Fugaz:</b> duración menor a 1 año. |
| 2     | <b>Temporal:</b> entre 1 y 10 años    | <b>Temporal:</b> entre 1 y 10 años    |
| 4     | <b>Permanente:</b> mayor de 10 años   | <b>Permanente:</b> mayor de 10 años   |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Reversibilidad (RV): La reversibilidad está definida como la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por la ejecución de las actividades del proyecto de forma natural y sin intervención antrópica. Los valores establecidos para la calificación de la reversibilidad se presentan en la Tabla 2.53.

**Tabla 2.53 Valores de calificación para la reversibilidad**

| Valor | Negativo                                                                     | Positivo                                                                             |
|-------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Corto plazo:</b> Recuperación del medio en un periodo inferior a 1 año.   | <b>Corto plazo:</b> Regresión del estado del medio en un periodo inferior a 1 año.   |
| 2     | <b>Mediano plazo:</b> Recuperación del medio en un intervalo de 1 a 10 años. | <b>Mediano plazo:</b> Regresión del estado del medio en un intervalo de 1 a 10 años. |

| Valor | Negativo                                                                                                                       | Positivo                                                                                                          |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4     | <b>Irreversible:</b> Cuando el factor ambiental alterado retorna a sus condiciones originales en un tiempo superior a 10 años. | <b>Irreversible:</b> Regresión del estado del medio a sus condiciones originales en un tiempo superior a 10 años. |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

**Sinergia (SI):** La Sinergia se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. Dichos efectos actúan de manera superior sobre el componente que si las actividades que los causan son realizadas de forma independiente. La Tabla 2.54 señala los valores establecidos para evaluar la sinergia.

**Tabla 2.54 Valores de Calificación para la Sinergia**

| Valor | Negativo                                                                                                                                                 | Positivo                                                                                                                                                 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>No Sinérgico:</b> Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.                                                | <b>No Sinérgico:</b> Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.                                                |
| 2     | <b>Sinérgico:</b> Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.                                 | <b>Sinérgico:</b> Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.                                 |
| 4     | <b>Muy Sinérgico:</b> Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto. | <b>Muy Sinérgico:</b> Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto. |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

**Acumulación (AC):** Está definida como el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando la(s) actividad(es) que lo está generando persiste de forma continua o reiterada. Los rangos de acumulación se muestran en la Tabla 2.55 .

**Tabla 2.55 Valores de calificación para la acumulación**

| Valor | Negativo                                                                                                                | Positivo                                                                                                                |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Simple:</b> Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera. | <b>Simple:</b> Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera. |
| 4     | <b>Acumulativo:</b> Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.                       | <b>Acumulativo:</b> Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.                       |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

**Efecto (EF):** Este atributo se refiere a la forma de manifestación del efecto sobre un componente como consecuencia de una actividad, los rangos establecidos para su valoración se exponen en la Tabla 2.56.

**Tabla 2.56 Valores de calificación para el efecto**

| Valor | Negativo | Positivo |
|-------|----------|----------|
|-------|----------|----------|



|   |                                                                                                                                            |                                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Indirecto:</b> Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que se presenta a partir de un efecto. | <b>Indirecto:</b> Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que se presenta a partir de un efecto. |
| 4 | <b>Directo:</b> Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio                                 | <b>Directo:</b> Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio                                 |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto; los niveles establecidos para la calificación de este parámetro se presentan en la Tabla 2.57.

**Tabla 2.57 Valores de calificación para la periodicidad**

| Valor | Negativo                                                                                               | Positivo                                                                                               |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Irregular:</b> Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.                    | <b>Irregular:</b> Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.                    |
| 2     | <b>Periódico:</b> Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida. | <b>Periódico:</b> Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida. |
| 4     | <b>Continuo:</b> Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.                    | <b>Continuo:</b> Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.                    |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de recuperación, parcial o total del componente afectado como consecuencia de la ejecución del proyecto. Esta reconstrucción es por medio de intervención humana, es decir utilizando medidas de manejo. La Tabla 2.58 señala los valores y niveles establecidos para la calificación de la recuperabilidad.

**Tabla 2.58 Valores de calificación para la recuperabilidad**

| Valor | Negativo                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Positivo                                                                                                                                                                 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <b>Recuperable de manera inmediata:</b> Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.                                                                                                                                                                                        | <b>Disipación de manera inmediata:</b> Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.                                                                         |
| 2     | <b>Recuperable a mediano plazo:</b> la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.                                                                                                                | <b>Disipación a mediano plazo:</b> la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza. |
| 4     | <b>Mitigable y Corregible:</b> Cuando se deben implementar acciones dirigidas a reducir los impactos y efectos negativos o cuando se deben implementar acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por un proyecto, obra o actividad | <b>Potenciable:</b> Cuando la implementación de acciones permite potencializar o aumentar los impactos y efectos positivos producto de un proyecto, obra o actividad.    |

| Valor | Negativo                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Positivo                                                                                                                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8     | <b>Irrecuperable:</b> 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. | <b>Disipación incierta:</b> 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. |

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

### • Cálculo del Índice de Importancia Ambiental

Posterior a la asignación del valor a cada impacto dentro de los parámetros mencionados, se procedió con la cuantificación de la importancia de la acción sobre cada factor ambiental. El índice de importancia ambiental (I) se calculó conforme a la siguiente fórmula:

$$I = +/- [3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]$$

Como resultado de este proceso se obtuvo la matriz de importancia con valores de impacto negativo. Una vez obtenidos los valores de importancia para cada impacto negativo, estos fueron clasificados de acuerdo a los siguientes rangos (Figura 2-42).

