

**MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN 00606 DE 2017  
PARA EL POLÍGONO LA FRISOLA Y POLVORÍN DENTRO DEL PROYECTO  
CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO  
UF 1 Y 3 - AUTOPISTA AL MAR 1**



**Para:**



**Elaborado por:**



**Medellín**

**Septiembre de 2017**

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

## TABLA DE CONTENIDO

1	OBJETIVOS .....	1
1.1	Objetivo general .....	1
1.2	Objetivos específicos.....	1
2	GENERALIDADES .....	2
2.1	ANTECEDENTES.....	2
2.1.1	Justificación, permisos y trámites previos .....	2
2.1.2	Trámites Administrativos .....	4
2.1.3	Interrelación con proyectos de interés presentes en la zona.....	5
2.2	ALCANCES .....	5
2.2.1	Alcance.....	5
2.2.2	Limitaciones o restricciones de este documento.....	6
2.3	METODOLOGÍA.....	6
2.3.1	Medio Abiótico .....	7
2.3.2	Medio Biótico .....	7
2.3.3	Medio Socioeconómico.....	30
2.3.4	Evaluación Ambiental .....	32
2.3.5	Evaluación Económica Ambiental.....	33
2.3.6	Zonificación Ambiental, Zonificación de Manejo Ambiental, y Plan de Gestión del Riesgo.....	33
2.4	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO .....	34

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Proceso metodológico para la construcción de unidades síntesis.....	9
Figura 2.2 Medición de alturas.....	11
Figura 2.3 Medición sugerida de la circunferencia a la altura del pecho (CAP).....	11
Figura 2.4 Representación del método de muestreo de latizales y brinzales.....	14
Figura 2.5 Diagrama de la distribución categorizada de Braun-Blanquet (1979).....	18
Figura 2.6 Esquema de las unidades de muestreo de epífitas vasculares.....	25
Figura 2.7 Muestreo de Epifitas Vasculares por estratos. (Modificado de Johansson, 1974)	26
Figura 2.8 Esquema de parcelas para el muestreo de epifitas no vasculares.....	27
Figura 2.9 Muestreo de Epifitas No Vasculares.....	28
Figura 2.10 Esquema de evaluación de especies vasculares vedadas (oquídeas y bromelias) y especies no vasculares (musgos, hepáticas y líquenes) de habito terrestre.....	30

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación de hábitos de crecimiento de las plantas vasculares .....	13
Tabla 2.2 Ecuaciones para el análisis dasométrico y de volumen.....	16
Tabla 2.3 Ecuación de densidad.....	17
Tabla 2.4 Ecuación del Índice de Valor de Importancia (IVI) .....	17
Tabla 2.5 Escala de Braun-Blanquet (1979), modificada .....	18
Tabla 2.6 Ecuaciones de diversidad alfa.....	20
Tabla 2.7 Ecuaciones de diversidad beta.....	20
Tabla 2.8 Descripción de la ecuación de porcentaje de regeneración.....	20
Tabla 2.9 Categorías de tamaño.....	21
Tabla 2.10 Ecuaciones para el Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA) .....	22
Tabla 2.11 Métricas del paisaje .....	24
Tabla 2.12 Estructura Organizacional del Estudio.....	34

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

### LISTA FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2.1 Metodología de inventario al 100% en el área de influencia directa (a y b) ...	12
Fotografía 2.2 Proceso de muestreo de la vegetación: a) toma de muestras y b) muestras rotuladas.....	15

### LISTA ANEXOS

Anexo 2-1 Certificado de MinInterior	
Anexo 2-2 Trámites ante ICANH	
Anexo 2-3 Trámite ante la Dirección de Bosques (MADS)	
Anexo 2-4 Permiso de Recolección Especímenes - SAG	
Anexo 2-5 Liquidación de Evaluación – Modificación ANLA	
Anexo 2-6 Certificado de herbario	
Anexo 2-7 Base de datos muestreo flora	
Anexo 3-1_ Estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada La Frisola (disponible en el Capítulo 3. Descripción de las obras de modificación).	

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

## 1 OBJETIVOS

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) la información para la solicitud de modificación de la licencia ambiental, otorgada mediante Resolución 00606 del 25 de mayo de 2017, para la calzada izquierda polígono La Frisola y obras asociadas comprendido entre el K0+000 al K0+150 al inicio de la UF 1, el cual se encuentra contiguo al portal noroccidental del Túnel de Occidente.

Para este tramo se proyecta la construcción de las siguientes obras: Box culvert La Frisola, Plataforma de trabajo La Frisola, Accesos a zona de trabajo La Frisola y el nuevo sector del polvorín, a partir de las cuales se seguirá denominando en la presente modificación como: Polígono La Frisola y el Polvorín.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las obras y actividades objeto de la solicitud de modificación de la licencia ambiental.
- Identificar, delimitar y caracterizar el área de influencia y área de intervención de las obras y actividades objeto de modificación de la licencia.
- Identificar y evaluar los nuevos impactos ambientales generados por estas actividades.
- Actualizar los planes y programas que aplican para las actividades objeto de modificación de licencia ambiental.
- Informar a las autoridades ambientales locales y comunidades lo pertinente a la modificación de la licencia ambiental, de acuerdo a lo establecido en la normativa ambiental vigente.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

## 2 GENERALIDADES

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), mediante la Resolución 00606 del 25 de mayo de 2017 otorgó la licencia ambiental para el Proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3” de la Autopista al Mar 1. El avance en los diseños de detalle hace necesaria la construcción de un box culvert (4X4 m) en la quebrada La Frisola, una plataforma de trabajo para el túnel – portal Santa Fe, los accesos a dicha plataforma y la ubicación del polvorín en este sector, obras que han sido denominadas en la presente modificación como: Polígono La Frisola y el Polvorín. Adicionalmente, se solicita modificar el permiso de aprovechamiento forestal para un volumen total de 26,3082 m<sup>3</sup> y un volumen comercial de 15,4742 m<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta lo anterior, y conforme con el Decreto 1076 de 2015 en su Artículo 2.2.2.3.7.1, la licencia ambiental del Proyecto deberá ser modificada en razón de los numerales 2 y 4 para el caso de la presente solicitud de modificación (polígono La Frisola y polvorín), los cuales indican que deberá surtirse este trámite cuando:

2. ...“al otorgarse la licencia ambiental no se contemple uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables, necesarios o suficientes para el buen desarrollo y operación proyecto, obra o actividad”.

4. ...“el titular del proyecto, obra o actividad solicite efectuar la reducción del área licenciada o la ampliación de la misma con áreas lindantes al proyecto”.

En este sentido se solicita a la ANLA la modificación de licencia ambiental para el Proyecto Construcción de la Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 de la Autopista al Mar 1.

En consecuencia, este documento está compuesto por la descripción de las obras objeto de la solicitud de modificación, incluyendo planos y mapas de la localización, el costo de la modificación y la justificación; y el complemento al Estudio de Impacto Ambiental (EIA), en el que se describen las características generales del área de intervención donde se emplazarán las obras ajustadas en sus diseños; además, se relacionan los impactos que se generarán por el desarrollo de éstas, y se actualizan los planes y programas que serán implementados en el área de intervención del Polígono La Frisola y el polvorín.

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1 Justificación, permisos y trámites previos

La Concesionaria Desarrollo Vial al Mar S.A.S. en marzo de 2016 inició el trámite de licenciamiento ambiental ante la ANLA mediante la solicitud de pronunciamiento sobre la necesidad de presentar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) para el desarrollo del proyecto "Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y Santa Fe de Antioquia (Unidades Funcionales 1, 2.1 y 3) - Proyecto Autopista al Mar 1". El Grupo de Evaluación de la ANLA, previa evaluación y análisis de la información allegada por la Concesionaria, emitió en julio de 2016 la comunicación 2016039915-2-000 donde indicó que no era necesario elaborar un DAA y se podía proceder con la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del citado proyecto.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

En noviembre de 2016 mediante el Auto 5360 se dio inicio al trámite y se surtieron las actividades de visita técnica, oralidad, información adicional, conceptos de otras entidades inherentes al proceso (Parques Nacionales Naturales de Colombia, gestiones ante el Ministerio del Interior y el ICANH), información respecto a la superposición de proyectos, entre otros, según lo concebido en el Decreto 1076 de 2015. Posteriormente, la ANLA con base en el concepto técnico N° 01712 de abril de 2017, consideró que la información presentada era suficiente para pronunciarse con respecto a la viabilidad ambiental para la ejecución del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3” (Auto N° 950 del 23 de mayo de 2017),

A este proceso de licenciamiento también se integra la Resolución 908 de mayo de 2017 expedida por la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), mediante la cual resolvió levantar parcialmente la veda de siete (7) individuos y las especies pertenecientes a los grupos Toxonómicos Bromelias, Orquideas, Musgos, Hepáticas y Líquenes que se afectarán por el proyecto.

Así mismo, hace parte de la licencia ambiental la Resolución N° 1705-2420 de mayo de 2017 expedida por Corantioquia, mediante la cual se efectuó el levantamiento de veda parcial de la restricción al uso y aprovechamiento de unas especies a intervenir en el desarrollo del proyecto.

Una vez surtidos estos procedimientos que contempla la normativa vigente, la ANLA emitió la Resolución 00606 del 25 de mayo de 2017 en la cual se otorgó Licencia Ambiental al proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3” de la Autopista al Mar 1.

Posterior a la notificación de la Resolución 00606, M&M Estudio Jurídico LTDA mediante radicado 2017043212-1-000 del 13 de junio de 2017, allegó solicitud de aclaración de aspectos de la Resolución 00606 de 2017. Además, mediante radicado 2017043211-1-000 del 13 de junio de 2017, M&M Estudio Jurídico LTDA, interpuso recurso de reposición en contra de la Resolución 00606 del 25 de mayo de 2017. La ANLA a través de la Resolución 00764 del 30 de junio de 2017 se pronunció para reponer y, en consecuencia, modificar algunos de los artículos de la Resolución 00606 de 2017, es decir, para autorizar o ratificar la no autorización de algunas infraestructuras, obras, actividades y algunos permisos, concesiones y/o autorizaciones.

Luego, la Concesionaria Desarrollo Vial al Mar S.A.S. teniendo en cuenta lo estipulado en el artículo Séptimo de la Resolución 00606 de 2017, donde no se autorizó la ocupación del cauce en la quebrada La Frisola para el box culvert (abscisa 0+070), procedió a tramitar ante la ANLA la solicitud de cambio menor para dicha obra.

