

**FUNCIÓN DEL BIÓLOGO EN LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO
DE IMPACTO AMBIENTAL PARA UN PROYECTO DE
PERFORACIÓN EXPLORATORIA DEL SECTOR DE
HIDROCARBUROS EN COLOMBIA**

LAURA VANESSA LIZCANO RODRIGUEZ

**Trabajo Profesionalizante para optar por el título de
Bióloga Ambiental**

Supervisor

ANGELICA IBONIEE PRADA ALFONSO

Bióloga

Líder biótico

GEOCOL CONSULTORES S.A.

Tutor

FRANCISCO DE PAULA GUTIÉRREZ BONILLA

PhD. Ciencias Biológicas

Profesor Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
PROGRAMA DE BIOLOGÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.**

2020

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE	6
2.1.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.1.	Normatividad Ambiental.....	6
2.1.2.	Licencias Ambientales	6
2.1.3.	Estudio de Impacto Ambiental	7
2.1.4.	Plan de Manejo Ambiental	10
2.1.5.	Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental.....	11
2.1.6.	Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales en Colombia.....	12
2.2.	ESTADO DEL ARTE	13
3.	OBJETIVOS.....	15
3.1.	OBJETIVO GENERAL	15
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4.	METODOLOGIA	15
4.1.	Área De Influencia.....	16
4.2.	Caracterización del Área de Influencia y Generalidades	16
4.3.	Zonificación ambiental	18
4.4.	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.....	19
4.5.	Evaluación ambiental	20
4.6.	Zonificación de manejo ambiental del proyecto.....	23
4.7.	Planes y programa de manejo ambiental.....	25
5.	RESULTADOS.....	28
5.1.	Área De Influencia.....	29
5.2.	Caracterización del Área De Influencia.....	30
5.3.	Zonificación ambiental.....	44
5.4.	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	46
5.5.	Evaluación ambiental	49

5.6. Zonificación de manejo ambiental del proyecto	59
5.7. Planes y programas de manejo ambiental	61
6. DISCUSION	93
6.1. Área De Influencia.....	94
6.2. Caracterización del Área de Influencia	94
6.3. Zonificación ambiental.....	96
6.4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.....	97
6.5. Evaluación ambiental.....	98
6.6. Zonificación de manejo ambiental del proyecto	98
6.7. Planes y programas de manejo ambiental	99
7. CONCLUSIONES	101
8. BIBLIOGRAFÍA.....	101

1. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas el mundo ha generado una creciente demanda de minerales e hidrocarburos para su desarrollo, y Colombia ha encontrado en esto la oportunidad de crecimiento económico a través de la explotación de estos elementos, para generar beneficios a la sociedad y a la economía del país; así mismo, la legislación colombiana ha implementado una serie de normas ambientales a fin de proteger y compensar los impactos que se den sobre el ambiente por la explotación de sus recursos naturales.

Colombia, es pionera en el desarrollo normativo ambiental en Latinoamérica, pues con la expedición en el año 1974 del Código Natural de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, marcó el inicio para la creación de la legislación ambiental colombiana y se estableció la regulación de los recursos naturales para su uso y aprovechamiento (MADS, 2014), al cual se le da cumplimiento a partir de la expedición de la Ley 99 de 1993.

En Colombia, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que, de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje requerirán de una licencia ambiental, con el fin de asegurar el desarrollo sostenible. Dicha Licencia es otorgada por la autoridad ambiental competente y está sujeta al cumplimiento por parte del beneficiario, de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales generados por las actividades autorizadas (Ley 99, 1993, Art. 50).

Por lo anterior, para el Licenciamiento Ambiental se requiere de la generación de un Estudio de Impacto Ambiental (en adelante EIA), el cual consolida la caracterización físico biótica y socioeconómica del área del proyecto, e identifica, evalúa y describe los impactos ambientales que se producirán en el mismo considerando todas sus etapas. Así las cosas, los estudios de impacto ambiental son el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial (Ley 99, 1993, Art. 10).

Dentro de las especificaciones técnicas para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental se requiere la descripción del proyecto; descripción del área de influencia; la participación y socialización con las comunidades; la caracterización del área de influencia del medio

abiótico, biótico y socioeconómico; la zonificación ambiental; establecer la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales; la evaluación ambiental; la zonificación de manejo ambiental del proyecto; el plan de manejo ambiental y otros planes y programas (MADS y ANLA, 2018).

Enfocando el interés de éste estudio, en el medio biótico y las funciones de un biólogo en el marco del EIA, es importante mencionar que se debe contar con información precisa y confiable de las comunidades biológicas residentes en el área del proyecto, que permitan la toma de decisiones sobre éste; por lo tanto, es necesario desarrollar metodologías acertadas y rigurosas, y con profesionales idóneos en la manipulación, identificación, conocimiento, manejo y análisis de la fauna silvestre, y su interacción con los ecosistemas terrestres y acuáticos (MADS y ANLA, 2018).

Según MADS y ANLA, 2018, estas actividades deben ser llevadas a cabo por profesionales con conocimiento de los grupos biológicos objeto de estudio, y con experiencia en las técnicas y métodos de campo y laboratorio. Dentro de los perfiles de los profesionales que intervienen en los estudios de impacto ambiental están los Biólogos, Ecólogos, Ingenieros Forestales, entre otras carreras afines cuya formación les permita dar un concepto adecuado.

Es así, como el egresado del programa de Biología Ambiental de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, dentro de sus competencias por su formación académica, cuenta con la capacidad de desempeñarse en los diferentes sectores productivos del país, para la solución de problemas relacionados con el medio ambiente y desarrollo de propuestas que aporten a la sostenibilidad y conservación de los recursos, en un marco de eficiencia y pertinencia. Igualmente, contribuye en la resolución de la problemática regional o nacional en cuanto al uso y explotación de recursos biológicos, en el control y seguimiento a los proyectos de desarrollo sostenible y de conservación en ecosistemas, y en la implementación de la política ambiental en los programas y los proyectos de conservación y desarrollo (UJTL, 2016).

De acuerdo a lo esbozado, se considera importante identificar la función del biólogo en el desarrollo de los estudios ambientales, específicamente, su vital participación en la definición del medio biótico en marco de un EIA. Para tal fin, se evaluaron éstas actividades en un Estudio de Impacto Ambiental de un proyecto de perforación exploratoria del sector hidrocarburos, ejecutado por Geocol Consultores S.A. durante el periodo de la práctica profesional.

2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Normatividad Ambiental

En Colombia la normatividad ambiental inicia con la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente bajo el Decreto Ley 2811 de 1974. Donde a partir de la Conferencia de Estocolmo sobre Medio Ambiente Humano de 1972, se le otorgó al Gobierno Nacional facultades extraordinarias para reformar y adicionar la legislación vigente sobre recursos naturales renovables y preservación ambiental (Ley 23, 1973), con el fin de que el aprovechamiento de los recursos naturales fuera racional, y donde la conservación ambiental en el país fuera igual de importante (MADS, 2014).

Luego con la creación de la Constitución Política de Colombia del 1991, la carta política Colombiana tiene un alto contenido en materia ambiental y desarrollo sostenible, por lo cual la Corte Constitucional indicó que en ella se encontraba una verdadera constitución ecológica (Molina, 2011), y se estableció el deber del Estado para proteger la diversidad e integridad del medio ambiente (MADS, 2016); la cual contiene una serie de derechos y deberes, y es mediante la Constitución de 1991 que se reconoce efectivamente el derecho a un medio ambiente sano (Blanco, 2015). Ésta le da al Estado y a las personas la obligación de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación, lo cual establece limitaciones al ejercicio de algunos derechos (Molina, 2011).

Posteriormente, con la Ley 99 de 1993, se logra concretar en un solo documento las normas y principios que antes de esta ley carecían de coherencia en el control y formulación de políticas ambientales a nivel nacional. Dicha Ley, creó el Ministerio de Ambiente y organizó el Sistema Nacional Ambiental como una necesidad de protección de las riquezas culturales y naturales de Colombia y los particulares adoptan su función sobre la conservación, el buen uso de los recursos y la obligación de velar por ambiente sano, ya que este es un derecho fundamental (MADS, 2016).

2.1.2. Licencias Ambientales

La Licencia Ambiental rige en Colombia bajo el Decreto 2041 de 2014, donde se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Esta es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de un proyecto, obra o actividad,

que pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje (Rodríguez, 2011).

La Licencia Ambiental determina todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad (Decreto 2041, 2014); por lo tanto, es una autorización de carácter previo al desarrollo y para su obtención se requiere que se tramite ante la autoridad ambiental competente, competencia que se determinará en virtud de la magnitud del mismo que se trate (Benavides, 2017).

La competencia para decidir si se otorga o no en el marco de un trámite administrativo de Licencia Ambiental, depende de la dimensión del proyecto que se pretenda ejecutar. Mediante el Decreto 3573 de 2011 se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), y en el Decreto 1076 de 2015 Artículo 2.2.2.3.2.2. se determina la competencia de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) como la entidad que otorgará o negará de manera privativa la Licencia Ambiental, principalmente para los proyectos del sector minero energético de hidrocarburos, pues las Corporaciones Autónomas Regionales (CARS) no tiene competencia para decidir en proyectos de ese sector (Benavides, 2017).

2.1.3. Estudio de Impacto Ambiental

El estudio o evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta de gestión ambiental para estimar el impacto ambiental de una actividad o proyecto, considerando todas sus fases (Abarca, 2012). En Colombia, el EIA es requerido por las autoridades competentes para evaluar el Licenciamiento Ambiental (Viloria *et al.*, 2018), el cual, a su vez, exige la elaboración de estudios ambientales como el Estudio de impacto ambiental (EsIA), como herramienta técnica para la viabilización de actividades y proyectos (MADS y ANLA, 2018) ya que este estudio también determina la importancia de los impactos ambientales. Los estudios sobre el ambiente se realizan desde el análisis y caracterización de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con profesionales responsables del contenido temático de su disciplina específica, cada una procurando dar uno o varios aspectos desde la perspectiva de su área de conocimiento (Giannuzzo, 2010).

Los estudios ambientales incluyen el diagnóstico ambiental de alternativas y el estudio de impacto ambiental, los cuales son presentados ante la autoridad ambiental competente. En el Decreto 2041, 2014, Art. 13 se define el diagnóstico ambiental de alternativas (DAA), el cual tiene como objetivo proporcionar información para evaluar y comparar las diferentes opciones que presente el peticionario, bajo las cuales sea posible desarrollar un proyecto, obra o actividad. Las diferentes opciones deberán tener en cuenta el entorno geográfico, las

características abióticas, bióticas y socioeconómicas, el análisis comparativo de los efectos y riesgos inherentes a la obra o actividad; así como las posibles soluciones y medidas de control y mitigación para cada una de las alternativas (Decreto 2041, 2014, Art. 13). Lo anterior, con el fin de aportar la información de los elementos requeridos para seleccionar la alternativa o alternativas que permitan optimizar y racionalizar el uso de recursos y evitar o minimizar los riesgos, efectos e impactos negativos que puedan generarse.

En el año 2018 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió el Decreto 2462, el cual modificó el Decreto 1076 de 2015 (numeral 7° del artículo 2.2.2.3.4.2 del Decreto 1076 de 2015), en relación con la exigencia del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para los proyectos de exploración y uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes, prevé la exigibilidad de un Diagnóstico Ambiental de Alternativas para algunos proyectos, obras o actividades, por lo que el licenciamiento de estos proyectos requiere el pronunciamiento de la autoridad ambiental competente. En el nuevo decreto, se establece que es necesario suprimir el diagnóstico ambiental para los proyectos de exploración y uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminante con capacidad instalada superior a diez MW ya que no es posible plantear alternativas para estos proyectos ya que no es posible cambiar su localización y por ende no le es aplicable elaborar el diagnóstico de alternativas (Decreto 2462, 2018).

Este estudio deberá ser elaborado de acuerdo con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (Resolución 1402, 2018 *metodología en revisión*), este debe corresponder en su contenido y profundidad a las características en entorno del proyecto, obra o actividad, e incluir como mínimo y según lo requerido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, lo siguiente:

1. Objeto y alcance del estudio.
2. Un resumen ejecutivo de su contenido.
3. La delimitación del área de influencia directa e indirecta del proyecto, obra o actividad.
4. La descripción del proyecto, obra o actividad, la cual incluirá: localización, etapas, dimensiones, costos estimados, cronograma de ejecución, procesos, identificación y estimación básica de los insumos, productos, residuos, emisiones, vertimientos y riesgos inherentes a la tecnología a utilizar, sus fuentes y sistemas de control.
5. La información sobre la compatibilidad del proyecto con los usos del suelo establecidos en el POT.
6. La información sobre los recursos naturales renovables que se pretenden usar, aprovechar o afectar para el desarrollo del proyecto, obra o actividad.

7. Identificación de las comunidades y de los mecanismos utilizados para informarles sobre el proyecto, obra o actividad.
8. La descripción, caracterización y análisis del medio biótico, abiótico, socioeconómico en el cual se pretende desarrollar el proyecto, obra o actividad.
9. La identificación y evaluación de los impactos ambientales que puedan ocasionar el proyecto, obra o actividad, indicando cuáles pueden prevenirse, mitigarse, corregirse o compensarse.
10. La propuesta de Plan de Manejo Ambiental del proyecto, obra o actividad que deberá contener lo siguiente:
 - a) Las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos ambientales negativos que pueda ocasionar el proyecto, obra o actividad en el medio ambiente y/o a las comunidades durante las fases de construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento, abandono y/o terminación del proyecto obra o actividad.
 - b) El programa de monitoreo del proyecto, obra o actividad con el fin de verificar el cumplimiento de los compromisos y obligaciones ambientales durante la implementación del Plan de Manejo Ambiental, y verificar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental establecidos en las normas vigentes.
 - c) El plan de contingencia el cual contendrá las medidas de prevención y atención de la emergencia que se puedan ocasionar durante la vida del proyecto, obra o actividad.
 - d) Los costos proyectados del Plan de Manejo en relación con el costo total del proyecto obra o actividad y cronograma de ejecución del Plan de Manejo.
 - e) Plan de compensaciones del componente biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1428 de 2018.

Por lo tanto, el estudio de impacto ambiental implica una perspectiva desde distintas disciplinas, con una visión que unifique todas las partes y sus interacciones, para tener un consenso general desde el cual sea posible abordar el estudio de todos los componentes y sus interacciones entre sí (Giannuzzo, 2010).

De acuerdo con lo anterior, se desglosa a continuación algunos contenidos de relevancia del EIA. La línea base de un proyecto describe el estado en que se encuentra el área donde se pretende desarrollar un proyecto antes de que se ejecute el mismo. Dicha descripción incluye los factores bióticos (flora y fauna), abióticos (aire, agua, suelo, paisaje, clima), y socioeconómicos de la zona de estudio (Pasqualino *et al.* 2015).

Las actividades del proyecto se clasifican como Acciones Susceptibles de Producir Impacto (ASPI) y se clasifican en función de la etapa o fase del proyecto en la que se ejecutarán (Conesa, 2006).

Los impactos ambientales por su parte se pueden identificar mediante la vinculación de cada ASPI con el factor del medio potencialmente afectado, para realizar dicha identificación existen numerosas metodologías, tales como los cuestionarios, listas de chequeo, árboles de relación, diagramas o redes de interacción y las matrices de relación causa-efecto, entre otros (Conesa, 2006). Luego de identificar los posibles impactos, estos deben ser evaluados con el fin de clasificarlos de acuerdo a la intensidad de sus consecuencias y así poder identificar aquellos impactos críticos y severos sobre los que se debe actuar.

En el marco de los estudios ambientales, los biólogos utilizan diferentes metodologías para evaluar los impactos de un proyecto o actividad, y se han desarrollado numerosas metodologías tales como la matriz de Leopold, la matriz de Grandes Presas, el método de Arboleda, el método de Conesa, el método de Batelle-Columbus, el método integral, la superposición de mapas, entre otros, los cuales difieren en el tipo de evaluación (cualitativa, cuantitativa o mixta), el número y tipo de atributos evaluados, la forma de valoración y ponderación de cada uno de los atributos, el método de agregación de los atributos, y la clasificación final de los impactos (generalmente en compatibles, moderados, severos y críticos) (Viloria, 2015). Desde los inicios de los EIA se han diseñado múltiples metodologías para desarrollar la etapa de identificación y valoración de impactos, donde cada una tiene características especiales que la hacen óptima para determinados proyectos y momentos, por lo tanto, es imposible concluir que alguna metodología sea la mejor, simplemente, dependiendo de las condiciones y requerimientos del proyecto, una metodología tiene más ventajas sobre las demás (Toro *et al.* 2016).

2.1.4. Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), es el conjunto detallado de medidas y acciones que son el resultado de la evaluación ambiental, para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales previamente identificados, y que se presenten durante el desarrollo de un proyecto, obra o actividad; este incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad (Decreto 2041, 2014, Art. 1). Por lo tanto, el PMA contempla las actividades y acciones concretas que se deben implementar para el manejo de los posibles impactos que se puedan generar por el desarrollo del proceso de perforación exploratoria, manejo que tiene en cuenta la línea base levantada con anterioridad sobre las características del área de influencia (Herrera, 2017).

El PMA, al ser un instrumento de seguimiento y control (Decreto 2041, 2014, Art. 40), debe garantizar que el proyecto establezca desde su inicio, y mantenga durante su vida útil, los mecanismos necesarios para asegurar la calidad ambiental; dichos instrumentos deben ser adecuados a la organización del operador y responder a las exigencias de control y seguimiento propias de cada etapa del desarrollo de la actividad (Rozo y Meneses, 2005). La autoridad ambiental que otorgó la licencia ambiental o estableció el plan de manejo ambiental respectivo, será la encargada de efectuar el control y seguimiento a los proyectos, obras o actividades autorizadas (Decreto 2041, 2014, Art. 40).

El control y seguimiento al avance, cumplimiento y efectividad del PMA establecido para el proyecto, obra o actividad; se da a través de la revisión de los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), que permiten establecer el nivel y la calidad de la información suministrada por el beneficiario de la licencia ambiental; el contenido de los ICA se centra en la verificación del cumplimiento y efectividad de los compromisos que el beneficiario de la licencia ambiental o propietario del proyecto, obra o actividad asumió ante la autoridad ambiental competente, estos compromisos son asumidos para el beneficiario de la licencia ambiental como obligaciones ambientales y definidos en el otorgamiento de la licencia ambiental (MMA, 2002).

2.1.5. Metodologías de Evaluación de Impacto Ambiental

Desde los inicios de la EIA se han diseñado múltiples metodologías para desarrollar la etapa de identificación y valoración de impactos. Cada una tiene características especiales que la hacen óptima para determinados proyectos y momentos, dependiendo de las condiciones y requerimientos del proyecto, una metodología tiene más ventajas sobre las demás (Toro *et al.* 2016). Cómo existen numerosas metodologías desarrolladas para identificar y valorar impactos ambientales, la implementación y complejidad de cada una depende de los tipos de proyectos para los cuales fueron diseñados (Aldana, 2012).

Algunas de las metodologías más utilizadas para la evaluación ambiental en Colombia son: la matriz de Leopold, y es la primera metodología completa diseñada para la EIA, con evaluación preliminar de los impactos de las acciones de un proyecto sobre factores ambientales (Soto, 2019). La metodología EPM, fue desarrollada en Colombia con el objetivo de evaluar proyectos hidroeléctricos, y es de uso común para los EIA en Colombia e incluso para otros sectores (Toro *et al.* 2016); y la metodología cualitativa o metodología tipo AD HOC, es decir, que está basada en una o varias metodologías, tiene un proceso

integral y completo para el desarrollo total del EsIA (Toro *et al.* 2016), como por ejemplo el método de Vicente Conesa Fernández-Vítora.

La metodología de Conesa es una de las más utilizadas, esta es una adaptación de la metodología cualitativa y tiene la siguiente estructura general para un Estudio de Impacto Ambiental : análisis del proyecto, estudio de posibles alternativas, definición del entorno del proyecto, previsiones de los efectos, identificación de las acciones, identificación de los factores del medio, identificación de las relaciones causa-efecto, elaboración de la matriz de importancia y valoración cualitativa del impacto, predicción de la magnitud, valoración cuantitativa, definición de las medidas correctivas, cálculo del impacto, definición del programa de vigilancia ambiental, proceso de participación pública, emisión de informe, y por último la decisión de la autoridad competente (Aldana, 2012).

2.1.6. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales en Colombia

En Colombia, los EIA se elaborarán con base en los términos de referencia expedidos por el Ministerio de Ambiente y la autoridad ambiental competente. De igual manera, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, como ente rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, se le ha encargado la labor de definir las políticas y regulaciones a las que se deben someter la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, con el fin de asegurar su desarrollo sostenible (MADS Y ANLA, 2018). Por lo tanto, emite por medio de la Resolución 1402 de 2018 la versión más actualizada de la “Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales”.

Esta metodología es un conjunto de instrucciones ordenadas y jerarquizadas que facilitan a quien está interesado en desarrollar un proyecto, obra o actividad sujeto de licenciamiento ambiental, el proceso elaboración y presentación de los estudios ambientales que exige la normativa colombiana; estas instrucciones se dan con el fin de complementar las indicadas en los términos de referencia, y así asegurar que los estudios ambientales contengan la información suficiente y necesaria para que las autoridades ambientales tomen decisiones frente al desarrollo de los proyectos con total transparencia, eficiencia y objetividad (MADS Y ANLA, 2018).

La metodología incluye tres capítulos; el primero, aplica a todos los estudios ambientales y menciona los lineamientos generales para su elaboración, señala una serie de fuentes de información y establece las especificaciones documentales y de presentación de información

geográfica y cartográfica. El segundo capítulo, establece las especificaciones técnicas que se deben seguir para elaborar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas y; el capítulo tercero, establece las especificaciones técnicas para elaborar el Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental (MADS Y ANLA, 2018).

Por lo tanto, la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales es un instrumento de apoyo y una guía donde se pretenden plasmar los lineamientos generales para orientar a quienes elaboran los estudios ambientales para los proyectos, obras o actividades sujetos a licenciamiento ambiental, con el fin de que dichos estudios contengan la información necesaria, relevante y suficiente para que las autoridades ambientales puedan tomar decisiones frente al desarrollo y ejecución de los proyectos en mención (ANLA, 2018).

De acuerdo con lo anterior, es importante mencionar que por medio de la Resolución 1107 de 2019, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, modifica la entrada en vigencia de la Resolución 1402 de 2018, la cual se adoptó la “Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales”. Sin embargo, con ésta esta Resolución la nueva metodología será exigible a partir del 2 de agosto de 2020, y aquellos estudios ambientales que se presenten conforme a lo establecido por la Resolución 1402 de 2018, deberán ser recibidos por las autoridades ambientales y continuarán con el trámite para la evaluación y otorgamiento o no de la licencia ambiental (Negrete, 2019).

2.2. ESTADO DEL ARTE

Los Estudios de Impacto Ambiental son una herramienta de gestión ambiental para estimar el impacto que puede generar una actividad o proyecto sobre el medio físico, biótico y socioeconómico a través de todas sus etapas. En Colombia, el EIA es requerido por las autoridades ambientales para otorgar el permiso de aprovechamiento o licencia ambiental, donde a partir de la información recopilada en el EIA, se realiza la elaboración del Plan de Manejo Ambiental necesario para que se puedan prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por la ejecución, por ejemplo, de un proyecto de perforación exploratoria de hidrocarburos que busca obtener la licencia respectiva. Donde la caracterización del medio biótico, está a cargo de biólogos que, con la experiencia requerida, pueden dar información precisa y confiable para elaborar el EIA y posteriormente el PMA.

La elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental comúnmente se da por parte de las empresas consultoras, quienes cuentan con un equipo profesional interdisciplinario que elabora dicho estudio, encaminado a la obtención de la respectiva licencia ambiental, lo anterior, permitió la generación del actual documento, el cual tomó referente uno de los EIAs

generados por GEOCOL CONSULTORES S.A. a una empresa del sector petrolero. Específicamente para un proyecto de perforación exploratoria del sector de hidrocarburos, en éste se evaluó y determinó la función del biólogo en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental mencionado.

Mediante la Ley 22 de 1984 se reconoce la Biología como una profesión y se reglamenta su ejercicio en el país. Así su artículo segundo dispone “para todos los efectos legales se entiende por ejercicio de la profesión de Biólogo la utilización de los principios, conocimientos y técnicas propios de las diferentes disciplinas que conforman la Biología, tales como la Biología Celular, la Biología Molecular, la Morfofisiología, la Genética, la Ecología para: **a)** La investigación, la aplicación práctica, la enseñanza, la asesoría o consultoría y la administración en materias referentes a los seres vivos, a su naturaleza, su composición, sus propiedades, su funcionamiento o sus transformaciones; a las relaciones entre los seres vivos y a las de éstos y el ambiente que los rodea. **b)** El desarrollo, evaluación o adopción de tecnología en el campo de la Biología o para el establecimiento de nuevas técnicas en ese campo. **c)** El desempeño de cargos, funciones o comisiones en actividades en las que predomine el componente biológico.”

Por otra parte, el egresado del programa de Biología Ambiental de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, por su formación académica, donde destacan asignaturas como política, manejo y regulación; estudios ambientales y legislación ambiental; le permite tener la capacidad de interactuar con los sectores productivos para la solución de problemas relacionados con el medio ambiente y desarrollar propuestas que aporten a la sostenibilidad y conservación de los recursos, en un marco de eficiencia y pertinencia (UJTL, 2016).

También está capacitado para desarrollar investigación científica, tendiente a caracterizar la biodiversidad de los ecosistemas, a reconocer los procesos de utilización y transformación de los recursos y los servicios ambientales que prestan, así como conocer y utilizar técnicas y procedimientos de investigación aplicadas a la Biología Ambiental; además puede formular proyectos tendientes a resolver la problemática regional o nacional del uso y explotación de recursos biológicos y hacerles control y seguimiento a los proyectos de desarrollo sostenible y de conservación en ecosistemas, e implementar la política ambiental en los programas y los proyectos de conservación y desarrollo (UJTL, 2016).

Es importante mencionar que no se encontró bibliografía específica que permitiera evidenciar antecedentes de otros autores, donde se aborde directamente la función del biólogo en la elaboración de estudios de Impacto Ambiental en Colombia. Por lo tanto, con este documento se desea destacar la importancia y función de los profesionales en biología para la elaboración de estos Estudios Ambientales. Generando así, una fuente de consulta para los profesionales

de la facultad, respecto al tipo de información que deberán abordar, con la calidad, ética e importancia que ésta supone, y sobre la toma de decisiones que les compete en el manejo y cuidado de la biodiversidad del país que puede verse afectado o no, con la implementación de diferentes proyectos del sector productivo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar la participación del biólogo en la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental para un proyecto de perforación exploratoria del sector de hidrocarburos en Colombia.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer las funciones y las obligaciones del biólogo en la elaboración de un EIA para el sector hidrocarburos.
- Definir los contenidos del EIA en los cuales el biólogo es necesario para desarrollo del estudio ambiental gracias a su formación profesional.
- Describir las actividades que realizan los biólogos en la fase de pre campo, campo y post campo para la caracterización del medio biótico del EIA.
- Identificar en el PMA cuáles son las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación para los impactos generados sobre el medio biótico por la ejecución de un proyecto de perforación exploratoria de hidrocarburos.