**Figura 2-42 Impactos de naturaleza negativa**

| IMPACTOS NATURALEZA NEGATIVA |
|------------------------------|
| IRRELEVANTE                  |
| MODERADO                     |
| SEVERO                       |
| CRÍTICO                      |

Fuente: Conesa (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental- Adaptado por el consultor.

Cuando la viabilidad de un proyecto presenta impactos críticos, es de suponer, que debe ser revaluada puesto que se debe procurar que todo impacto pueda ser manejado de acuerdo con su carácter. Adicionalmente, de acuerdo con esta clasificación, los que se ubiquen en las categorías restantes deben tener medidas de manejo pertinentes a la intensidad del impacto sobre el medio.

Respecto a los impactos positivos, se realizó una clasificación por rangos denominados así: Considerables, Relevantes y Muy Relevantes, y a su vez fueron resaltados en la matriz de valor de importancia (Tabla 2.59).

**Tabla 2.59 Impactos de naturaleza positiva**

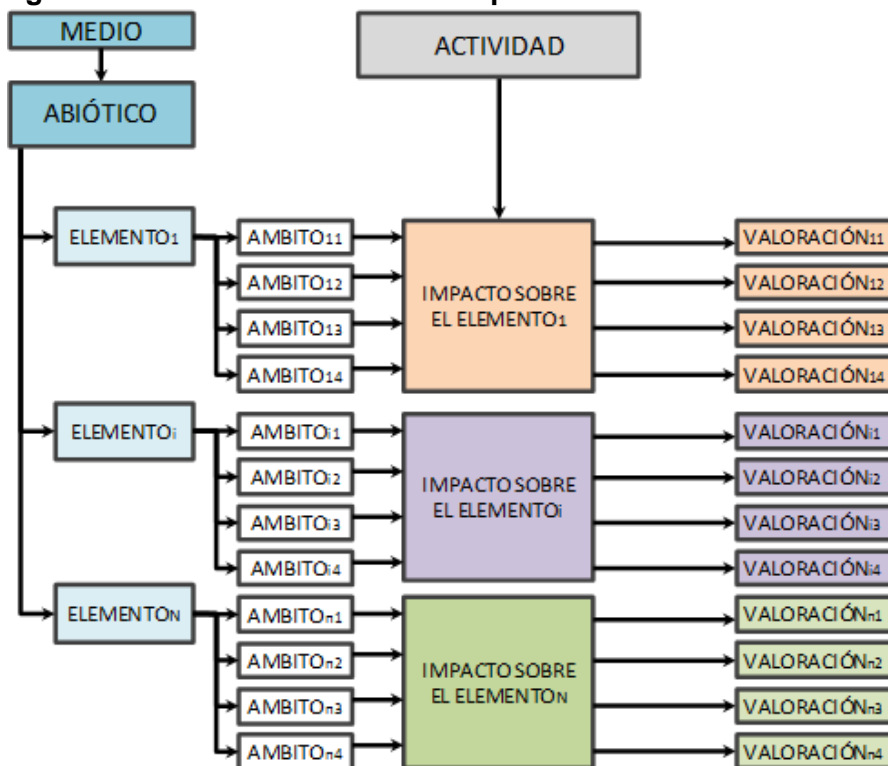
| IMPACTOS NATURALEZA POSITIVA |
|------------------------------|
| CONSIDERABLES                |
| RELEVANTES                   |
| MUY RELEVANTES               |

Fuente: Conesa (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental- Adaptado por el consultor.

- **Ámbitos de Manifestación**

Los ámbitos de manifestación se definen como la clasificación o la división espacial de un elemento sujeto a evaluación de un impacto ambiental, en unidades específicas que responden diferente a un impacto dependiendo de las características propias de este y su grado de susceptibilidad; de esta forma, el impacto procedente de una actividad puede manifestarse sobre un elemento con diferente grado de importancia. En la se presenta un esquema del proceso de evaluación teniendo en cuenta los ámbitos de manifestación.

**Figura 2-43 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Teniendo en cuenta que los ámbitos de manifestación responden al grado de vulnerabilidad de un elemento, para el presente proyecto cada uno de los elementos se dividió como máximo en cuatro (4) ámbitos, dependiendo de la fragilidad de las unidades que lo constituyen y el posible grado de importancia que pueda presentar el impacto (compatible, moderado, severo o crítico para impactos negativos, y considerable, relevante o muy relevante para impactos positivos); de esta forma, las unidades con un grado de importancia igual son agrupados en un solo ámbito de manifestación.