De esta manera, a través del comunicado 2017061156-1-000 del 8 de agosto de 2017 DEVIMAR S.A.S. solicitó que se autorizara como cambio menor la construcción del box-culvert de 4X4 m y 119,16 m de longitud en la quebrada La Frisola, para lo cual se adjuntó el respectivo estudio de hidráulica de dicha quebrada. Sin embargo, la conclusión técnica de la ANLA fue: “ *la construcción de un box-culvert en el km0+070 sobre la quebrada la Frisola, NO corresponde a una modificación menor o de ajuste normal dentro del giro ordinario de la actividad licenciada, ya que cambia las condiciones de la licencia ambiental, por lo que se considera que dicha actividad requiere adelantar el trámite de*

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

*modificación del instrumento de manejo y control ambiental, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015”.*

Frente a la anterior decisión de la ANLA y con base en los diseños de detalle del proyecto que indican que la obra en la quebrada La Frisola corresponde a una de las obras de mayor envergadura para la construcción de la Autopista Mar 1, específicamente para el inicio de la perforación del segundo tubo (UF 3) del portal Santa Fe (occidental), ya que sobre ésta se emplazará la plazoleta de trabajo, se justifica el trámite de Modificación de la licencia ambiental (Resolución 00606 de 2017).

### **2.1.2 Trámites Administrativos**

- **Trámite ante el Ministerio del Interior**

Como parte del trámite de Modificación de la licencia ambiental, la Concesionaria Desarrollo Vial al Mar S.A.S adelantó un nueva gestión ante el Ministerio del Interior, obteniendo la Certificación No. 0967 del 19 de septiembre de 2017 en la cual se afirma que no se registra presencia de comunidades Indígenas, Minorías y ROM, comunidades negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras en el área del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo – UF 1 y 3 y su infraestructura asociada – Modificación de la licencia ambiental” (ver Anexo 2-1). En dicha certificación se encuentra incluida la totalidad del área correspondiente al Polígono La Frisola y el polvorín, objeto central de la presente modificación de licencia ambiental.

- **Trámite ante el ICANH**

Para el rescate y monitoreo arqueológico del área licenciada del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo – UF 1 y 3, se recibió la Autorización por parte del ICANH bajo la comunicación número 6800 del 29 de agosto de 2017.

En cuanto a la prospección arqueológica para la ampliación del área licenciada de acuerdo con las necesidades derivadas de los diseños de detalle del proyecto, se tramitó ante el ICANH el 18 de agosto de 2017 con radicado 4151 la solicitud de licencia de prospección arqueológica para la “Prospección y formulación del plan de manejo arqueológico para las obras de modificación de las licencias del proyecto Construcción de la segunda calzada Túnel – San Jerónimo UF 1/3 y Construcción de la segunda calzada San Jerónimo – Santa Fe UF 2.1 – Autopista Mar 1. La Autorización de Intervención Arqueológica fue emitida por el ICANH mediante la comunicación 130 No. Rad. 4151 4253 del 20 de septiembre de 2017 (Ver Anexo 2-2).

En consecuencia, frente a las exigencias de prospección, rescate y monitoreo arqueológico de las áreas a intervenir por el proyecto, se indica que con los trámites descritos anteriormente y sumado a los ya ocasionados durante la fase de elaboración y evaluación del EIA, se encuentra incluida la totalidad del área del Polígono La Frisola y el polvorín, objeto central de la presente modificación de licencia ambiental.

- **Trámite ante la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)**

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

Ante la Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos se tramitó el levantamiento temporal de veda nacional para la Construcción de la segunda calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3 del proyecto Autopista al Mar, y fue otorgada mediante la Resolución 0908 del 11 de mayo de 2017. Ver Anexo 2-3.

- **Trámite ante Corantioquia**

Para la actual modificación de licencia ambiental se mantienen vigentes los trámites adelantados y reportados en el Capítulo 2. Generalidades del EIA - numeral 2.1.3.4 Trámites ante CORANTIOQUIA (páginas 9 y 10). En consecuencia, se acoge lo consignado en el Acuerdo 488 del 25 de enero de 2017 acerca de la sustracción del Distrito de Manejo Integrado Divisoria Valle de Aburrá – Río Cauca, en el cual la Corporación decide que el desarrollo del proyecto quedará sujeto al licenciamiento ambiental correspondiente.

- **Trámites ante la ANLA**

- Permiso de Recolección de Especímenes

Mediante la Resolución 00269 del 13 de marzo de 2017, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) otorgó a Servicios Ambientales y Geográficos S.A. (SAG), Empresa Consultora a cargo de la presente modificación, el Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de Estudios Ambientales (ver Anexo 2-4).

Por medio del radicado ANLA No. 2017037771-1-000 del 25 de mayo de 2017 Servicios Ambientales y Geográficos S.A. (SAG) informó el inicio de actividades en campo para efectuar los muestreos de vegetación terrestre y epifitas vasculares y no vasculares para la modificación del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel – San Jerónimo UF 1/3 de la Autopista Mar 1. Los trabajos de campo se realizaron entre el 21 de junio y el 15 de julio de 2017.

- Liquidación servicio de evaluación de la Modificación

Con el Radicado 2017074427-1-000 del 12 de septiembre de 2017 Expediente LIQ0664-00 se obtuvo la Liquidación por el servicio de evaluación para la Modificación de Licencia Ambiental Túnel San Jerónimo UF 1 - 3. Expediente LAV 0066-00-2016. Ver Anexo 2-5.

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

Respecto a la interrelación con proyectos de interés en el área de influencia se mantiene vigente lo reportado en el Capítulo 2. Generalidades del EIA - numeral 2.1.4 (páginas 14-18), además lo consignado respecto al tema en la Resolución 00606 de mayo de 2017 (licencia ambiental) y la Resolución 00764 de junio de 2017 (donde se resuelve el recurso de reposición frente a la resolución de licencia ambiental).

## **2.2 ALCANCES**

### **2.2.1 Alcance**

- Descripción de las características y especificaciones técnicas de las actividades a desarrollar en el polígono La Frisola y el polvorín.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

- Validación del área de influencia del proyecto y delimitación del área de intervención de acuerdo a criterios técnicos para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, partiendo de los impactos del proyecto.
- Caracterización actualizada de las condiciones de los medios abiótico, biótico y socioeconómico del área de intervención de la presente modificación.
- Validación de la zonificación ambiental del proyecto que permita valorar los grados de sensibilidad e importancia de los elementos del medio ambiente en su condición sin proyecto para el polígono o área de intervención de la presente modificación.
- Actualización de los requerimientos en cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos naturales para realizar la presente modificación en el polígono La Frisola y el polvorín.
- Evaluación de los impactos que se pueden generar por la ejecución de las obras contempladas en la presente modificación y especificar las medidas de manejo que aplican en este caso a partir de los planes y programas ya aprobados por la autoridad ambiental, o proponer algunas nuevas medidas según el caso.
- Validación de la zonificación de manejo ambiental del proyecto para la corroborar las categorías que aplican en el área de intervención o polígono de la presente modificación de licencia.
- Actualización de la evaluación económica ambiental desarrollada para el proyecto, como instrumento para ser validado en el proceso de modificación de la licencia ambiental.
- Actualización de los planes y programas que aplican para las actividades objeto de modificación de licencia ambiental.
- Actualización del plan de inversión del 1% del proyecto.
- Desarrollo y documentación de procesos de participación ciudadana que se ejecutaron en el contexto de la modificación, con el fin de evidenciar el proceso de construcción conjunta realizada con las comunidades del área de intervención.

### **2.2.2 Limitaciones o restricciones de este documento**

Para la presente modificación se validan las mismas limitaciones y/o restricciones contempladas en el EIA del proyecto, Capítulo 2. Generalidades, numeral 2.2.2 (página 20).

### **2.3 METODOLOGÍA**

Para la modificación de la Licencia Ambiental del proyecto Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo UF1 y UF3 de la Autopista al Mar 1 se convalida la metodología descrita en el EIA (Capítulo 1. Generalidades, numeral 2.3 – paginas 21-173), aplicada al Área de Influencia (AI) del proyecto para los medios abiótico, biótico, y socioeconómico y cultural.

La modificación de la licencia se estructuró según la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (2010) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

(MADS), y según los Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) requeridos para los Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles con sus Accesos (Resolución 751 del 26 de marzo del 2015).

La validación del área de influencia se hizo conforme a los criterios concebidos en el Decreto 1076 de 2015 y a las directrices reportadas en la Resolución 00606 de mayo de 2017 en distintos apartes.

Para delimitar el Área de intervención del Polígono La Frisola y el polvorín de los medios físico y biótico, se adoptó una envolvente alrededor de las obras nuevas (no licenciadas), que incluyen principalmente los impactos generados sobre las coberturas vegetales, cuerpos de agua, paisaje, y aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables. Para el medio socioeconómico se consideraron las veredas en cuyos territorios tendrán lugar la construcción de las obras de esta modificación, es decir, donde se prevé el registro de impactos directos por la obra en la quebrada La Frisola (box culvert), plataforma de trabajo, accesos a la plataforma y el polvorín.

La información fue cartografiada en la escala indicada en los términos de referencia, 1.25:000 o a una escala menor, para cada temática actualizada en esta modificación con respecto al EIA y para el área de intervención (Polígono La Frisola y el polvorín).

En los siguientes apartes sólo se especifican los procedimientos metodológicos particulares para el **área de intervención** “Polígono La Frisola y el polvorín”, relacionados con la recolección, el procesamiento y el análisis tanto de información primaria como secundaria para algunos de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

### 2.3.1 Medio Abiótico

Tal como se indicó en los párrafos anteriores, las metodologías de los componentes del medio abiótico son iguales a las aplicadas en el Estudio de Impacto Ambiental, con cual se obtuvo la licencia ambiental -Resolución 00606 de 2017-, excepto para el componente de Hidrología, específicamente para la quebrada La Frisola, cuya metodología está en el Anexo 3-1\_ Estudio hidrológico e hidráulico de la quebrada La Frisola (disponible en el Capítulo 3. Descripción de las obras de modificación).

### 2.3.2 Medio Biótico

La descripción y caracterización del componente biótico para la presente modificación (polígono La Frisola y el Polvorín), forma parte de la información obtenida a través de recolección de información secundaria, cartografía temática, bibliografía asociada a estas mismas zonas e información primaria conseguida a través de fotointerpretación, muestreos y censos; lo anterior está respaldado en que al tratarse de un polígono de 1,34 hectáreas, se consideró pertinente hacer el análisis a una escala de mayor detalle y aplicar el inventario al 100% para los individuos con DAP>10cm para las especies de flora leñosa terrestre, evitando dificultades técnicas frente a la aplicación de una metodología de parcelas y análisis estadísticos en áreas pequeñas e irregulares.

Por lo tanto, a continuación se describe la metodología aplicada para el medio biótico del área de intervención Polígono La Frisola y el polvorín.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

## 2.3.2.1 Ecosistemas Terrestres

### 2.3.2.1.1 Ecosistemas y biomas

La caracterización de los ecosistemas se realizó de acuerdo con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM *et al.*, 2007) a escala 1:1.500.000, el cual presenta una base de datos geográfica con múltiples capas de información (geopedología, zonificación climática, coberturas de la tierra y biomas) que apoyan la determinación del estado de los ecosistemas del país y es la línea base sobre la cual se hará un seguimiento continuo para la administración y el manejo del territorio. A continuación se presenta el flujograma con la metodología empleada para la delimitación de ecosistemas, allí se encuentran las capas temáticas utilizadas en el análisis espacial (ver Figura 2.1).