4. METODOLOGIA

Se toma como referencia el Estudio de Impacto Ambiental realizado por la empresa GEOCOL CONSULTORES S.A. en el año 2020, de un proyecto del sector de hidrocarburos ubicado en el polígono que define la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) como el Contrato de Exploración y Producción Sinú San Jacinto Norte SSJN7, el cual fue elaborado según la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales en Colombia expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Agencia Nacional de Licencias Ambientales en el año 2018, y bajo los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos (código M-M-INA-01) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del año 2014; además bajo las determinaciones establecidas en el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de

Elaboración de Estudios Ambientales de GEOCOL CONSULTORES S.A., bajo la Resolución N° 00587 del 10 de abril de 2019.

Se definen los siguientes procesos para cumplir con los objetivos previamente planteados: En primera instancia, se procede a identificar los contenidos (o capítulos) del Estudio de Impacto Ambiental, en los cuales el biólogo participa para el desarrollo del estudio ambiental, que son competentes a su formación profesional, y fueron asignados por la Consultora a los biólogos que participaron en el proyecto.

Posteriormente, se describen las actividades metodológicas que realizan los biólogos en cada elemento durante la fase de pre campo, campo y post campo para la caracterización del medio biótico del EIA.

4.1. Área De Influencia

La identificación y delimitación del área de influencia se debe efectuar en dos fases. Primero, la fase previa, es donde se debe plantear un área de influencia preliminar y recopilar para la misma, información primaria y secundaria (cualitativo y/o cuantitativo), con el fin de conocer las características del ambiente (línea base ambiental), de forma que sea posible realizar una predicción de la forma en que dichas características se impactarían durante el desarrollo y operación del proyecto.

Segundo, la fase de análisis, donde el área de influencia por componente, grupo de componentes o medio debe ser planteada en función de unidades de análisis tales como cuencas hidrográficas, provincias hidrogeológicas, sistemas acuíferos, unidades ambientales costeras, ecosistemas, unidades de paisaje, unidades territoriales político-administrativas, o cualquier otra que se identifique en la formulación del EIA (MADS Y ANLA, 2018).

Por lo anterior, el biólogo para definir y delimitar el área de influencia biótica del EIA objeto de estudio toma como unidad mínima de análisis el cambio de coberturas, ecosistemas, las barreras físicas (ej. vías) presentes en el área del proyecto, y los posibles impactos que puedan llegar a presentarse y que afecten el medio biótico.

4.2. Caracterización del Área de Influencia y Generalidades

En este capítulo se debe aportar información primaria y secundaria, de carácter cuantitativo y/o cualitativo, con el propósito de conocer las características ambientales del área de

influencia del proyecto. La caracterización físico, biótica y socioeconómica brinda elementos que permiten estimar la forma en que el proyecto impactaría las condiciones ambientales, insumos necesarios para que la autoridad ambiental tome una decisión respecto de la viabilidad ambiental del proyecto.

La caracterización del medio biótico desde los componentes fauna, flora arbórea, epífita, en veda, e hidrobiológica debe contar con información taxonómica precisa y confiable para la toma de decisiones, por lo anterior se encuentra a cargo de los biólogos que desde su conocimiento y experiencia de los diferentes grupos biológicos pueden emitir la información biológica requerida por las autoridades ambientales y los términos de referencia. Se debe suministrar información relacionada con las características cualitativas y cuantitativas de los ecosistemas presentes en el área de influencia de los componentes del medio biótico, describiendo su funcionalidad, composición y estructura, como una evidencia del estado inicial (línea base) antes de la ejecución del proyecto.

Para obtener las caracterizaciones se llevan a cabo diferentes metodologías las cuales se describen el Capítulo de Generalidades de EIA y son específicas a cada grupo biológico y amparadas, por el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, específico de la Consultora que elabora el estudio bajo la Resolución 00587 del 10 de abril de 2019, también se tuvieron en cuenta los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Metodología General para la Elaboración de Estudios Ambientales.

La caracterización de la fauna silvestre (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) asociada a los ecosistemas del área de influencia del proyecto se realizó con base a los lineamientos establecidos mencionados, también se tuvo en cuenta el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villarreal, y otros 2004). Para la caracterización de la flora arbórea en veda se debe identificar las especies arbóreas en veda, revisando la legislación ambiental vigente, luego los profesionales encargados deben caracterizar las coberturas vegetales del área de intervención del proyecto y en ellas las especies arbóreas en veda en todas las categorías de tamaño, por último, se determinan taxonómicamente las muestras botánicas colectadas en campo por profesionales especializados.

Para flora epífita, se realizó una caracterización representativa de las especies epífitas dentro del área de influencia del proyecto, este inventario fue ejecutado siguiendo lo establecido en los lineamientos mencionados previamente. Para tener un sondeo de las especies que se esperaban encontrar en el área se utilizó el catálogo de plantas de Colombia (Bernal,

Gradstein, & Celis, 2015). Además, en campo se realizó la caracterización teniendo en cuenta lo establecido en el protocolo para un análisis rápido y representativo de la diversidad de epífitas (RRED-analysis) propuesto por Gradstein, et al (2003) y se realizó una evaluación de la estratificación vertical del forófito propuesta por Johansson (1974) y modificada por Ter Steege & Cornelissen (1989), muestreando cinco zonas del forófito: base del árbol, tronco, base de las primeras ramificaciones, ramificaciones internas y ramificaciones externas. En el caso donde no se logró la identificación de los ejemplares en campo se tomaron muestras botánicas de los individuos, y las muestras fueron remitidas para determinación e inclusión en algún herbario registrado ante el Instituto Alexander von Humboldt con el fin de obtener la determinación taxonómica más precisa.

Respecto a los principales ecosistemas acuáticos identificados en el área de estudio, se incluyen cuerpos lénticos que comprenden depósitos y estanques artificiales; y cuerpos de agua lóticos, que están compuestos por las diversas corrientes fluviales que atraviesan el Área de Influencia. La relevancia de los puntos seleccionados y representatividad en cuanto a cobertura espacial para realizar los muestreos, se determinó teniendo en cuenta los siguientes criterios: ubicación dentro del Área de Influencia, presencia en las cuencas identificadas en el área, cuerpos de agua con mayor cobertura dentro del área de influencia, diferentes tipos de cuerpos de agua (Lóticos: Arroyos intermitentes; Lénticos: Jagüeyes y lagunas), fuentes sujeto de aprovechamiento por el proyecto por captación.

Para realizar la caracterización y el análisis de los ecosistemas acuáticos de los cuerpos de agua superficial más representativos en el área del proyecto y de interés para las diferentes actividades y etapas, se contrató un laboratorio, el cual debe estar debidamente acreditado ante el IDEAM para tal labor. Los monitoreos fueron ejecutados en dos campañas, la primera entre abril y mayo de 2019 y en agosto de 2019 (época seca) y la segunda entre septiembre y octubre de 2019 (época de lluvia). Para la colecta de las muestras de ecosistemas acuáticos, es determinante el proceso de control y vigilancia del muestreo de las comunidades hidrobiológicas (fitoplancton, zooplancton, bentos, macrófitas y peces), la preservación y análisis es esencial para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de los resultados. Este proceso consiste en seguir o monitorear las condiciones de la toma de muestra, preservación, dosificación, transporte y su posterior análisis.

4.3. Zonificación ambiental

Es el proceso de sectorización de un área compleja como lo es el área de influencia, en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a las características y a la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, por lo tanto, es un proceso que integra la información de la caracterización ambiental de línea base y establece, de acuerdo a la normativa ambiental vigente y a las propiedades de los atributos de los componentes ambientales, su susceptibilidad ante fenómenos naturales y antrópicos, a fin de identificar zonas del área de influencia con diferentes grados de sensibilidad ambiental (MADS y ANLA, 2018).

Para la zonificación ambiental del medio biótico del EIA objeto de estudio, se tomó como referencia la caracterización del medio biótico en el área de influencia del proyecto, así como la legislación ambiental vigente; con base en esta información, se efectuó un análisis integral del medio, determinando la importancia y la sensibilidad ambiental del área, en su condición sin proyecto. Se analizaron las condiciones actuales de cada uno de los medios en cuanto a su fragilidad y vulnerabilidad ante la posibilidad de una intervención antrópica y su capacidad de retornar a sus condiciones iniciales; considerando las variables de cobertura de la tierra y áreas de importancia ambiental.

En la zonificación ambiental del medio biótico, es importante el criterio de los biólogos ya que se delimitan y analizan los elementos bióticos de mayor sensibilidad como lo son las áreas de especial interés (AEIA), donde se incluyen áreas con estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad, los ecosistemas estratégicos, rondas hidrográficas, corredores biológicos y zonas con presencia de especies endémicas y/o amenazada, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación de fauna y; zonas de paso de especies migratorias.

4.4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Es una caracterización detallada de los recursos naturales renovables que demandaría el proyecto y que serían utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes fases de construcción y operación del mismo. Se deben solicitar los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales, y se debe presentar como mínimo la información requerida en los Formularios Únicos Nacionales, existentes para tal fin.

En cuanto al medio biótico se calcula el volumen de Aprovechamiento forestal para las especies del área de intervención del proyecto. De acuerdo a los lineamientos sugeridos por

la ANLA, dentro de la información sobre las especies que son objeto de permiso de aprovechamiento forestal, pueden incluirse aquellas especies en categoría de veda arbórea, con las respectivas medidas de compensación que a éstas les confiere, y otras también sujetas a la afectación por el uso y aprovechamiento forestal requerido para el desarrollo del proyecto, corresponderían a las especies epifitas vasculares y no vasculares, identificadas en el área de influencia del proyecto.

Igualmente, el biólogo incluye en el Uso y Aprovechamiento de recursos naturales el trámite del permiso Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad, para viabilizar el desarrollo de las actividades necesarias y específicas en el Plan de Manejo Ambiental del Medio Biótico del proyecto; las cuales son propuestas para el manejo y conservación de las especies, el permiso de recolección de especímenes de la diversidad biológica, en el marco del EIA se presenta de modalidad individual, de acuerdo con lo consagrado en el Decreto 1076 de 2015 en su Sección 5. Estudio de Impacto Ambiental, artículo 2.2.2.3.5.1, numeral 3.

4.5. Evaluación ambiental

Este elemento del EIA tiene como objetivo evaluar los impactos ambientales que podría generar un proyecto, obra o actividad, es decir, evaluar los cambios que sufriría un parámetro ambiental entre dos escenarios diferentes, uno en el que no se desarrolla el proyecto y otro en el que sí (MADS y ANLA, 2018). Se debe elegir el método y los atributos que propicien una evaluación ambiental acorde con las características del proyecto y del entorno en el cual se pretende ejecutarlo, haciendo un uso responsable de los atributos de valoración en función de sus capacidades para describir la significancia de un impacto. La identificación y valoración de los impactos socio-ambientales que se pueden generar por el desarrollo de las etapas y actividades del proyecto, se basa en la caracterización ambiental del área de influencia, realizada con información secundaria, y primaria recopilada en campo, con el fin de abordar los dos escenarios (sin y con proyecto) que serán analizados.

Para el desarrollo de la evaluación ambiental del proyecto, se realizó una evaluación de los impactos ambientales para las actividades sin la llegada del proyecto (en adelante escenario sin proyecto), es decir las desarrolladas por la comunidad del área de influencia. Igualmente se realizó dicha evaluación para las actividades a desarrollar por el proyecto exploratorio (en adelante escenario con proyecto), para lo cual se utilizó la metodología de asignación de

valores a una serie de atributos que describen la significancia ambiental del impacto, desarrollado por Vicente Conesa Fernández, 2010.

Por lo tanto, el biólogo identifica los impactos con y sin proyecto que se presentan por actividades antrópicas o por las actividades del proyecto, y describe que impactos identificados se generan sobre el medio biótico, bajo los criterios y la valoración que da el biólogo según su conocimiento y concepto sobre la afectación de los recursos biológicos en el área de influencia del proyecto.

4.5.1. Metodología de evaluación de impactos ambientales

Partiendo de la caracterización de los diferentes medios que integran el área de influencia, se tiene para cada uno de los escenarios objeto de análisis el siguiente proceso para la evaluación ambiental de impactos:

- **Identificación y descripción de las actividades desarrolladas:** descripción resumida de cada una de las actividades antrópicas realizadas por la comunidad del área de estudio (Escenario Sin proyecto), posteriormente de las actividades a desarrollar con la llegada del proyecto de Exploración de hidrocarburos (Escenario Con proyecto).
- **Definición de los impactos ambientales:** a partir de la demanda y aprovechamiento de recursos naturales determinados por las actividades (identificadas en los escenarios Sin y Con proyecto), se establecen los impactos ambientales generados sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- **Identificación del componente y elemento impactado y actividad que lo genera (Matriz de identificación de impactos):** a partir de las actividades e impactos identificados se procede a determinar su interacción en los escenarios sin y con proyecto.
- **Definición de criterios de evaluación de impactos:** La evaluación de la importancia ambiental se determina utilizando los criterios de carácter, intensidad, extensión, duración, periodicidad, recuperabilidad, reversibilidad, momento, efecto, resiliencia, sinergia y acumulación; establecidos en la guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental de Vicente Conesa Fernández-Vítora.
- **Construcción de matriz de doble entrada para valoración de cada uno de los impactos (Matriz de evaluación de impactos):** a partir de los criterios para la evaluación se procede a evaluar los impactos ambientales según las actividades identificadas en los escenarios mencionados.

- **Descripción de impactos identificados:** La descripción de impactos se realiza mediante el uso de tablas (o fichas) individuales por cada impacto identificado, asociándolo a las diferentes actividades que lo generan, logrando un análisis por parte de cada profesional en su respectiva disciplina de estudio; donde se da la definición del impacto ambiental, las actividades que generan el impacto, el valor de importancia ambiental obtenido y la descripción del impacto ambiental en las diferentes actividades que lo generan.
- **Valoración y determinación de la importancia ambiental (IMA):** La valoración de los impactos es un procedimiento que permite de una forma ordenada llegar a establecer la importancia de un impacto, y a partir de ésta, establecer el tipo de medida de manejo socio-ambiental a seguir. Para los impactos con carácter negativo, se establecerán medidas de manejo para prevenirlos, mitigarlos, corregirlos o compensarlos, mientras que para los impactos positivos se podrían plantear estrategias para potencializarlos.
- **Análisis de resultados:** a partir de los resultados generados en los escenarios sin y con proyecto, se analizan los hallazgos más importantes.

4.5.2. Identificación y evaluación de impactos para el escenario sin proyecto

El Área de Exploración se ubica en jurisdicción de siete municipios del departamento de Sucre, y uno de Córdoba; por lo cual, la problemática ambiental actual corresponde principalmente a la existente en los corregimientos, veredas y zonas rurales de los municipios y departamentos anteriormente mencionados. La revisión de información secundaria corresponde a los documentos de interés público de las administraciones departamentales y municipales, que describen la situación actual de los componentes del medio ambiente en el área de influencia del proyecto.

4.5.3. Identificación y evaluación de impactos para el escenario con proyecto

La identificación y evaluación de los impactos que pueden ser generados por el proyecto de perforación exploratoria, se adelantó a partir de las actividades que serán desarrolladas por el proyecto en sus diferentes etapas de ejecución, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Las etapas, actividades y subactividades contempladas para el desarrollo del proyecto se listan y se describen en detalle en una matriz, y posteriormente se realiza el análisis de los impactos valorados.

4.5.4. Análisis de impactos acumulativos y sinérgicos con significancia ambiental severa

Para el análisis de los impactos acumulativos y sinérgicos se realiza una comparación de relaciones potenciales entre cada impacto evaluado para las actividades en el escenario sin proyecto y las correspondientes al desarrollo del proyecto. De acuerdo a la Importancia Ambiental (IMA) resultado de la evaluación para cada impacto, se identificó la correlación potencial entre las actividades de los dos escenarios, dado que la magnitud de la sinergia y acumulación se puede acentuar en la medida en que los efectos de las actividades sean significativos.

4.6. Zonificación de manejo ambiental del proyecto

La zonificación de manejo tiene como propósito establecer, para el área de influencia, zonas homogéneas de acuerdo al grado con el cual pueden ser intervenidas por el proyecto y se obtiene, a partir de la integración de la información proveniente de la zonificación ambiental, de las características del proyecto, del uso y aprovechamiento de recursos y de la evaluación ambiental. Se deben agrupar estas unidades en las siguientes áreas de manejo, indicando la superficie de cada unidad, su porcentaje de participación con respecto al área total del proyecto y las actividades a desarrollar, de acuerdo a las restricciones de cada una de ellas (MADS y ANLA, 2018).

Tanto la zonificación de manejo ambiental de cada medio, como la zonificación de manejo ambiental final (la agregación de los mapas de cada medio), se deben cartografiar a la escala que establezcan los respectivos términos de referencia genéricos, o a una más detallada de acuerdo con la vulnerabilidad ambiental de la temática tratada (MADS y ANLA, 2018).

El biólogo se encarga del análisis de dicha zonificación con respecto a los posibles impactos que se puedan generar en el medio biótico y de esta manera determinar las estrategias de manejo para la prevención, mitigación, restauración o compensación a desarrollar en cada una de las áreas de intervención que define la zonificación de manejo, para contrarrestar los impactos que pudiera generar el proyecto.

4.6.1. Identificación de áreas especiales

Para el establecimiento de la zonificación de manejo ambiental del proyecto, inicia desde la matriz de Sensibilidad – Importancia para determinar los diferentes niveles de aptitud de los medios físico, biótico y social frente al proyecto, hasta la identificación de la zonificación ambiental, para luego realizar el análisis de dicha zonificación con respecto a los posibles impactos que se puedan generar en cada medio analizado y de esta manera determinar las estrategias de manejo (prevención, mitigación, restauración o compensación) a desarrollar en cada una de las áreas de intervención que define la zonificación de manejo, para contrarrestar de la mejor manera los impactos que pudiera generar el proyecto. A continuación, se describe cada una de las categorías de manejo ambiental del proyecto:

- **Áreas de intervención:** Corresponden a zonas calificadas como de muy baja sensibilidad y baja importancia, con categoría de muy alta aptitud para el desarrollo del proyecto. Constituyen zonas donde se puede desarrollar el proyecto sin restricciones para uso y donde mediante la implementación de medidas de prevención y el seguimiento adecuado de las estrategias de manejo para cada recurso en particular, podrá retornar de manera natural a su estado inicial en el corto plazo.
- **Áreas de intervención con restricciones bajas:** Se incluyen aquellas zonas en las que el cruce de las variables de sensibilidad e importancia, da como resultado niveles de aptitud alta del medio para el desarrollo del proyecto, es decir zonas de baja sensibilidad socio ambiental, siendo necesaria la activación de medidas de manejo tendientes a la mitigación y/o corrección de efectos a corto plazo, así como la implementación de medidas de prevención durante la etapa constructiva del proyecto.
- **Áreas de intervención con restricciones medias:** Corresponde a las áreas donde el cruce de sensibilidad e importancia arrojaron niveles de media aptitud del medio para el desarrollo del proyecto, correspondientes a áreas de media sensibilidad socioambiental, para estas unidades, será necesaria la implementación de acciones de corrección y mitigación de efectos a largo plazo.
- **Áreas de intervención con restricciones altas:** Son áreas ubicadas en la categoría de baja aptitud para el desarrollo del proyecto, es decir zonas de altas sensibilidad ambiental, en estas zonas se requiere la implementación de acciones de mitigación, restauración y/ o compensación, en vista que los impactos que pueda causar el proyecto sobre los elementos categorizados como de intervención con restricciones altas, son recuperables solamente en el largo plazo, es necesaria la implementación de acciones de mitigación con efectos en el largo plazo.
- **Áreas de exclusión:** Son áreas excluidas para el desarrollo del proyecto, debido a la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socioambiental de las mismas, por su baja capacidad de auto recuperación y al carácter de régimen especial que poseen y que

las cataloga como áreas protegidas o ecosistemas sensibles. Son áreas calificadas como de muy alta sensibilidad y alta importancia.

4.6.1.1. Áreas de restricción ambiental identificadas en el área de influencia del proyecto:

Adicional a la interacción de los aspectos físico, biótico y social, es necesario tener en cuenta dentro de la zonificación de manejo ambiental del proyecto, las áreas especiales que cuentan con algún grado de restricción legal o ambiental, avalada y reconocida por las autoridades ambientales competentes. Las áreas de restricción ambiental (sensibilidad alta) son consideradas aquellas áreas que cuentan con limitantes ambientales y/o legales, pero que no son definitivamente excluyentes para la realización de un proyecto, obra o actividad, sino que, mediante concertación, consulta o adecuado manejo pueden ser utilizados para la ejecución de los proyectos.

Para tal fin, el biólogo debe consultar sobre la existencia de áreas protegidas y ecosistemas sensibles en el área de influencia del proyecto y determinar el grado de sensibilidad de dichas áreas y justificar porque algunas de estas áreas deben tener un adecuado manejo para ser utilizadas en el desarrollo de las actividades del proyecto. Por lo tanto, se consultan fuentes como el SIAC, el CONPES 3680, el Portafolio de Conservación Terrestre, el Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA, el SIRAP CARIBE y TNC, y las determinaciones ambientales de la corporación ambiental que corresponda.

4.7. Planes y programa de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) incluye los programas de manejo ambiental, el plan de seguimiento y monitoreo, el plan de gestión de riesgo y el plan de desmantelamiento y abandono.

En la formulación del PMA se deben tener en cuenta e incorporar, los aportes que resulten de los procesos participativos con las comunidades, organizaciones y autoridades del área de influencia; así mismo, prevalece el conocimiento específico del biólogo en la determinación de las medidas de manejo, seguimiento y monitoreo oportunas para los componentes del medio biótico.

4.7.1. Plan de manejo ambiental

Los programas de manejo ambiental constituyen una descripción detallada del conjunto de acciones, medidas y actividades que, producto de la evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Éste es uno de los numerales más importantes del EIA, pues de su correcta formulación, depende en gran medida el éxito ambiental del proyecto (en caso de que se le otorgue licencia), por lo que debe elaborarse de la forma más minuciosa posible y siempre atendiendo a la responsabilidad constitucional de velar por un ambiente sano.

El planteamiento de los programas, debe enfocarse al control integral de los impactos ambientales. Ya que puede haber impactos que se manifiestan en diferentes medios (por ejemplo, la contaminación del recurso hídrico superficial puede afectar elementos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico), es necesario que las medidas propendan por eliminar sus causas o en su defecto, que se orienten a manejar todos los lugares del área de influencia en los que se presentan dichos impactos. Los programas de manejo ambiental deben especificar lo siguiente:

- Objetivos de cada programa y subprograma.
- Metas relacionadas con los objetivos identificados.
- Impactos a manejar por cada programa (con base en la evaluación de impactos).
- Tipo de medida (prevención, mitigación, corrección o compensación).
- Fases del proyecto en las que se implementaría cada programa y subprograma.
- Lugares de aplicación (ubicación cartográfica, siempre que sea posible).
- Descripción de acciones específicas a desarrollar dentro de cada programa y subprograma.
- Relación de las obras propuestas a implementar.
- Cronograma estimado de implementación de los programas.
- Costos estimados de implementación de cada medida de manejo.
- Indicadores que permitan hacer seguimiento al cumplimiento de las metas propuestas para cada objetivo y determinar la eficacia y efectividad de cada programa y subprograma. La construcción de este sistema de indicadores debe considerar la caracterización ambiental de los componentes de cada medio y el cumplimiento de la normativa ambiental.

La elaboración de los programas de manejo ambiental debe asegurar que sus objetivos y metas se orienten al manejo efectivo de todos los impactos identificados y, que, durante su formulación, se tengan en cuenta en caso de que existan, los planes de desarrollo regional y

local, así como los del ordenamiento ambiental territorial, a fin de asegurar su coherencia con los mismos.

4.7.2. Plan de seguimiento y monitoreo

En este se debe plantear el seguimiento y monitoreo tanto a los planes y programas formulados en el EIA, como a la calidad ambiental una vez se inicie el proyecto. El seguimiento y monitoreo a los planes y programas tiene como propósito revisar la eficacia y confiabilidad de los mismos, así como identificar potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del proyecto y de sus planes y programas, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar. Este seguimiento y monitoreo se efectúa mediante el cálculo periódico y análisis de los indicadores que se formulan para los planes y programas del PMA.

El seguimiento y monitoreo a la calidad del medio, corresponde al seguimiento y monitoreo al cambio de los factores ambientales que ocurre como resultado de la ejecución del proyecto. Se efectúa mediante la medición de parámetros ambientales, el cálculo de indicadores y el desarrollo de análisis que interpreten los resultados obtenidos durante el monitoreo.

El plan para el seguimiento y monitoreo de la calidad del medio, debe incluir como mínimo:

- Objetivos.
- Componentes y factores ambientales a monitorear.
- Parámetros e indicadores (cuantitativos y cualitativos) orientados a establecer las alteraciones en la calidad del medio, especificando lo que se pretende medir y monitorear con cada uno de ellos, así como la siguiente información: nombre de cada parámetro e indicador, unidad de medida, frecuencia de medición o de cálculo, duración del monitoreo, definición, pertinencia, fórmula y metodología de medición o cálculo, criterios para el análisis e interpretación de resultados y los impactos y medidas de manejo a las que responde.
- Localización de los sitios de monitoreo, cuando aplique, con la respectiva ubicación cartográfica.

4.7.3. Otros planes y programas

4.7.3.1. Plan de compensación del medio biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental

De acuerdo con lo establecido en el numeral 12 del artículo 2.2.2.3.5.1 del Decreto 1076 de 2015, se debe presentar un plan de compensación de acuerdo a la normativa vigente. Las compensaciones deben dirigirse a conservar áreas ecológicamente equivalentes (áreas con los mismos ecosistemas) a las afectadas, en lugares que representen la mejor oportunidad de conservación efectiva, dicho plan debe contemplar los siguientes elementos:

- Identificación de los impactos no evitados, mitigados o corregidos (de acuerdo al capítulo de evaluación ambiental).
- Objetivos y alcance del plan de compensación.
- Localización preliminar de las áreas para la implementación de las medidas de compensación.
- Información de las áreas ecológicamente equivalentes para compensación (tipo de ecosistema, estructura, condición, composición y riqueza de especies, entre otras características).
- Evaluación de los potenciales riesgos bióticos, físicos, económicos, sociales de la implementación del plan de compensación y una propuesta para minimizarlos.
- Definición de las acciones, modos, mecanismos y formas de implementación.
- Plan operativo y de inversiones del plan de compensación.
- Identificación de indicadores de gestión y de impacto.
- Plan de monitoreo y seguimiento formulado en función de la eficacia, eficiencia e impacto del plan de compensación. Dicho plan debe ser coordinado con la autoridad ambiental competente.
- Propuesta de manejo a largo plazo.

Las compensaciones del componente biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental para el área de exploración, se definió con base en los criterios establecidos en el Manual de Compensaciones ambientales del componente biótico, actualizado por medio de la Resolución 0256 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), así como los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de exploración de hidrocarburos, adoptados por el MADS a través de la Resolución 421 del 20 de marzo del 2014.