- **Metodología para la Zonificación de Impactos**

Una vez establecido el índice de importancia ambiental, se identifican los impactos del escenario con proyecto con los valores más altos: severos y críticos, cuya reciprocidad entre el efecto y la actividad/acción se deriva principalmente de la asignación de valores considerables en los parámetros de intensidad, extensión y momento, es por esto que se consideran significativos en el contexto del análisis.

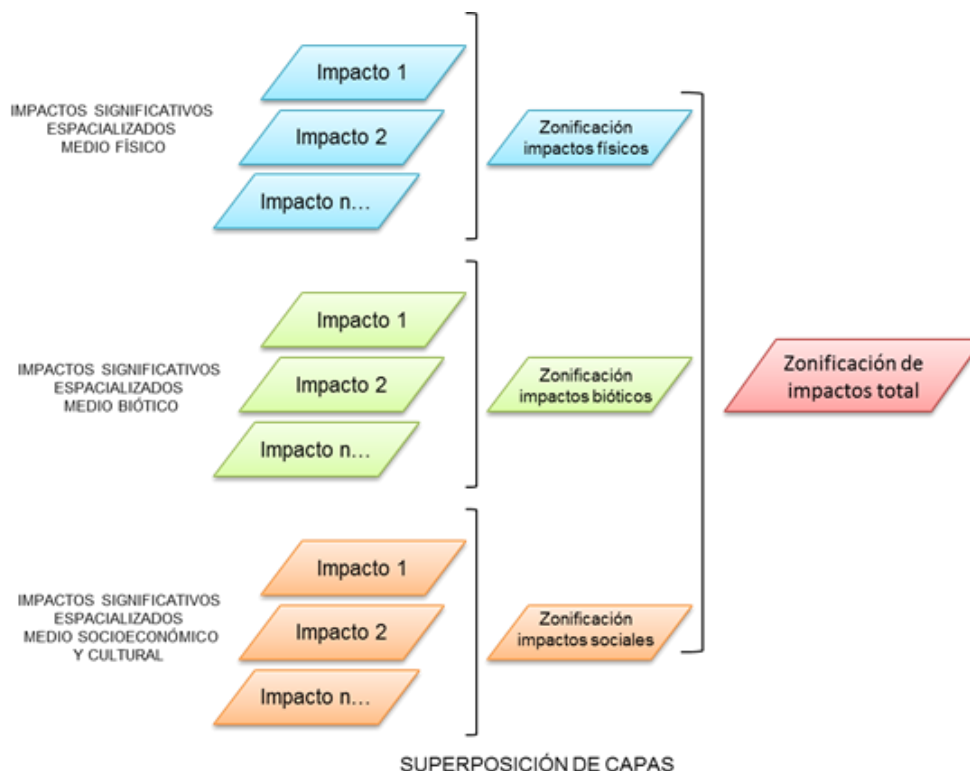
Cada uno de los impactos significativos identificados esta disgregado para efectos de la calificación en ámbitos de manifestación, esto permite aproximar el efecto a un contexto espacial que permite conocer la incidencia sobre cada elemento de los recursos afectados y de este modo, poder determinar cuáles son los sitios en los que se presenta mayor relevancia o confluencia de especial cuidado en términos de situaciones socio ambientales particulares en relación con la ejecución del proyecto.

Luego del proceso de identificación de los impactos significativos y su espacialización se superponen cada una de estas capas con el fin de integrar por medio de una zonificación el grado de susceptibilidad del área de influencia a presentar afectaciones por el desarrollo de la construcción de la nueva calzada.

Como producto de la superposición de capas que contienen la representación categórica de la posible manifestación de los impactos significativos sobre los elementos, se obtiene la zonificación de impacto ambiental (Figura 2-44); en este proceso, la condición más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable entre los impactos analizados. La posible manifestación de los impactos en términos de importancia se expresa en categorías de Irrelevante, Moderado, Severo y Crítico.

La zonificación de impacto ambiental constituye uno de los criterios para definir la zonificación de manejo ambiental.

**Figura 2-44 Superposición de capas para el proceso de zonificación**



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Metodología para la Evaluación de Impactos Residuales**

El análisis de impactos residuales se llevó a cabo de acuerdo a la “Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia” (Martínez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta del impacto. A partir de las variables Tiempo de Recuperación y Eficacia de la Medida de Manejo se obtiene el cálculo de la Importancia de la Recuperabilidad.

El análisis de la residualidad de los impactos críticos y severos se desarrolló para el escenario Con Proyecto, con el fin de identificar los impactos que no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo.

**Tiempo de recuperación:** Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el factor ambiental, a partir del momento en que se aplican las estrategias de manejo ambiental y las estrategias de seguimiento y monitoreo del proyecto.

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

La aplicación de medidas correctivas puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del elemento; por último, las medidas compensatorias pueden incluir tanto la indemnización directa a la comunidad



cercana al lugar donde se manifestó el efecto del impacto ambiental generado por el proyecto, cómo la ejecución de proyectos encaminados a reparar el daño ambiental. El tiempo de recuperación se calificó de acuerdo a lo relacionado en la Tabla 2.60.