Proceso metodológico para la construcción de unidades síntesis

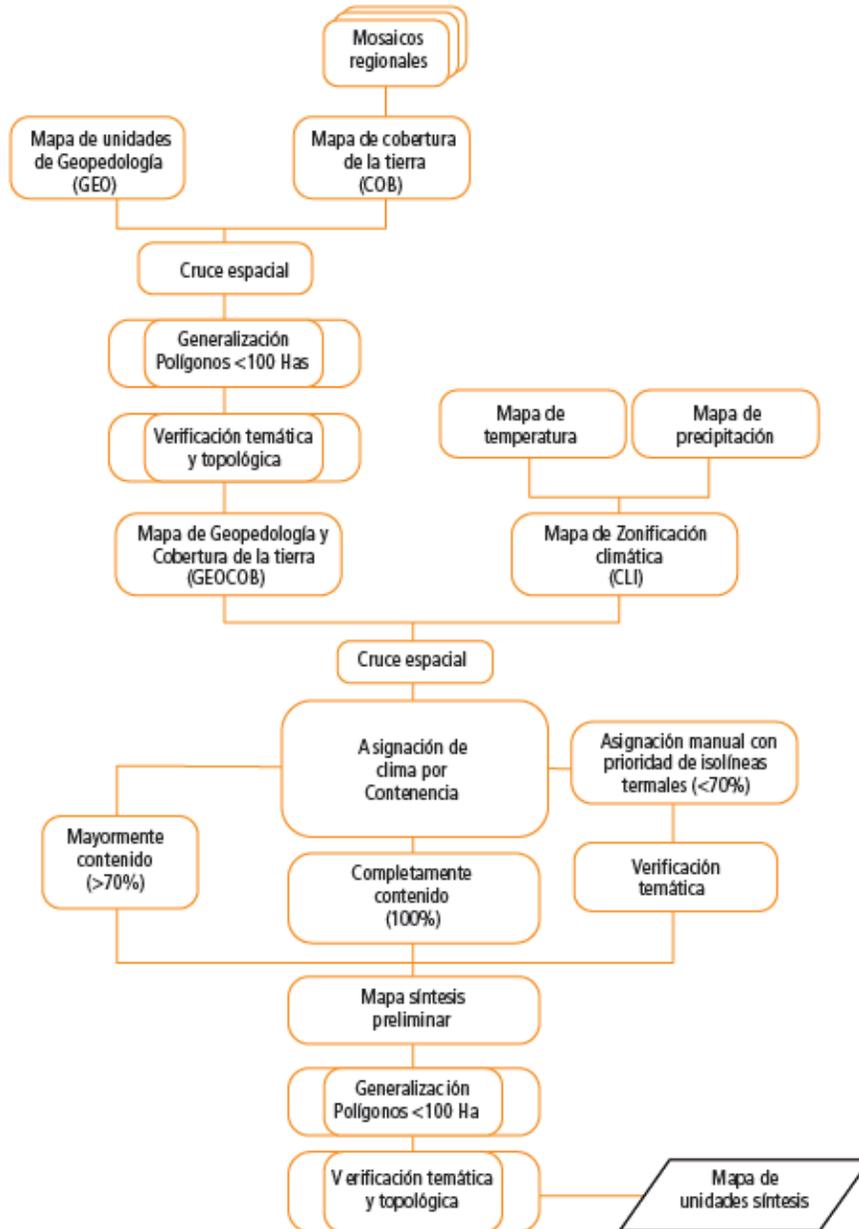


Figura 2.1 Proceso metodológico para la construcción de unidades síntesis

Fuente: IDEAM, 2007.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

#### 2.3.2.1.2 Ecosistemas estratégicos, sensibles y áreas protegidas

Para identificar si en el área de influencia del componente biótico existen áreas protegidas, otros instrumentos de ordenamiento/planificación, así como otras áreas de reglamentación especial; ecosistemas estratégicos identificados a nivel local, regional, nacional, y/o internacional y áreas con prioridades de conservación contempladas por parte de Parques Nacionales Naturales de Colombia; se consultaron fuentes como el Sistema Nacional de áreas protegidas (SINAP), el portafolio de conservación del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y portafolio de áreas protegidas de Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia).

#### 2.3.2.1.3 Zonas de Vida, Biomas y Ecosistemas terrestres

En la modificación no fue necesaria la actualización de las zonas de vida, puesto que se consideran válidos los descritos en el EIA del proyecto.

#### 2.3.2.1.4 Coberturas de la Tierra

El mapa de coberturas de la tierra a escala 1:25.000 del EIA se retomó para la presente modificación de la licencia ambiental, en el cual se tiene de manera integral y sintética la información referente a las unidades de coberturas conforme a la metodología Corine Land Cover para Colombia (CLCC), a escala 1:100.000 (IDEAM *et.al.*, 2010). La razón para esta decisión se fundamenta en que las áreas incorporadas a la obra de la quebrada La Frisola y el polvorín se encuentran dentro del AI original del proyecto, que cuenta con definición de coberturas de la tierra y fueron registradas en el EIA aprobado por la Resolución 00606 de mayo de 2017 y cuya licencia ambiental se pretende modificar.

No obstante, se realizó un trabajo de campo con el propósito de validar y verificar las unidades de cobertura reportadas en el EIA, para posteriormente realizar los ajustes pertinentes como resultado de las comprobaciones de campo, dando cumplimiento a las especificaciones cartográficas de la ANLA, dentro de la guía metodológica de estudios ambientales.

#### 2.3.2.1.5 Flora

##### 2.3.2.1.5.1 Caracterización florística plantas leñosas y herbáceas terrestres

La caracterización florística del área de influencia directa actualizada, según los requerimientos de los diseños de detalle del proyecto, se realiza para cada una de las coberturas (ecosistemas) presentes en esta área. Para tal fin, se realizó un inventario forestal al 100% sobre los individuos fustales y para las categorías latizales y brinzales, se efectuó un muestreo por medio de parcelas hasta alcanzar una intensidad de muestreo del 2%.

El inventario al 100% consistió en identificar uno a uno los individuos fustales (con circunferencia a la altura del pecho -CAP- superior a 31,39 cm) sobre las coberturas asociadas al área a intervenir. Todos los individuos fueron registrados, georreferenciados y marcados con pintura asfáltica de color amarillo (ver Fotografía 2.1 a y b); en cada individuo se indica la letra de la cuadrilla (E, F, J, L, M, N, etc.) y el número de consecutivo de cada árbol (1, 2, 3, 4, etc.). En el caso de presentarse una reiteración, ésta fue

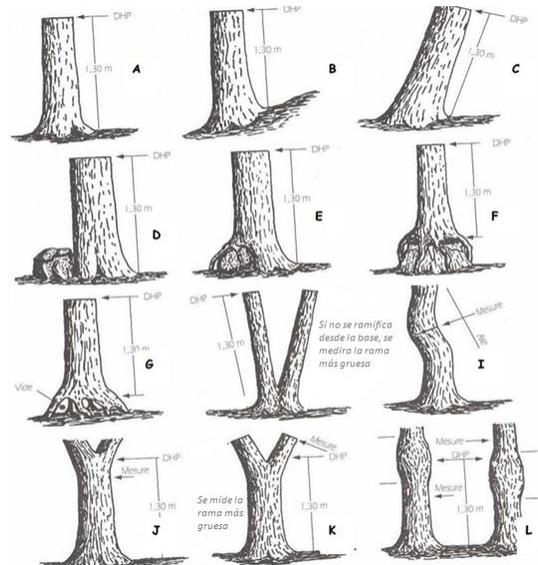
	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

marcada con las letras A, B, C, sucesivamente. Para cada fustal encontrado, se registraron las siguientes variables (ver Fotografía 2.1 c):

- Número de identificación (ID)
- Nombre común
- Altura total (Ht) y Altura comercial (Hc) (ver Figura 2.2)
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP  $\geq 31,4$  cm) (ver Figura 2.3)
- Observaciones (uso de la especie, características fenotípicas, etc.).



**Figura 2.2 Medición de alturas**



**Figura 2.3 Medición sugerida de la circunferencia a la altura del pecho (CAP)**

Fuente: Díaz, 2006

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	



a) Registro y georreferenciación



b) marcaje de individuos



c) toma de variables

**Fotografía 2.1 Metodología de inventario al 100% en el área de influencia directa (a y b)**

Fuente: SAG, 2017

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

Los hábitos de crecimiento fueron definidos con base a los propuestos por Londoño y Álvarez (1997), los cuales están agrupados en cinco (5) categorías: arbórea, arbustiva, escandente, herbácea y parásita o saprófita (ver Tabla 2.1).

**Tabla 2.1 Clasificación de hábitos de crecimiento de las plantas vasculares**

<b>Categoría</b>	<b>Hábito de crecimiento</b>	<b>Código</b>
Arbóreo	Árboles	A
	Helechos arbóreos	FA
	Palmas arbóreas monoestipitadas	PAM
	Palma arbóreas cespitosas	PAC
Arbustivo	Arbustos	T
	Arbusto escandente	Ts
	Palma arbustivas acaules	PTU
	Palma arbustivas cespitosas	PTC
	Palma arbustivas monoestipitadas	PTM
Escandente	Escandente Herbáceos	SH
	Hemiepífitas Herbáceas	SEH
	Helechos escandentes	FSH
	Escandente herbáceo	SH
	Escandente Leñosos (Lianas o bejucos)	SL
	Hemiepífitas leñosas (Clusias)	SEL
	Palmas escandentes (Desmoncus)	PSL
Herbácea	Epífita	E
	Hierbas terrestres	Ht
	Helechos Herbáceos Terrestres	FHr
Parásitas y saprofitas	Que dependen por completo del hospedero (Loranthaceas)	Pa

Fuente: Londoño y Álvarez, 1997

- **Análisis de la regeneración natural**

El análisis de la regeneración natural permite conocer el estado de la dispersión de las especies y da indicios de la composición futura de las coberturas analizadas, para ello se realizó el muestreo de la regeneración natural (Latizales y brinzales) a partir del montaje de parcelas de 5 m x 4 m (20 m<sup>2</sup>) implementando la metodología utilizada por Gentry (1982) denominada RAP (Rapid Assessment Plot) modificada posteriormente por el Convenio ISA-JAUM (2004). Ver Figura 2.4).

En esta metodología se tuvo en cuenta para los latizales aquellos individuos con CAP ≥ 15,7 cm o con altura superior a 2,5 metros y para los brinzales los individuos con un CAP < 15,7 cm y altura inferior a los 2,5 metros.