5. RESULTADOS

El Estudio de Impacto Ambiental revisado presentó los lineamientos, requerimientos y elementos metodológicos generales, así como las especificaciones técnicas que se indicaron en los respectivos términos de referencia establecidos en la Metodología General para la

Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales en Colombia. La participación del Biólogo se evidenció, en los contenidos generados para cada uno de los Capítulos descritos anteriormente; a partir de los lineamientos metodológicos, la recolección de información primaria y fuentes de consulta específica, los profesionales bióticos generaron los siguientes resultados en el marco de la construcción del EIA:

5.1. Área De Influencia

El área de influencia de un proyecto, obra o actividad se define como la zona en la cual se manifiestan los impactos ambientales significativos de las actividades que se desarrollan durante todas sus fases de desarrollo, su identificación y delimitación está estrechamente vinculada a la caracterización ambiental y a la evaluación ambiental, pues son procesos que dependen los unos de los otros y que deben realizarse de forma conjunta e iterativa hasta establecer una superficie que satisfaga la definición de área de influencia (MADS Y ANLA, 2018).

Los impactos ambientales significativos de interés para la definición del área de influencia, son aquellos impactos negativos directos, indirectos, sinérgicos y/o acumulativos, que por la afectación que producen al ambiente resultan de importancia para la sociedad. Un aspecto importante para definir la delimitación del área de influencia, consiste en que los componentes sobre los cuales se debe efectuar el análisis de las áreas de influencia, corresponden a los indicados en el numeral de caracterización ambiental para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico); dicha caracterización ambiental de las áreas de influencia, debe presentar información primaria y secundaria para cada componente, grupo de componentes o medios (MADS Y ANLA, 2018).

Por lo tanto, la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, inició con la recopilación y revisión de información secundaria de la zona de influencia como Esquemas y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial de cada uno de los municipios, Planes de Desarrollo, estudios generalizados de suelos elaborados por el IGAC, información del IDEAM, entre otros; y la recolección de información primaria, se realiza a partir de recorridos en el área de estudio, y se desarrollaron los escenarios de participación con las comunidades, autoridades y demás actores identificados en el área de influencia (GEOCOL, 2020). El biólogo, una vez recopilada la información secundaria y primaria correspondiente al medio biótico la analiza, procesa y realiza las modelaciones que correspondan para la elaboración del área de influencia del proyecto.

5.1.1. Área de influencia medio biótico: Para definir y delimitar el área de influencia biótica del EIA objeto de estudio, se tomó como unidad mínima de análisis los ecosistemas presentes en el área del proyecto y los posibles impactos que puedan llegar a presentarse y que afecten el medio biótico, también utilizaron elementos naturales y antrópicos que constituyen barreras naturales que permiten la propagación de posibles impactos, los cuales se diferenciaron a partir de los cambios de criterios bióticos y límites hasta donde podrían presentarse los impactos, teniendo en cuenta las actividades propuestas a realizar en el proyecto, las áreas puntuales a intervenir y la demanda de recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

5.2. Caracterización del Área De Influencia

Es importante que se incorporen parámetros e indicadores que brinden información clave sobre las características ambientales y que además permitan monitorear los cambios que se puedan ocasionar por la ejecución del proyecto sobre los factores ambientales; en caso de existir, se deben utilizar los indicadores ambientales que han formulado los institutos de investigación del SINA (IDEAM, INVEMAR, IAvH, IIAP y SINCHI), PNN y los que se han establecido para informar sobre la línea base de los POMCA de las cuencas en el área de influencia.

5.2.1. Caracterización del Medio Biótico

La obtención de la línea base biótica se fundamenta, en la realización de inventarios y caracterizaciones de la biodiversidad, que generalmente incluyen actividades de recolección de especímenes de la diversidad biológica. Por otra parte, es necesario que el desarrollo de la caracterización del medio biótico, este bajo metodologías acertadas y rigurosas, llevadas a cabo por profesionales con conocimiento de los grupos biológicos objeto de estudio, y con experiencia en las técnicas y métodos de campo y laboratorio.

Por su parte, la Consultora ejecutó el estudio amparada bajo el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales bajo la Resolución N° 00587 del 10 de abril de 2019 otorgada por la ANLA, en el cual se establecen los perfiles de los profesionales autorizados para realizar la caracterización del medio biótico, se determinan las metodologías permitidas (unidades y esfuerzos de muestreo) y se definen las técnicas y cantidades permitidas para la recolección de especímenes de cada grupo biológico. Además se debe informar a la autoridad ambiental competente (en este caso ANLA) con 15 días de antelación el desplazamiento al área geográfica donde se realizará el estudio ambiental.

Los profesionales que cumplen con los perfiles establecidos en el permiso que ampara la colecta de material para la caracterización del medio biótico son profesionales universitarios graduados en biología, licenciatura en biología o ecología y con la respectiva experiencia específica para cada grupo biológico, y así garantizar el cumplimiento de las obligaciones que le confiere al permiso de colecta. Para el registro de las especies identificadas en campo, los profesionales elaboran previamente un formato de campo que les permita registrar la información de las especies encontradas, además se debe incluir información de la localidad de cada punto de muestreo donde se identificaron las especies de fauna y flora. A continuación, se describen los procedimientos y componentes que llevan a cabo los profesionales en biología para obtener la caracterización del medio biótico.

5.2.1.1. Metodología flora arbórea en veda

1. **Fase de pre campo:** Para esta etapa se debe revisar la información secundaria que permita determinar las posibles especies arbóreas en veda que podrían ser registradas en el área de intervención del proyecto, a partir de la legislación ambiental vigente en materia que corresponde a la Resolución nacional de especies en veda de 1977; además se determinan los ecosistemas y zonas de vida en las que se desarrolla el proyecto para definir el diseño muestral de dicho grupo.
2. **Fase de campo:** Durante esta fase tres ingenieros forestales y seis biólogos caracterizan las coberturas vegetales del área de intervención del proyecto y en ellas las especies arbóreas en veda en todas las categorías de tamaño (brinzal, latizal y fustal), y se colecta por lo menos un individuo de cada morfotipo. Los puntos de muestreo para las especies arbóreas en veda se establecen en los mismos sitios donde se ubicaron las parcelas para la caracterización unidades de cobertura y ecosistemas, y los de caracterización de la flora epífita. Los cálculos del error de muestreo se dan con una probabilidad del 95% y un error menor al 15% por unidad de cobertura, teniendo en cuenta que el tamaño del muestreo sea adecuado y representativo para cada cobertura vegetal de acuerdo con la heterogeneidad que ésta presente.
3. **Fase post campo:** En esta fase se identificaron taxonómicamente las muestras botánicas colectadas en campo, éstas fueron determinadas por profesionales especializados, y por herbarios adscritos ante el Instituto Alexander von Humboldt, los cuales cuentan con su respectivo Registro Único Nacional de Colecciones biológicas.

5.2.1.2. Metodología Flora Epífita

1. **Fase de pre campo:** Durante esta fase se planifica y se prepara todo lo necesario para la adecuada recolección de la información base requerida en la solicitud de levantamiento de veda; se revisa la información de zonas de vida, biomas, ecosistemas y coberturas vegetales, y se determina el diseño muestral a utilizar.

Se realiza la revisión de la información secundaria relacionada con las especies potencialmente presentes dentro del área del proyecto de exploración, se indaga en bibliografía y literatura especializada, con el fin de tener un sondeo previo de las especies que se esperan encontrar, como por ejemplo el catálogo de plantas de Colombia. A partir de la revisión de fotografías aéreas, imágenes satelitales disponibles del área de estudio, información geográfica nacional, se genera el mapa de coberturas de la tierra preliminar de acuerdo a la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, con el fin de determinar el número de coberturas y/o ecosistemas a muestrear.

Una vez establecidos los mapas anteriores, se seleccionan los sectores potenciales a caracterizar, considerando una distribución adecuada en el área de estudio que permita la máxima representación de las coberturas de la tierra.

2. **Fase de campo:** En esta fase se realiza el establecimiento de parcelas para la caracterización de las especies de hábito epífita, terrícola y rupícola; se colectan las muestras botánicas cuando no es posible su identificación en campo; y por último se presanan y preservan las muestras.

Los aspectos metodológicos para el diseño de muestreo, consistieron en: **1)** Verificación en campo de la presencia de especies epífitas sobre los árboles dentro del área de intervención, y su caracterización y **2)** Verificación en campo de la presencia de especies rupícolas y terrestres de los grupos de interés (bromelias, orquídeas, líquenes, musgos, hepáticas, cactus, aráceas, entre otras) en estos sustratos, y su respectiva caracterización y determinación taxonómica hasta el máximo nivel posible, además se registra la abundancia de los individuos.

En el caso donde no se logra la identificación de los ejemplares en campo se toman muestras botánicas de los individuos y las muestras son remitidas para determinación e inclusión en un herbario registrado ante el Instituto Alexander von Humboldt con el fin de obtener la determinación taxonómica más precisa.

3. **Fase post-campo:** En esta fase se realiza el procesamiento de la información junto con la elaboración de informes, consolidando los datos registrados en campo como matrices, archivo fotográficos, tracks, determinación taxonómica a través de bibliografía especializada y la observación de las muestras colectadas durante la etapa de campo, entre otros; elaborando los documentos, cartografía y geodatabase correspondiente; y por último se da cumplimiento a las obligaciones adquiridas bajo el permiso de colecta, tales como, depositar los especímenes recolectados en una colección nacional registrada ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”, y reportar al Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia -SIB- la información asociada a los especímenes recolectados, y entregar a la ANLA la constancia emitida por dicho sistema entre otra documentación.

Luego de la identificación taxonómica de las especies registradas en campo, se procede a realizar el análisis de la información de la siguiente manera:

3.1 Curva de acumulación de especies: es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo. Las curvas de acumulación de especies permiten dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación; mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables; y extrapolar el número de especies observado en el inventario para estimar el número total de especies que estarían presentes en una zona. Para la elaboración de la curva de acumulación de especies, se pueden utilizar programas como EstimateS y Microsoft Excel. Además, se utilizan métodos no paramétricos, los cuales son utilizados cuando no se asume una distribución estadística conocida a ningún modelo determinado; estos se emplean generalmente cuando no se tienen datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie.

3.2 Análisis de diversidad: se establece la riqueza, composición y abundancia de las especies caracterizadas en cada una de las coberturas objeto de solicitud, así como por cada categoría de muestreo (epífitas, rupícolas y terrestres). Se presentan las especies de acuerdo a su porcentaje de abundancia y frecuencia en general en las diferentes coberturas, adicional a esto, y se exponen las fotografías de las especies más significativas de acuerdo a su abundancia y frecuencia.

3.3 Estratificación vertical: se realiza un análisis de estratificación vertical, ya que las diferentes especies manifiestan preferencias en la ubicación dentro de los árboles forófitos de acuerdo a variables ambientales como luz o humedad de cada microhábitat.

3.4 Identificación de especies amenazadas o de importancia para la conservación: es muy importante realizar la revisión del estado de amenaza de las especies registradas en la caracterización, esto se realiza utilizando los libros rojos de plantas de Colombia Volúmenes 2, 3 y 6, también se debe revisar los Apéndices de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestre (CITES I, II y III), la Resolución 1912 de 2017, “por la cual se establece el listado de las especies amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional” del MADS y la lista roja de la Union for Conservation of Nature (UICN).

5.2.1.3. Metodología Fauna silvestre

- 1. Fase de pre campo:** Para la caracterización de la fauna silvestre en el área de influencia del área de exploración, se realiza una revisión en literatura especializada, bases de datos de colecciones científicas y estudios de impacto ambiental realizados en la zona, con el fin de recopilar información de las especies potencialmente presentes.

Las bases revisadas fueron las del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales 2019), Instituto Alexander von Humboldt y el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia (SIB), se usó como filtro de búsqueda los municipios que integran el área de influencia del proyecto y un rango altitudinal de 50 – 200 msnm.

Además, se consultó información sobre las categorías para los diferentes grupos faunísticos con respecto al comercio ilegal se obtuvo de los apéndices CITES (Convention On International Trade In Endangered Species Of Wild Fauna And Flora 2019). En cuanto a la relación de especies amenazadas en el territorio nacional, se revisaron los listados publicados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018, la Resolución 1912 de 2017, por la cual se establece el listado de las especies amenazadas de la diversidad biológica colombiana, también se tuvo en cuenta la serie de los libros rojos de Colombia, publicados por el Instituto Alexander von Humboldt para mamíferos (Rodríguez, y otros 2006), reptiles (Morales-Betancourt, y otros 2015), anfibios (Rueda-Almonacid, Lynch y Amézquita 2004) y Libro Rojo de las Aves de Colombia Vol. I y II (Renjifo, y otros 2014), (Renjifo-Martínez 2016). Así mismo, se consultó la clasificación a nivel global de acuerdo con la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).

Por último, con una imagen Mosaico RapidEye2, con resolución espacial de 5 metros, resolución espectral 5 y resolución radiométrica de 16 bits, se ubicaron algunos puntos preliminares para el muestreo de fauna del proyecto; estos sitios fueron seleccionados a partir

de la oferta de hábitats (Coberturas de la tierra de tipo arbóreo o arbustivo) y biomas que estuvieran dentro del área de influencia del proyecto.

1.1. Determinación de sitios de muestreo: El desarrollo de los muestreos de fauna en el área de influencia del proyecto se enmarca en 17 puntos, donde se instalaron equipos en cuatro de ellos, mientras que en los restantes se desarrollaron transectos, puntos de observación y encuestas. Debido al alto grado de transformación del área por las actividades antrópicas relacionadas con la dinámica sociocultural y económica de la región, se encontró restricción en la definición de sitios de muestreo, los cuales se determinaron según criterios como la presencia de fuentes hídricas, parches de vegetación natural, distancia a centros poblados, zonas industriales, vías y biomas.

Para la selección de las estaciones y puntos de muestreo se tuvo en cuenta la caracterización de todas coberturas de la tierra y biomas que hacen parte del área de influencia y su distribución, con el fin de realizar una valoración integral del área en la cual se puede llegar a expandir los impactos ocasionados por el desarrollo de las actividades del proyecto.

2. Fase de campo: se caracteriza la fauna del área de influencia (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) aplicando técnicas de captura y observación directa para cada grupo de fauna, y por último se realizan encuestas a la población del área de influencia del proyecto (GEOCOL, 2020).

2.1. Métodos de registro: Una vez identificados y seleccionados los sitios de muestreo, se procedió a la aplicación de las diferentes metodologías en cada uno de los sitios, los muestreos se efectuaron en diferentes horas del día de acuerdo con el grupo faunístico evaluado. Otro mecanismo de detección de fauna silvestre se definió mediante el diligenciamiento de encuestas semiestructuradas a los pobladores de las zonas con el objeto de conocer la presencia de las diferentes especies, los nombres comunes para la zona, principales especies objeto de caza, usos comunes en la región, hábitats, rutas de migración, refugios, entre otros.

2.1.1. Herpetofauna (Anfibios y Reptiles): Para el presente estudio se tomaron datos relacionados con la composición, riqueza y abundancia relativa de anfibios y reptiles en diferentes tipos de hábitat, representados por las unidades de cobertura vegetal descritos en la caracterización florística. Se empleó la técnica de transectos de inspección por encuentro visual de longitud variable sin tiempo determinado (Crump y Scott, 1994).

Este método consiste en caminar aleatoriamente a lo largo de una quebrada, alrededor de un pantano, o siguiendo una trocha dentro del bosque, observando y buscando con mucha

atención cualquier especie de anfibio o reptil que se pueda encontrar tanto dentro como fuera del agua, en las orillas, hasta 20 metros de distancia a cada lado de las quebradas o arroyos y una altura de hasta 2 m. En el presente estudio se empleó únicamente el muestreo por transectos, realizando recorridos diurnos y nocturnos entre las 8:00 y 17:00 horas para las especies diurnas y entre las 18:00 y 23:00 horas para las especies nocturnas en diferentes localidades, buscando activamente individuos en todos los lugares posibles: vegetación, hojarasca, debajo de troncos y rocas; el esfuerzo de muestreo para esta técnica fue de 178 horas-hombre.

2.1.1.1. Captura e identificación de especímenes: La captura de los individuos se efectuó en forma manual para anfibios y saurios; mientras que para serpientes se emplearon ganchos o pinzas herpetológicas, capturando ejemplares hasta una altura de 2 m. Cada ejemplar capturado se almacenó en bolsas plásticas y de tela para su posterior toma de medidas, descripción, y registro fotográfico, anotando la siguiente información: fecha y hora de captura, altura a la que fue encontrado (posición vertical a nivel del suelo), sustrato sobre el cual fue encontrado. No se realizaron colectas definitivas de herpetos, los individuos colectados fueron manipulados en campo para tomar los datos morfométricos y características taxonómicas, para corroborar la determinación se empleó el respectivo registro fotográfico, después de este procedimiento los ejemplares fueron liberados en el mismo sitio en el cual fueron capturados.

2.1.2. Aves: Para la caracterización de la avifauna del área de influencia del proyecto, se utilizaron técnicas de captura con redes de niebla y detección visual y auditiva, siguiendo los procedimientos sugeridos por el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villarreal, y otros 2004). Las capturas con redes de niebla permiten el reporte de aves pequeñas difícilmente observables o diferenciables; mientras que los transectos de observación permiten inventariar la mayor parte de las aves medianas y grandes; así como aquellas en los estratos superiores de la vegetación (Ralph, y otros 1996).

2.1.2.1. Método de observación: Se realizaron 389 puntos de observación para la detección visual y auditiva que abarcaban las unidades de cobertura vegetal presentes en los diferentes sectores del área de influencia. Los recorridos se realizaron a velocidad constante (aproximadamente 5 km/h) donde se iban registrando los individuos observados o escuchados a una distancia máxima de 25 m a cada lado del punto de observación. Para cada individuo observado se tomó información acerca de su actividad, cobertura de asociación, estrato de forrajeo, alimento consumido, sexo (cuando fue posible) y organización social. Los recorridos fueron realizados durante las horas de mayor actividad de las aves, es decir, en la mañana entre las 6:00 y las 12:00 horas, y en la tarde entre las 15:00 y las 18:00 horas.

2.1.2.2. Método de captura: Se instalaron 10 redes de niebla de 12x2.5 m y ojo de malla de 32 mm en cuatro estaciones de muestreo abarcando las coberturas naturales con cobertura arbórea presentes en el área de influencia, durante 12 días efectivos. El periodo de apertura comprendió desde las 6:00 horas hasta las 10:00 horas y de las 14:00 a las 18:00. El esfuerzo de muestreo realizado con esta técnica fue de 480 horas – red.

Los individuos capturados fueron retirados de las redes e introducidos en bolsas de tela para ser llevados al sitio de toma de datos, donde se realizaron mediciones del tarso, ala, cola, comisura, culmen expuesto y total, y se determinó la edad, sexo, estado reproductivo, grasa y desgaste del plumaje. Todos los individuos capturados fueron liberados a su hábitat natural, no se realizaron colectas definitivas durante el muestreo de campo. Para la determinación taxonómica de las aves capturadas se empleó la “Guía de Aves de Colombia” (Hilty y Brown 2001), “Birds of Northern South America” (Restall, Rodner y Lentino 2007).

2.1.3. Mamíferos: Se utilizaron técnicas de registro directo e indirecto, incluyendo la realización de recorridos de observación y uso de cámaras trampa para mamíferos medianos a grandes, capturas con trampas Sherman y Tomahawk para pequeños mamíferos no voladores como marsupiales y roedores. También se instalaron redes de niebla para los quirópteros (Murciélagos).

2.1.3.1. Trampas Sherman y Tomahawk: Con el fin de capturar mamíferos no voladores pequeños y medianos, fueron instaladas un total de 25 trampas Sherman con dimensiones de 8x9x23 cm y dos trampas Tomahawk, para los sitios de muestreo seleccionados; las cuales fueron distribuidas en los diferentes tipos de cobertura presentes. Las trampas fueron instaladas a nivel del suelo, en cuatro estaciones, combinando Sherman y Tomahawk y cebadas con una mezcla de avena en hojuelas, maní y esencia de vainilla o banano. Las trampas permanecieron activas durante toda la noche y los días posteriores después de ser instaladas, y fueron revisadas durante la mañana siguiente y recebadas en caso de ser necesario.

2.1.3.2. Cámaras trampa: En el área de influencia fueron instaladas 12 cámaras trampa marca Bushnell (TrophyCam) de 8 megapíxeles, las cuales fueron ajustadas a la base de los árboles en los sitios donde se observarán senderos, huellas u otros rastros dejados por mamíferos. Las trampas se mantuvieron en funcionamiento durante todo el tiempo que permanecieron en el sitio de muestreo a partir del momento de ser instaladas, y fueron visitadas cada dos días con el fin de validar su funcionamiento. Al finalizar el muestreo, las cámaras fueron retiradas y se procedió con el análisis de las fotografías tomadas.

2.1.3.3. Transectos de observación: Se realizaron 22 transectos de observación con una longitud variable de 2 a 3 km se hicieron recorridos a velocidad constante (aproximadamente 1 km/h) donde se iban registrando los individuos observados o escuchados a una distancia máxima de 5 m a cada lado del transecto para la detección de mamíferos terrestres y arborícolas. En estos recorridos se buscó evidencia directa de la presencia de mamíferos desde el sotobosque hasta el dosel de las diferentes coberturas vegetales presentes en el sitio de muestreo; así mismo se realizó la búsqueda de madrigueras, huellas, heces, comederos, cráneos, y otros rastros que permitieran determinar de forma indirecta la presencia de mamíferos en la zona.

2.1.3.4. Capturas con redes de niebla: Para la captura de murciélagos se instalaron de 8 redes de niebla (2,5 x 12 Metros) para un total de 96 metros lineales por punto de muestreo las cuales se ubican en lugares estratégicos como áreas planas, filos de montaña, bosques nativos o cerca de cultivos. Las redes se abrieron a las 18:00 horas, momento en que los murciélagos inician su actividad de forrajeo y se cerraron a las 21:00 horas. Después de su apertura, las redes se revisaron cada hora con el fin de extraer los individuos capturados los ejemplares fueron introducidos en bolsas de tela y llevados a un sitio cercano para el procesamiento de información, consistente en la toma de medidas morfométricas, además de datos de edad, sexo y estado reproductivo, así como el registro fotográfico correspondiente.

Para la identificación de los ejemplares se siguieron las claves de Muñoz (2001) y las de Aguirre et al (2009), las cuales se basan en caracteres externos, medidas craneales, corporales y principalmente en la medida del antebrazo. Adicionalmente se consultó Emmons (1999), Voss y Emmons (2000), Dos Reis, (2007), y Solari (2013) para obtener información ecológica y de distribución.

2.1.3.5. Encuestas: Como complemento a las técnicas de muestreo descritas, se realizaron algunas encuestas a pobladores locales que tuvieran viviendas cerca de los sitios de muestreo, para indagar acerca de las especies de difícil observación y/o de densidades poblacionales muy bajas en el área.

3. Fase post campo: A partir de los datos obtenidos en campo, para cada grupo faunístico se construyó una base de datos donde las especies registradas fueron agrupadas de acuerdo a su clasificación taxonómica y se incluyó la información de abundancias y datos ecológicos evaluados. A partir de la información primaria obtenida se realizaron los siguientes análisis:

3.1. Curvas de acumulación de especies y riqueza máxima esperada:

Para determinar la representación de las especies registradas en la comunidad, se elaboraron curvas de acumulación de especies, las cuales se compararon con la riqueza máxima esperada. Para la construcción de las curvas, se establecieron muestras máximas para cada grupo, de acuerdo con la fecha, localidad y método de captura empleado, con el fin de minimizar la diferencia de tamaños entre las muestras, y de esta forma, hacerlas más adecuadas para el análisis, de acuerdo con lo propuesto por (Villarreal, y otros 2004).

3.1.1. Estimadores empleados para la representatividad del muestreo de fauna:

- Las curvas de acumulación de especies y las funciones de riqueza máxima esperada fueron realizadas en el programa EstimateS (Colwell, 2010), mediante el cual se calculó un valor esperado de especies en diferentes tamaños de muestra.
- La curva de Chao 2, es un estimador no paramétrico en el sentido estadístico, ya que no asume el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajusta a un modelo determinado. Este se considera como el estimador menos sesgado para muestras pequeñas (Moreno, 2001).
- El estimador Jack 1, 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 la comunidad con base en el número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra (Moreno, 2001).
- El estimador Bootstrap, se basa en p_j , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j . Al parecer es menos preciso que los anteriores. Este es el estimador de la riqueza (Mora, 2001).
- La curva de Chao 1, por su parte es estimada a partir de la aparición de singletons (especies con un solo registro) y doubletons (especies con dos registros) (Colwell, 2010).
- El estimador ACE (Abundance-base Coverage Estimator) es una modificación del índice de Chao-1, que no solo tiene en cuenta las especies con un solo individuo (singletons), sino también las especies que son consideradas raras (con 10 o menos individuos) y las abundantes (con más de 10 individuos) (Colwell, 2010).
- La curva de Michaelis-Menten, se basa en la proporción de la riqueza observada con respecto del número total de individuos en la muestra (Colwell y Coddington, 1994).

3.2. Análisis de la comunidad y diversidad:

El análisis de la comunidad (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se realizó con base en atributos de composición, riqueza, abundancia y diversidad, los cuales fueron evaluados a nivel de las diferentes unidades de cobertura de la tierra identificadas en el inventario forestal. La diversidad alfa se analizó con base en índices de riqueza, dominancia y equidad. Para evaluar la riqueza específica, se calculó la riqueza absoluta, es decir, el número de especies registradas por cobertura vegetal.

Adicionalmente, se calculó el índice alfa (α) de Fisher, que está basado en el modelo de la serie logarítmica de distribución de abundancias de las especies y es independiente del tamaño de la muestra, lo que permite realizar comparaciones, aunque no se tenga el mismo esfuerzo de muestreo entre diferentes sitios (Moreno, 2001). Para evaluar la dominancia, se utilizó el índice de Simpson, que manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Moreno, 2001).

Para evaluar la equidad, se utilizó el índice de Shannon, que expresa el grado de uniformidad en que están distribuidas las especies en la muestra. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

La diversidad beta fue evaluada en términos de la similitud observada entre los hábitats evaluadas en términos de las especies compartidas entre ellos, para lo cual se realizó un análisis de conglomerados por medio del índice Bray-Curtis o Sorensen cuantitativo, el cual es bastante robusto y tiene en cuenta las bajas abundancias de especies compartidas.

3.3. Relaciones ecológicas:

Se analizaron algunos atributos ecológicos para las especies registradas, incluyendo el hábitat, organización social, estructura trófica, ritmos de actividad, estrato, patrones de distribución espacial y sitios de concentración estacional.

Para la herpetofauna, las preferencias de hábitat se establecieron de acuerdo a la asociación de las especies con cada cobertura y el nivel de exclusividad o no dentro de cada una de ellas. De la misma forma, se analizaron los hábitos, correspondientes a terrestre, arbóreo y semiacuático; y las dietas, que incluyeron insectívoros, otros invertebrados, carnívoros y omnívoros.

Para las aves, la estructura trófica, se evaluó de acuerdo a los hábitos alimenticios y estrategias de forrajeo, siguiendo lo propuesto por (Rosselli y Stiles 1998) con algunas modificaciones, estableciéndose 17 gremios; para analizar el comportamiento de la avifauna,

las especies fueron clasificadas de acuerdo a su organización social en cuatro categorías: (S) solitario, (P) parejas, (GM) grupos monoespecíficos, (BM) bandadas mixtas (Rosselli y Stiles 1998).