**Tabla 2.60 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación**

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

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Aecom - ConCol, 2018.

Eficacia de la medida de manejo: La eficacia de la medida de manejo está definida por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causó sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 2.61.

**Tabla 2.61 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo**

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

Fuente: Martínez Prada, 2010.

Importancia de la Recuperabilidad: Dadas las calificaciones a los impactos significativos resultado de la evaluación ambiental con la realización del proyecto, se procede a determinar la importancia de la recuperabilidad a través de la siguiente ecuación:

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

Dónde:

IRB = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en

función de la calidad ambiental.

TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.

E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Los resultados obtenidos fueron normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la ecuación que se presenta a continuación:

$$(I_{(RB)N}) = \pm (I_{RB} - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo})$$

Dónde:

Máximo = 22

Mínimo = 1

Importancia Ambiental: Luego de realizar el cálculo correspondiente para los impactos críticos y severos, se valora la importancia de la recuperabilidad con el fin de clasificarlos de acuerdo a lo relacionado en la Tabla 2.62, propuesta por Martínez Prada (2010).

**Tabla 2.62 Sistema de clasificación para la importancia ambiental**

| Rango de la $I_{(RB)N}$ | Valoración | Significado                                                                                                       |
|-------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\leq 0,35$             | Baja       | La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es baja.     |
| $>0,35 < 0,60$          | Media      | La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es media.    |
| $0,60 < 0,80$           | Alta       | La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es alta.     |
| $\geq 0,80$             | Muy alta   | La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es muy alta. |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Tomado de (Martínez Prada, 2010).

Importancia Neta: Teniendo en cuenta que la importancia de la recuperabilidad mide el nivel de recuperación de la calidad ambiental del factor, se deriva la importancia neta, como una diferencia entre la importancia sin medidas de manejo ambiental y la importancia del impacto con medidas de manejo ambiental. Para hallar este resultado se utiliza la siguiente ecuación:

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

Dónde:

INETA = Importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.

I(CA)N = Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo

I(RB)N = Importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

En la Tabla 2.63 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los Impactos residuales.

**Tabla 2.63 Clasificación para la valoración de la importancia neta**

| Rango de la $I_{\text{net}}^*$ | Categoría   | Valoración                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| < 25                           | Irrelevante | El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.     |
| >26<50                         | Moderado    | El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos. |
| >51<75                         | Severo      | El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.    |
| >76<100                        | Crítico     | El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones           |

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

- **Metodología para la Evaluación de Impactos Sinérgicos y Acumulativos**

Los efectos acumulativos corresponden a los cambios en el ambiente que son causados por una acción humana en combinación con otras acciones pasadas, presentes y futuras. En el marco de los efectos acumulativos se definen los efectos combinados o el sinergismo, entendido como los efectos derivados de múltiples fuentes que actúan sobre el medio en un territorio (Canadian Environmental Assessment Agency - CEAA), 1999 en Department of Environmental Affairs and Tourism - DEAT, 2004).

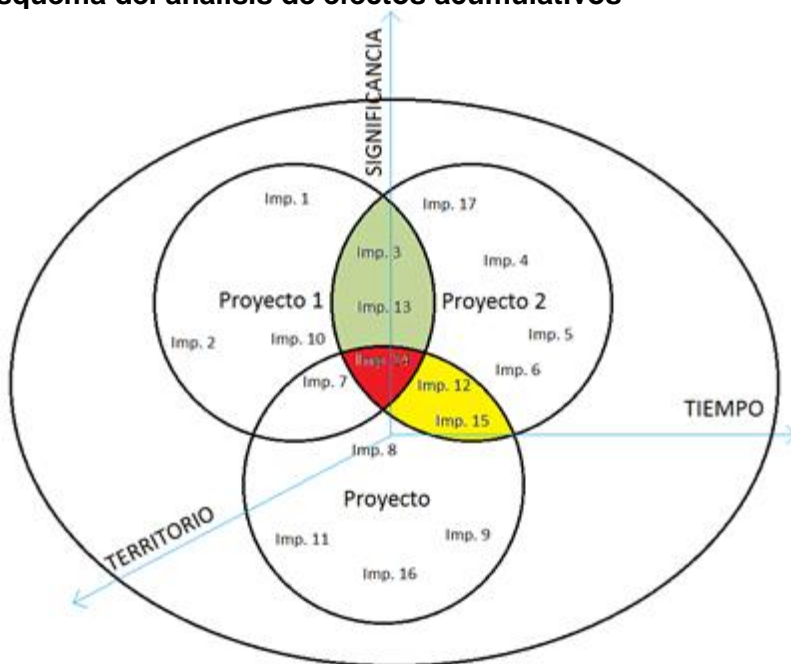
Un efecto acumulativo ocurre cuando los efectos generados sobre los componentes del medio por el desarrollo de diferentes proyectos, o actividades que se desarrollan en un área

se traslapan entre sí y son simultáneas en el tiempo. Si la ejecución del proyecto tiene el potencial de generar efectos sobre los componentes evaluados y afectados por diferentes proyectos o actividades del área, entonces el proyecto tiene el potencial de contribuir en la generación de efectos acumulativos.