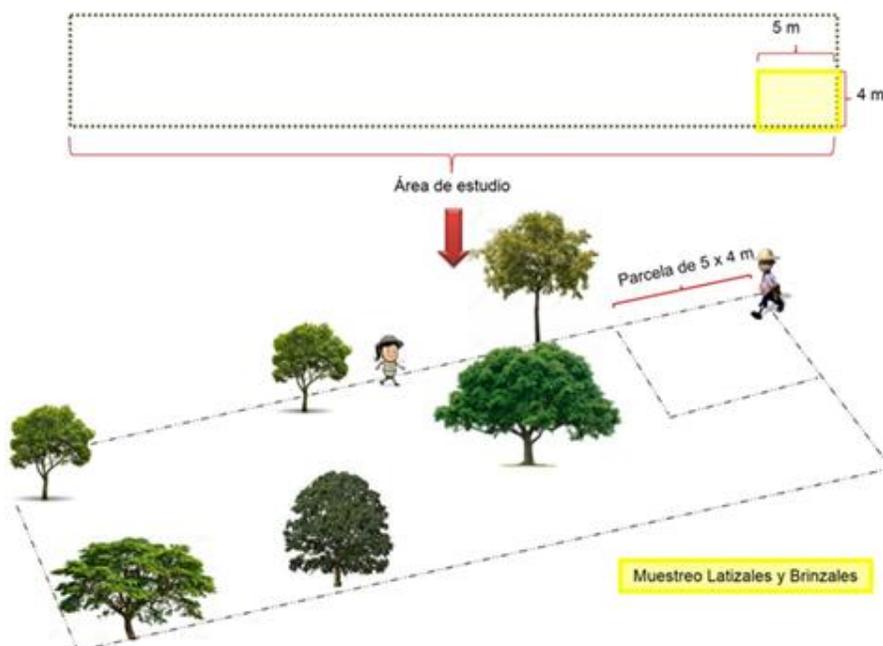
Para la categoría de latizales se registraron:

- Nombre común
- Conteo del número de individuos por cada morfoespecie
- Circunferencia a la altura del pecho
- Altura total

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

Para los brinzales se registraron los siguientes datos:

- Nombre común
- Conteo del número de individuos por cada morfoespecie



**Figura 2.4 Representación del método de muestreo de latizales y brinzales**

Fuente: SAG, 2017

Las especies vegetales que no se identificaron en campo, se les colectó una muestra botánica, registrando en los formularios todas las características visibles en campo (exudado, olor, pubescencia, entre otros) que pudieron desaparecer durante el proceso de herborización (ver Fotografía 2.2 a). Dicha colección se ampara bajo la Resolución 00269 de marzo de 2017 emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) (ver Anexo 2-4).

Las muestras colectadas en campo fueron prensadas sobre hojas de papel periódico previamente rotuladas (ver Fotografía 2.2 b), posteriormente se alcoholizaron con alcohol al 70% con el fin de evitar el desprendimiento de las hojas y el ataque por insectos o microorganismos. Finalmente, se guardaron en bolsas herméticamente selladas para su traslado hasta el herbario.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	



a) Colecta de muestras de campo



b) muestras rotuladas

**Fotografía 2.2 Proceso de muestreo de la vegetación: a) toma de muestras y b) muestras rotuladas**

Fuente: SAG, 2017

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

- **Fase de herbario**

El material vegetal previamente alcoholizado fue llevado al Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA), donde fue disecado e identificado tal como se evidencia en los certificados de herbario (ver Anexo 2-6). Las muestras se secaron en un horno a 70°C durante 24 horas con la ayuda de prensas metálicas para posteriormente realizar la respectiva identificación botánica por medio de bibliografía especializada, claves botánicas y consulta a especialistas para algunos grupos taxonómicos. La determinación taxonómica de las especies fue actualizada con la nomenclatura del APG III, a través de la página web The Plant List (2016).

- **Procesamiento de la información**

Las descripciones florísticas involucran gran masa de información puntual cuya interpretación sólo es posible después de ordenarla y simplificarla. Posteriormente a la fase de campo, se procesaron los datos colectados durante el muestreo, para lo cual se conformó una base de datos que fue procesada por medio de Microsoft Excel®. Los datos se ordenaron en una matriz primaria, consistente en una tabla de doble entrada, en la cual las muestras se consignan en las columnas y los atributos en las filas. Las bases de datos generadas se encuentran en el Anexo 2-7.

A partir del CAP de cada individuo tomado en campo, se obtuvo el diámetro a la altura del pecho (DAP) en metros (m) con el cual se calculó el área basal (AB) en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) y el volumen total y comercial en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de todos los individuos muestreados (ver Tabla 2.2).

**Tabla 2.2 Ecuaciones para el análisis dasométrico y de volumen**

Variable	Ecuación	Observaciones
<b>Diámetro a la altura del Pecho</b>	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$	DAP: diámetro a la altura del pecho (cm) CAP: Circunferencia a la altura del pecho (cm)
<b>Área Basal</b>	$AB = \pi \left( \frac{DAP (cm)}{2} \right)^2$	AB: Área basal en m <sup>2</sup> DAP: diámetro a la altura del pecho (cm)
<b>Volumen total</b>	$Vt = AB * AT * FF$	Vt = Volumen total AB = Área basal (m <sup>2</sup> ) AT = Altura total del individuo muestreado (m) FF = Factor de forma (0,7)
<b>Volumen Comercial</b>	$Vc = AB * AC * FF$	Vc = Volumen comercial AB = Área basal (m <sup>2</sup> ) AC= Altura comercial del individuo (m) FF = Factor de forma (0,7)

Fuente: SAG, 2017

- **Estructura espacial**

Se entiende como estructura de la vegetación el patrón espacial de distribución que presentan las plantas de un determinado ecosistema (Barkman, 1979). El conocimiento de la distribución espacial de una agrupación vegetal se puede inferir bien a través de la definición de su ordenación vertical, es decir, de la identificación de los estratos que presenta la formación vegetal (Rangel & Velázquez, 1997), o bien a través de la ordenación horizontal, según los parámetros de abundancia, dominancia y/o frecuencia

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

(Mueller & Ellenberg, 1974), sociabilidad (Braun-Blanquet, 1979), número de individuos por unidad de superficie (Loesth *et al.*, 1973), distribución diamétrica (García, 1992), etc.

- Estructura horizontal
- Densidad

Es el número de árboles registrados por unidad de superficie o área total del muestreo. Su conocimiento es importante, debido a que la influencia de una especie en un ecosistema depende en gran parte de su densidad (MinAmbiente, 2002). Se calcula de la siguiente manera (ver Tabla 2.3):

**Tabla 2.3 Ecuación de densidad**

Índice	Ecuación
Densidad	$D = \frac{\text{Numero de árboles}}{\text{Área total del muestreo en ha}}$

Fuente: SAG, 2017

- Índice de valor de importancia (IVI)

Para estimar el peso ecológico de las especies vegetales se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada especie por cobertura, el cuál es el resultado de la sumatoria de la abundancia relativa (AR) y la dominancia relativa (DR). Por ser un inventario al 100% no se considera la frecuencia relativa para cada especie, por lo que la suma del IVI equivale a 200% y no a 300% (ver Tabla 2.4).

**Tabla 2.4 Ecuación del Índice de Valor de Importancia (IVI)**

Índice	Ecuación
<b>Abundancia Relativa (Ar)</b>	$Ar = \frac{N^{\circ} \text{ individuos de una especie}}{N^{\circ} \text{ de individuos totales}} \times 100$
<b>Dominancia Relativa (Dr)</b>	$Dr = \frac{\text{Área basal por especie}}{\text{Área basal para todas las especies}} \times 100$
<b>Índice de Valor de importancia (IVI)</b>	$IVI = Dr + Ar$

Fuente: SAG, 2017

- Grado de sociabilidad

La sociabilidad o la interrelación de los individuos de la misma especie, se efectúa porque se hace necesario conocer la composición y estructura de los diferentes tipos de vegetación, permitiendo precisar el efecto por cambios ambientales, el estado de equilibrio poblacional de la comunidad y detectar actividades antropogénicas realizadas en el bosque (Malleux, 1982. Citado por Fasabi, 2014). Los resultados de los análisis de sociabilidad permiten deducciones importantes acerca del origen, características ecológicas, dinamismo y las tendencias de las especies en el bosque (Fasabi, 2014).

Para determinar el grado de sociabilidad en las coberturas presentes en las obras objeto de modificación de licencia, se realiza una escala basada en lo descrito por Braun-

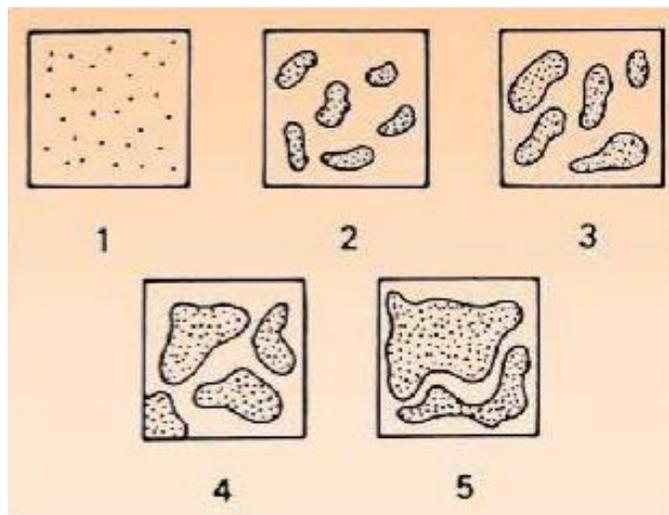
	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

Blanquet (1979) teniendo en cuenta la distribución de especies por cobertura (ver Tabla 2.5 y Figura 2.5). A partir de estos parámetros se analizará la sociabilidad para las especies que presentaron mayor IVI por cobertura.

**Tabla 2.5 Escala de Braun-Blanquet (1979), modificada**

<b>Código</b>	<b>Características</b>
1	Los individuos de la especie crecen solitarios, aislados
2	Individuos de la especie se distribuyen en pequeños grupos de pocos individuos
3	Individuos de la especie se dispersan en pequeñas manchas o cojines. Grupos un poco más grandes.
4	Individuos crecen en manchas extensas o en Colonias.
5	Individuos creciendo en grandes poblaciones. Masas extendidas cubriendo completamente el área de estudio.

Fuente: Blanquet, 1929



**Figura 2.5 Diagrama de la distribución categorizada de Braun-Blanquet (1979)**

Fuente: Fos, s.f.

➤ **Distribuciones diamétricas**

Una vez seleccionados los individuos con  $DAP \geq 10$  cm en cada cobertura evaluada; se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion XV.II desarrollado por StatPoint, Inc. con el fin de llevar a buen término la prueba de bondad de ajuste que mejor represente la distribución diamétrica de cada cobertura.