Para los mamíferos, se analizó el uso del hábitat, teniendo en cuenta la asociación a los tipos de cobertura, para establecer la exclusividad hacia algún tipo de hábitat o la capacidad de cada especie para usar diferentes tipos de hábitat. Así mismo, se evaluó la distribución espacial de cada grupo y los posibles sitios donde pueden concentrarse durante diferentes periodos climáticos. En cuanto a la estructura trófica, los mamíferos fueron clasificados de acuerdo al tipo de recursos aprovechados por cada especie, analizando además el hábito nocturno o diurno y terrestre o arborícola de cada especie, lo cual constituye una separación en la forma de aprovechamiento de los recursos.

3.4. Especies de interés:

Son de especial interés aquellas especies de fauna sobre las cuales recae una mayor vulnerabilidad a la desaparición, ya sea por sus rasgos de vida, por la intensa cacería a la que son sometidas, por una distribución restringida o por pérdida de su hábitat. Para cada grupo de fauna en el área de influencia del área de exploración, se identificó la categoría de amenaza de las especies registradas, de acuerdo a lo establecido en la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), los libros rojos de Colombia (mamíferos, Rodríguez – Mahecha *et al.*, 2006; reptiles, Castaño-Mora, 2002 y Morales-Betancourt *et al.*, 2015; anfibios (Rueda-Almonacid, Lynch y Amézquita 2004); aves (Renjifo, y otros 2014) (Renjifo, y otros 2014) y la lista roja dada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2019. Versión 2019-1).

5.2.1.4. Metodología ecosistemas acuáticos

Por otra parte, y de acuerdo a los términos de referencia, el biólogo relaciona y analiza los resultados obtenidos en dos épocas climáticas (seca y lluvias), comparando entre éstos, la estructura y composición de las comunidades hidrobiológicas (plancton, macroinvertebrados bentónicos, perifiton, macrófitas e ictiofauna), lo anterior con el fin de determinar el estado ambiental de los cuerpos de agua mediante la abundancia, riqueza y análisis de las especies bioindicadoras encontradas en cada comunidad. Luego se calculan los índices de diversidad y se relacionan con las especies bioindicadoras para generar el estado ambiental aproximado.

Los monitoreos fueron ejecutados en dos campañas, la primera entre abril y mayo de 2019 y en agosto de 2019 (época seca) y la segunda entre septiembre y octubre de 2019 (época de

lluvia), para la primera y la segunda campaña se tuvieron en cuenta los parámetros de monitoreo exigidos para actividades de captación y ocupaciones de cauce. Adicionalmente, para la segunda campaña se contemplaron algunos parámetros adicionales que permitieran calcular los índices de calidad del agua y la correlación de parámetros hidrobiológicos con fisicoquímicos, como línea base e información de referencia para futuros análisis comparativos, al respecto, de los cuerpos de los cuerpos de agua del área de estudio.

Para realizar la caracterización y el análisis de los ecosistemas acuáticos de los cuerpos de agua superficial más representativos en el área del proyecto y de interés para las diferentes actividades y etapas, se contrató al laboratorio AGQ Prodycon Colombia S.A.S., debidamente acreditado ante el IDEAM para tal labor.

Los siguientes procedimientos describen los principales aspectos del control y vigilancia de las muestras.

- a. **Plan de Muestreo:** Antes del muestreo se realizó el plan de muestreo que contiene la información de: tipo de muestreo, número de muestras por punto de muestreo, sitio de monitoreo, recipientes, parámetros a analizar, preservación y demás aspectos logísticos relacionados.
- b. **Etiquetas:** Para prevenir confusiones en la identificación de las muestras, estas se etiquetan antes de o en el momento del muestreo; en estas etiquetas se registró, con tinta a prueba de agua, la siguiente información: Número de muestra, fecha y lugar de recolección, preservación realizada según sea el caso y la firma de la persona que realizó el monitoreo.
- c. **Datos de campo y Cadena de Custodia:** Se registró toda la información pertinente a las observaciones de campo o del muestreo en el formato cadena de custodia según la matriz de análisis a monitorear, en el que se incluyó: tipo de muestreo, matriz de análisis, localización y georreferenciación de la estación de muestreo o punto de monitoreo, empresa que solicitó el servicio, número de la muestra, fecha y hora, firma de la persona que realizó el monitoreo, tipo de muestra y método de preservación.
- d. **Preservación y Cantidad de Muestra:** La preservación de las muestras se realizó inmediatamente después de la toma con reactivos de calidad analítica, material refrigerante y apropiado embalaje, según las indicaciones de la Guía para el Monitoreo de Vertimientos, Aguas Superficiales y Subterráneas del IDEAM (2002), normas colombianas NTC 5667-n y Standard Methods 23nd para asegurar la integridad de las muestras.

- e. **Envío de la muestra al laboratorio:** las muestras fueron enviadas al laboratorio por transporte terrestre. Se contó con los tiempos máximos de almacenamiento previos al análisis de los parámetros, además de las condiciones particulares establecidas en él.

Los biólogos encargados de tomar las muestras de la comunidad de fitoplancton, antes de iniciar con el muestreo se realizó una purga de la red cónica de plancton y del balde aforado con agua del sistema a monitorear; con la ayuda del balde se filtró a través de la red 200 litros de agua si era un sistema lótico o 50 litros si era un sistema léntico, el filtrado concentrado se depositó en su totalidad en un recipiente de vidrio claro y se agregó 50mL de solución Transeau o alcohol al 70% por cada 100mL de muestra. Para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, antes de iniciar con el muestreo se realizó una purga de la red Surber y draga según el sistema, en sistemas lóticos se ubicó la red en contra de la corriente y se realizaron 10 submuestras en los diferentes tipos de sustratos que presentaba el sistema mediante la remoción de este para cubrir un área total de 0.9m². El sustrato fue depositado en bolsas de cierre hermético y fue preservado con solución Transeau o alcohol al 70% hasta que quedara completamente sumergida.

Para coleccionar las muestras de la comunidad de perifiton, antes de iniciar con el muestreo se lavó y purgó el cepillo de dientes con agua del sistema en estudio y se tomaron sustratos sumergidos y colonizados por microalgas como rocas, hojas y troncos y mediante un cuadrante de 3x3 cm para un área total de 9cm² se realizaron 5 raspados con el cepillo y en un recipiente ámbar de 60mL se agregó agua a la mitad de su capacidad y en ella se sumergió el cepillo de dientes para que las microalgas quedaran suspendidas, se preservó con 20mL de solución Transeau o alcohol al 70% por cada 50mL de muestra. Para la comunidad de macrófitas se realizó un muestreo cualitativo, buscando las plantas acuáticas presentes a lo largo de la sección de muestreo, una vez fueron encontradas se tomó un registro fotográfico y de ser necesario se tomó una planta completa, se lavó para retirar el sedimento y se preno en papel periódico.

Por último, para la comunidad de ictiofauna, de acuerdo con el cuerpo de agua la colecta de los peces se realizó con el arte de pesca más adecuado; siendo estos: atarraya con 20 lances por punto de muestreo, red de mano con 30 min por punto de muestreo, red de arrastre con 5 arrastres de 2m por punto de muestreo y anzuelos con 5 anzuelos durante 30 min por punto de muestreo. Los peces colectados fueron fotografiados e identificados in situ, preservándose únicamente los individuos no reconocidos en campo o pendientes por confirmar su identificación, con el fin de garantizar su correcta determinación en laboratorio; los demás individuos capturados fueron devueltos a su hábitat natural. Aquellos peces colectados fueron

introducidos en frascos transparentes y conservados en alcohol etílico al 70% o con formol al 10%.

Todas las muestras al ser recibidas por el personal encargado, fueron revisadas en su integridad y se determinó su estado para los ensayos solicitados y su posterior análisis a cargo de biólogos que cuentan con la respectiva experiencia para tal fin.

5.3. Zonificación ambiental

Las áreas cuyas características las hacen sensibles a fenómenos naturales y antrópicos, que conviene delimitar y analizar, para establecer la zonificación ambiental son:

- **Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA):** son áreas protegidas públicas o privadas, con estrategias complementarias para la conservación de la biodiversidad y ecosistemas estratégicos como rondas hidrográficas, corredores biológicos y zonas con presencia de especies endémicas y/o amenazadas, áreas de importancia para cría, reproducción, alimentación y anidación de fauna y; zonas de paso de especies migratorias.
- **Áreas con reglamentación especial:** definida en los instrumentos de ordenamiento y planificación del territorio como los POT, EOT, PBOT, POMCAS, PORH, POMIUC.
- **Áreas degradadas:** estas son áreas que se encuentran en recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental por erosión, salinización o contaminación del suelo y, áreas con conflicto por uso del suelo.
- **Áreas susceptibles:** en estas áreas se pueden presentar eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y geológico, como inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, sismos, erupciones volcánicas, tsunamis, entre otros, en los ámbitos nacional, regional y local.
- Áreas destinadas a la producción económica agropecuaria, forestal, pesquera, acuícola, minera, entre otras.
- Áreas de importancia social tales como asentamientos humanos y, áreas con infraestructura física y social y de importancia histórica y cultural.

La zonificación ambiental, por lo tanto, es el insumo básico para formular la zonificación de manejo del proyecto, instrumento de planificación que permite que tanto su diseño, como sus subsecuentes fases de desarrollo contemplen y sean coherentes con la sensibilidad ambiental del entorno en el que se prevé su ejecución.

5.3.1. Zonificación ambiental medio biótico

Para el Medio Biótico se clasificaron las variables temáticas de cobertura de la tierra, con un peso dentro del medio, del 50%, y áreas de Importancia Ambiental, con un peso del 50%. Las variables de cobertura y áreas de importancia ambiental, se calificaron de manera individual, considerando para cada unidad temática los criterios de fragilidad, vulnerabilidad e importancia. Una vez calificados de manera individual cada uno de los mapas temáticos considerados para el medio biótico, se realizó la interacción de los mismos en el sistema de información geográfico, obteniendo de esta manera la zonificación para el medio biótico. Posteriormente se realizó la superposición geográfica de los mapas temáticos, dando como resultado la zonificación del medio biótico.

Para el desarrollo de la zonificación del medio biótico se consideraron las variables de cobertura de la tierra y áreas de importancia ambiental.

5.3.1.1. Cobertura vegetal:

Cada una de las unidades de cobertura vegetal, identificadas en la interpretación de la imagen de satélite adquirida para el proyecto, fue calificada de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Importancia:** Está en función de los servicios ambientales que potencialmente puede brindar cada cobertura.
- **Fragilidad:** Considerada en función de la susceptibilidad al daño que puede sufrir cada una de las coberturas frente a eventos naturales o antrópicos.
- **Vulnerabilidad:** Se establece de acuerdo con la capacidad de asimilar las actividades externas y recuperar sus condiciones iniciales.

5.3.1.2. Áreas de Importancia Ambiental identificadas para el área de influencia del proyecto:

Las áreas de importancia ambiental identificadas en los niveles nacional, regional y local que se cruzan con el área de Exploración, se analizaron de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Importancia:** Calificada de acuerdo con la función ecológica que potencialmente puede ofrecer cada una de las áreas consideradas, teniendo en cuenta la comparación entre ellas.
- **Fragilidad:** Se entiende como el daño que pueden sufrir las áreas consideradas frente a eventos naturales o de carácter antrópico.
- **Vulnerabilidad:** Corresponde a la capacidad de recuperación que poseen las áreas para retornar a sus condiciones iniciales luego de cualquier intervención natural o antrópica.

Luego de la identificación se debe consultar y comparar con diferentes bases de datos cómo; SIAC, Tremarctos Colombia, CONPES, el Portafolio de áreas prioritarias para la Conservación, el Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA, RESNATUR, SIRAP CARIBE y TNC, así como, las determinantes ambientales establecidas por CARSUCRE, y la CVS. También, se debe consultar respecto a Planes de Ordenamiento de Cuencas Hidrográficas POMCA, Planes de Ordenamiento Territorial POT, Planes Básicos de Ordenamiento Territorial PBOT y Esquemas de Ordenamiento Territorial EOT.

Como resultado de dicha identificación, se puede establecer, que según las bases de datos del SIAC y Tremarctos, en el Área de perforación exploratoria no se encuentran registradas áreas protegidas a Nivel Nacional como bosque seco tropical, complejos de páramos, reservas de la biósfera, Reservas Forestales de Ley 2da de 1959, Sitios RAMSAR ni AICAS; es decir, no se presentan intersecciones con las áreas protegidas de orden nacional y regional.

Una vez calificados de manera individual cada uno de los mapas temáticos considerados para el medio biótico, se realizó la interacción de los mismos en el sistema de información geográfico, obteniendo de esta manera la zonificación para el medio biótico.

5.4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

En este capítulo, el biólogo ayuda a presentar una caracterización detallada de los recursos naturales renovables que demandaría el proyecto y que serían utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes fases de construcción y operación del mismo. Además, se realiza el respectivo trámite en cuanto a los permisos, concesiones y autorizaciones para aprovechamiento de los recursos naturales, donde se debe presentar como mínimo la información requerida en los Formularios Únicos Nacionales, existentes para tal fin.

La demanda de los recursos naturales hace referencia, a los recursos requeridos para el desarrollo de actividades que necesitan de estos para su ejecución; también se asocia a la posible interacción con un recurso durante el desarrollo de una actividad determinada que puede de alguna forma generar un impacto sobre este. Es así como el aprovechamiento puede darse indirectamente, al considerar el uso del recurso como un efecto secundario de una actividad realizada, o de forma directa, donde implica una manipulación de un recurso en particular para darle un uso específico.

5.4.1. Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

La solicitud de Permiso de Recolección de especímenes de la diversidad biológica se basa en la obligación expuesta en el Decreto 1376 del 27 de junio de 2013, contenido en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, la Circular Interna No. 00016 del 31 de diciembre de 2019, de la Autoridad nacional de Licencias ambientales – ANLA, y la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (2018).

Por lo tanto, para la solicitud de licencia ambiental del área de exploración, es necesario obtener el permiso de recolección, y dar cumplimiento a lo planteado en sus respectivas “Acciones a desarrollar” que implican la recolección de especímenes de la diversidad biológica, entendiendo recolección como los procesos de remoción o extracción temporal o definitiva del medio natural.

5.4.1.1. Alcance de la solicitud:

Para el desarrollo del proyecto, obras y actividades y durante la implementación del Plan de manejo Ambiental, se llevarán a cabo las actividades que implicarán la recolección de especímenes, ahuyentamiento, salvamento de fauna silvestre, colecta y reubicación de especímenes de flora, epifitas, colecta de muestras hidrobiológicas, reubicación de fauna, entre otras.

5.4.1.2. Descripción de la metodología para la recolección de especímenes:

Se presenta a continuación la descripción de las metodologías a implementar para llevar a cabo las acciones y/o medidas planteadas para la manipulación, manejo, captura y colecta de los especímenes:

- 1. Epifitas Vasculares:** Las plantas epífitas se rescataron del forófito objeto de aprovechamiento forestal, cada planta epífita, es en lo posible extraída con parte del sustrato sobre el cual está establecida o levantando con cuidado sus raíces. Una vez rescatadas, son hidratadas y trasladadas a un área temporal (vivero) mientras se finaliza la actividad de rescate en el sector. Los forófitos elegidos para la reubicación deben cumplir con los criterios establecidos en la resolución de otorgamiento del levantamiento de la veda y se realiza el amarre de la epífita a su nuevo hospedero. Finalmente, los especímenes quedan plantados en el sitio definitivo y recibirán el mantenimiento programado de acuerdo a lo especificado, en caso de muerte se permitirá que se descompongan en el hospedero permitiendo el reciclaje de nutrientes en el medio natural.

2 Fauna Silvestre: Las actividades contempladas para el manejo de la fauna silvestre corresponden al ahuyentamiento, salvamento y liberación de aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

2.1. Ahuyentamiento: de los mamíferos, aves y reptiles se puede realizar por medio de acciones que hacen salir los individuos y dirigirse hacia las áreas aledañas a la obra o zonas receptoras previamente establecidas. Por ejemplo, produciendo ruidos intensos, reproducciones de vocalizaciones reales de depredadores, destrucción o modificación de los refugios y vegetación que hace parte de su alimentación.

2.2 Salvamento: de los mamíferos, aves y reptiles consiste en capturar los animales que en la acción de ahuyentamiento no se trasladan por sí mismos o que resulten atrapados o heridos. Este proceso implica emplear las técnicas adecuadas para la restricción física y transporte en contenedores apropiados para cada individuo, con adaptaciones que disminuyan al mínimo el estrés y el sufrimiento de los animales capturados.

2.3 Traslado y liberación: los mamíferos, aves y reptiles son transportados directamente en las trampas donde fueron atrapados, verificando previamente que los animales no se encuentren heridos o maltratados por la activación de la trampa. Las trampas deben estar tapadas con alguna tela oscura para minimizar el estrés del animal y sólo se destapan para fines de liberación, sin exceder nunca las 12 horas de captura. Los ejemplares se liberarán en los sectores preestablecidos, dejándolos en las áreas receptoras, posterior a la georreferenciación del sitio de liberación.

3 Manejo de fauna lesionada:

Los individuos que muestran sintomatología clínica en cualquiera de los sistemas orgánicos y por concepto médico veterinario se considere que deban ser hospitalizados o tratados por tiempo prolongado, se procederá al traslado hasta las instalaciones de un centro veterinario, que cuente con las instalaciones adecuadas para el tratamiento de los animales. En caso del traslado de los animales a centro especializados en manejo de fauna, estos deberán entregar constancia por escrito, certificando la idoneidad del lugar y de los tratamientos aplicados a los animales, además de entregar los soportes de la situación del animal que sea atendido y su destino final.

5.4.3. Perfil de los profesionales que llevarán a cabo las actividades de recolección de especímenes de la biodiversidad: Los profesionales deben contar con la formación académica mínima como Profesional universitario en biología, biología Marina o ecología; además deben contar con la experiencia específica acreditada en participación y ejecución

de estudios o monitoreo, muestreo, caracterización e identificación taxonómica del grupo biológico que le corresponda (flora epífita, mamíferos, aves o reptiles).

5.5. Evaluación ambiental

Organizar los impactos que genera un proyecto, obra o actividad de acuerdo a su grado de significancia, permite hacer una evaluación de los mismos. Dicho método de evaluación debe ser descrito detalladamente en el EIA, señalando cómo se identifican y valoran los impactos, cuál es la escala espacial y temporal de la valoración, cuál es la regla de ponderación de los atributos utilizados y, por último, cómo se definen las categorías de valoración, sean cualitativas o cuantitativas. El método utilizado debe propender por un análisis integrado, global, sistemático y multidisciplinario y siempre, incluir una discusión sobre las relaciones causales que pueden ocurrir no solo entre actividades e impactos, sino también entre diferentes tipos de impactos.

Basado en los resultados de esta evaluación, se determinarán las medidas y mecanismos de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos socio-ambientales que podrían generarse en las distintas etapas y actividades del proyecto.

5.5.1. Metodología de evaluación de impactos ambientales: Como una etapa inicial, para el escenario sin proyecto se identifican las actividades que se desarrollan en el área de influencia y sus efectos sobre el medio, para tener una aproximación a los impactos existentes actualmente en la región sobre cada uno de los componentes del medio socio-ambiental. Para el escenario con proyecto se identifican y describen las actividades propias del proyecto y se determinan los recursos que requiere cada una, con el fin de identificar los impactos y efectos que podrían ser originados por la ejecución del proyecto.

Luego de la identificación y descripción de actividades en la zona, la identificación de impactos, la identificación con matriz doble entradas y la evaluación de los impactos, se realizan las matrices correspondientes para los dos momentos del proyecto por separado.

5.5.2. Identificación y evaluación de impactos para el escenario sin proyecto:

Para la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, es necesario conocer la percepción y opinión de los habitantes de veredas, corregimientos y municipios del área de influencia del proyecto, respecto de los posibles efectos socio-ambientales que podrían generarse con la llegada de este tipo de proyectos; así como un análisis acerca del estado

actual del medio ambiente producto de la interacción constante que este tiene con las actividades antrópicas desarrolladas por las comunidades en la zona.

5.5.2.1. Análisis de la matriz (escenario sin proyecto) medio biótico:

Los biólogos que intervienen en la elaboración de esta matriz, describen cómo cada impacto ambiental afecta el factor ambiental a evaluar.

- **Factor ambiental (ecosistemas) - Impacto ambiental:** Alteración de ecosistemas estratégicos o sensibles.

Este impacto se refiere a los cambios que se pueden dar sobre los ecosistemas considerados por su función como estratégicos y por su vulnerabilidad como sensibles, por el desarrollo de las actividades humanas como el desmonte, quemas, extracción de materiales de construcción, actividades agrícolas y pecuarias y, adecuación y mantenimiento de vías.

Donde la alteración de los ecosistemas estratégicos o sensibles, es un impacto que se definió como de carácter negativo para todas las actividades identificadas en el escenario sin proyecto con incidencia sobre los ecosistemas naturales por este impacto, debido a su naturaleza perjudicial sobre los mismos, por el desarrollo de las actividades productivas en el área de estudio que se vienen desarrollando en la zona desde hace tiempo, por lo que la mayor afectación ya se ha presentado sobre los ecosistemas naturales y en la actualidad estos se presentan de forma muy escasa, y las afectaciones son en su mayoría de tipo puntual, lo que no implica que no sean relevantes.

- **Factor ambiental (flora) - Impacto ambiental:** Modificación en las dinámicas ecológicas de las coberturas vegetales.

Este impacto se refiere a la variación en la funcionalidad e interrelaciones de la flora silvestre por cambios que se dan sobre la estructura, composición y superficie de las coberturas vegetales naturales por actividades antrópicas como el desmonte, quemas, aprovechamiento forestal de uso doméstico, extracción de materiales de construcción, actividades agrícolas y pecuarias, plantaciones forestales, adecuación y mantenimiento de vías y, transmisión de energía eléctrica.

La modificación en las dinámicas ecológicas de las coberturas vegetales, es un impacto que se determinó de carácter negativo para el escenario sin proyecto, por presentar una naturaleza perjudicial para el elemento flora, que se genera con el desarrollo de las actividades productivas realizadas en el área de influencia del proyecto; aunque la actividad de

plantaciones forestales, es de carácter positivo, debido a que la generación de cobertura forestal independientemente del objetivo de la plantación genera algunos beneficios en las dinámicas ecológicas de las coberturas vegetales.

- **Factor ambiental (flora) - Impacto ambiental:** Cambio en la conectividad de las coberturas naturales.

Este impacto está relacionado con la reducción de la conectividad entre coberturas naturales remanentes, por el incremento de la matriz transformada, que genera un aumento en el efecto de borde, el aumento en el aislamiento entre parches, la reducción del tamaño de los parches remanentes, e incluso la pérdida de parches de manera acelerada. Esta dinámica espacial se traduce además en la alteración de la conectividad funcional, que se puede observar en la interrupción o alteración de los flujos y movilización de elementos del ecosistema, principalmente de la fauna, o de procesos como la polinización, dispersión de semillas y ocurrencia de procesos sucesionales, por actividades humanas como las quemadas, actividades agrícolas, agroindustriales y pecuarias.

- **Factor ambiental (fauna) - Impacto ambiental:** Cambio en la dinámica de poblaciones de fauna silvestre.

Este impacto hace referencia a la modificación de la abundancia y los procesos, relaciones e interacciones de las especies de fauna silvestre con su medio, generadas por actividades humanas, dentro de las cuales se evaluaron acciones que pudieran tener efecto tanto en el número de individuos de fauna presente en el área de estudio, como en la estructura de la comunidad que allí habita por actividades humanas como el desmonte, quemadas, actividades agrícolas y pecuarias, cacería de fauna silvestre, tenencia y comercialización de fauna silvestre y transporte terrestre.

- **Factor ambiental (fauna) - Impacto ambiental:** Modificación del hábitat de la fauna silvestre.

Este impacto surge debido a la vasta transformación de las coberturas naturales en territorios destinados principalmente para actividades agrícolas y pecuarias, lo que genera un impacto directo en las condiciones necesarias para el establecimiento y desarrollo de la fauna silvestre. Actualmente son pocos los bosques que permanecen en el área de estudio, los cuales se limitan a las márgenes de los arroyos y algunos fragmentos aislados en una matriz de pastos de grandes extensiones, afectando la conectividad ecológica, y contribuyendo al aumento del aislamiento de especies exclusivas de bosques en buen estado de conservación,

lo cual a su vez tiene repercusiones en la composición y estructura de las comunidades, por actividades humanas como el manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad, desmonte, quemas, aprovechamiento forestal de uso doméstico, y actividades agrícolas y pecuarias.

- **Factor ambiental (fauna) - Impacto ambiental:** Cambios en los patrones de movilidad de la fauna silvestre.

Este impacto hace referencia a los cambios en los patrones de desplazamiento de acuerdo con las características propias de cada especie y sus requerimientos, ocasionados por factores humanos, como las alteraciones de las coberturas naturales y por ende el hábitat de las especies, la introducción al medio de barreras artificiales como vías y cercas, el establecimiento de asentamientos humanos y la generación de ruido, causados por actividades humanas como el desmonte, quemas, actividades agrícolas y pecuarias, adecuación y mantenimiento de vías, transporte terrestre y operación de infraestructura petrolera; lo cual tiene un efecto directo en el comportamiento y desplazamientos habituales de la fauna silvestre, por la eliminación de sitios de interés para alimentación, refugio y anidación.

- **Factor ambiental (recursos hidrobiológicos) - Impacto ambiental:** Modificación del hábitat acuático.

Este impacto considera cambios en las características o elementos propios de los hábitats que albergan especies acuáticas que puedan generar una disminución en la calidad del medio o en la disponibilidad de recursos, teniendo en cuenta principalmente la cantidad y calidad del recurso y la vegetación asociada al mismo, por actividades humanas como el manejo de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad, uso del recurso hídrico superficial, y actividades agrícolas y pecuarias.

- **Factor ambiental (recursos hidrobiológicos) - Impacto ambiental:** Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales.

Este impacto está relacionado con alteraciones ocurridas en los cuerpos de agua que sirven como hábitat para las diferentes especies hidrobiológicas pues al ser altamente sensibles a los cambios ambientales, es probable que cualquier actividad realizada sobre sus hábitats genere alteraciones en la abundancia y riqueza de las comunidades, bien sea por eventos de migración o muerte de individuos. Así mismo, el impacto considera efectos directos en la composición de las comunidades por muerte o extracción de individuos de su medio natural,

por actividades humanas como el manejo de residuos líquidos por parte de la comunidad y la pesca.

Posteriormente, se analiza los resultados para el escenario sin proyecto, teniendo en cuenta la información recolectada y procesada en las matrices; para identificar cuáles son las actividades que generan más impactos negativos y positivos dentro del área de estudio. Por lo tanto, el medio ambiente del escenario sin proyecto se encuentra intervenido por el hombre, con actividades que van desde las actividades domésticas del día a día de los habitantes, hasta las actividades desarrolladas por parte de grandes empresas que hacen parte de distintos sectores de la industria, tales como la agroindustria y los hidrocarburos.