En la Figura 2-45 se esquematiza el análisis, mediante el cual se establecieron los traslapes de los impactos generados por las actividades ejecutadas en un territorio durante un tiempo determinado.

Para el proceso de evaluación, se identificaron los impactos significativos (críticos y severos) descritos en los dos escenarios, ya que dichos impactos se consideran como los que podrían generar una mayor perturbación del medio y tendrían un mayor potencial de generar acumulación o sinergia, por lo cual la gestión interna debería enfocarse en su manejo. Se consideró que los impactos de mayor potencial acumulativo o sinérgico corresponden a los que tienen una alta magnitud y se pueden presentar en cualquier extensión geográfica.

**Figura 2-45 Esquema del análisis de efectos acumulativos**



\* Imp.= Impacto.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

El análisis incluyó la estimación relacionada con el potencial traslape, o no, de los efectos generados por los diferentes proyectos o actividades identificadas para el área, y si dichos

efectos confluyen geográficamente en el territorio y en el tiempo. En caso de que no se presenten confluencias potenciales temporales o espaciales, se consideró que no existiría el potencial de presentarse efectos acumulativos.

Para el análisis se utilizó como insumo la valoración de la importancia de los impactos tanto para las actividades identificadas del escenario sin proyecto, como las evaluadas en el escenario con proyecto y se procedió a desarrollar la comparación entre los escenarios de acuerdo a la naturaleza, magnitud y extensión potencial de los impactos.

### **2.3.7 Zonificación de Manejo Ambiental**

La zonificación de manejo ambiental establece los niveles de gestión socio-ambiental que deberá asumir el proyecto, los cuales se determinan a partir de la integración de los resultados de la zonificación ambiental, en la que se analiza el área de estudio a través de la sensibilidad y la importancia de los elementos característicos del área de estudio, con los resultados que arrojó la evaluación de impactos significativos.

De los resultados obtenidos de la zonificación ambiental y de impactos, se deduce que, las zonas de baja y muy baja Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que solamente se requieren manejos asociados con 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); mientras que, las zonas de alta Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que se requieren manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo, en tanto que las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el corto plazo.

Las áreas con impactos moderados requieren niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto, en tanto que aquellas en las que se registren impactos irrelevantes requieren en el corto plazo acciones de prevención.

Igualmente, se requiere de una gestión socio-ambiental, para las áreas asociadas a impactos críticos y severos, que mitigue en el corto plazo los efectos ocasionados por las intervenciones propias del proyecto y que compense en el largo plazo los impactos derivados de las mismas.

La zonificación de manejo ambiental considera al menos las siguientes áreas, tal y como se aprecia en la Tabla 2.64, la cual presenta la matriz de decisiones empleada para la definición de las categorías de manejo, que asocian zonas con similares valores en la relación de Sensibilidad/Importancia y en las categorías o tipos de impactos socio-ambientales zonificados.



**Tabla 2.64 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo**

| Categoría zonificación ambiental | Categoría zonificación impactos significativos |        |          |             |
|----------------------------------|------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|                                  | Critico                                        | Severo | Moderado | Irrelevante |
| <b>Muy alta</b>                  | EX                                             | (IMa)  | (IMa)    | (IMe)       |
| <b>Alta</b>                      | (IMa)                                          | (IMa)  | (IMe)    | (IMe)       |
| <b>Moderada</b>                  | (IMa)                                          | (IMe)  | (IMe)    | (AI)        |
| <b>Baja</b>                      | (IMe)                                          | (IMe)  | (IMe)    | (AI)        |
| <b>Muy baja</b>                  | (IMe)                                          | (IMe)  | (AI)     | (AI)        |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

A partir de la Tabla 2.64 se realizan los análisis de vulnerabilidad propuestos para la zonificación de manejo ambiental del proyecto, en concordancia con lo establecido por los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (M-M-INA-02), siguiendo las reglas de decisión con las que se definen las siguientes áreas tipo:

Áreas de exclusión (Ex): incluyen las zonas en las que debido a las características de sensibilidad ambiental y social no es posible el desarrollo de las actividades del proyecto, por lo que son consideradas como zonas de exclusión relacionadas con los grados de fragilidad identificados por la evaluación ambiental. En el área de estudio no se presentan este tipo de áreas.

Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa): corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran relaciones de Sensibilidad /Importancia alta y moderada con impactos de carácter severo o moderado haciendo que sea necesario la implementación de acciones de restauración o de compensación, dado que los efectos del proyecto sobre los recursos representados en estas variables son recuperables solamente en el largo plazo o son irreversibles estos efectos.

Áreas de intervención con restricciones menores (IMe): corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran las cuatro categorías que tipifican las relaciones de Sensibilidad /Importancia en el área de estudio con los diferentes niveles de impactos ambientales. En este caso, además de la compensación o corrección con efectos en el largo plazo se requeriría de la implementación de acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.