Inicialmente, los datos fueron agrupados en clases diamétricas para cada cobertura, donde el número de intervalos fue elegido de acuerdo con la fórmula de Sturges, en el

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

caso donde el número de datos (N) era mayor de 100 y  $\sqrt{N}$  si  $N \leq 100$ . Posteriormente, se elaboró el histograma de frecuencias con el número de intervalos previamente definidos.

Finalmente, para cada tipo de cobertura se evaluaron varias funciones de distribución que describieran estadísticamente los resultados obtenidos en los histogramas de frecuencia asociados a las coberturas presentes. Esto se obtuvo por medio de una prueba de bondad de ajuste, la cual garantiza que el modelo seleccionado en cada distribución presente significancia estadística.

Algunos modelos evaluados para el ajuste de los histogramas fueron: Uniform, Normal, Logistic, Loglogistic (3-parameter), Exponential, Exponential (2-parameter), Gamma, Beta, Poisson, Laplace, Weibull, Weibull (3-parameter) entre otros. Luego de probar los modelos para cada cobertura, se analizaron sus arreglos estadísticos y se escogieron aquellos que cumplían con lo arriba descrito.

En el caso de que el número de individuos por cobertura sea inferior a 30, no se realizó una prueba de bondad de ajuste, dado que por la escasez de datos los ajustes estadísticos realizados serían poco significativos. De esta manera, solo se les realizó el histograma de frecuencias.

- Estructura vertical
- Distribuciones altimétricas

En el caso de las alturas, se realizó un histograma de frecuencias para cada cobertura que hacen parte de las obras objeto de modificación de licencia y se escogieron las funciones de distribución que mejor describieran estas distribuciones. El procedimiento que se siguió fue el mismo utilizado para evaluar la frecuencia de diámetros en individuos con  $DAP \geq 10$  cm.

- **Índices de diversidad**

La medición de la biodiversidad es importante, dado que permite conocer patrones de distribución, tanto espacial como temporal, además sirven como indicadores de la situación puntual y la dinámica ecológica de los ecosistemas (Magurran, 1988). En los análisis de diversidad se consideraron los índices de mayor importancia usados a nivel internacional, como son los índices alfa y beta, los cuales son utilizados comúnmente para calificar la riqueza al interior de las coberturas evaluadas y entre ellas respectivamente.

- Diversidad alfa

Para evaluar la diversidad alfa ( $\alpha$ ) de la zona de estudio, se calcularon los índices de diversidad de Shannon ( $H'$ ), dominancia de Simpson (D) y el cociente de mezcla (CM) (ver Tabla 2.6). Estos índices se basan en la abundancia relativa de las especies, es decir, en el número total de individuos por especie y en el número de especies en cada cobertura analizada.

El índice de diversidad de Shannon mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo es indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. Sus valores oscilan entre 0 y 5.

El índice de Dominancia de Simpson mide la dominancia de las especies, este índice evalúa la probabilidad de que dos (2) individuos de una comunidad infinitamente grande,

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. Sus valores se encuentran entre 0 y 1, cuando el valor es cercano a cero la dominancia es menor y la diversidad mayor.

El Cociente de Mezcla (CM) establece una relación entre el número de especies existentes y el número total de individuos.

**Tabla 2.6 Ecuaciones de diversidad alfa**

Índice	Ecuación	Observaciones
<b>Diversidad de Shannon (H)</b>	$H = - \sum i \left( \frac{ni}{N} \right) * \ln \frac{ni}{N}$	<i>ni</i> : Número de individuos de la i-ésima especie <i>N</i> : Número total de individuos
<b>Dominancia de Simpson (D)</b>	$D = \sum \left( \frac{ni}{N} \right)^2$	<i>ni</i> : Número de individuos de la i-ésima especie <i>N</i> : Número total de individuos
<b>Coefficiente de Mezcla (CM)</b>	$CM = \frac{N}{S}$	<i>N</i> = Número de individuos en la cobertura <i>S</i> = Número de especies en la cobertura.

Fuente: SAG, 2017

- Diversidad beta

Para estimar la similitud florística entre las coberturas o la diversidad beta ( $\beta$ ) se calculó el índice de Jaccard (J), el cual se basa en la presencia-ausencia de especies en ensamblajes pareados. Su evaluación permitió ver la similitud o diferencia existente entre las coberturas comparadas (ver Tabla 2.7).

**Tabla 2.7 Ecuaciones de diversidad beta**

Índice	Ecuación	Observaciones
<b>Jaccard (J)</b>	$J = \frac{C}{(A + B) - C}$	C=especies compartidas entre A y B A=especies únicas de A B=especies únicas de B

Fuente: SAG, 2017

- **Análisis de regeneración natural**

El éxito del manejo del bosque depende en gran parte de la existencia de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo. Para el análisis de la información obtenida en campo se calculó la regeneración natural relativa o el porcentaje de regeneración natural de cada especie de la categoría latizal y brinzal, la cual se obtuvo por la media aritmética de los valores de abundancia, frecuencia y categoría de tamaño relativas, utilizando la siguiente expresión de Acosta *et al* (2006):

**Tabla 2.8 Descripción de la ecuación de porcentaje de regeneración**

Variable/índice	Ecuación	Observaciones
Porcentaje de Regeneración	$\%Rn = (\%Ab \text{ rel} + \%Fr \text{ rel} + \%Cat \text{ rel})/3$	%Rn = porcentaje de regeneración natural. %Ab rel = porcentaje de abundancia relativa.

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	 SOMOS TU VÍA
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

Variable/índice	Ecuación	Observaciones
		%Fr rel = porcentaje de la frecuencia relativa. %Cat rel: porcentaje de la categoría de tamaño relativa
Para las categorías de tamaño se establecieron tres (3) categorías, tomado y modificado de Villarreal et al; 2004:		
Categoría 1:	Estrato de 0,1 hasta los 1,5m de altura	
Categoría 2:	Estrato entre los 1,5 y 5,0m de altura	
Categoría 3:	Estrato superior a los 5,0m de altura	

Fuente: SAG, 2017

- Índice de valor de importancia ampliado (IVIA)

Se calculó un índice que reúne los parámetros descriptivos de la estructura horizontal y vertical, denominado Índice valor de importancia ampliado (Finol, 1971). Para el cálculo de este parámetro se utiliza la suma del IVI (Índice de valor de importancia), el %Rn (Regeneración natural) y Ps (Posición sociológica). Para realizar el cálculo de la posición sociológica (Ps) primero se determina que individuos ingresan en cada una de las categorías establecidas en la Tabla 2.9.

**Tabla 2.9 Categorías de tamaño**

Categorías	Estrato
<b>Categoría 1</b>	Estrato de 0,1 hasta los 4,0 m de altura
<b>Categoría 2</b>	Estrato entre los 4.1 y 12,0 m de altura
<b>Categoría 3</b>	Estrato superior a los 12,0 m de altura

Fuente: SAG, 2017.

Una vez clasificados los individuos por categoría de tamaño, se procede a calcular cada uno de los parámetros presentados en la Tabla 2.10.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

**Tabla 2.10 Ecuaciones para el Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)**

Variable/índice	Ecuación	Observaciones
Valor Fitosociológico (VF)	$VF = \frac{n}{N}$	VF = Valor Fitosociológico del sub-estrato; n = número de individuos del sub-estrato; N = Número total de individuos de todas las especies
Posición sociológica absoluta (Psa)	$PSa = VF(i) * n(i) + VF(m) * n(s) + VF(s) * n(s)$	PSa = Posición sociológica absoluta; VF = Valor fitosociológico del sub-estrato; n = número de individuos de cada especie; i: inferior; m: medio; s: superior La posición sociológica relativa (PSr) de cada especie, se expresa como porcentaje sobre la sumatoria total de los valores absolutos
Posición sociológica Relativa (Psr)	$PSr = \frac{PSa}{\sum_{i=1}^n PSa}$	PSr = Posición sociológica Relativa; Psa = Posición sociológica absoluta
Índice de valor de importancia Ampliado (IVIA)	$IVIA = IVI + \%Rr + PS$	IVI = Índice de valor de importancia de las especies fustales %R = Regeneración natural Ps = Posición sociológica

Fuente: SAG, 2017

- **Perfiles de vegetación**

Los perfiles típicos de las coberturas pertenecientes a las zonas de estudio, fueron construidos a partir de la estructura vertical y horizontal de las especies vegetales presentes en cada una de las coberturas. Para lograr esto, se tomaron los valores obtenidos en el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada estrato; los individuos a representar se seleccionaron con base en los valores más representativos de las especies en cada tipo de cobertura

- **Análisis estadístico y cálculo del volumen**

Teniendo en cuenta que el inventario forestal se realizó al 100% sobre los individuos fustales, no se relaciona error de muestro. El volumen total y comercial se calculó a partir de los datos individuales de altura total, comercial y CAP; a partir de la sumatoria de estos datos se obtuvo el volumen total y comercial de la masa forestal por cobertura vegetal a intervenir.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

- **Especies sensibles y amenazadas**

A partir del listado de las especies reportadas en el inventario florístico, se procedió a dar búsqueda del estado actual de cada una de ellas en cuanto a endemismo, categoría de amenaza y/o vulnerabilidad, tanto a nivel nacional como internacional. Para esto, se consultaron diferentes fuentes de información como: Libro rojo de plantas para Colombia (Cárdenas y Salinas, 2007), Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2016), Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2016), Resolución 192 de 2014 (listado de las especies silvestres amenazadas que se encuentran en el territorio Nacional de Colombia – MADS) y Resoluciones 0801 y 0213 del 1977 (las cuales establecen veda de manera permanente en todo el territorio nacional). A partir de la búsqueda en estas fuentes, se formuló un listado con las especies que se encontraron dentro de alguna categoría de amenaza, su importancia ecológica y su uso actual (incluidas las categorías de brinzales, latizales y fustales).

- **Principales usos de las especies**

Durante el muestreo en campo se preguntó a los guías de la zona los nombres comunes de los individuos muestreados, así como los usos dados a cada especie en la región. Adicionalmente, se consultó información secundaria para la zona de interés, como el catálogo de la biodiversidad para Colombia.

- **Especies sensibles y principales usos de las especies**

Durante el muestreo se consultó con los guías de campo, los nombres comunes de los individuos muestreados y los usos dados a cada especie en la región.

Adicionalmente, se consultó el listado de las especies categorizadas como amenazadas en los Libros Rojos de Plantas para Colombia y la Resolución 0192 del 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) para determinar si alguna de ellas se encuentra en categoría de amenaza según la UICN (2003); también se revisaron los listados de especies vedadas por el INDERENA y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) para determinar si en el área de intervención se encuentran especies con restricción de uso y aprovechamiento.

Adicional a esto, se revisaron las especies que se encuentran en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora - CITES, cuyo objetivo principal es asegurar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas de origen silvestre sea sostenible y no ponga en peligro su supervivencia.