5.5.3. Identificación y evaluación de impactos para el escenario con proyecto:

La identificación y evaluación de los impactos que pueden ser generados por el proyecto de perforación exploratoria, se realizó a partir de las actividades que serán desarrolladas por el proyecto en sus diferentes etapas de ejecución, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Las etapas, actividades y subactividades contempladas para el desarrollo del proyecto se listan y se describen en detalle previamente en el capítulo donde se describe el proyecto del presente estudio, luego se realiza la matriz de identificación y valoración de impactos para el escenario con proyecto.

Se realiza la descripción de cada impacto según la actividad que lo genera en el escenario con proyecto. Dicha descripción considera de manera particular los impactos acumulativos y sinérgicos que se identificaron en el proceso de evaluación ambiental.

5.5.3.1. Análisis de la matriz (escenario con proyecto) medio biótico:

Los biólogos que intervienen la elaboración de esta matriz, describen cómo cada impacto ambiental afecta el factor ambiental a evaluar.

- **Factor ambiental (flora) - Impacto ambiental:** Alteración de ecosistemas estratégicos o sensibles.

La Alteración de ecosistemas estratégicos o sensibles por las actividades del proyecto en la fase de Adecuaciones y construcciones de vías, plataforma, líneas de flujo y facilidades, se calificó negativamente, por tener un carácter perjudicial para los ecosistemas naturales, que se genera por la remoción de la cobertura vegetal en la etapa de construcción. Pues durante la etapa operativa se deben realizar adecuaciones y construcciones de vías, plataforma, líneas de flujo y facilidades, realizando desmonte y descapote en el área; el impacto por esta

actividad se considera sinérgico y acumulativo. Para la etapa post operativa, se requiere el desmantelamiento, restauración y abandono, donde el impacto por esta actividad se consideró no sinérgico y acumulativo.

- **Factor ambiental (flora) - Impacto ambiental:** Modificación en las dinámicas ecológicas de las coberturas vegetales.

La modificación de las dinámicas ecológicas de las coberturas vegetales por las actividades del proyecto, es un impacto calificado negativamente, por tener un carácter perjudicial para el elemento flora, que se genera por la remoción de la cobertura vegetal, desmonte y descapote para la construcción de todas las obras del proyecto, ya que en la etapa operativa se deben realizar adecuaciones y construcciones de vías, plataforma, líneas de flujo, facilidades y pruebas extensas de producción para el mantenimiento de obras de infraestructura y drenaje, y control geotécnico y de vías. En la etapa post operativa, se realiza el desmantelamiento, restauración y abandono del área, mediante la revegetalización, empradización y reparación, el impacto para la actividad de revegetalización, empradización y reparación, se evaluó con un carácter positivo por presentar beneficios al elemento evaluado al generar cobertura y vegetación para protección.

- **Factor ambiental (flora) - Impacto ambiental:** Cambio en la conectividad de las coberturas naturales.

En la etapa operativa, se requiere hacer adecuaciones y construcciones de vías, plataforma, líneas de flujo y facilidades; y en la etapa post operativa, se realiza el desmantelamiento, restauración y abandono del área, mediante la revegetalización, empradización y reparación. Si bien el área requerida para realizar la adecuación y construcción de vías, plataformas, líneas de flujo y facilidades podrá llegar a ser significativa, tomando como referencia el área del bloque exploratorio, estas obras se realizan idealmente en áreas que ya han sido transformadas previamente, por lo que el efecto en la conectividad de las coberturas naturales se prevé será leve o irrelevante, ya que en el caso de presentarse, este se manifestará de manera esporádica sobre lugares puntuales, sin tener un efecto significativo sobre la conectividad en el paisaje. En cuanto a la Revegetalización, empradización y reparación, se prevé que esta actividad tenga un impacto positivo leve o irrelevante sobre la conectividad entre coberturas naturales, lo cual puede favorecer la conectividad entre los parches naturales al proveer de vegetación a zonas transformadas.

- **Factor ambiental (fauna) - Impacto ambiental:** Cambio en la dinámica de poblaciones de fauna silvestre.

En las actividades transversales, el impacto puede ser generado por las subactividades de movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal por vía terrestre, se puede presentar de forma negativa con una importancia ambiental moderada; el manejo y disposición de residuos sólidos, puede ser leve o irrelevante.

En la etapa operativa, las subactividades que pueden originar este impacto son el desmonte y descapote de la cobertura vegetal, y el mantenimiento de líneas de flujo, la importancia ambiental se calificó como leve para las dos actividades; ya que se puede presentar desplazamiento de especies lo cual provoca la pérdida potencial de hábitats, ciertos corredores biológicos o recursos que pudiesen servir para desarrollar procesos vitales como la reproducción y el refugio; el resultado de estos eventos son cambios en la densidad de poblaciones locales de fauna.

En la etapa post operativa, el impacto se comporta de forma positiva con la subactividad de revegetalización, empradización y reparación; su importancia ambiental puede ser considerada moderada, dado que la recuperación de la capa vegetal que se realice sobre las áreas intervenidas proyectará el mejoramiento de los hábitats, promoviendo una mayor colonización de animales y mejores condiciones ambientales que favorezcan la obtención de alimento y nichos de reproducción.

- **Factor ambiental (fauna) - Impacto ambiental:** Modificación del hábitat de la fauna silvestre.

En las actividades transversales, las subactividades de manejo y disposición de residuos líquidos y sólidos pueden generar afectaciones a los hábitats de la fauna silvestre, por la contaminación de los suelos y cuerpos de agua, a la par que se interrumpe los flujos de energía necesarios para mantener en óptimas condiciones las propiedades fisicoquímicas de los suelos y la regeneración de la capa vegetal.

En la etapa operativa, el impacto se puede presentar por el desarrollo de las subactividades de desmonte y descapote, ocupaciones de cauce y mantenimiento de líneas de flujo, pues la remoción de la cobertura vegetal y el descapote en las áreas a intervenir genera una importancia ambiental severa, debido a que la eliminación de la cobertura vegetal provoca alteraciones en la composición del hábitat, afectando la conectividad ecológica y disminuyendo la oferta de recursos alimenticios y nichos potenciales para el refugio o movilización de especies.

En la etapa post operativa, el impacto adquiere un carácter positivo y solo es generado por la subactividad de revegetalización, empradización y reparación de las áreas intervenidas, con

un nivel de importancia ambiental moderado; ya que la eliminación de la infraestructura de hidrocarburos y posterior incorporación de vegetación, conducen a un enriquecimiento del hábitat y procesos de regeneración de coberturas, lo que a su vez representaría un aumento de los recursos potencialmente aprovechables para varias especies.

- **Factor ambiental (fauna) - Impacto ambiental:** Cambios en los patrones de movilidad de la fauna silvestre.

En las actividades transversales, se identificaron como posibles causantes del impacto, la movilización de equipos, insumos y personal, y la operación de maquinaria y equipos. En estos casos, el impacto adquirió un nivel de importancia leve o irrelevante y se presenta por la obstaculización en la movilidad de los individuos a causa del tránsito de vehículos y sus emisiones sonoras, que generan una respuesta de rechazo y ahuyentamiento de algunas especies faunísticas, que las incentiva a buscar nichos con menor presión antrópica.

En la etapa operativa, las subactividades que pueden presentar este impacto fueron el desmonte y descapote, las ocupaciones de cauce, el funcionamiento de la tea y el mantenimiento de líneas de flujo, todas ellas con una significancia ambiental leve o irrelevante, mientras que la perforación (operación del taladro, motores y generadores) presenta una calificación moderada; todas estas generan la interrupción de la continuidad en el hábitat natural, aumento en los niveles de presión sonora por los equipos y maquinarias empleados para la remoción y construcción, y la colocación de estructuras en concreto o posicionamiento de la tea, que son ajenos al paisaje y que actúan como barrera física para el desplazamiento de ciertas especies, además con el funcionamiento de la tea se da la incorporación de fuentes generadoras de ruido, luz y calor (funcionamiento de la tea), que aumentan los niveles de presión sonora y térmica en el ambiente y que pueden ser percibidos a distancias considerables, ahuyentando temporal o permanentemente a varias especies.

En la etapa post operativa, se genera el impacto en la subactividad de revegetalización, empradización y reparación, con una importancia ambiental moderada y un carácter positivo sobre el ambiente. En este caso, la eliminación de estructuras artificiales e incorporación de vegetación herbácea o arbustiva, puede inducir el incremento en la continuidad del hábitat y la reconstrucción de las rutas de movilización, que son claves para la reconfiguración de la diversidad local.

- **Factor ambiental (hidrobiológicos) - Impacto ambiental:** Modificación del hábitat acuático.

En las actividades transversales, el impacto se puede presentar por las subactividades de movilización de maquinaria, materiales, equipos, líquidos, condensados y personal (vía terrestre), captación y consumo de agua, y manejo y disposición de residuos líquidos con una importancia ambiental leve o irrelevante; el impacto se puede dar por la adición de material particulado a la columna de agua, producido por el paso de vehículos de carga pesada o camionetas sobre las ocupaciones de cauce; además, el impacto se presenta por la contaminación de las aguas a causa de residuos líquidos provenientes del proyecto, dichos residuos pueden ser compuestos que cambian las propiedades fisicoquímicas del agua, ocasionando la transformación de los ecosistemas acuáticos y desequilibrios ecológicos que perjudican a la hidro biota.

En la etapa operativa, las subactividades de ocupaciones de cauce, movilización de fluidos (gas/agua/condensado) por líneas de flujo y mantenimiento de obras, son las posibles generadoras de este impacto de una forma leve o irrelevante. La modificación de los hábitats acuáticos por las ocupaciones de cauce y el mantenimiento de obras de infraestructura se presenta por varios factores, entre los que están: adición de materia orgánica proveniente de la construcción de las obras de ingeniería y limpieza de las márgenes de los cuerpos de agua lóticos, la alteración de los sustratos del fondo acuático por las obras hidráulicas en las construcción de vías; al colocar estructuras en concreto se puede llegar a cambiar la dinámica ecológica de ciertas especies, especialmente la que se asocian a micro hábitats rocosos, lodosos o arenosos.

- **Factor ambiental (hidrobiológicos) - Impacto ambiental:** Variación en la composición hidrobiológica de las aguas superficiales.

En las actividades transversales, las subactividades identificadas como posibles generadoras del impacto fueron la captación y consumo de agua, y el manejo y disposición de residuos líquidos, donde la importancia ambiental del impacto se valoró como leve o irrelevante; para el caso de la primera subactividad, el impacto se presenta principalmente por una posible disminución temporal de la oferta del recurso hídrico y algún tipo de perturbación percibido por ciertas especies (por ejemplo, los peces) en el momento de realizarse la actividad. En la segunda, la variación se puede manifestar por los cambios fisicoquímicos de las aguas, producto de la adición de residuos líquidos provenientes del proyecto, y que indirectamente afectan la dinámica ecológica de las poblaciones hidrobiológicas.

En la etapa operativa, las subactividades de ocupaciones de cauce, movilización de fluidos (gas/agua/condensado) por líneas de flujo y el mantenimiento de obras de infraestructura, pueden generar este impacto de una forma leve o irrelevante. Durante las actividades

realizadas para construir la infraestructura o adecuar el paso a través del cauce a ocupar, se pueden generar aportes de sedimentos u otras sustancias contaminantes que afectan directamente la supervivencia de algunos organismos acuáticos; así mismo, el cambio en la estructura del cauce en el tramo intervenido genera una perturbación en la capacidad de asentamiento y colonización de algunas especies de algas, macroinvertebrados e incluso peces.

Posteriormente, se analiza los resultados para el escenario con proyecto, teniendo en cuenta la información recolectada y procesada en las matrices; para identificar cuáles son las actividades que generan más impactos negativos y positivos dentro del área de estudio.

5.5.4. Análisis de impactos acumulativos y sinérgicos con significancia ambiental severa:

Una vez identificadas las correlaciones potenciales de acuerdo a la Importancia Ambiental (IMA), se realizó un análisis del ámbito de manifestación del efecto con relación a las actividades y la posibilidad de ejecución simultánea de las mismas. Este permitió establecer cuáles actividades, a pesar de tener una correlación potencial identificada, no entrarían a afectar de forma sinérgica o acumulativa el elemento impactado dado su espacialización en el territorio.

De los impactos con tendencia acumulativa y de tipo sinérgico; a continuación, se relacionan los que resultaron con significancia ambiental severa sobre el medio biótico:

- **Alteración en las características fisicoquímicas y biológicas del suelo:** por las actividades de desmonte y descapote y el movimiento de tierras (excavaciones, cortes y rellenos). Dicha actividad conlleva un retiro de la capa vegetal y orgánica del suelo, generando así una alteración a sus características fisicoquímicas y biológicas naturales, lo que ocasiona un deterioro a su capacidad productiva.
- **Cambio en el uso actual del suelo:** consecuencia de la actividad de desmonte y descapote, la cual involucra corte y retiro de la capa vegetal y orgánica del suelo, perdiendo su condición natural y dejándolo con algunas restricciones para el desarrollo de actividades antrópicas y/o productivas por parte de los habitantes del predio donde se realice dicha actividad.

Para los impactos de alteración en las características fisicoquímicas y biológicas del suelo y el cambio en el uso actual del suelo, se tienen previstas unas medidas de prevención, corrección, mitigación y/o compensación en los programas de manejo del suelo tanto para el

medio abiótico como el biótico y el programa de revegetalización, más adelante en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio.

5.6. Zonificación de manejo ambiental del proyecto

A partir del resultado de la zonificación ambiental determinada previamente en el presente Estudio de Impacto Ambiental y considerando las actividades exploratorias que se proyectan desarrollar por dicho proyecto, así como sus potenciales impactos, se establece la zonificación de manejo ambiental del proyecto para el Área de Perforación Exploratoria.

Aquellas áreas calificadas como de muy alta sensibilidad y alta importancia, corresponden a áreas de exclusión para el desarrollo del proyecto, razón por la cual, no pueden ser impactadas por ninguna actividad antrópica en vista de su fragilidad para soportar cambios y su poca capacidad de resiliencia, para retornar de manera natural a las condiciones iniciales.

Y aquellas áreas calificadas como muy baja sensibilidad y baja importancia, se ubican en la categoría de muy alta aptitud para el desarrollo del proyecto, y corresponden a áreas de intervención sin restricciones, zonas donde el proyecto podrá desarrollarse mediante el uso de buenas prácticas constructivas y aplicación por adecuadas medidas de prevención o control para facilitar el regreso del medio a su estado inicial, en el corto plazo.

5.6.1. Identificación de áreas especiales:

Las consultas realizadas sobre la existencia de áreas protegidas y ecosistemas sensibles en el área de influencia del proyecto, que representan para la zonificación de manejo las áreas con restricción ambiental para el desarrollo de las actividades. Consultando en el SIAC, el CONPES 3680, el Portafolio de áreas prioritarias de Conservación, el Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA, en SIRAP CARIBE y TNC, en las Determinantes Ambientales establecidas por CARSUCRE, y en las Determinantes Ambientales establecidas por la CVS.

De acuerdo con la identificación anterior, las áreas que se clasificaron en la categoría de Sensibilidad/Importancia Alta, se considerarán como áreas de intervención con restricciones altas para el desarrollo de las actividades del proyecto:

- Las Áreas identificadas en el Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REAA con categoría ecológica de recuperación y rehabilitación.

- Las zonas identificadas en los Determinantes Ambientales de CARSUCRE y CVS (Zona de recarga de acuíferos, los suelos clase agrológica VIII, Las zonas con cobertura de bosque, áreas seminaturales y corredores biológicos, las franjas de protección de cuerpos de agua de 30m, las franjas de protección de nacimientos de 100m).
- Los suelos de protección identificados en los documentos de Ordenamiento Territorial.

Además, en la Zonificación Ambiental se obtuvo una calificación de Sensibilidad/Importancia Media, para estas áreas, la categoría corresponde a áreas de Intervención con Restricciones Medias:

- Las áreas de alta insuficiencia sin urgencia definidas en el CONPES 3680.
- Las áreas prioritarias de conservación IAvH establecidas en el Portafolio de Conservación Terrestre.
- Las franjas de servidumbre de líneas de transmisión, oleoductos, gasoductos y vías, establecidas en los determinantes ambientales y documentos de ordenamiento territorial.
- Las áreas de humedales V2 2017 definidos por el SIAC, que en terreno corresponden a áreas con cobertura de pastos arbolados, con presencia de asentamientos humanos, cultivos y actividades ganaderas.
- Los Suelos de desarrollo agrario identificados en los documentos de Ordenamiento Territorial.

5.6.2. Resultado de la zonificación de manejo ambiental del proyecto:

La zonificación de manejo identifica aquellas zonas donde la aptitud para el proyecto es muy baja, y donde es necesario aplicar medidas de manejo especial y estrategias constructivas acordes con las características particulares de los sitios identificados. El resultado obtenido para la zonificación de manejo ambiental del área de Exploración, indica que en el 10,71% del área de influencia del proyecto, se identifican áreas de exclusión para el desarrollo de las actividades del proyecto, asociadas a cascos urbanos, viviendas aisladas, pozos, aljibes y manantiales un radio de conservación de 100m para proyectos puntuales y 30m para proyectos lineales.

Por otra parte, el 38,14% del área de influencia del proyecto, se califica en la categoría de áreas de intervención con restricciones altas, dentro de la cual se encuentran los siguientes elementos del medio biótico: áreas de bosques, herbazales y vegetación secundaria donde se

deberán respetar los corredores de servidumbre y las distancias de seguridad que sean asignadas en la etapa de ingeniería básica de los proyectos lineales (vías de acceso o líneas de flujo), con el fin de minimizar el impacto que pudiera ser causado sobre ellas durante la etapa constructiva del proyecto, además de la aplicación de las fichas del Plan de Manejo Ambiental que permitan dar manejo adecuado a los impactos.

En el caso de las áreas de recarga de acuíferos, identificados por las Corporaciones Autónomas Regionales, en estas áreas se podrán desarrollar todas las actividades del proyecto como parte de los usos condicionados establecidos por las Autoridades Ambientales, mediante la aplicación de las fichas del Plan de Manejo Ambiental que permitan controlar las incompatibilidades ambientales, tal como lo establecen CARSUCRE y CVS en sus determinantes ambientales.

En la categoría de áreas de intervención con restricciones medias, ocupando el 50,94% del área de influencia del proyecto, por los elementos que aquí se localizan, en estas áreas se podrán ejecutar las actividades del proyecto, pero teniendo en cuenta las medidas de manejo planteadas para evitar, controlar o mitigar los posibles impactos que sean generados por el mismo.

Por lo tanto de la zonificación de manejo se permite establecer que al tener un porcentaje del 51,15% del área de influencia del Proyecto, en la categoría de intervención con restricciones Medias a Bajas, la perforación exploratoria, podrá ser adelantada con la implementación de medidas que prevengan y mitiguen los posibles impactos que genere el proyecto en el corto plazo.

5.7. Planes y programas de manejo ambiental

5.7.1. Plan de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) es una herramienta que contiene medidas para el manejo a través de la prevención, corrección, mitigación y/o compensación de los posibles impactos a generarse sobre los componentes abiótico, biótico y socioeconómico, durante el desarrollo de las actividades del proyecto exploratorio.

La estructura de los programas y subprogramas para cada uno de los medios abiótico, biótico y socioeconómico se presenta en forma de fichas con códigos designados por la Consultora.

Las fichas consideradas en el PMA para el presente estudio involucran en sus medidas todos los impactos ambientales identificados y evaluados en previamente en la evaluación ambiental para el escenario con proyecto, teniendo en cuenta sus características técnicas y el estado actual de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico.

La estructura para todas las fichas de manejo del medio biótico es la siguiente:

1. Se establecen los objetivos que definen la finalidad de la implementación de la medida, y para cada uno se indican:

- Los alcances de las medidas o los resultados esperados al implementar las medidas propuestas.
- Los indicadores, es decir, el mecanismo mediante el cual se mide el cumplimiento de las metas y en consecuencia el objetivo de implementación de la medida. Además, se define el tipo de indicador, si es de eficiencia, efectividad o cumplimiento.
- El mecanismo que permite identificar que las medidas generan un control ambiental adecuado del recurso.
- El periodo establecido para calcular los indicadores propuestos y los soportes de verificación, es decir, la frecuencia de medición y medio de verificación.

2. Se integran los resultados de la evaluación ambiental previamente elaborada al PMA, la información se relaciona de la siguiente manera para cada factor ambiental impactado indicando:

- La subactividad que al interactuar con el ambiente puede generar los impactos.
- El impacto identificado.
- La importancia del impacto, es decir el resultado de la evaluación de impactos.
- La etapa del proyecto donde se genera el impacto y se debe implementar la medida respectiva.
- El tipo de medida si es preventiva (P), de corrección (CRR), de mitigación (M), o de compensación (CM).

3. Se describe la técnica de las medidas a implementar, según el tipo de medida relacionado en el punto anterior, el momento en que se aplica la medida de manejo y su medio de verificación.

4. Se indica la localización específica donde se aplicará o implementaran las medidas.

5. Se establecen los mecanismos y estrategias participativas para incentivar la integración de los grupos de interés del proyecto, con sus procesos y programas específicos.

6. Se establecen los perfiles de los profesionales o técnicos requeridos para la implementación de las medidas que forman parte de cada programa.

7. Se relaciona el área líder y/o responsable de la planeación, implementación, ejecución, desarrollo, control y seguimiento de las medidas de manejo ambiental del proyecto.

8. Se establece el costo estimado para la implementación de las medidas de manejo según corresponda.
9. Se define el momento estimado de ejecución de las medidas de manejo sobre el componente biótico, con base en cada una de las etapas del proyecto.

En el Plan de Manejo Ambiental del medio biótico para el Área de perforación Exploratoria se elaboraron cuatro programas:

1. **Programas de manejo del suelo:** en este se incluye el manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, manejo de flora y flora, manejo del aprovechamiento forestal y manejo de conservación de ecosistemas estratégicos y áreas sensibles y/o áreas naturales protegidas.
11. **Ficha de manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote:** las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por el desmonte y descapote son:

- **Medidas de prevención:**

#1. Delimitación de las áreas de intervención, todas las áreas donde se vayan a realizar obras civiles e intervención al suelo para desmonte y descapote, deben ser debidamente señalizadas con estacas, banderines o cintas, con el fin de evitar cualquier tipo de afectación innecesaria a las de coberturas vegetales o áreas de estas, diferentes a las establecidas en los planes de trabajo y/o en la licencia ambiental, así como en el permiso de levantamiento parcial de veda de flora vascular y no vascular, teniendo en cuenta la zonificación de manejo ambiental del presente EIA.

#2. Selección previa del área de disposición temporal del descapote, previo a las labores, se definirá un área para la disposición temporal del material proveniente del descapote. Para la selección del lugar de almacenamiento, se tendrá en cuenta la cercanía del sitio, tipo de relieve, la susceptibilidad a la activación de fenómenos de remoción en masa, la facilidad de acceso y que no se ubique a menos de treinta (30) metros de la cota máxima de inundación de drenajes naturales permanentes, respetando las distancias establecidas en la zonificación ambiental.

- **Medidas de mitigación:**

#1. El descapote se podrá realizar a una profundidad aproximada de 20 cm o según el espesor de la capa orgánica del suelo. Se evitará la remoción de raíces, ya que estas conservan la estructura del suelo y su extracción puede llegar a producir

descompensaciones en la disposición espacial de los poros del suelo (impacto físico que generaría erosión y reseca miento).

#2. Disposición del descapote, todo el material orgánico retirado en la actividad de descapote, para construcción de vías de acceso y líneas de flujo, deberá ser apilado y acordonado a los costados del derecho de vía o la zanja, respectivamente. Para las zonas de plataformas y facilidades de producción, se destinará un área delimitada y señalizada para la disposición de material orgánico, con el objetivo de que pueda ser reutilizado en los terraplenes, taludes y áreas que vayan a ser revegetalización en el área del proyecto.

- **Medias de corrección:**

#1. Reutilización del material vegetal de descapote almacenado temporalmente, para facilitar la recuperación de las áreas afectadas, se deberá reutilizar el mayor porcentaje de descapote removido y almacenado con anterioridad. Para este proceso, es necesario que el terreno sea perfilado, eliminando grandes terrones o bloques; así mismo, se eliminarán protuberancias o depresiones bruscas, además se debe extender un nuevo perfil o capa de tipo orgánico, la cual deberá ser la mezcla de material de descapote, abono orgánico, fertilizante y un hidro retenedor. Posteriormente, se debe establecer una cubierta vegetal mediante la siembra de alguna gramínea o leguminosa rastrera de rápido crecimiento, cuya siembra se realizará al iniciar el periodo de lluvias, teniendo en cuenta el sistema más apropiado, de acuerdo con el tipo de suelo, condiciones ambientales, pendiente y estabilidad; por medio de siembra directa de semillas, estolones y cespedones.

12. Ficha del manejo de flora: las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por el desmonte y descapote son:

- **Medidas de prevención:**

#1. Delimitación de las áreas de intervención, previo a la intervención del área, se delimitarán las zonas a intervenir de acuerdo a los diseños para reducir la afectación de la cobertura vegetal a remover, así como de los ecosistemas considerados como estratégicos y áreas sensibles y/o protegidas. El paso, en coberturas aledañas con estas características a las áreas de intervención, deberá restringirse y solo se transitará por los espacios demarcados para tal fin. Antes de iniciar actividades, se fijarán medidas preventivas publicitarias con avisos en zonas estratégicas para el cuidado de la flora en el área de influencia del proyecto.

- **Medidas de mitigación:**

#1. Intervención durante las obras civiles, en el caso de requerir intervención de coberturas boscosas, las labores de aprovechamiento se realizarán con el sistema de tala dirigida hacia el interior de los sitios determinados, con el fin de no afectar los bosques aledaños por concepto de daños mecánicos. Se retirará la cobertura vegetal estrictamente necesaria para la adecuación y construcción de las áreas requeridas por el proyecto y evitar corte innecesario de especies vegetales.

13. Ficha del manejo de fauna: las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por el desmonte y descapote son:

- **Medidas de prevención:**

#1. Capacitación al Personal Vinculado con el Proyecto, en las inducciones a los trabajadores directos y contratistas, se incluirán charlas relacionadas con la importancia del componente de la fauna silvestre y las amenazas que afrontan en la actualidad. El propósito final a partir de dicha sensibilización es prevenir incidentes como la caza, tenencia y comercio de especies animales; uso indebido de pitos y cornetas en áreas señalizadas, para no perturbar la fauna; generar concientización y divulgación sobre la conservación de la fauna, haciendo énfasis en la amenazada, endémica y con vedas nacionales; importancia y respeto por la señalización en las vías; prohibición de caza, tenencia y comercio de especies animales. Asimismo, se deberá incluir la temática de importancia y conservación de especies de fauna silvestre endémicas y en categoría de amenaza, en las capacitaciones dirigidas a la comunidad del área de influencia.

#2. Señalización en vías de acceso y áreas operativas, para prevenir y mitigar el impacto por posibles atropellamientos sobre la fauna silvestre, se instalarán señales de tránsito orientadas a la reducción de velocidad y a la información sobre la presencia de fauna silvestre. Se instalarán señales informativas de prohibido la caza, captura y pesca de fauna silvestre, así como de información con mensajes alusivos a la conservación de la fauna silvestre. Estas señales se localizan en los lugares que el profesional ambiental considere necesario (vía de acceso al área operativa, entrada a las plataformas y facilidad temprana de producción).