Áreas de intervención (Ai): Corresponden a las áreas en las que es posible desarrollar el proyecto, ya que agrupan zonas con moderada, baja y muy baja relación de Sensibilidad/Importancia con zonas en la que se presentan impactos moderados e irrelevantes. En este caso se requeriría de la implementación de acciones de prevención en el largo y corto plazo y de mitigación con efectos en el corto plazo.

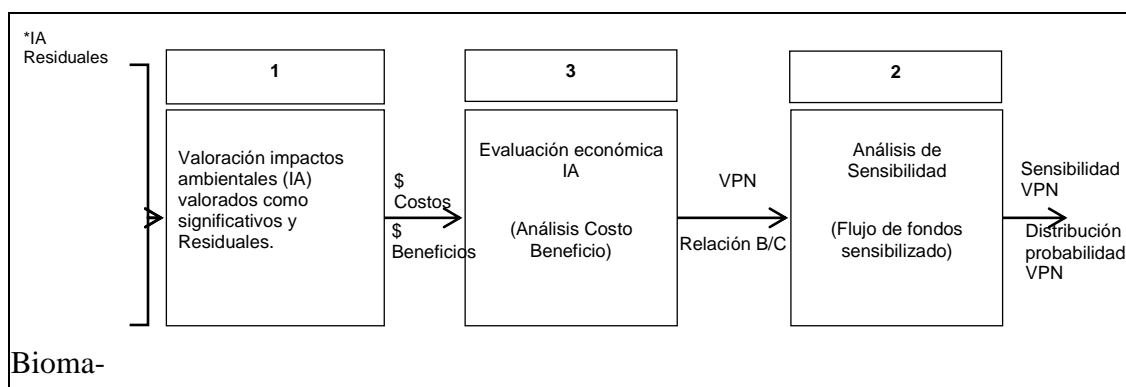
### 2.3.8 Evaluación Económica Ambiental

La valoración económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales (positivos y negativos) que potencialmente pueden atribuirse al desarrollo del proyecto de construcción de la doble calzada en el Departamento de Norte

de Santander. Identificados y evaluados los impactos ambientales, se expresan 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).

El proceso metodológico de la evaluación económica de impactos ambientales consta de seis etapas, no obstante, las primeras tres se desarrollan en el marco de la evaluación ambiental, por lo tanto, el proceso se puede resumir en las fases que se presentan en la

**Figura 2-46 Esquema del análisis de efectos acumulativos**



\*IA: Impactos ambientales

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

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

- **Valoración de Impactos Ambientales**

La valoración parte de la identificación de los potenciales beneficios socioambientales del proyecto y de los impactos ambientales obtenidos en el análisis de residualidad el cual está fundamentado en la propuesta metodológica de (Martínez Prada, 2010), la cual se basa en la evaluación de los impactos en función de la eficacia de la medida de manejo a implementar y el tiempo de recuperación del elemento afectado; a partir de los resultados se reevalúa el Índice de Importancia Ambiental obteniendo los impactos que aun implementando la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Dichos impactos se consideran como residual o no internalizables y son el objeto de la valoración económica ambiental.

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

este contexto para la valoración monetaria tan solo se consideran los impactos susceptibles a medir en unidades físicas, puntualmente de aquellos cuyas funciones ecológicas de producción se conozcan relativamente bien y de las que se disponga de información suficiente para correr algunos de los métodos establecidos para la valoración económica. Para la valoración o traducción monetaria de los bienes y servicios ambientales potencialmente afectados, se utiliza las metodologías desarrollada y validadas por las ciencias económicas las cuales además están sugeridas en los términos de referencia M-M INA – 02 (MADS, 2015), en la guía metodológica para la valoración de bienes, servicios y recursos naturales (MAVDT, 2003) y en la guía la presentación de estudios ambientales del ministerio del ambiente y desarrollo territorial (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010).

De acuerdo a la tipología del impacto se utilizaran la metodología que permita aproximarse al valor económico del bien, servicio o recurso afectado, y en términos generales esta valoración pueden basarse en la creación de mercados hipotéticos, (valoración contingente), en mercados existentes (valoración con base en los precios del mercado), en los costos operacionales (método basado en costos), en los gastos que se incurren para disfrutar de un Bienes y Servicios Ambientales BySA (método del coste de viaje), en las diferencias existentes entre un mismo BySA (precios hedónicos) entre otros (Ver Tabla 2.65).

**Tabla 2.65 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 02 (MADS, 2015)**

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

Fuente: Términos de referencia M-M INA – 02 pg. 81. MADS 2015.

Finalmente se obtiene el valor económico en unidades monetarias de los potenciales beneficios y daños ambientales (externalidades negativas) asociadas a las obras y actividades del proyecto. Los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención y compensación o externalidades positivas, la generación de empleo y los beneficios obtenidos por el ahorro en el tiempo generalizado del transporte. Los daños

ambientales corresponden a los costos externos o impactos negativos generados por las actividades del proyecto.