- **Ecología del paisaje – efectos de la fragmentación**

La ecología del paisaje se entiende como una observación descriptiva de lo que se está observando, teniendo en cuenta la forma y estructura de los fragmentos que permiten describir el territorio; para evaluar la ecología del paisaje y los efectos de la fragmentación se trabajó con la herramienta V-Late del software ArcGis 9.3, comparando las coberturas naturales de área de influencia indirecta (All) y el área de influencia directa, determinando índices de áreas, forma, proximidad y diversidad, teniendo en cuenta la estructura del

 Agencia Nacional de Infraestructura	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	 SOMOS TU VÍA
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

paisaje definida a nivel de parches, clases y paisaje. A continuación, se relacionan las métricas evaluadas, y en la Tabla 2.11, se relacionan las fórmulas de las métricas:

- A nivel de parches: Números de parches, área total de los parches, área promedio por parches, e índices de forma para los parches.
- A nivel de clases: Números de parches por clase (NP), Área promedio de los parches (MPS), área total de la clase (CA), proporción de las clases, índice de paisaje, e índices de forma para los parches, área de interior (100 m), e índice de proximidad (300 m), contexto paisajístico.
- A nivel de paisaje: Riqueza, índice de diversidad e índice de heterogeneidad.

**Tabla 2.11 Métricas del paisaje**

Índice	Fórmula	Observación
Índice de paisaje (PLAND)	$\% LAND = P_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} (100)$	%LAND = Dominancia de la vegetación de bosque (%) a = área de los parches A = área de influencia indirecta
Índice de forma shape (Shape)	$SHAPE = \frac{P}{2\sqrt{a\pi}}$	SHAPE = índice de forma del fragmento (adimensional) p = perímetro del fragmento a = área del fragmento
Índice de forma dimensión fractal (DF)	$FD = 2 \ln P_{ij} \ln A$	P <sub>ij</sub> : Perímetro del parche ij en m <sup>2</sup> A: Área del parche en m <sup>2</sup>
Área de interior o área core (CAI)	$TCAI = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^c}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} (100)$	TCAI = Índice de área total de interior (%) a = área de los parches
diversidad de Shannon SHDI	$SHDI = \sum (P_i * \ln P_i)$	P <sub>i</sub> : Proporción del paisaje ocupado por el tipo de parche i
equidad de Shannon (SHEI):	$SHDI = \sum (P_i * \ln(P_i)) * (m)$	P <sub>i</sub> : Proporción del paisaje ocupado por el tipo de parche i m: cantidad de tipos de parches de cada clase presentes en el paisaje.
Contexto Paisajístico (CP)	$CP = \frac{AP_i}{ATB}$	CP: Contexto paisajístico AP <sub>i</sub> : Cobertura del parche i dentro del búfer ATB: Área total del búfer

Fuente: SAG, 2017

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

### 2.3.2.1.5.2 Caracterización de flora epífita

- Epífitas vasculares

Las plantas epífitas representan un componente importante de los bosques tropicales. Las plantas epífitas son aquellas plantas que crecen sobre otro vegetal usándolo solamente como soporte sin parasitarlo. Este tipo de plantas cuentan con raíces adventicias que les permiten obtener nutrientes y humedad, los cuales son absorbidos desde la corteza del árbol hospedero (Granados *et al.*, 2003, Gentry & Dodson, 1987).

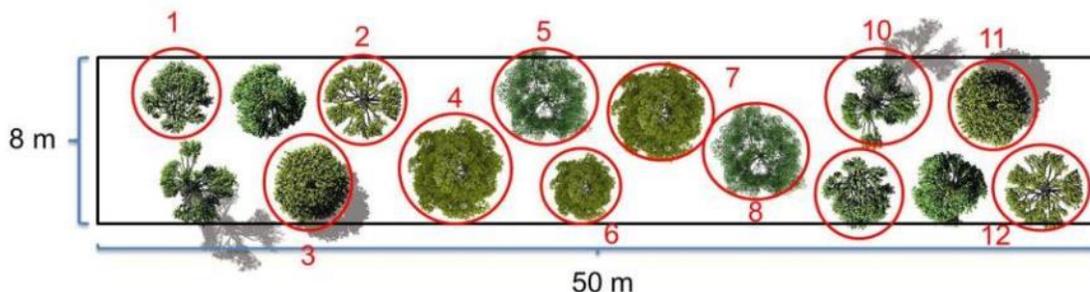
Entre las familias de plantas vasculares que concentran el mayor número de especies epífitas se encuentran las familias Bromeliaceae, Orchidaceae, Araceae, Cactaceae y algunas especies de helechos de las familias Polypodiaceae, Hymenophyllaceae, Pteridaceae y la gran mayoría de musgos y hepáticas (Granados *et al.*, 2003).

- Fase de campo

Para la caracterización de las epífitas vasculares, presentes en el área de influencia del Proyecto, se siguió la metodología de Gradstein, *et al.* (2003), quienes proponen que la evaluación de ocho árboles maduros es suficiente para representar la diversidad de epífitas vasculares presentes en un área de una (1) hectárea con el fin de conocer la diversidad de las epífitas vasculares.

Se establecieron unidades de evaluación de 400 m<sup>2</sup> o 0,04 ha, mediante el montaje de parcelas de 50 m de largo x 8 m de ancho.

Como se mencionó anteriormente, en cada unidad de evaluación se seleccionaron 8 árboles hospederos al azar en categoría fustal (DAP > 10 cm). En caso de no encontrar el número de árboles necesarios se evaluaron todos los fustales presentes al interior de la unidad de evaluación o parcela (ver Figura 2.6).



**Figura 2.6 Esquema de las unidades de muestreo de epífitas vasculares**

Fuente: SAG, 2017.

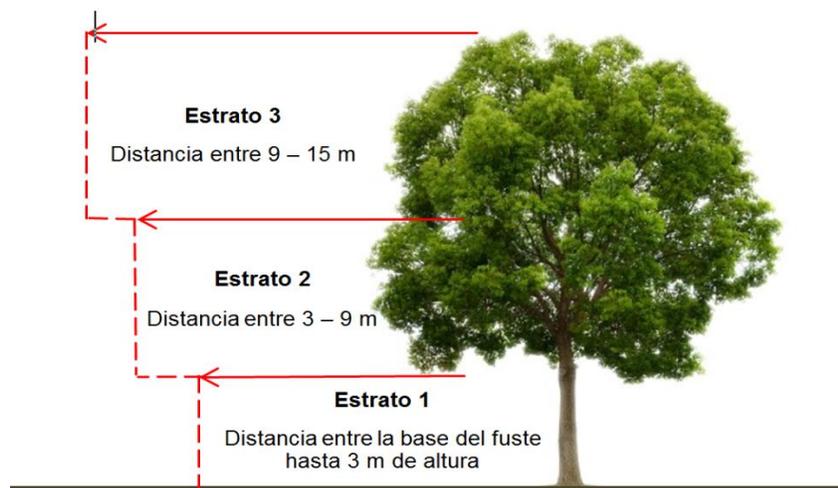
A cada uno de los árboles hospederos (o forófitos) se le midieron variables dasométricas correspondientes (Circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura total (HT) y altura comercial (HC). También se identificó hasta el nivel taxonómico posible por el equipo botánico en campo y cuando fue necesario se recolectaron muestra botánicas para su identificación en herbario.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

La evaluación de las plantas epífitas vasculares se realizó teniendo en cuenta tres estratos de muestreo modificados a partir de la metodología de estratos verticales propuesta por Johansson (1974). El estrato 1 se define desde la base del árbol hasta los tres metros (3 m) de altura, el estrato 2 se define entre los tres y nueve metros (3 - 9 m), y el Estrato tres: desde nueve metros (9 m) en adelante, como se ve representado en la Figura 2.7. En cada uno de los estratos se evaluaron las morfoespecies y el número de individuos correspondientes.

La observación de los estratos superiores en el dosel del árbol hospedero se realizó con binoculares o con cámaras fotográficas semiprofesionales de largo alcance.

Es importante aclarar que de acuerdo a la normatividad vigente para trabajo en alturas (Resolución 1409 de 2012, Ministerio de Trabajo), no fue posible instalar cuerdas de ascenso ni líneas de vida, para la evaluación de las plantas epífitas, debido a que no se puede garantizar que los árboles sirvan como punto de anclaje adecuados para actividades de alturas.



**Figura 2.7 Muestreo de Epífitas Vasculares por estratos. (Modificado de Johansson, 1974)**

Fuente: SAG, 2017.

Finalmente, cuando fue necesario se realizó colección botánica de las morfoespecies que no pudieron ser identificadas en campo, las cuales se procesaron teniendo en cuenta las técnicas necesarias de herborización, de manera similar que las plantas leñosas y herbáceas mencionadas en apartes anteriores. La colección botánica de las especies de epífitas se encuentra amparada bajo la Resolución 0269 del 13 marzo de 2017 emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

- Fase de herbario

Las muestras colectadas de epífitas vasculares se guardaron en bolsas plásticas, se prensaron en papel periódico debidamente marcado y se alcoholizaron para su preservación hasta llegar al Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA), donde se

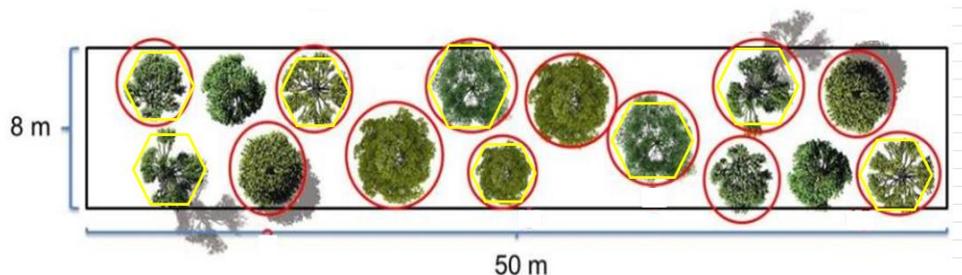
	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

procedió con el secado. La identificación taxonómica de los especímenes colectados se realizó utilizando literatura especializada para las familias botánicas de especies epífitas, así como guías de campo, claves taxonómicas y listados de especies. Finalmente se utilizó el método de taxonomía comparativa con especímenes de referencia del Herbario HUA y herbarios virtuales nacionales e internacionales COL, UDBC, Field Museum Herbarium, Kew, EU, STRI, entre otros.

- Epífitas no vasculares
  - Fase de campo

Se realizó la evaluación de las plantas epífitas no vasculares (briofitos y líquenes) presentes en las áreas del proyecto. La unidad de evaluación o parcela corresponde a la misma para las epífitas vasculares con un área total de 400 m<sup>2</sup>, se seleccionaron ocho (8) árboles con DAP > 10 cm para evaluar las comunidades de musgos, hepáticas y líquenes, siguiendo la metodología propuesta por Gradstein y colaboradores (2003) quienes indican que la evaluación de 3-5 árboles en una hectárea de cobertura, son suficientes para conocer entre el 75-80% de la diversidad de briofitos de un tipo de ecosistema de bosque tropical.