- **Medidas de mitigación:**

#1. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre antes del desmonte y descapote, previo al inicio de las actividades de remoción de la cobertura vegetal, se realizará la revisión detallada del área a intervenir, con el fin de identificar la presencia de microhábitats y de individuos de fauna (madrigueras, cuevas, etc.). Esta actividad consta de dos componentes, primero el desplazamiento de la fauna por generación de perturbación controlada, y segundo la búsqueda y rescate de individuos en lugares estratégicos. Ambos componentes se deben coordinar para incrementar el éxito del programa y optimizar el tiempo de muestreo. Para las labores de ahuyentamiento, se contará con un equipo de trabajo, entre profesionales ambientales y auxiliares con experiencia en manejo de fauna. Para esto se utilizarán diferentes métodos, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- Búsqueda en madrigueras, cuevas y posibles refugios: dirigido a mamíferos pequeños a medianos (como armadillos, roedores y marsupiales), anfibios y reptiles. Consiste en buscar en troncos caídos o huecos, en la hojarasca y en las cuevas que sirven como dormitorio de algunos mamíferos.
- Los anfibios y reptiles pequeños que se capturen deberán introducirse en bolsas de tela humedecida, añadiendo un poco de hojarasca. Para los mamíferos pequeños se utilizarán bolsas de tela, que permitan el paso del aire.
- Todos los animales se liberarán en un lugar que cuente con condiciones similares a las del lugar donde fue encontrado; se buscarán parches de vegetación cercanos al lugar de operación, que no será intervenido o en una zona determinada por las autoridades ambientales.
- En caso de realizarse tala y extracción de árboles, el equipo de rescate hará un acompañamiento al personal encargado de dicha actividad, y estos deberán comunicarse con el equipo en caso de observar un animal, principalmente mamíferos y serpientes, para que se efectúe el rescate.
- Es importante anotar que, para el caso de aves, no se hará reubicación de nidos; se espera que las aves y los murciélagos se desplacen paulatinamente desde el inicio de las actividades de extracción selectiva.
- Debe elaborarse un formato sencillo que permita documentar el número de especies y de individuos capturados.
- Para el transporte hacia la zona de reubicación previamente establecida, debe adecuarse un vehículo con guacales, jaulas y/o recipientes, según el caso, para el transporte óptimo de los diferentes animales rescatados, garantizando la circulación de aire y procurando el menor estrés posible.

#2. Rescate y reubicación de fauna silvestre durante obras civiles y operación, si se encuentra fauna silvestre en el área periférica de las diferentes obras, bien sea

durante su construcción y operación, ésta debe ahuyentarse (en caso de individuos adultos no reproductivos) o llevarse (en caso de juveniles) al hábitat natural más próximo que ofrezca condiciones similares, evitando cualquier perturbación de las condiciones originales en que se encontraba la especie. La fauna objeto de reubicación contará con registros de reubicación de fauna silvestre a hábitats cercanos. Los animales trasladados serán revisados, para garantizar que estén en buen estado de salud antes de ser liberados y se registrará cada individuo en una ficha en la que se consigne información biológica y estado de salud.

14 Ficha de manejo del aprovechamiento forestal: las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por el desmonte y descapote son:

- **Medidas de prevención:**

#1. Se deberá realizar la inducción obligatoria al personal que ejecutará la actividad de aprovechamiento forestal, dicha capacitación estará orientada al correcto manejo de las herramientas, demarcación, seguridad industrial, así como las indicaciones para evitar afecciones innecesarias a la vegetación aledaña al área a intervenir. Se prohibirá las quemas de material vegetal, la disposición de materiales sobre las vías o caminos, la remoción de árboles no autorizados y el desarrollo de metodologías inadecuadas y riesgosas.

#2. Se demarcarán, delimitarán y señalizarán las áreas objeto de aprovechamiento forestal mediante el uso de cinta peligro, con el fin de restringir la remoción al mínimo necesario de coberturas de interés, así como de ecosistemas estratégicos y sensibles y especies de flora bajo alguna categoría de amenaza y restricción de comercio. En las áreas puntuales en las que se requiera realizar aprovechamiento forestal, se verificará que los individuos estén marcados con pintura o tengan su identificación, realizada en el inventario forestal al 100%.

#3. Se inspeccionará y hará reconocimiento de los sitios de disposición temporal para el material vegetal, así como la destinación de las trozas de madera. Los sitios estarán ubicados en lugares con poca vegetación (para evitar el menor impacto sobre las coberturas aledañas), ordenados y señalizados. Estos productos de la tala serán apilados para mayor facilidad en el transporte.

- **Medidas de mitigación:**

#1. Medidas de manejo para antes, durante y después de la tala, en la totalidad del área a intervenir por el aprovechamiento forestal, se deberá realizar el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre. Antes del apeo de árboles, se debe limpiar el tronco a ser cortado, removiendo las lianas y árboles muy jóvenes, así como ramas quebradas u otros obstáculos ubicados próximos al árbol. Así mismo, realizar el desyerbe, para liberar las plántulas que viven en los estratos inferiores o a nivel del piso. La remoción de la copa del árbol (en el caso que sea necesario), se hará desde las ramas inferiores hacia arriba, para posibilitar el uso de la vegetación removida, se cortan los árboles con longitudes comerciales o aprovechables para aserrío; estos árboles serán apeados, troceados y utilizados en la ejecución de obras del proyecto.

#2. Disposición temporal del material vegetal, se debe apilar o almacenar temporalmente el material, para su uso posterior, en los lugares destinados para tal fin, que estén demarcados, señalizados y protegidos de la lluvia, de los efectos del viento y de su arrastre y pérdida por cualquier otro factor; donde además se tenga en cuenta las siguientes características: ubicación en una zona cercana a las áreas objeto de intervención, sin cobertura arbórea o arbustiva, con facilidad de acceso y distanciada por lo menos de 30 metros de drenajes naturales permanentes o intermitentes.

#3. Reutilización del material vegetal en actividades del proyecto, lo obtenido de la extracción de material vegetal, desde madera hasta el aserrín y las hojas, serán utilizados por el proyecto en la medida de lo necesario o donados a la comunidad, con el fin de contribuir a mitigar el impacto de la deforestación por la tala de coberturas boscosas en el área de influencia. Siendo posibles los siguientes usos:

- Madera: La madera rolliza y dimensionada puede ser utilizada en el establecimiento de obras relacionadas con el proyecto o se podrá disponer entre la comunidad para la adecuación o mejoramiento de viviendas o infraestructura socioeconómica, también podrán ser utilizados en el aislamiento de áreas objeto de la compensación por el componente biótico.
- Aserrín: Puede ser utilizado para prevenir accidentes con la maquinaria en la fuga de aceite, ya que ayudaría a absorberlo. También puede ser utilizado como material que amortigüe ciertos impactos de la maquinaria sobre el suelo o sobre el proyecto como tal.
- Hojas, ramas y raíces producto del desmonte, arbolitos o arbustos: Se utilizarán para conformar una capa de materia orgánica que aporte nutrientes

a la vegetación remanente, haciendo una trituración de los mismos y ubicándolos sobre la margen de las áreas intervenidas por el proyecto.

- **Medias de compensación:**

#1. Compensación por el componente biótico, se procederá a implementar las medidas de compensación establecidas en el programa de compensación por el componente biótico el cual se describe más adelante.

15. Ficha de manejo de conservación de ecosistemas estratégicos y áreas sensibles y/o áreas naturales protegidas: las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por el desmonte y descapote son:

- **Medidas de prevención:**

#1. Se realizarán charlas de capacitación a los trabajadores, referente al manejo y conservación de ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente frágiles, durante la fase de obras civiles, etapa de perforación y pruebas de producción y desmantelamiento y abandono; donde se podrán incluir temas como la preservación de los recursos naturales, con énfasis en especies endémicas y/o en peligro de amenaza, importancia y sensibilidad de las unidades vegetales presentes en la zona, protección de la vegetación y prohibición de tala y quema, protección de la flora silvestre en la zona del proyecto, información sobre de la flora y la fauna de la zona identificadas en el EIA con algún grado de peligro y/o amenazas y las sanciones para quienes las infrinjan.

#2. Las coberturas de bosque de galería y vegetación secundaria alta serán excluyentes para las actividades de construcción de plataformas y facilidad temprana de producción. En caso de que, el trazado de obras lineales (vías y líneas de flujo) cruce por una cobertura vegetal boscosa, la empresa deberá garantizar y procurar hacer la menor intervención posible, buscando que el trazado se realice hacia las áreas más intervenidas o reduciendo el derecho de vía de la obra lineal. Además, se señalará y delimitará las áreas a intervenir y se deberá controlar el paso o acceso de los trabajadores y de maquinaria al sitio de labor, a fin de evitar que éstos circulen por sitios no autorizados, abriendo caminos y trochas que incrementen la afectación de la vegetación adyacente y/o sobre ecosistemas estratégicos y áreas ambientalmente frágiles.

#3. Se buscará minimizar la generación de residuos sólidos en todas las actividades del proyecto, así mismo se implantará un sistema de reciclaje y todas las áreas de trabajo se mantendrán limpias de residuos y escombros. Esto con el objeto de proteger y conservar los hábitats naturales y evitar que se generen ambientes que atraigan animales no silvestres y poco deseables como plagas (roedores, insectos, entre otros). Se prohibirá, al personal del proyecto, el lavado de vehículos en los cuerpos de agua y la realización de cualquier otra actividad que pueda afectar la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos de la región. Bajo ninguna circunstancia, se realizarán fogatas y quemas de residuos o cualquier otro material en el área, como tampoco se dejará hojarasca o ramas secas producto del desmonte, que puedan propiciar incendios; estas serán retiradas y dispuestas en las zonas de disposición de material vegetal o integradas al suelo en las áreas a revegetalizar.

Se realizará un control permanente para que se tomen las medidas necesarias para evitar derrames de combustible, químicos, de residuos sólidos, de residuos líquidos que afecten ecosistemas estratégicos, áreas sensibles.

- 2. Programa de protección y conservación de hábitat:** en este se incluye el manejo de especies vegetales y faunísticas endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda.

2.1. Ficha para el manejo de especies vegetales y faunísticas, endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda: las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por el desmonte y descapote; movilización y operación de maquinaria, materiales, equipos, líquidos, condensados y personal; manejo y disposición de residuos líquidos y sólidos; perforación; funcionamiento de la tea; mantenimiento de líneas de flujo son:

- **Medidas de prevención:**

#1. Capacitación al Personal Vinculado con el Proyecto, en las charlas de inducción y capacitación al personal deberán incluir temas relacionados con las especies en peligro y vulnerables, su importancia y las causas de su condición, de forma tal que puedan reconocerlas y evitar su alteración y/o apropiación de los individuos y destrucción de su hábitat. Asimismo, esta temática deberá ser incluida en el programa de capacitación, educación y concientización a la comunidad aledaña al proyecto.

#2. Identificación de las especies con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda, durante la elaboración de los inventarios forestales al 100 % en el

desarrollo de los PMA específicos, será necesario revisar si las especies identificadas presentan alguna de las categorías de amenaza, en peligro crítico o en veda, según la legislación ambiental colombiana y los libros rojos. Las especies amenazadas o en veda deberán ser demarcadas de manera distintiva, pero sin deteriorarla, con el fin de no ser removidas por desconocimiento.

En el caso, que se encuentren especies en las categorías Extinto (EX), Extinto en Estado Silvestre (EW), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU), será necesario primero evaluar técnicamente las opciones de ajustes de diseño que eviten la intervención de dichos individuos; sin embargo, si dichas alternativas no son viables, se procederá en su intervención, ya sea por traslado o apeo. Si por el contrario aparecen especies en las categorías Casi Amenazado (NT), Preocupación Menor (LC), Datos Insuficientes (DD) y No Evaluado (NE), podrán ser intervenidas, pues no están en una categoría de amenaza.

Durante las actividades del proyecto, se realizarán revisiones frecuentes en las áreas a intervenir, para detectar y reportar la presencia de especies de fauna silvestre y proceder a su manejo especial.

- **Medias de corrección:**

#1. Son medidas de rescate y reubicación en caso de encontrarse especies que se encuentren en las categorías de amenaza CR, EN y VU, se realizará su manejo adecuado (ahuyentamiento y/o reubicación), siguiendo las medidas establecidas. Si las especies requieren de un manejo especial, se deberá contar con la participación de la autoridad ambiental competente, quienes se encargarán de coordinar el procedimiento de rescate y reubicación final del individuo.

Las actividades de bloqueo y traslado de especies arbóreas se podrán realizar siempre y cuando exista viabilidad en el proceso del espécimen arbóreo, y la factibilidad de sobrevivencia del individuo. Si se presentan pocas garantías de supervivencia, serán objeto de aprovechamiento forestal, cuya compensación será incluida en el plan de compensación por el componente biótico.

La selección del sitio definitivo a trasplantar, se realizará por parte del profesional a cargo, teniendo en cuenta que éstos deberán presentar condiciones similares a los sitios de extracción, en términos de estructura, composición y densidad.

- 3. Programa de revegetalización:** en este se incluye el manejo de la revegetalización de áreas intervenidas.

3.1. Ficha para el manejo de la revegetalización de áreas intervenidas: las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por la revegetalización, empradización y reparación son:

- **Medidas de corrección:**

#1. Reconformación del terreno, se perfilará el terreno, eliminando mediante desagregación grandes terrones o bloques, así mismo, se eliminarán protuberancias o depresiones bruscas. Las prácticas de perfilado y adecuación física del terreno serán realizadas manual o mecánicamente, dependiendo de su extensión. La primera capa orgánica de terreno levantada durante las labores de movimiento de tierras y almacenada temporalmente, se distribuirá uniformemente en toda la superficie del terreno a reconformar.

En caso de que se haya dejado transcurrir demasiado tiempo entre la labor de descapote y las obras de revegetalización y las lluvias hayan inducido la generación de cárcavas en los taludes, será necesario reconformar nuevamente el terreno, evitando dejar depresiones en el mismo, surcos o hundimientos que faciliten la generación de nuevas cárcavas hacia el futuro.

#2. Aislamiento de las áreas a revegetalizar, se realiza la señalización de las áreas donde se llevarán a cabo las actividades con vallas informativas, con el fin de indicar a la comunidad y al personal de las actividades y obligaciones ambientales por parte de la operadora. Para garantizar la permanencia de la vegetación sembrada, se debe revisar que las condiciones de suelo sean favorables, tales como humedad suficiente, suelo preparado y fertilizado. El suelo debe conformarse y debe hacerse una nivelación antes de instalar las plantas.

El trazado se realizará de acuerdo a las condiciones morfológicas del terreno y a las cercas existentes, con el fin de optimizar los recursos para realizar el aislamiento. Posterior a este proceso, se realizará los procesos de ahoyado, espaciamento, hincado, templado y grapado, utilizando las herramientas y técnicas más adecuadas, según las condiciones de la zona objeto de reconformación.

#3. El material vegetal utilizado para la revegetalización deberá ser nativo (especies nativas) y propias del ecosistema o zona intervenida de acuerdo a criterios de restauración ecológica. Se revegetalará de acuerdo a las indicaciones impartidas por el personal técnico especializado en restauración ambiental, implementando siembra directa de semillas, almácigo, estolones, cespedones y biomantos a base de fibras

(fique) biodegradables; antes de seleccionar el tipo de sistema a emplear, es necesario evaluar el estado de las obras de ingeniería para manejar y controlar áreas inestables.

#4. Seguimiento a la sobrevivencia de especies, se efectuará un seguimiento de sobrevivencia de los individuos trasplantados cada dos meses a la revegetalización realizada, con el fin de evaluar el éxito del prendimiento del material vegetal. Se deberá diligenciar un formato de prendimiento de la revegetalización, donde se registre la fecha, localización geográfica, estado del material, registro fotográfico, responsable del seguimiento (nombre y firma), entre otros aspectos exigidos por la interventoría, que respalden el cumplimiento de las medidas de manejo y acciones ambientales implementadas descritas en esta ficha.

4. Programa de manejo del recurso hídrico: en este se incluye el manejo del Recurso Hidrobiológico.

4.1. Ficha para el manejo del recurso hidrobiológico: las medidas de manejo establecidas para los impactos generados por la movilización de maquinaria, materiales, equipos, líquidos, condensados y personal; captación y consumo de agua; manejo y disposición de residuos líquidos; ocupaciones de cauce por obras hidráulicas para la construcción de vías; movilización de fluidos por líneas de flujo entre infraestructura interna y hasta el punto de entrega; mantenimiento de obra de infraestructura y drenajes de control geotécnico y vías; son:

- **Medidas de prevención:**

#1. Protección de cuerpos de agua, se deberá dar cumplimiento a las rondas de protección establecida por la zonificación de manejo ambiental, con respecto a los 30 metros de franja de protección de los cuerpos de agua, medidos desde el nivel máximo o el borde de inundación del cuerpo de agua, exceptuando las ocupaciones de cauce autorizadas por la licencia ambiental, para proyectos lineales. Bajo ningún motivo, se realizarán vertimientos o disposición de residuos sólidos o líquidos, que comprometan la calidad de las aguas, situación que afectaría directamente las comunidades hidrobiológicas. Los materiales de construcción se deben almacenar de forma adecuada, protegidos de la lluvia, evitando el arrastre por efecto de las aguas de escorrentía hacia los drenajes existentes en la zona.

#2. Monitoreos hidrobiológicos, se llevarán a cabo monitoreos hidrobiológicos, simultáneamente con los fisicoquímicos y bacteriológicos en los cuerpos de agua

aledaños al área de las locaciones y facilidad temprana de producción, así como los cruces de cuerpos de agua por construcción de vía y línea de flujo, que requieran ocupación de cauce. Esta es una medida de seguimiento y monitoreo, que evaluará el cambio de la estructura y composición de las comunidades hidrobiológicas.

- **Medidas de mitigación:**

#1. Manejo de los sitios de cruce por proyectos lineales, con el objetivo de mitigar el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua, se deberá instalar sedimentadores aguas abajo del sitio de cruce, los cuales se retirarán durante la reconfiguración final del terreno, momento en el cual se realizará la limpieza de los mismos y la disposición adecuada del material retenido. Para los cruces de línea de flujo por perforación horizontal dirigido, se deberá asegurar que la tubería quede instalada por debajo del nivel de socavación natural de la corriente, en todo el ancho del cauce. En los cruces elevados se deberá asegurar que las estructuras queden por fuera de la influencia de la corriente y que la tubería se instale a una altura superior al nivel máximo de aguas, estimado para el periodo de retorno considerado.

- **Medidas de corrección:**

#1. Reconfiguración de áreas intervenidas, se deberá reconfigurar y proteger el lecho y márgenes de las fuentes hídricas intervenidas, lo que se realizará mediante la construcción de las obras especificadas en los diseños y demás estructuras geotécnicas que se consideren necesarias para garantizar la estabilidad del cruce y prevenir la socavación de las márgenes.

5.7.2. Plan de seguimiento y monitoreo:

El plan de seguimiento y monitoreo está dirigido a verificar y evaluar periódicamente el desarrollo y cumplimiento de las medidas de manejo ambiental formuladas en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio, de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico para el proyecto de perforación exploratoria.

El plan de seguimiento y monitoreo para cada medida de manejo, consiste en definir:

1. Objetivo, donde se hace referencia al medio hacia el cual se enfocan las medidas.
2. Plan y/o programa a medir, se relacionan las fichas del plan de manejo ambiental a realizar seguimiento y monitoreo:

- Se indica los alcances de seguimiento y monitoreo a las medidas propuestas.
 - Se define el indicador que será el mecanismo mediante el cual se mide el cumplimiento de metas y en consecuencia el objetivo del seguimiento y monitoreo a la implementación de la medida. Cálculo que indica el cumplimiento de la meta, con valor esperado.
 - Se identifica el mecanismo que permite medir la efectividad de las medidas de seguimiento y monitoreo y que generen un control ambiental adecuado del recurso respectivo. Cálculo que indica el cumplimiento del objetivo de las medidas de manejo, con la definición de un porcentaje de eficiencia y/o éxito.
 - Se establece el período para calcular los indicadores propuestos y soportes de verificación.
3. Acciones a desarrollar, es la descripción técnica específica de las medidas de seguimiento y monitoreo a implementar. Se deben relacionar el número de acciones que se considere necesario para cumplir con el objetivo, meta e indicadores planteados.
 4. Se describen las acciones encaminadas a realizar seguimiento a la implementación de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental para los diversos componentes.
 5. Se realiza la descripción de la localización específica donde se aplicará o implementarán las medidas.
 6. Se establecen los mecanismos y estrategias participativas para incentivar la integración de los grupos de interés del proyecto, con sus procesos y procedimientos en el seguimiento y monitoreo al manejo ambiental y socioeconómico.
 7. Se establecen los perfiles de los profesionales o técnicos requeridos para la implementación de las medidas que forman parte de un programa específico.
 8. Se relaciona el área líder y/o responsable de la planeación, implementación, ejecución, desarrollo, control y seguimiento de las medidas de seguimiento y monitoreo. Se debe involucrar personal interno y externo de la compañía que tenga relación con la ejecución de las actividades del proyecto.
 9. Se establece el costo estimado para la implementación de las medidas de seguimiento y monitoreo según corresponda.
 10. Se define el momento estimado de ejecución de las medidas de seguimiento y monitoreo de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos, con base en cada una de las etapas del proyecto.

Para el componente biótico las medidas para los planes de seguimiento y monitoreo propuestos y desarrollados se listan a continuación:

1. **Seguimiento y monitoreo al manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, flora y revegetalización:** para realizar el seguimiento a las medidas de manejo que apliquen al manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote, flora y revegetalización, de los programas de manejo de la remoción de cobertura vegetal y descapote; manejo del aprovechamiento forestal; manejo de flora; y manejo de la revegetalización de áreas intervenidas.

Se pretende realizar el seguimiento al cumplimiento del 100% de las medidas de prevención, mitigación y corrección de los impactos asociados a la flora silvestre y la cobertura vegetal durante el desarrollo de las actividades del proyecto.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #1:**

Seguimiento y monitoreo a la flora: El interventor ambiental se encargará de la supervisión y verificación del cumplimiento de las normas establecidas en las charlas de inducción al personal acerca de los cuidados pertinentes a tener con la flora de la zona. Se verificará el volumen de aprovechamiento forestal, la disposición temporal de la vegetación de porte arbustivo y arbóreo, y se verificará su reutilización o disposición final adecuada. Durante la reconfiguración de las áreas intervenidas, se tomarán registros fotográficos de las áreas recuperadas y se realizará seguimiento a las acciones a seguir, en cuanto a necesidades de fertilización, resiembra, riego y manejo fitosanitario.

Durante las actividades proyectadas, se verificará que el despeje de la cobertura vegetal sea el estrictamente requerido y evitar el desmonte y descapote innecesario y que afecten áreas aledañas. El profesional ambiental recorrerá todos los frentes de obras y verificará que el único sitio donde se acopie el material vegetal y de descapote, corresponda a los sitios autorizados para tal fin. En campo se llevarán registros documentales y fotográficos de los individuos en categoría de amenaza registrados en las áreas de intervención, y se evaluará la alternativa de manejo a utilizar. En el caso del bloqueo y traslado, se verificarán los informes del desarrollo de la actividad, así como sus respectivos mantenimientos y porcentajes de sobrevivencia.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #2:**

Seguimiento a la revegetalización: Se llevará a cabo recorridos por las áreas que se requiere revegetalizar (terraplenes, zonas en desuso, taludes, etc.), con el fin de determinar si es necesario realizar actividades de estabilización previas a las labores de siembra. Se llevarán registros del avance y éxito, con fotografías de los insumos utilizados, áreas sembradas,

campañas de limpieza, y mantenimientos para reporte en los informes de Cumplimiento Ambiental ICA.

Con el fin de verificar el estado y efectividad de las labores de revegetalización, se realizarán inspecciones periódicas en las diferentes actividades del proyecto. Finalmente, se elaborarán informes periódicos de las actividades realizadas de revegetalización que se sustentarán por medio de fotografías, que permitan verificar el estado de avance de las obras, para plasmarlas en los informes de cumplimiento ambiental.

- 2. Seguimiento y monitoreo a la flora y a la fauna, incluyendo especies endémicas o en cualquier categoría de amenaza:** para realizar el seguimiento a las medidas de manejo que apliquen al manejo para la fauna silvestre y las especies en categoría de amenaza, rango restringido y categorías de comercio. Y realizar el seguimiento a las medidas de manejo que apliquen para la flora silvestre en categoría de amenaza o en veda.

Se pretende realizar seguimiento al cumplimiento del 100% de las medidas de prevención, mitigación y corrección de los impactos asociados a la fauna y flora silvestre durante el desarrollo de las actividades del proyecto, y realizar la verificación del cumplimiento de las metas e indicadores propuestos en las fichas de manejo.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #1:**

Seguimiento y monitoreo a la flora endémicas o en cualquier categoría de amenaza: El interventor ambiental se encargará de la supervisión y verificación del cumplimiento de las normas establecidas en las charlas de inducción al personal acerca de los cuidados pertinentes a tener con la flora y a la fauna, incluyendo especies endémicas o en cualquier categoría de amenaza. Se verificará la señalización o marcación de especies endémicas o en cualquier categoría de amenaza.

Se verificará la delimitación de áreas de intervención y señalización que garanticen la no intervención de especies que se hayan identificado y que estén en categorías Extinto (EX), Extinto en Estado Silvestre (EW), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN) y Vulnerable (VU).

En campo se llevarán registros documentales y fotográficos de los individuos en categoría de amenaza registrados en las áreas de intervención, y se evaluará la alternativa de manejo a utilizar. En el caso que se realice bloqueo y traslado, se verificarán los informes del desarrollo de la actividad, así como sus respectivos mantenimientos y porcentajes de sobrevivencia.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #2:**

Seguimiento y monitoreo al manejo de la fauna silvestre: Se realizará un informe sobre las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, incluyendo fecha y ubicación de las actividades y se elaborarán formatos para el registro de dichas especies. Se verificará el correcto diligenciamiento de los mismos, cada vez que se presente un evento de rescate, reincorporación y/o tratamiento de fauna, esto en caso de que el manejo se dé por trabajadores del proyecto. Si esta labor es concertada por la CVS o CARSUCRE, se registran por medio de actas las actividades llevadas a cabo.

Para la señalización, se verificará la instalación y estado de las señales instaladas. En caso de que alguna señal haya sido destruida o se encuentre en mal estado, deberá registrarse mediante fotografías y reemplazarse, esto con el fin de garantizar el espacio de información a la comunidad y a los trabajadores del proyecto que estas representan.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #3:**

Seguimiento y monitoreo a especies vegetales y faunísticas, endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda: Se elaborarán formatos para el registro de flora y fauna endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda. El interventor verificará el correcto diligenciamiento de los mismos, cada vez que se presente un evento de rescate, y/o reubicación, esto en caso de que el manejo se dé por trabajadores del proyecto. Si esta labor es concertada por la CVS o CARSUCRE se registran por medio de actas, las actividades llevadas a cabo.