- **Análisis Costo Beneficio- ACB**

Con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto desde las perspectivas ambientales se relacionan el flujo de costos (externalidades negativas) y beneficios asociados al proyecto de construcción vial, el cual se utiliza como indicador determinante en la toma de decisiones. El análisis se desarrolla dividiendo todos los beneficios obtenidos durante la vida útil del proyecto con la totalidad de las externalidades negativas asociadas a su ejecución. Si el resultado es superior a uno el proyecto es viable, si el resultado es igual a uno la ejecución del mismo es indiferente para el evaluador, si el resultado es inferior a uno el proyecto no es viables desde la perspectiva ambiental.

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

El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

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

Dónde:

$B_i$  Beneficios: Corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año  $i$ ;

$C_i$  Costos: El valor de los impactos negativos en el año  $i$ ;

$r$ : Es la tasa social de descuento;

$i$ : Es el indicador del año.

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la Tabla 2.66.

**Tabla 2.66 Interpretación del indicador VPNE**

| Valor Presente Neto | Interpretación                                                                                                                                   |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VPNE &gt; 0</b>  | Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por tanto, se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social |
| <b>VPNE = 0</b>     | El proyecto no produce beneficios ni costos. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social                 |
| <b>VPNE &lt; 0</b>  | Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.     |

Fuente: CEDE 2010.

- **Análisis de Sensibilidad**

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

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

### **2.3.9 Plan de Gestión del Riesgo**

Para la construcción del Plan de Gestión del Riesgo se utilizará la información primaria recolectada en campo con relación a las potenciales amenazas y elementos vulnerables, e información secundaria relacionada con la periodicidad de eventos amenazantes, sus potenciales efectos y los lineamientos básicos de respuesta que desarrollaría la empresa para la atención de una emergencia.

Para su desarrollo se adoptaron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus Accesos, establecidos por la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2016.

Adicionalmente, la metodología desarrollada para el análisis de riesgos del plan tendrá en consideración 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). Adicional, se tiene como lineamiento el marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, ABC: Adaptación bases conceptuales (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la definición del mismo:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$$

Si se entiende la vulnerabilidad como la consecuencia que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; se debe tener en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y la exposición de los mismos al evento amenazante:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Fragilidad} * \text{Exposición}$$



- **Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza**

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrollará mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y actividades del proyecto; a través de estas, se identificarán las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

La estimación de 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 sistema de gestión del vertimiento y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realiza la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 2.67.

**Tabla 2.67 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 algunas veces       | Hasta 1 evento cada 6 meses     |
| 3      | Media    | Ocasional    | Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas 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: (Aecom - ConCol, 2018)

- **Identificación y análisis de la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con la fragilidad o las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evalúan de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y sociales. En la Tabla 2.68 se presenta las categorías para calificar la fragilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar.

**Tabla 2.68 Criterios para la calificación de fragilidad**

| NIVEL    | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                       | PUNTOS |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Muy alto | Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible.<br>Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.                       | 5      |
| Alto     | Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el largo plazo.<br>Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.         | 4      |
| Medio    | Genera consecuencias de moderada intensidad, puntual a extensa, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el mediano plazo.<br>Generan lesiones moderadas o incapacidad temporal a las personas. | 3      |
| Bajo     | Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo.<br>Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.           | 2      |
| Muy Bajo | Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo.<br>No se producen lesiones personales incapacitantes.         | 1      |

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Adaptado de (Zuluaga U. & Arboleda G., 2005).

Para el caso de las amenazas naturales se establece un análisis de la vulnerabilidad, partiendo de la fragilidad (tomada de la zonificación ambiental) y de la exposición expresada en función de la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes.

En cuanto al análisis de exposición, partiendo de la espacialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas, amenazas antrópicas; y los elementos vulnerables así como asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva y áreas ambientalmente sensibles (con base en información de campo y análisis de la información secundaria), se determinará qué tan expuestos podrían estar dichos elementos en caso de manifestarse cada una de las amenazas identificadas. Para esto se utilizarán cinco (5) categorías, desde Exposición Muy Baja hasta Exposición Muy Alta.

Los resultados obtenidos de la fragilidad y exposición se categorizan en el valor de vulnerabilidad como se muestra en la Tabla 2.69.

**Tabla 2.69 Criterios para definir vulnerabilidad**

| FRAGILIDAD |   | EXPOSICIÓN |      |       |      |          |
|------------|---|------------|------|-------|------|----------|
|            |   | MUY ALTA   | ALTA | MEDIA | BAJA | MUY BAJA |
|            |   | 5          | 4    | 3     | 2    | 1        |
| Muy alto   | 5 | MA         | A    | M     | B    | MB       |
| Alto       | 4 | A          | A    | M     | B    | MB       |
| Medio      | 3 | M          | M    | B     | B    | MB       |
| Bajo       | 2 | B          | B    | B     | MB   | MB       |
| Muy Bajo   | 1 | MB         | MB   | MB    | MB   | MB       |

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- Análisis y zonificación del nivel de riesgo**

Con base en lo anterior, al ser cruzado la vulnerabilidad con la probabilidad de manifestación de las amenazas (categorizada de acuerdo a la Tabla 2.67) se obtiene el nivel de riesgo (Tabla 2.70).