En el presente estudio se propone la evaluación de ocho árboles hospederos con el fin de incrementar la probabilidad de evaluar un mayor número de especies epífitas no vasculares y ofrecer un balance más completo sobre la diversidad real de este tipo de organismos en el área del proyecto (Figura 2.8).

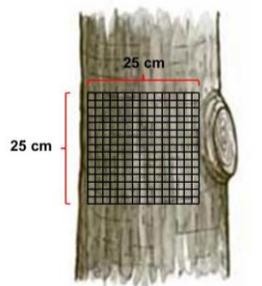


**Figura 2.8 Esquema de parcelas para el muestreo de epífitas no vasculares**

Color rojo, forofitos para epífitas vasculares; Color amarillo, forofitos para epífitas no vasculares.

A cada uno de los árboles hospederos se les midieron las correspondientes variables dasométricas y se realizó la identificación taxonómica al nivel posible. En caso de conocer la identidad del árbol, se procedió a realizar colección botánica para identificación en herbario. En cada árbol hospedero se realizó la evaluación de los briofitos, hepáticas y líquenes presentes en el tronco a partir de una cuadrícula de 25cm x 25cm correspondiente a un área de (625 cm<sup>2</sup>) (Iwatsuki, 1960 en: Pinzón *et al.*, 2001) con el fin de estimar el área de ocupación en cm<sup>2</sup> (ver Figura 2.9)

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	



**Figura 2.9 Muestreo de Epifitas No Vasculares**

Fuente: SAG, 2017.

Para tomar las muestras se removieron fragmentos de aproximadamente 3x3 cm de las morfoespecies diferentes identificables en el árbol, para su identificación en laboratorio (dado que por el tamaño de los briofitos y líquenes es necesario la identificación por medio de estereoscopio); las muestras se depositaron en bolsas de papel, cada una rotulada con la información correspondiente a la parcela, forófito y zona de tronco del forófito. Adicional a esto, se realizó una descripción general del lugar donde se encontraba el árbol, como la cercanía a fuentes hídricas y el tipo de cobertura vegetal.

La toma de estas muestras se amparó bajo la Resolución 0269 del 13 de marzo de 2017 emitida por la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales).

– Fase de herbario

Las muestras de briofitos y líquenes colectadas y guardadas en las bolsas de papel se dejaron abiertas a temperatura ambiente para facilitar el proceso de secado; este grupo de plantas son muy pequeñas y crecen entremezcladas, por esto es necesario el uso de del estereoscopio y de pinzas de punta fina para realizar la separación de muestras. De cada espécimen separado, se elaboró una placa con el material necesario para la identificación a través de la observación en el microscopio óptico. Con la ayuda de claves, se identificaron los musgos hasta la categoría de familia, género y especies; para las hepáticas, se determinaron las familias y en lo posible se llegó hasta género por no disponer de claves para Colombia y llegar hasta la categoría de especie. La bibliografía especializada usada para musgos es: Churchill & Linares (1995), Buck (1998) y Gradstein *et al.* (2001).

Cada placa elaborada para la identificación taxonómica se conservó fijando el cubreobjeto con esmalte transparente de uñas, para poder realizar comparaciones durante el proceso de identificación. Algunas colecciones fueron seleccionadas para ser incluidas como ejemplares testigos del estudio en el herbario HUA de la Universidad de Antioquia.

Respecto a los sistemas de clasificación de briofitos, se utilizaron los propuestos por Goffinet, B., W. R Buck & A.J. Shaw (2008) para el caso de los musgos y el de Crandall-Stotler, B., R. E. Stotler & D. G.Long. (2008) para las hepáticas. Ambos sistemas son basados en trabajos de sistemática filogenética y se encuentran disponibles en línea, actualizados constantemente por los autores a medida que nuevos trabajos surgen y se suman al sistema de clasificación propuesta. El sistema de clasificación de hepáticas se

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

encuentra en la dirección <http://bryophytes.plant.siu.edu/marchantiophyta.html>, la cual fue actualizada en 2009 con información del trabajo de Crandall-Stotler, B., R. E. Stotler & D. G. Long. (2009). El sistema de clasificación de musgos en la dirección: <http://bryology.uconn.edu/classification-2/>, este último actualizado en agosto 2014.

Para la clasificación taxonómica de los líquenes, las observaciones fueron realizadas en microscopio óptico a 10X, 40X o 100X, y los caracteres macroscópicos se observaron en estereoscopio a 40X y 80X.

Para la clasificación se utilizaron las claves de Sipman (2007) y bibliografía de cada grupo como Aptroot (2012) y Harris (1989), para el género *Pyrenula* a Lücking *et al* (2009), para el género *Graphis* a Sipman & Aprot (2005), para el género *Mycomicrothelia* se empleó McCarthy (2003), entre otras.

Dependiendo del grupo de líquenes, se procedió con diferentes técnicas para realizar la clasificación. Inicialmente se seleccionaron por tipo de talo, folioso y fruticoso, o crustoso generalmente. Dependiendo del tipo de líquenes, fue necesario realizar cortes de las estructuras reproductivas como histerios, apotecios, peritecios, entre otros, y hacer observaciones al microscopio para observar características de color, tamaño y forma de las esporas; también forma de estructuras reproductivas, como tipos de apotecios, carbonización (como en el género *Graphis*) etc., forma de las paráfisis. Igualmente fue necesario realizar pruebas químicas de caracteres microscópicos en los apotecios como las pruebas de I+ con lugol, previo o no con KOH, observar estructuras, color de esporas, o teñir con diferentes colorantes como azul de lactofenol, verde malaquita, de acuerdo a cada grupo en particular.

En los diferentes grupos se realizaron pruebas químicas para la identificación de ácidos como la prueba K (KOH 1M), prueba C (NaOCl al 1% v/v), prueba P (Parafenilamina), en algunos tejidos y células como la médula, el tolus, el asco, las esporas y en el himenio, entre otros.

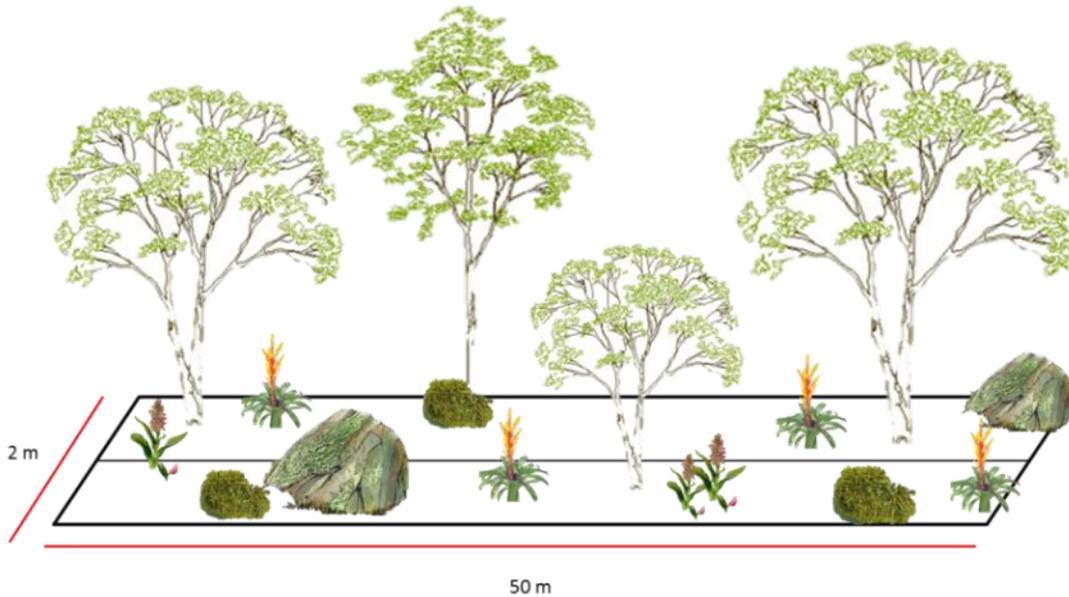
Para la clasificación taxonómica de líquenes se utilizaron las claves de Sipman (2007) y bibliografía de cada grupo como Aptroot (2012), Harris (1989) para el género *Pyrenula*, Lücking *et al* (2009) para el género *Graphis*, Sipman & Aprot (2005) para el género *Mycomicrothelia*, McCarthy (2003), entre otras.

#### 2.3.2.1.5.3 *Caracterización de especies vedadas de hábito terrestre. Bromelias, orquídeas, briófitos y líquenes*

- Fase de campo

Para determinar la composición de las especies vedadas de la familia Bromeliaceae y Orchidaceae terrestres, así como las comunidades de musgos, hepáticas y líquenes de hábito terrícola, se siguió la metodología propuesta por Cámara *et al*, (2013) quienes proponen la técnica MIFC (Inventario de formaciones vegetales fanerófitos y caméfitos) basada en el muestreo tipo RAP propuesto por Gentry (1982) que establece la evaluación de mínimo 10 parcelas de 50 x 2 m para un área total de evaluación mínima de 0,1 ha por cada cobertura vegetal, teniendo en cuenta establecer un mayor número de unidades de evaluación en las coberturas con mayor complejidad como los Bosques naturales (Bg) y vegetación secundaria en transición (Vsa y Vsb). Ver Figura 2.10.

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	



**Figura 2.10 Esquema de evaluación de especies vasculares vedadas (oquídeas y bromelias) y especies no vasculares (musgos, hepáticas y líquenes) de habito terrestre**

Fuente: SAG, 2017, *modificado de Cámara et al, (2013)*

En este tipo de muestreo la unidad de análisis es la parcela de 50 x 2 m donde se realiza el inventario de especies de plantas vasculares de interés, teniendo en cuenta el número de individuos por cada morfoespecie identificada, el sustrato de crecimiento terrestre (rupícola, terrícola, litófita, saprófita, etc). Además, se anotan características de las coberturas, tal como la asociación a fuentes hídricas, claros o eventos de disturbio entre otros.

Para la evaluación de las plantas de interés no vasculares briófitos y líquenes, dentro de la misma área de 100 m<sup>2</sup>, se ubicaron al azar tres (3) sitios dentro de la parcela. En cada sitio, de manera similar que en la evaluación de las especies epífitas no vasculares cortícolas, se estableció una plantilla de acetato transparente dividida en una cuadrícula de 25 x 25 cm sub-dividida en cuadrados de 2 x 2 cm con el fin de estimar la cobertura en cm<sup>2</sup> de las asociaciones de briofitos o líquenes terrestres encontrados.