Se realizará un informe en el que se relacionan las especies vegetales endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda, registradas, rescatadas y/o reubicadas antes de las actividades de desmonte y descapote en las áreas de intervención, y se realizará un informe en el que se relacionan las especies faunísticas endémicas, con alguna categoría de amenaza, en peligro crítico o en veda registradas, ahuyentadas, rescatadas y/o reubicadas durante todas las etapas del proyecto.

- 3. Seguimiento y monitoreo al manejo de conservación de ecosistemas estratégicos y áreas sensibles y/o áreas naturales protegidas:** para realizar el seguimiento a las medidas de manejo para la conservación de ecosistemas estratégicos y áreas sensibles y/o áreas naturales protegidas.

Se pretende realizar el seguimiento a las medidas de manejo que apliquen para la conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y/o áreas naturales protegidas y realizar la verificación del cumplimiento de las metas e indicadores propuestos.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #1:**

Seguimiento a las acciones de protección y conservación de hábitats: Se supervisará constantemente el cumplimiento a las acciones o medidas relacionadas con la identificación y delimitación de las áreas a intervenir, tratamiento de aguas residuales y manejo adecuado de residuos sólidos, educación ambiental, reutilización de la madera obtenida del desmonte o compra a terceros autorizados, medidas coercitivas a trabajadores por la perturbación de ecosistemas, conservación y protección de los hábitats tanto acuáticos como terrestres, cero procesos de contaminación de las fuentes de agua superficial y acuíferos, estabilización y revegetalización de obras que lo requieran, prohibición del lavado de vehículos en los cuerpos de agua, no fogatas, y utilización al máximo de caminos o trochas existentes.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #2:**

Seguimiento a la ubicación de la infraestructura con respecto a la zonificación de manejo ambiental: La zonificación de manejo ambiental es fundamental para la prevención de impactos negativos sobre las zonas de alta sensibilidad ambiental y dicta cuáles son las áreas que no se pueden intervenir, las que sí y bajo qué condiciones; es por esta razón, que se deben tener en cuenta las restricciones establecidas y las distancias permitidas, previo a cualquier intervención por parte del proyecto.

4. **Seguimiento y monitoreo a los recursos hidrobiológicos:** para evaluar periódicamente el cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas y calidad de las aguas de los ecosistemas acuáticos, susceptibles de ser intervenidos durante la ejecución de las actividades del proyecto. Se pretende el cumplimiento del 100% de los monitoreos hidrobiológicos programados durante el desarrollo del proyecto.

- **Medida de seguimiento y monitoreo #1:**

Monitoreo hidrobiológico: Se llevarán a cabo los monitoreos hidrobiológicos simultáneamente con los fisicoquímicos y bacteriológicos en los cuerpos de agua aledaños al área de las locaciones y facilidad temprana de producción, cruces de cuerpos de agua por construcción de vía y línea de flujo y puntos de captación, con el fin de establecer su estado.

Se deberán efectuar inspecciones visuales periódicas, para identificar posibles incumplimientos a las medidas de prevención y mitigación establecidas en las fichas de manejo asociadas.

Entre las comunidades a muestrear, se deberán caracterizar el plancton, perifiton, bentos, macrófitas y fauna íctica. Los resultados deben ser analizados y comparados con los muestreos fisicoquímicos efectuados en dichos puntos, con el fin de presentar la tendencia de la calidad que tuvo el cuerpo de agua durante la intervención, indicando las causas de sus variaciones. Esta información deberá ser presentada en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental. En caso de la alteración de los parámetros de calidad de agua, se deberá ubicar el origen de dicho cambio y en caso de ser generado por las actividades del proyecto, se deberán realizar las medidas correctivas.

5.7.3. Otros planes y programas

5.7.3.1. Plan de compensaciones del medio biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental

Se estructura de manera general el plan de compensación, como instrumento para asegurar que los impactos residuales ocasionados por el proyecto puedan ser subsanados mediante la implementación de acciones de restauración, enriquecimiento o conservación de ecosistemas equivalentes a los afectados. Cabe mencionar que, al ser un proyecto de exploración, si bien se cuenta con un escenario general de intervención para estimar teóricamente los volúmenes de aprovechamiento forestal y las áreas a intervenir por ecosistema, aún no se encuentran definidas las áreas puntuales de intervención, por lo que en el presente plan se plantean acciones generales que deberán precisarse una vez se cuente con el escenario de intervención real del mismo.

En este capítulo es de gran importancia la participación del biólogo, pues desde su experiencia debe generar las medidas de compensación para los impactos que no pudieron ser prevenidos, mitigados o corregidos, de esta manera se espera que las medidas de compensación propuestas logren su objetivo en los ecosistemas afectados.

1. Impactos no evitados, no corregidos o no mitigados

Las compensaciones ambientales surgen a partir del concepto de la jerarquía de la mitigación, el cual establece que las compensaciones ambientales únicamente se deben realizar cuando las acciones de prevención y mitigación no alcanzan a resarcir los impactos de un proyecto determinado, por lo tanto antes de compensar es necesario demostrar que se ejecutaron acciones para evitar, minimizar y reparar los impactos generados por un proyecto, cuyos efectos residuales serán el objeto de la compensación. El análisis de posibles impactos sobre el medio biótico muestra que a pesar de las medidas que se proponen en el plan de manejo

ambiental, en algunas de las actividades del proyecto se especifican medidas de compensación, específicamente para los impactos que no pueden evitarse, corregirse o mitigarse, por lo cual se hace necesario aplicar las medidas de compensación para su manejo.

La alteración de ecosistemas estratégicos o sensibles, la modificación en las dinámicas ecológicas de las coberturas vegetales, el cambio en la conectividad de las coberturas naturales, el cambio en la dinámica de poblaciones de fauna silvestre, la modificación del hábitat de la fauna silvestre y cambios en los patrones de movilidad de la fauna silvestre, corresponden a los impactos residuales al medio biótico en los cuales, a pesar de aplicar medidas de prevención, protección, mitigación o control, pueden llegar a presentar un efecto remanente que no permite el retorno a las condiciones originales previas a la intervención del ecosistema, por lo cual deben ser resarcidos a través de las acciones propuestas por el plan de compensación del componente biótico.

2. Objetivos generales y específicos

Establecer los lineamientos para realizar la compensación del componente biótico, por el desarrollo de las obras y/o actividades del proyecto, en relación a la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos que se intervendrán para el área de perforación exploratoria:

- Identificar los ecosistemas susceptibles de intervención de acuerdo con las actividades y etapas del proyecto a desarrollar, y los impactos objeto de compensación asociados a las mismas, estimando áreas posibles de intervención como punto de partida para la estructuración del Plan de Compensación del Componente Biótico.
- Definir las acciones destinadas a la restauración de las áreas identificadas como ecológicamente relevantes e importantes dentro del área de influencia, de acuerdo con la priorización de áreas de conservación nacional y regional, y las características propias del área de influencia caracterizada para el proyecto.
- Generar procesos de restauración, que permitan conservar los hábitats, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados, y aporten a la ganancia neta de biodiversidad dentro del área de influencia del proyecto.

2.1. Alcance

El presente plan de compensación del componente biótico en el marco del estudio de impacto ambiental prevé establecer el marco de referencia para resarcir y retribuir a las comunidades,

regiones, localidades y entorno natural por los impactos residuales sobre el medio biótico, que podrían generarse por las actividades a realizar en el área de exploración.

En este sentido, se establece una hoja de ruta para que una vez se tenga un escenario de intervención, pueda determinarse cuales ecosistemas serán intervenidos (¿Qué compensar?), el tamaño del área que se deberá compensar (¿Cuánto?), los ecosistemas equivalentes y/o áreas proyectadas para materializar dichas acciones (¿Dónde?), y las acciones, modos, formas y mecanismos de implementación de las mismas (¿Como?), en el contexto territorial, ecológico y socioeconómico donde está inmersa el área de exploración.

3. Escenario general de la intervención del área de perforación exploratoria e

Para la identificación de los ecosistemas que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, se tomó como base la actualización de las coberturas de la tierra del presenta estudio, junto con el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (IDEAM, 2017). En total fueron identificados 4 (cuatro) biomas para el área de influencia analizada, que corresponden al Helobioma Ariguaní-Cesar, Helobioma Sinú, Zonobioma Alternohígrico Tropical Sinú, y Zonobioma Alternohígrico Tropical Ariguaní-Cesar.

Igualmente fueron identificadas 18 coberturas de la tierra, con lo que se identificaron 60 ecosistemas, la mayoría de estos transformados o de características mayoritariamente antrópicas, siendo solo 10 (diez) aquellos asociados a coberturas naturales remanentes o en estados sucesionales.

4. ¿Qué compensar?

Teniendo en cuenta el alto nivel de intervención antropogénica en la zona, la mayoría de los ecosistemas presentes en el área de influencia analizada no conservan sus características naturales, presentándose una baja representatividad (menos del 10% del área de influencia) de bosques altamente intervenidos y coberturas en estado sucesional, en donde la frontera agrícola se ha incrementado constantemente, y la vegetación natural ha sido reemplazada por áreas dedicadas a las ganadería extensiva y la agricultura.

Para el Área de Exploración se realizará intervención del territorio, en los lugares donde se ubicarán las actividades propias del proyecto y que corresponden a:

- Construcción de locaciones.
- Construcción de vías.
- Construcción de líneas de flujo.
- Construcción de Áreas de facilidades de producción.

La intervención propiamente dicha, por las actividades mencionadas, corresponde a la que se dé en las zonas donde se realizará desmonte y descapote de la cobertura vegetal, la cual se calculó para cada tipo de construcción. Es importante tener presente que esta intervención se dará únicamente en áreas de ecosistemas naturales, seminaturales y mayormente transformados, donde la zonificación de manejo ambiental lo permita, de acuerdo con lo autorizado en la licencia ambiental del proyecto; el área máxima de intervención probable para el proyecto es de 473,6 ha.

Luego, se presenta la distribución preliminar de área a intervenir con base en la probabilidad de que se intervenga una cobertura de acuerdo a su presencia en el área de exploración por las actividades del proyecto, esta intervención se realizará teniendo en cuenta lo autorizado por la licencia ambiental y la zonificación del proyecto buscando intervenir en menor medida coberturas naturales, las intervenciones están sujetas a lo autorizado en la zonificación de manejo del Estudio de Impacto Ambiental. Las probables unidades de coberturas vegetal a intervenir serían:

- Vegetación secundaria alta y baja.
- Herbazal.
- Pastos Arbolados.
- Otras coberturas (coberturas de origen antrópico como: cultivos, pastos limpios, mosaicos de pastos y cultivos entre otros).
- Bosque de Galería, su intervención se plantea únicamente para el caso de ocupaciones de cauce.

5. ¿Cuánto compensar?

Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados, los factores de compensación se establecieron según el Listado de Factores de Compensación (del Manual de compensaciones del componente biótico), los cuales determinan los factores de compensación por biomunidad biótica, en función de los criterios de representatividad, rareza, remanencia y tasa de transformación calculada para estos, para los ecosistemas identificados en el área de influencia, y se describen de manera consiguiente en el contexto analizado del área de influencia del área de perforación exploratoria.

- **Representatividad de ecosistemas:** La representatividad de ecosistemas es definida como la proporción de la unidad biótica que se encuentra bajo alguna categoría de conservación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas–SINAP, lo cual determina su potencial de protección. El valor de este criterio oscila entre 1 y 3, siendo los

menores valores indicadores de alta representatividad, y el mayor valor indicador de áreas “sin representatividad”.

- **Rareza de ecosistemas:** La rareza se encuentra definida como la singularidad o replicabilidad de la unidad biótica, asociado la composición de especies, utilizando los modelos de áreas potenciales de distribución de especies, dando cuenta de factores como los niveles de endemismo de las unidades analizadas. Estos valores se presentan entre 1 y 2, siendo 2 indicador de muy alta rareza, y 1 muy baja.
- **Remanencia de ecosistemas:** Este criterio determina la proporción de la unidad biótica que se encuentra en condiciones naturales, siendo remanentes o relictos que se han mantenido pese a los procesos de transformación. Sus valores se presentan en una escala de 1 a 3, donde 3 indica muy baja remanencia, y 1 muy baja remanencia.
- **Tasa de transformación anual de ecosistemas:** La tasa de transformación anual se refiere a los cambios en la cobertura natural de las unidades bióticas, en términos de la proporción de pérdida de cobertura obtenidos a partir de cálculos multitemporales de cambio de áreas. La escala de evaluación oscila entre 1 y 2, siendo 2 indicador de altas tasas de transformación, y 1 muy bajas tasas de cambio.

5.1. Factores de compensación para los ecosistemas identificados en el área de influencia

Una vez definidos los valores de los criterios de representatividad, rareza, remanencia y tasa de transformación para los biomas o unidades bióticas identificadas, se calcularon los factores de compensación para los ecosistemas naturales identificados dentro del área de influencia (es decir Bosque de galería y Herbazal denso de tierra firme arbolado), siguiendo el Manual de compensación del componente biótico (MADS, 2018):

1. Se define el tamaño del área impactada con base en la información generada en el estudio de impacto ambiental, después de aplicar la jerarquía de mitigación.
2. Se identifican los ecosistemas que están presentes en el área impactada (naturales o vegetación secundaria) y buscar el bioma-unidad biótica a la que pertenece en el listados nacionales de factores.
3. Se identifica el valor del factor correspondiente a la unidad impactada.
4. Se multiplica el valor del área impactada por el factor de compensación.

Luego se presentan los resultados del cálculo del factor de compensación para los ecosistemas (naturales y con vegetación secundaria) en el marco del proyecto, así como las

áreas estimadas que son susceptibles a intervención durante las diferentes etapas y actividades del proyecto. Tomando en cuenta estos dos factores, se presenta igualmente el valor estimado del área que debería ser compensada en caso de que se presente dicha intervención sobre alguno de los ecosistemas de referencia.

Cabe aclarar que, para el caso de los ecosistemas transformados, el Manual establece que deben implementarse compensaciones sobre los mismos, en caso de presentarse impactos no prevenibles, no corregibles o no mitigables. Para el caso específico del área de exploración y su área de influencia no se identificaron ni evaluaron impactos objeto de compensación sobre la biodiversidad y servicios ecosistémicos en las áreas transformadas, por lo que las medidas propuestas están orientadas a los ecosistemas naturales.

6. ¿Dónde compensar?

Para saber dónde compensar, se proponen áreas que sean ecológicamente equivalentes a las afectadas, que en lo posible formen parte del área de influencia del proyecto y que tengan oportunidad de conservación efectiva. Según el Manual de compensación para el componente biótico (MADS, 2018), para identificar estas áreas, se debe tener en cuenta:

- a) Respecto al ámbito geográfico, el plan de compensación debe implementarse dentro de la subzona hidrográfica en la cual se desarrolle el proyecto, obra o actividad o las subzonas hidrográficas circundantes.
- b) Si las áreas propuestas para compensar son menores al área original impactada, según el tipo de ecosistema equivalente, se deben incluir áreas o franjas de conectividad con potencial para la restauración en cualquiera de sus tres enfoques (restauración ecológica, rehabilitación y recuperación), y de uso sostenible como acción complementaria.
- c) La ubicación de las áreas donde se implemente el Plan de Compensación, deberá tener presente la información incluida en los portafolios regionales o nacionales de compensación, el Plan Nacional de Restauración, y otros instrumentos de ordenamiento territorial local, con el fin de dirigir las acciones de compensación hacia áreas previamente identificadas como potencialidades en términos de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.
- d) Se propenderá a la selección de áreas adyacentes a otras áreas en las cuales se hayan implementado otras acciones de compensación que puedan estar identificadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), con el fin de sumar esfuerzos y promover la conectividad entre diferentes acciones de compensación.

Para este fin se consultó la información disponible en la plataforma virtual del Sistema de Información Ambiental de Colombia –SIAC, para identificar las áreas con alguna figura de protección nacional, regional o local, así como las áreas con prioridad de conservación que se traslapan o se hallan dentro de la zona o subzona hidrográfica del área de influencia del proyecto, además como parte del proceso se verificó que espacialmente las áreas propuestas estuvieran incluidas en la subcuenca del río Bajo San Jorge-NNS y en la subzona hidrográfica del proyecto.

A continuación, se presenta la información de las alternativas encontradas para implementar el Plan de compensación del componente biótico según las áreas potenciales revisadas en el SIAC:

6.1 Determinantes ambientales

Según las directrices de ordenamiento territorial para la Corporación Autónoma Regional de Sucre (CARSUCRE), se identifican áreas con prioridad para garantizar la sostenibilidad ambiental de la jurisdicción de la corporación (Resolución 1225 de 2019), donde se tiene como antecedente la información consignada en Plan de Gestión Ambiental Regional 2018 – 2027 (PGAR) y el Plan General de Ordenación Forestal (2017). Dentro de esta documentación se mencionan como áreas de importancia ambiental en el contexto del área de influencia del proyecto las siguientes:

Zonas de Recarga de Acuíferos (AAP-ZRA): Incluye las áreas con potencial de muy alto a alto de recarga hídrica, de conformidad a la permeabilidad primaria y secundaria de la roca. Agrega áreas con diversidad de relieve y características de suelo; usadas principalmente para la conservación y protección de aquellos espacios considerados zonas de recarga de acuíferos, que permiten la infiltración, circulación o tránsito de aguas superficiales en el subsuelo.

Corredores biológicos (AAP-CrrB): Corresponde a las áreas en recuperación para restituir la continuidad espacial de procesos biológicos, ecológicos o evolutivos, en diversos relieves y suelos. Agrupa parches de bosques que permiten comunicar o conectar con: zonas forestales protectoras, áreas naturales protegidas, relictos de bosque, otros bosques, humedales y otros ecosistemas estratégicos principales.

Áreas estratégicas para la mitigación del cambio climático, estas incluyen:

- **Conservación de rondas hídricas, zonas de nacimiento de agua y recarga de acuíferos:** La pérdida de la cobertura vegetal, ha incidido en la dinámica del ciclo hidrológico, disminuyendo los tiempos de retención, lo cual disminuye la capacidad de regulación hídrica y mantenimiento de caudales de las aguas superficiales, así como en la disponibilidad del agua para la recarga de los acuíferos. Esta medida está enfocada en la mitigación de GEI, mediante su implementación se busca aumentar los niveles de adaptación y los paisajes a los cambios proyectados en temperatura y eventos extremos, la conservación de estas masas boscosas en las áreas de recarga de acuíferos, nacimientos de aguas y rondas hídricas asegura una mayor oferta hídrica en época seca, evita la deforestación y reduce las emisiones de gases.
- **Implementación de procesos de restauración ecológica en áreas de alto grado de degradación o erosión:** Esta medida busca restaurar, rehabilitar y recuperar ecosistemas de alta importancia ambiental y áreas dedicadas a la producción agrícola y ganadería y áreas degradadas por minería, suelos impactados por sobrepastoreo.
- **Reconversión de usos ganaderos a sistemas agroforestales y silvopastoriles:** Esta medida busca la disminución de los conflictos de usos del suelo y la reconversión de usos ganaderos a silvopastoriles para la rehabilitación y protección del suelo ante los procesos de degradación y erosión.

Áreas Seminaturales (AAP-AS): Corresponden aquellas tierras constituidas por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos de degradación sean naturales o inducidos.

Coberturas de Bosque (AAP-CB): Comprende aquellas áreas conformadas por un grupo de tierras con coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes suelos. Sus funciones son las de conservar el agua, el suelo, la flora y la fauna silvestre.

6.2. Plan Nacional de Restauración

El Plan Nacional de Restauración corresponde a una herramienta para orientar técnicamente los recursos e iniciativas para disminuir la vulnerabilidad del país generada por las dinámicas de ocupación del territorio, este documento propone la restauración como una alternativa de compensación y como un mecanismo operativo de financiación de procesos y proyectos, en relación con el “Manual para la Asignación de Compensaciones por pérdida de biodiversidad”, por medio de la aplicación de tres (3) tipos de enfoques (MADS, 2015):

- **Restauración ecológica:** Busca restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema pre disturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. El ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies del ecosistema en general, y de la mayoría de sus bienes y servicios.
- **Rehabilitación ecológica:** Busca llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema pre disturbio, y debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.
- **Recuperación ecológica:** Busca recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema pre disturbio.

Para el contexto del área de influencia del proyecto se encontraron áreas potenciales de “recuperación” cerca de los centros poblados de Villavicencio y El Roble, y de “rehabilitación” cerca de los centros poblados de El Roble, Ceja de Mango, Las Llanadas, Hato Nuevo, El Deseo, Cocorote y Galeras. Las áreas identificadas como potenciales de restauración y rehabilitación representan en su conjunto un área de 113,66 ha, por lo que son útiles como áreas de referencia para determinar los lugares donde implementar la compensación.

6.3. CONPES

Las áreas potenciales de conservación propuestas por el documento CONPES 3680 de 2010 se encuentran alineadas con la identificación de áreas necesarias para “consolidar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, estableciéndose como una herramienta estratégica en los procesos de ordenamiento territorial del país y facilitando así el cumplimiento de los objetivos nacionales en torno a la conservación in situ de la diversidad biológica estratégica como base natural para el desarrollo social y económico, la generación de beneficios ambientales y la protección de espacios naturales que permitan la preservación de la cultura material e inmaterial” (DNP, 2010).

Para el área de influencia del área de exploración se identificó un total de 1.275,65 ha dentro de dicho portafolio, que espacialmente corresponden a parches remanentes de ecosistemas naturales o seminaturales del Zonobioma Seco Tropical del Caribe, distribuidas en los sectores centro y sur del área de influencia, contando con representatividad en los municipios de El Roble, Chinú, Galeras, Corozal y Sincé.

6.4. Áreas prioritarias para la conservación Instituto Alexander von Humboldt-SIRAP

El Plan de Acción del sistema regional de áreas protegidas del Caribe Colombiano tiene como objetivo principal “llenar los vacíos de conservación de la diversidad biológica, a través de acciones de manejo desde la declaratoria de áreas protegidas e implementación de planes de manejo hasta la conformación de sistemas locales y regionales a fin de generar espacios que permitan mantener los procesos ecológicos y evolutivos y la representatividad de cada uno de los ecosistemas en la región para así garantizar los bienes y servicios ambientales que presta la biodiversidad a las poblaciones” (Hernández, 2010).

Para el área de exploración se identificó un total de 113,66 ha disponibles dentro de dicha clasificación, que espacialmente corresponden a parches en áreas de importancia para la conservación del complejo de sabanas y arbustales de Sucre y Córdoba, ubicadas en el municipio de El Roble y Chinú.

De acuerdo con lo expuesto ante las CAR´s y la información consultada se priorizarían tres zonas para la compensación con equivalencia y representatividad ecosistémica en el área de influencia del proyecto:

- **CONPES- Prioridades de conservación:** PeriCaribeño Cartagena Sinú Zonobioma seco tropical del Caribe.
- **SIRAP CARIBE- Prioridad de conservación:** Complejo de sabanas y arbustales Sucre y Córdoba.
- **ÁREAS LOCALES- Áreas para la Conservación Biológica:** Corredores biológicos del SISAP y Zonas de recarga de Acuíferos.

7. ¿Cómo compensar? Acciones, modos, mecanismos y forma de implementación de la compensación.

El Plan de Compensación del Componente Biótico propuesto para el proyecto de acuerdo al manual de compensación plantea diferentes alternativas en las cuales se puede desarrollar la compensación del componente biótico.

Tanto para la Corporación Autónoma Regional de los Valle del Sinú y del San Jorge (CVS), y la Corporación Autónoma de Sucre (CARSUCRE), se identificó el complejo de sabanas y arbustales de Sucre y Córdoba como áreas Prioritarias para la Conservación, donde se sugiere implementar dichas acciones, igualmente según las determinantes ambientales de cada Corporación identificaron las áreas prioritarias para la conservación biológica los Corredores biológicos del Arroyo Grande de Corozal.

7.1. Prioridades para la Compensación – CÓRDOBA

Córdoba cuenta con un área identificada para la conservación y protección de 700.663 ha, donde establecen 19 sitios prioritarios para la preservación. Del área total prioritaria, el 35% deben ser contempladas en acciones que aseguren su preservación. Además de los requerimientos que faciliten el desarrollo de la reforestación, la rehabilitación y la restauración, con orientación hacia los servicios ecosistémicos, la CVS deberá disminuir los índices de afectación de las poblaciones de fauna silvestre, dentro de estas especies prioritarias como *Lontra longicaudis* - *Saguinus oedipus* - *Chauna chavaria* fueron registradas para el área de influencia del proyecto.

Según el Plan de acción institucional 2016-2019 de las CVS, se tiene como Línea Estratégica: BIODIVERSIDAD, dentro del cual se establece lo siguiente: PROGRAMA 1: La biodiversidad en función de servicios ecosistémicos y sostenibilidad del territorio, y se plantean diferentes proyectos. Esta línea tratará de profundizar en la definición de los componentes y los límites de la estructura ecológica del territorio Cordobés para que sean considerados como elementos estructurales y esenciales del ordenamiento territorial y se consideren determinantes ambientales para la articulación del territorio, así como los servicios ambientales que presta para garantizar el bienestar y la sostenibilidad de la población.

7.2. Prioridades para la Compensación – SUCRE

Según el Plan de acción institucional 2016-2019 de CARSUCRE, propenden acciones en las Áreas Prioritarias para La Conservación, dentro de éstas se seleccionan aquellas donde deberá prevalecer las acciones y modos de compensación:

- Áreas de especial importancia Ecosistémica: Zonas de Nacimiento de aguas
- Áreas con otras coberturas Prioritariamente Naturales: Coberturas de Bosques y Áreas seminaturales
- Áreas para la Conservación Biológica: Corredores biológicos del SISAP

8. Propuesta de acciones de compensación

En el marco del Plan de Compensación del Componente Biótico del proyecto área de exploración, se realizó el acercamiento con la Corporación Autónoma Regional de los Valle del Sinú y del San Jorge -CVS-, y con la Corporación Autónoma Regional de Sucre CARSUCRE, donde se evaluó la priorización de la destinación de sus obligaciones de medidas de compensación, hacia las áreas propuestas anteriormente. Una vez iniciado el proyecto, se calcularán las áreas totales a compensar, de acuerdo a las actividades desarrolladas que requirieron intervención y que deben ser compensadas; para éstas se

concluirán las acciones correspondientes para la compensación según el tipo de ecosistema equivalente. Las acciones a realizar son las siguientes:

- **RESTAURACIÓN:** 1. Recuperar las rondas hídricas de los arroyos Grande de Corozal y otros (determinados como corredores biológicos de las diferentes especies de fauna y comunidades ícticas).
- **PRESERVACIÓN:** 2. Protección y conservación de rondas hídricas y mejoramiento de la conectividad biológica, potencialmente en los Corredores biológicos del SISAP. 3. Apoyo a la financiación de estrategias de conservación de especies o grupos de especies, que cuentan con Planes Nacionales aprobados o requieren Plan de Manejo.
- **USO SOSTENIBLE:** 4. El establecimiento de acuerdos de uso y conservación voluntarios, con la creación de incentivos para el mantenimiento y conservación de las áreas.

Las acciones 2 y 3, cuyo objeto es la preservación, se considera con el fundamento en las amenazas y las condiciones propias de la biodiversidad de la jurisdicción de la Corporación, se priorizan como objetos de conservación especies como el Mono titi cabeciblancos (*Saguinus oedipus*), la Nutria (*Lontra Longicaudis*), entre otros.