**Tabla 2.70 Criterios para definir el nivel del riesgo**

| PROBABILIDAD |   | VULNERABILIDAD |      |       |      |          |
|--------------|---|----------------|------|-------|------|----------|
|              |   | Muy Alta       | Alta | Media | Baja | Muy Baja |
|              |   | 5              | 4    | 3     | 2    | 1        |
| Muy Alta     | 5 | MA             | A    | M     | B    | MB       |
| Alta         | 4 | A              | M    | M     | B    | MB       |
| Media        | 3 | M              | M    | B     | B    | MB       |
| Baja         | 2 | B              | B    | B     | MB   | MB       |
| Muy Baja     | 1 | MB             | MB   | MB    | MB   | MB       |

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuará de manera cartográfica para las amenazas naturales que se puedan espacializar, generando así un mapa de riesgos (zonificación del riesgo).

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 2.71.

**Tabla 2.71 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.).                                          |

| NIVEL    | INTERPRETACIÓN                                                    |
|----------|-------------------------------------------------------------------|
| Muy Bajo | Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos. |

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

## 2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO

El Estudio de Impacto Ambiental fue elaborado por la firma Consorcio Aecom - ConCol que cuenta con más de 40 años de experiencia en Consultoría de proyectos de infraestructura y más de 20 años de experiencia en la elaboración de estudios ambientales. La Tabla 2.72 muestra la estructura organizacional y los profesionales que participaron en el estudio:

**Tabla 2.72 Estructura Organizacional del Estudio**

| ID | Cargo                               | Profesional                       |
|----|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1  | Director del proyecto               | Mauricio Maldonado                |
| 2  | Coordinador EIA                     | Carolina Mora Acosta              |
| 3  | Especialista Evaluación de Impactos | Olga Devia                        |
| 4  | Profesional Forestal                | Jenny Ramírez                     |
| 5  | Profesional Forestal                | Daniel Buitrago                   |
| 6  | Profesional Forestal                | Diana Rojas                       |
| 7  | Profesional Forestal                | Niry Alturo                       |
| 8  | Profesional Forestal                | Jaime Leonel Otaña                |
| 9  | Profesional Forestal                | Jhon Salgado                      |
| 10 | Profesional Forestal                | Julio Cañas                       |
| 11 | Especialista compensaciones         | César Parra                       |
| 12 | Bióloga Herpetos                    | Sofía Fajardo                     |
| 13 | Biólogo Aves                        | María Carolina Rojas              |
| 14 | Biólogo Mamíferos                   | Paola Cruz                        |
| 15 | Biólogo Ecosistemas acuáticos       | Tatiana Romero                    |
| 16 | Especialista SIG Bases de datos     | Laura Gómez                       |
| 17 | Especialista SIG 1                  | José Luis Díaz                    |
| 18 | Especialista SIG 2                  | César Buitrago                    |
| 19 | Especialista Botánica Epífitas      | Fabián Larrota                    |
| 20 | Especialista Botánico               | Zaleth Cordero                    |
| 21 | Especialista Epífitas no vasculares | Angie Charry                      |
| 22 | Ingeniera Ambiental                 | Francy Bolaños                    |
| 23 | Ingeniero Ambiental                 | Carlos González                   |
| 24 | Ingeniero Ambiental                 | Diana Rodríguez                   |
| 25 | Hidróloga                           | Camilo Barrera                    |
| 26 | Ingeniero Agrónomo                  | Tito Fandiño                      |
| 27 | Geólogo                             | Edgar Bueno, Ayesa, Yoselis Tovar |
| 28 | Geotecnista                         | Luis Guerrero                     |
| 29 | Hidrogeólogo                        | Hidrogeocol                       |
| 30 | Profesional Social                  | Carolina Perico                   |

| ID | Cargo                                                            | Profesional           |
|----|------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 31 | Profesional Social                                               | Alexandra López       |
| 32 | Sociólogo                                                        | Carlos Alfredo Rincón |
| 33 | Profesional Social                                               | Karen Rojas           |
| 34 | Politólogo                                                       | Diego Zabaleta        |
| 35 | Arqueóloga                                                       | Andrea Valero         |
| 36 | Arqueóloga                                                       | Diana Isabel Calderón |
| 37 | Arqueólogo                                                       | Jhann Téllez          |
| 38 | Apoyo Administrativo                                             | María Camila Amaya    |
| 39 | HSE                                                              | Paula Andrea Acosta   |
| 40 | Especialista PDC                                                 | Fernando Rivera       |
| 41 | Ingeniero Civil                                                  | Alejandro Borráez     |
| 42 | Especialista Evaluación Económica                                | Juan Pablo Guaneme    |
| 43 | Profesionales revisores medio abiótico, biótico y socioeconómico | UVRP                  |

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.