Las muestras se recolectaron con ayuda de una navaja, cuchillo o un martillo y cincel dependiendo el sustrato, para luego depositarlos en bolsas de papel craft, las cuales son rotuladas con la información correspondiente a la parcela y el sustrato de colecta. La toma de estas muestras se encuentra amparada bajo la Resolución 1387 de 2014 emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

### 2.3.3 Medio Socioeconómico

De la igual forma en que se abordó la metodología del medio abiótico, se aplicó para el medio socioeconómico y cultural que corresponden a las mismas utilizadas en el Estudio de Impacto Ambiental (Capítulo 2, numeral 2.3.3, páginas 118-144), excepto para el

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

Proceso de Información y Participación Comunitaria (PIPC), aplicado específicamente en las veredas La Frisola y La Volcana-Guayabal, cuya metodología se describe a continuación.

Las actividades desarrolladas durante la modificación de la licencia ambiental del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel San Jerónimo – UF 1 y 3” Autopista Mar 1, específicamente para el polígono de La Frisola y el polvorín, son coherentes con los propuesto en el EIA con el fin de continuar las relaciones de comunicación y confianza entre la empresa y los grupos de interés del proyecto que se iniciaron con el proceso informativo y participativo del licenciamiento ambiental.

En este sentido, la metodología para el componente socioeconómico y cultural se desarrolló en tres (3) etapas similares a las empleadas durante el desarrollo del EIA: una fase de pre-campo; una segunda etapa de campo (convocatoria a los grupos de interés - comunidades de las unidades territoriales del área de intervención del polígono a modificar y reuniones informativas); y una tercera fase denominada post-campo que incluyó el procesamiento, análisis y elaboración del documento final.

### **2.3.3.1 Etapa de pre-campo**

Dentro de los objetivos de esta etapa se tuvieron: Establecer el enfoque metodológico para el medio social que se implementaría en la modificación de la licencia; reconfirmar el área de intervención del polígono y los grupos de interés; y concertar las estrategias de divulgación y relacionamiento con los actores durante este nuevo proceso de participación.

Las principales actividades llevadas a cabo en esta etapa de pre-campo fueron:

- Establecimiento del método.
- A partir de los ajustes en los diseños de detalle de la obra en la quebrada La Frisola y el polvorín, se hizo la verificación del área de intervención y la confirmación las unidades territoriales involucradas para el nuevo proceso de participación.
- Actualización del Directorio de grupos de interés, registrando la información necesaria para ubicar y establecer contacto con el representante de cada grupo o actor de interés para el proyecto. Se incluyó: nombre, número de teléfono, correo electrónico y dirección. Se involucraron principalmente los Presidentes de Juntas de Acción Comunal de las veredas del área de intervención del polígono de modificación.
- Aplicación de las mismas herramientas de comunicación y los mismos instrumentos de recolección de información del EIA para utilizar en la etapa de campo.

Las piezas de comunicación utilizados en el proceso de información y participación, fueron las siguientes:

- Cartas de presentación e invitación a reunión: Se informaba a las JAC del área de intervención del polígono, el alcance de la modificación de la licencia ambiental del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo UF1 y 3”. Esta

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

misma pieza de comunicación contenía el objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto.

- Afiches de invitación a reunión: Describían el alcance de la modificación, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro.
- Presentación en Power Point: La presentación incluyó el objetivo de la reunión, las empresas responsables, la descripción y localización de las modificaciones, y las implicaciones en el PMA y PSM.

### **2.3.3.2 Etapa de campo**

El objetivo principal de la etapa de campo estuvo centrado en informar a los grupos de interés del área de intervención, acerca del alcance de la modificación del proyecto y las actividades que dicho proceso implica.

Para lograr dicho objetivo se desarrollaron las actividades descritas con detalle en el aparte 5.4.3.1 Lineamientos de participación. Vale resaltar que en cada uno de los encuentros se respaldó su ejecución mediante la elaboración y diligenciamiento de los siguientes documentos:

- Acta de la reunión
- Registros de asistencia
- Registro fotográfico

### **2.3.3.3 Etapa post - campo**

En esta etapa los objetivos propuestos fueron los siguientes:

- Sistematizar la información recopilada en la etapa de campo para la redacción del aparte 5.4.3.1 Lineamientos de participación, donde se involucraron los actores (comunidades del área de intervención del polígono modificado), el cual hace parte del Capítulo 5. Caracterización – Medio Socioeconómico.
- Actualizar los impactos que se producirán por la construcción del proyecto, a partir de la modificación.
- En algunos casos, complementar las fichas de manejo del medio social pertenecientes al PMA del proyecto licenciado, de acuerdo con las sugerencias pertinentes dadas por las comunidades en las reuniones.
- Ajustar las fichas de seguimiento y monitoreo social, de acuerdo con las medidas de manejo sociales actualizadas.

Las actividades contemplaron la organización y el análisis de la información obtenida en campo, para así proceder con la elaboración del documento de modificación de la licencia ambiental, conforme a lo establecido en los términos de referencia.

### **2.3.4 Evaluación Ambiental**

La evaluación ambiental para la presente modificación de la licencia del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel - San Jerónimo UF 1 y 3, específicamente

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

para el polígono La Frisola y el polvorín, es la misma que se desarrolló en el EIA y que fue establecida en los Términos de Referencia para estudios ambientales dirigidos a la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (M-M-INA), los cuales son adoptados mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

En consecuencia se ratifica la metodología empleada en el EIA (Capítulo 2, numeral 2.3.5 páginas 148-163), la cual se basa en las definiciones y propuesta de evaluación de impactos dada por Conesa (2010), donde se define el impacto ambiental (IA) 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.

Luego, teniendo como base las fichas de los impactos se validaron los datos de cuantificación de la importancia y únicamente se complementó el análisis de la tendencia para el escenario sin proyecto, y se actualizaron en algunos casos la descripción del impacto para el escenario con proyecto.

### **2.3.5 Evaluación Económica Ambiental**

La metodología para la Evaluación Económica Ambiental utilizada en la Modificación de la Licencia Ambiental del polígono La Frisola y polvorín del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel – San Jerónimo. UF 1 y 3” - Autopista al Mar 1”, sigue fielmente los lineamientos propuestos y aplicados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), los cuales fueron validados por la Autoridad Nacional de Licencia Ambientales (ANLA), en el proceso de evaluación y otorgamiento de Licencia Ambiental, de acuerdo con el numeral 9.2 “Consideraciones sobre la Evaluación Económica de Impactos” (páginas 189 a 197) del Concepto Técnico No. 01712 del 21 de abril de 2017, y que soporta la Resolución No. 00606 de 25 de mayo de 2017, por el cual se concede Licencia Ambiental a este proyecto. Se siguió por tanto, la secuencia metodológica para los impactos significativos y relevantes, y se hizo uso de las técnicas indirectas de valoración económica desarrolladas en el EIA y de los supuestos a los que se recurrieron para estimar la valoración económica de los impactos seleccionados.

El objetivo de la Evaluación Económica Ambiental que se presenta en la presente Modificación de Licencia es actualizar los indicadores económicos y analizar estos resultados a la luz de los cambios propuestos, que soporten la toma de decisiones y permitan el desarrollo adecuado del proyecto y que su ejecución contribuya a mejorar el bienestar económico, social y ambiental de las poblaciones del área de influencia.

### **2.3.6 Zonificación Ambiental, Zonificación de Manejo Ambiental, y Plan de Gestión del Riesgo**

Se ratifican las metodologías empleadas en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “Construcción de la Segunda Calzada Túnel – San Jerónimo UF 1 y 3, Autopista al Mar 1”, para la Zonificación Ambiental (Capítulo 2, numeral 2.3.4, páginas 144-148), para la Zonificación de Manejo Ambiental (Capítulo 2, numeral 2.3.6, páginas 163-165) y para el Plan de Gestión del Riesgo (Capítulo 2, numeral 2.3.8, páginas 168-173).

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

## 2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO

El Documento de Modificación de la Licencia Ambiental fue elaborado por la firma Servicios Ambientales y Geográficos S.A. – SAG S.A., que cuenta con una amplia experiencia en Consultoría de proyectos de infraestructura y en la elaboración de estudios ambientales. La Tabla 2.12 muestra la estructura organizacional y los profesionales que participaron en el estudio:

**Tabla 2.12 Estructura Organizacional del Estudio**

Nombre del profesional	Profesión	Cargo
Rodrigo José Vélez O.	Ingeniero Civil Magíster en Recursos Hidráulicos	Director de la Modificación de la Licencia Ambiental
Silvia Mabel León A.	Geóloga, Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente	Coordinadora General de la Modificación
Elvira Maria Aguilar Amaya	Ingeniera Agrónoma Msc. en Bosques y conservación ambiental	Coordinadora Medio Biótico
Jhonatan Cano Furagaro	Ingeniero Forestal	Coordinador SIG
Sandra López Loaiza	Comunicadora - Ciencias Políticas	Coordinadora Medio Social
Natalia López Loaiza	Abogada - Ciencias Políticas	Profesional Medio Social
Jonathan Daniel Gómez	Economista, Magister en Estudios Latinoamericanos	Valoración Económica de Impactos
Luis Felipe Restrepo Gallego	Economista En curso: Especialización en Finanzas	Auxiliar Socioeconómico - VEI
Luisa María Ortiz Madrigal	Ingeniera Ambiental	Auxiliar aspectos abióticos
John Jairo Colorado López	Biólogo	Encargado de campo flora
Nidia Vélez	Bióloga	Encargada de epifitas
Maribel Herrera Palma	Bióloga	Inventario flora
Paula Cristina Lalinde Acevedo	Bióloga	Inventario flora
María Alejandra Cortes	Tecnóloga en control ambiental	Auxiliar Inventario flora
Eliana María Duque	Técnica en producción forestal	Auxiliar Inventario flora
Andrés Felipe Cuadros Zuluaga	Tecnólogo en manejo y aprovechamiento de bosques	Auxiliar Inventario flora
Sandra Gaelle Castaño Quintero	Tecnóloga en control ambiental	Auxiliar Inventario flora
Andrés Alfredo Mercado Suárez	Biólogo	Inventario flora
Daniel Felipe Rodríguez Ríos	Biólogo	Inventario flora
Richard Gómez Monsalve	Tecnólogo Forestal	Asistente Biótico
Andrés Felipe Cuadros	Tecnólogo en manejo y aprovechamiento de bosques naturales	Auxiliar Flora
Sebastián Peña	Biólogo	Bases de datos del medio biótico
Yenny Mirella Rincón Gómez	Ingeniera Forestal	Profesional Paisaje
Johan Sebastián Atehortúa Ramírez	Antropólogo	Encargado del trámite de licencia prospección arqueológica

	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL – SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1</b>	
	<b>MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL</b>	
	<b>VERSIÓN 1</b>	

<b>Nombre del profesional</b>	<b>Profesión</b>	<b>Cargo</b>
Luis Carlos Cardona V	Antropólogo	Coordinador del componente arqueológico
Jorge Iván Yepes V.	Antropólogo	Componente arqueológico

Fuente: SAG, 2017.