Por otra parte, la acción 4, de uso sostenible, se considera en la creación de incentivos para el mantenimiento y conservación de áreas de acuerdo a experiencias reportadas para la región como con el Achiote, Caña flecha y Negocios verdes, los cuales que han contribuido entre otros, al uso sostenible de los ecosistemas y fortalecimiento de la economía local de forma sostenible.

Una vez identificadas las áreas donde se desarrollaría la compensación, junto con las CAR se establecerá el modo más apropiado según el tipo de predio donde se localice:

- Acuerdos de conservación con los propietarios
- Servidumbres ecológicas
- Arrendamiento
- Usufructo y/o compra de predios

Una vez se concreten las medidas de compensación a realizar, se establecerá el mecanismo más apropiado para la ejecución de los recursos, es decir si se realizará directamente por parte del usuario de la licencia ambiental, o por un operador.

9. Plan de monitoreo y seguimiento

El seguimiento y monitoreo del plan de compensación comprende una serie de acciones a desarrollar para lograr garantizar el cumplimiento y ejecución de los planteamientos realizados y por ende su efectividad, se presentan medidas a tener en cuenta:

- Realizar el seguimiento y monitoreo de las acciones planteadas en el plan de compensación del componente biótico de acuerdo a lo establecido en el documento del plan y a lo acordado con las Corporaciones.
- Realizar el seguimiento al área de afectación de los ecosistemas naturales para actualizar los valores de las áreas de compensación presentados en el actual documento.
- Realizar revisiones periódicas a la implementación de las acciones de compensación donde se verificará el cumplimiento de los requerimientos técnicos de las mismas.

Por lo anterior, se definen los siguientes indicadores de gestión y seguimiento Plan de compensación:

- Reducción del área de afectación y por ende de compensación del componente biótico.
- Revisión del seguimiento y monitoreo de acciones.
- Implementación de la estrategia de compensación propuesta para cada etapa del cronograma.
- Índice de diversidad – Índice de Shannon, comparado con el valor de la línea base.
- Índice de Margalef, comparado con el valor de la línea base.
- Índice de Simpson, comparado con el valor de la línea base.

10. Resultados esperados

- Contribuir en la conectividad ecológica de los ecosistemas naturales presentes en corredor biológico del Arroyo Grande de Corozal, mediante la restauración de las rondas hídricas definidas como prioritarias dentro las determinantes ambientales de CARSUCRE.
- Alcanzar ganancias demostrables en el estado de conservación de la biodiversidad, las cuales no serían obtenidas sin la implementación del plan de compensación.

11. Cronograma

La ejecución de las compensaciones estará definida por el otorgamiento de la licencia ambiental del Área de Perforación Exploratoria. En el cronograma se plantea el inicio de actividades seis (6) meses después de iniciadas las actividades constructivas del proyecto,

tiempo durante el cual serán acordadas las actividades de compensación con las diferentes partes interesadas, así como los lugares de implementación, y la formalización de acuerdos, dejando establecidos los cimientos para desarrollar las actividades de implementación.

Como última actividad planteada en el cronograma, una vez finalizado el seguimiento y monitoreo de las actividades implementadas (final del quinto año), se hará entrega del programa implementado a los actores que corresponda, y se dará por finalizada la compensación del componente biótico.

12. Riesgos potenciales

Se identificaron los riesgos potenciales que podrían llegar a afectar el plan de compensación propuesto, a continuación, se presenta estos riesgos potenciales, a que están asociados y la posible medida para evitarlos

- **Inadecuado desarrollo de la compensación:** Adecuada elección de las especies a incluir en la compensación garantizando que sean adecuadas para el área y cumplan su función ecológica, además elegir adecuadas técnicas de siembra, y prácticas silviculturales.
- **Afectación a la compensación por parte de semovientes y otros animales domésticos:** Adecuado aislamiento de las áreas compensadas, e involucrar a los vecinos de la compensación socializando la importancia de la compensación.
- **Dificultad para adquirir predios o realizar acuerdos para poder establecer la compensación:** Es necesario una adecuada socialización del plan de compensación haciendo énfasis en la importancia de la compensación (ambiental, social y económica), también es necesaria una adecuada gestión de tierras teniendo varias opciones de predios donde establecer la compensación.
- **No apropiación de las áreas compensadas por parte de la comunidad:** Adecuada socialización del proyecto a los habitantes del Área del proyecto donde se les explique la importancia de la compensación por pérdida de biodiversidad y se involucren y hagan partícipes de esta. Es importante contar con el apoyo de la autoridad ambiental regional en este proceso para garantizar el éxito de la compensación.

6. DISCUSION

Se evidenció que la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental debe realizarse bajo los lineamientos, requerimientos, elementos metodológicos, y

especificaciones técnicas, que se indiquen en los respectivos términos de referencia según el tipo de proyecto, y los establecidos en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales en Colombia. Lo que se evidenció en el EIA analizado del sector de hidrocarburos para el Contrato de Exploración y Producción Sinú San Jacinto Norte SSJN7, el cual, acato lo establecido en los términos de referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos (código M-M-INA-01) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible del año 2014.

La función de los biólogos en la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, es determinante, para proporcionar información precisa y confiable, que permita la toma de decisiones por parte de las autoridades; por ello, la importancia de que la elaboración de algunos elementos del EIA esté a cargo de ellos y prevalezca su criterio cuando se trate del medio biótico.

6.1. Área De Influencia

En este elemento, los biólogos deben definir y delimitar el área donde el medio biótico podría verse afectado por las actividades del proyecto. Donde, se analizan los ecosistemas presentes en el área del proyecto, los elementos naturales y antrópicos que constituyen barreras naturales que permiten la propagación de posibles impactos; los cuales se diferenciaron a partir de los cambios de criterios bióticos, es decir, cambios en las coberturas vegetales. También se identifican los límites hasta donde podrían presentarse los impactos sobre la flora, fauna, e hidro biota teniendo en cuenta las actividades propuestas a realizar en el proyecto, las áreas puntuales a intervenir y la demanda de recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

6.2. Caracterización del Área de Influencia

La participación de los biólogos en la obtención de la línea base del medio biótico es casi la totalidad en este elemento, pues son ellos quienes cuentan con la formación académica y experiencia específica que les permite generar el inventario y caracterización de la diversidad biológica del área del proyecto.

Los biólogos encargados de la caracterización del medio biótico, deben seguir las determinaciones establecidas en el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes

de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales bajo la Resolución N° 00587 del 10 de abril de 2019, otorgado a la empresa Consultora, y generado también por profesionales específicos de la biología; en este, se determina la formación y experiencia requerida de cada profesional e indica los métodos autorizados para realizar las respectivas colectas de cada grupo biológico.

Es de mencionar, que para elaborar este elemento del EIA, los métodos y actividades pueden variar según el grupo biológico que se tenga a cargo. En el caso de los profesionales que deben caracterizar la flora arbórea en veda y de la flora epífita, previamente deben revisar la legislación ambiental vigente y la información secundaria para determinar las especies en que podría encontrar en el área de intervención, estos inventarios describen la estructura y función de la vegetación para su aplicación en el uso y manejo de la misma (Álvarez *et al.*, 2006). Luego en campo, deben caracterizar las coberturas vegetales y en estas identificar las especies arbóreas en veda y especies epífitas, donde deben coleccionar un individuo por morfotipo para su posterior identificación taxonómica por parte de biólogos botánicos que trabajan en herbarios adscritos al Instituto Alexander Von Humboldt, cuando no se logre la identificación de los ejemplares en campo.

Luego de la identificación taxonómica de las especies registradas en campo, se procede a realizar el análisis de la información, donde se debe realizar la curva de acumulación de especies para poder realizar comparaciones, y validar el número de especies observado en el inventario, versus el estimado para las coberturas o ecosistemas del área de estudio. Se realiza una estratificación vertical para identificar la ubicación de las especies dentro de los árboles forófitos y se identifican las especies amenazadas o de importancia para la conservación y realizar un adecuado manejo de estas. Además, se realiza un análisis de diversidad ya que la caracterización de sus propiedades fisonómicas permite el reconocimiento de la complejidad estructural presente mientras que su representación mediante fórmulas resume la información en un solo valor (Campo y Duval, 2014), es por esto que se establece la riqueza, composición y abundancia de las especies caracterizadas en cada una de las coberturas.

Por otra parte, los biólogos encargados de caracterizar la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto, previamente a la salida de campo, deben realizar una revisión en literatura especializada, bases de datos de colecciones científicas y estudios de impacto ambiental realizados en la zona, con el fin de recopilar información de las especies potencialmente presentes, además de consultar información sobre las categorías para los diferentes grupos faunísticos con respecto al comercio ilegal, especies amenazadas en el territorio nacional y se consultó la clasificación a nivel global, esto se hace con el fin de

asegurar que el desarrollo de las actividades se planifiquen e implementen teniendo en cuenta la diversidad biológica (SCDB, 2006).

Una vez identificados y seleccionados los sitios de muestreo, se procedió a la aplicación de las diferentes metodologías en cada uno de los sitios, para muestrear la fauna del área de influencia (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) aplicando técnicas de captura pasiva y observación directa para cada grupo de fauna, donde cada profesional a cargo del grupo biológico que le corresponda debe aplicar diferentes métodos de captura e identificación de las especies. A partir de los datos obtenidos en campo, para cada grupo faunístico se construyó una base de datos donde las especies registradas fueron agrupadas de acuerdo a su clasificación taxonómica y se incluyó la información de abundancias y datos ecológicos evaluados, para realizar el respectivo análisis de las curvas de acumulación de especies y riqueza esperada en el área de influencia.

También, se debe realizar el análisis de la comunidad y diversidad de la comunidad faunística, utilizando los índices de Simpson, Shannon, Bray-Curtis y Sorensen en las diferentes unidades de cobertura de la tierra identificadas en el inventario forestal; esto con el fin de reconocer la complejidad estructural ecológica del área de estudio. Además, se analizaron algunos atributos ecológicos para las especies registradas, incluyendo el hábitat, organización social, estructura trófica, ritmos de actividad, estrato, patrones de distribución espacial y sitios de concentración estacional, para los diferentes grupos biológicos de fauna.

Para la caracterización de los ecosistemas acuáticos, previamente al muestreo se realizó el plan de muestreo, se registró toda la información pertinente a las observaciones de campo o del muestreo en el formato cadena de custodia según la matriz de análisis a monitorear, se realizó la preservación de las muestras inmediatamente después de la toma con reactivos de calidad y finalmente se realizó el envío de las muestras al respectivo laboratorio, donde otros profesionales en biología cuentan con la experiencia específica para poder identificar las muestras de las diferentes comunidades hidrobiológicas estudiadas y realizar los análisis de diversidad teniendo en cuenta la abundancia, riqueza y especies bioindicadoras de la comunidad de plancton, macroinvertebrados bentónicos, perifiton, macrófitas e ictiofauna, y de esta manera general información que permita evidenciar el estado ambiental de los ecosistemas acuáticos en el área del proyecto.

6.3. Zonificación ambiental

Los biólogos encargados de elaborar la zonificación ambiental del medio biótico, identifican las variables de cobertura y áreas de importancia ambiental, considerando para cada unidad

los criterios de fragilidad, vulnerabilidad e importancia, consultando y comparando en diferentes bases de datos y así determinar la susceptibilidad de algunas áreas ante fenómenos naturales y antrópicos, y de esta manera poder identificar en el área del proyecto los diferentes grados de sensibilidad ambiental que existentes para el desarrollo de las actividades asociadas a él.

Luego de la interacción de los mismos en el sistema de información geográfico, se obtiene la zonificación para el medio biótico y posteriormente se realizó la superposición geográfica de los mapas temáticos, dando como resultado la zonificación del medio biótico. Con esta información se obtiene el insumo básico para formular la zonificación de manejo del proyecto, instrumento de planificación que permite que tanto su diseño, como sus subsecuentes fases de desarrollo contemplen y sean coherentes con la sensibilidad ambiental del entorno en el que se prevé su ejecución.

6.4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Una vez realizado el muestreo forestal y consolidado el listado de especies encontradas y reportadas para área de influencia del proyecto, se realizan los análisis estadísticos, para poder calcular el volumen total de los individuos y así establecer los volúmenes forestales que deben removerse en las hectáreas requeridas para la construcción de la infraestructura asociada a las actividades del proyecto. Este elemento es de gran importancia, pues según esta información, los biólogos más adelante articularan en el plan de compensación para el medio biótico, la compensación por el por el aprovechamiento forestal.

Además, es responsabilidad del biólogo aquí, la gestión del permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad, como parte del permiso para la manipulación de especímenes, la cual está prevista en las medidas de manejo establecidas en el Plan de Manejo Ambiental del Medio Biótico.

Como se evidencio en el elemento de caracterización del medio biótico, es necesario la identificación y recolección de especímenes de especies silvestres(entendiendo recolección como los procesos de remoción o extracción temporal o definitiva del medio natural), para conocimiento de la biodiversidad del área del proyecto, y así mismo a futuro, llevar a cabo las acciones y/o medidas planteadas que involucren manipulación, manejo, captura y colecta de especímenes.

En el caso de las plantas epífitas, el biólogo establece acciones de rescate en el forófito objeto de aprovechamiento forestal, y para la fauna silvestre, las actividades contempladas para su

manejo corresponden al ahuyentamiento, salvamento y liberación de aves, mamíferos, anfibios y reptiles. Por lo anterior se deben seguir las metodologías propuestas para su traslado y liberación adecuados, además de contar con los perfiles profesionales de biólogos autorizados para realizar dichas acciones.

6.5. Evaluación ambiental

En este elemento, los biólogos que intervienen en la elaboración del capítulo identifican y evalúan los impactos para un escenario sin proyecto y otro con proyecto. Generan una matriz, donde califican cómo cada impacto afecta el factor ambiental involucrado con el proyecto. Aquí, es muy importante el criterio y análisis de los biólogos, pues son ellos los profesionales que comprenden cómo las dinámicas ecológicas podrían alterarse por diferentes impactos o por una acumulación de los mismos.

Por lo tanto, ellos identifican cómo los impactos de las actividades que se realizan en el área de influencia del proyecto pueden alterar los ecosistemas estratégicos o sensibles, e identificar si determinado impacto puede modificar dichas dinámicas entre otros elementos del ecosistema. Así mismo, establecer cuáles actividades del proyecto pueden alterar la conectividad de las coberturas naturales y cambiar la dinámica de las poblaciones de fauna silvestre, e incluso identificar cómo puede afectar la composición hidrobiológica de los hábitats acuáticos.

Teniendo en cuenta la información recolectada y procesada en las matrices para identificar cuáles son las actividades que generan más impactos negativos y/o positivos dentro del área de estudio, se identifican y valoran los impactos, la escala espacial y temporal, y, por último, cómo se definen las categorías de valoración, sean cualitativas o cuantitativas. Basado en los resultados de esta evaluación, se determinarán las medidas y mecanismos de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos socio-ambientales que podrían generarse en las distintas etapas y actividades del proyecto.

6.6. Zonificación de manejo ambiental del proyecto

En este elemento los biólogos deben identificar a partir del resultado de la zonificación ambiental determinada previamente, del uso y aprovechamiento de recursos, de la evaluación ambiental. y considerando las actividades exploratorias que se proyectan desarrollar por dicho proyecto; las áreas de acuerdo al grado con el cual pueden ser intervenidas por el proyecto.

Cómo resultado de identificar aquellas áreas, se determina que porcentaje del área de influencia total del proyecto se califica en las diferentes categorías. Áreas de intervención con restricciones altas, dentro de la cual se encuentran los siguientes elementos del medio biótico, áreas de bosques, herbazales y vegetación secundaria. Áreas de recarga de acuíferos, identificados por las Corporaciones Autónomas Regionales, en estas áreas se podrán desarrollar todas las actividades del proyecto. Áreas de intervención con restricciones medias, en estas áreas se podrán ejecutar las actividades del proyecto, pero teniendo en cuenta las medidas de manejo planteadas para evitar, controlar o mitigar los posibles impactos que sean generados por el mismo.

Además, el biólogo identifica y argumenta porque las áreas calificadas como de muy alta sensibilidad y alta importancia, es decir, las áreas de exclusión para el desarrollo del proyecto, razón por la cual, no pueden ser impactadas por ninguna actividad antrópica en vista de su fragilidad para soportar cambios y su poca capacidad de resiliencia.

6.7. Planes y programas de manejo ambiental

6.7.1. Plan de manejo ambiental

Para este elemento, los biólogos contribuyen a la construcción de programas y subprogramas que definen las medidas de manejo para los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto, sobre el medio biótico. Aquí los biólogos inician definiendo los alcances de las medidas propuestas, los indicadores que medirán el cumplimiento de las mismas, y definen el mecanismo que permite identificar que las medidas generen un control ambiental adecuado del recurso.

Luego con la información de la evaluación ambiental previamente elaborada, se relacionan cómo las actividades del proyecto impactan los diferentes factores ambientales, para esto, se debe identificar el impacto, su importancia y en qué etapa del proyecto se dan los impactos sobre el medio biótico, además se define si el tipo de medida de manejo es preventiva, de corrección, de mitigación o de compensación.

Para cada medida de manejo, los biólogos deben realizar la descripción de la acción a realizar para el respectivo manejo. Por otra parte, más adelante cuando se deban realizar dichas medidas, éstas también deben ser ejecutadas por profesionales en biología, que tengan experiencia en capacitaciones sobre manejo de flora, con experiencia en ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna silvestre, según lo requiera el grupo biológico.

6.7.2. Plan de seguimiento y monitoreo

Con el plan de seguimiento y monitoreo se pretende verificar y evaluar periódicamente el desarrollo y cumplimiento de las medidas de manejo ambiental formuladas en el PMA. En el componente biótico para los planes de seguimiento y monitoreo propuestos y desarrollados se necesitan biólogos con la experiencia específica, pues es de gran importancia de que sean ellos quienes verifiquen el cumplimiento de las mismas,

Los profesionales deben realizar el seguimiento a las medidas de manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote; flora y revegetalización; aprovechamiento forestal; revegetalización de áreas intervenidas; fauna silvestre y las especies en categoría de amenaza, rango restringido y categorías de comercio; conservación de ecosistemas estratégicos y áreas sensibles y/o áreas naturales protegidas; y evaluar periódicamente el cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas y calidad del agua de los ecosistemas acuáticos, susceptibles de ser intervenidos durante la ejecución de las actividades del proyecto.

6.7.3. Otros planes y programas

6.7.3.1. Plan de compensaciones del medio biótico en el marco del proceso de licenciamiento ambiental

La estructuración del plan de compensación para el medio biótico, se da gracias a los análisis previamente recopilados por los biólogos, pues una vez inventariada la diversidad del área de influencia, identificado los impactos que se dan sobre el medio biótico, y planteado aquellas medidas que permitan la prevención, corrección y mitigación de dichos impactos; se debe realizar la compensación de aquellos impactos que no se pudieron dar manejo a través del plan de manejo ambiental. De esta manera, se espera asegurar que los impactos residuales ocasionados por el proyecto puedan ser subsanados mediante la implementación de acciones de restauración, enriquecimiento o conservación de ecosistemas equivalentes a los afectados.

Para generar el respectivo plan de compensación por la alteración de ecosistemas estratégicos o sensibles, la modificación en las dinámicas ecológicas de las coberturas vegetales, el cambio en la conectividad de las coberturas naturales, el cambio en la dinámica de poblaciones de fauna silvestre, la modificación del hábitat de la fauna silvestre y cambios en los patrones de movilidad de la fauna silvestre, los biólogos deben identificar los ecosistemas susceptibles de intervención de acuerdo con las actividades y etapas del proyecto a desarrollar, y en los ecosistemas equivalentes definir las acciones destinadas a la restauración de las áreas identificadas como ecológicamente relevantes e importantes dentro del área de

influencia, de acuerdo con la priorización de áreas de conservación nacional y regional, y las características propias del área de influencia caracterizada para el proyecto.

7. CONCLUSIONES

El presente trabajo brindó información cualitativa sobre la función e importancia de los profesionales en biología para la elaboración y análisis de los Estudios de Impacto Ambiental en Colombia, pues dada su formación académica y experiencia específica, pueden emitir información confiable sobre los diferentes elementos del medio biótico, que se ven afectados por las diferentes actividades de un proyecto; información que le permite a las autoridades ambientales que corresponda, tomar una decisión respecto el licenciamiento ambiental para determinado proyecto. Esto demuestra la capacidad profesional de los biólogos para interactuar con los sectores productivos del país, dar solución a problemas relacionados con el medio ambiente y desarrollar propuestas que aporten a la sostenibilidad y conservación de los ecosistemas y diversidad biológica que los componen.

Además, por su formación y experiencia profesional, en un marco de eficiencia y pertinencia, pueden ayudar a encontrar medidas que permitan resolver la problemática regional o nacional del uso y explotación de recursos biológicos y hacerles control y seguimiento a los proyectos de desarrollo sostenible y conservación de ecosistemas, e implementando la política ambiental en los programas y proyectos de conservación y desarrollo del país.

Por todo lo anterior, el trabajo de los biólogos no se limita únicamente a la elaboración de estudios ambientales, sino también a la implementación, seguimiento y control desde diferentes entidades públicas o privadas competentes para la gestión ambiental en el país.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, C. (2012). Guía Práctica Para Realizar El Estudio De Impacto Ambiental En Una Obra Civil Ejemplarizado En Una Obra Hidráulica. Universidad San Francisco de Quito Colegio de Ciencias e Ingeniería “El Politécnico”. Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1446/1/102448.pdf>

- Aldana, A. (2012). Análisis crítico de la Evaluación de Impacto Ambiental en el sector eléctrico colombiano y propuesta de mejora. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica Bogotá D.C., Colombia.: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11552>
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., Umaña, A. y Villareal, H. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Ramos López Editorial.
- Benavides, J. (2017). Normativa y jurisprudencia ambiental, sobre licencias y permisos ambientales y mecanismos de participación ciudadana asociadas a los proyectos minero – energético, de infraestructura y de telecomunicaciones. Concepto sobre Normativa y jurisprudencia.: [https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3477/Concepto%20sobre%20Normativa%20y%20jurisprudencia%20ajustado 8 agosto 2017 Fedesarrollo.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3477/Concepto%20sobre%20Normativa%20y%20jurisprudencia%20ajustado%208%20agosto%202017%20Fedesarrollo.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Blanco, M. (2015). El derecho al medio ambiente en el ordenamiento jurídico colombiano: evolución y comparación en el reconocimiento de su categoría como derecho fundamental. Universidad Católica de Colombia.: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2656/1/articulo%20%20MPB%20%281%29.pdf>
- Campo, A. y Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Anales de Geografía de la Universidad Complutense. vol. 34, núm. 2 25-42. http://dx.doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47071
- Conesa, V. (2006). Guía Metodológica Para La Evaluación Del Impacto Ambiental. Editorial MUNDI-PRENSA. Segunda edición, 1993. Madrid, España.: http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf
- Congreso de Colombia. (19 de diciembre de 1973). Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones. Ley 23 de 1973. Bogotá D.C., Colombia:

https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley_0023_1973.pdf

- Congreso de Colombia. (17 de septiembre de 1984). Por la cual se reconoce la Biología como una profesión, se reglamenta su ejercicio en el país y se dictan otras disposiciones. Ley 22 de 1984. Bogotá D.C., Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=66141
- Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). Por la cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones. Ley 99 de 1993. Bogotá D.C., Colombia: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf>
- Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). Artículo 10, Título III De la estructura del Ministerio del Medio Ambiente. Ley 99 de 1993. Bogotá D.C., Colombia: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf>
- Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). Artículo 50, Título VIII de las Licencias Ambientales. Ley 99 de 1993. Bogotá D.C., Colombia: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1993-12-22-ley-99-crea-el-sina-y-mma.pdf>
- GEOCOL Consultores S.A. (enero de 2020). Estudio de Impacto Ambiental para el Área de Exploración Mangle SSJN-7.
- Giannuzzo, A. (2010). Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. Scientiae Studia, São Paulo, vol. 8, no. 1, pp. 129-56, 2010: <https://www.scielo.br/pdf/ss/v8n1/a06v8n1.pdf>
- Herrera, D. (2017). Análisis Del Plan De Manejo Ambiental Establecido En Los Términos De Referencia Para La Elaboración Del Estudio De Impacto Ambiental Para Proyectos De Perforación Exploratoria De Hidrocarburos No Convencionales. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería, Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales. Bogotá D.C. : <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17043/HerreraTorresDeisy2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

- Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA). (01 de febrero de 1977). Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre. Resolución 213 de 1977. Bogotá D.C., Colombia: https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion%20213%20de%201977-Feb-01.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2002). Manual de seguimiento ambiental de proyectos: criterios y procedimientos. Bogotá D.C.: <http://portal.anla.gov.co/documentos/normativa/MANUAL%20DE%20SEGUIMIENTO%20AMBIENTAL%20DE%20PROYECTOS%202002.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (31 de agosto de 2012). Por el cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad. Resolución 1517 de 2012. Bogotá D.C., Colombia: https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/gestion_en_biodiversidad/res_1517_310812.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2014). Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente - Anotado. Decreto Ley 2811 de 1974. Bogotá D.C., Colombia: <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Decreto-Ley-2811-de-1974.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (20 de marzo de 2014). Por el cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos y se toman otras determinaciones. Resolución 0421 de 2014. Bogotá D.C., Colombia: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2016). Constitución del 91, la carta que le dio un reconocimiento al medio ambiente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2351-constitucion-del-91-la-carta-que-le-dio-un-reconocimiento-al-medio-ambiente>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (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 dictan otras disposiciones. Resolución 1912 de 2017. Bogotá D.C, Colombia:

<https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/75-res%201912%20de%202017.pdf>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2018). Metodología General Para La Elaboración Y Presentación De Estudios Ambientales. Bogotá D.C. : <http://www.andi.com.co/Uploads/Metodolog%C3%ADa%20Estudios%20Ambientales%202018.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (25 de julio de 2018). Por el cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y se toman otras determinaciones. Resolución 1402 de 2018. Bogotá D.C., Colombia: http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/comunicaciones/permisos/res_1402_de_2018.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (31 de julio de 2018). Por el cual se modifica los artículos 9, 10 y 12 de la Resolución No. 256 del 22 de febrero de 2018, por medio de la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones. Resolución 1428 de 2018. Bogotá D.C., Colombia: [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3d-RES%201428%20DE%202018%20\(2\).pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3d-RES%201428%20DE%202018%20(2).pdf)
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (01 de agosto de 2019). Por el cual se modifica el artículo 5 de la resolución 1402 de 2018 y se dictan otras disposiciones. Resolución 1107 de 2019. Bogotá D.C., Colombia: http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/resoluciones/13-res_1107_de_2019.pdf
- Molina, A. (2011). La Constitución del 91 y sus garantías ambientales. Congreso visible.: <https://congresovisible.uniandes.edu.co/agora/post/la-constitucion-del-91-y-sus-garantias-ambientales/1657/>
- Negrete, S. (2019). Resolución No. 1107 de 01-08-2019 (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible). Boletín informativo Octubre 2019.: <https://alvarezabogadosambiental.com/es/2019/10/31/boletin-informativo-octubre-2019>

- Pasqualino, J., Cabrera, C. y Vanegas, M. (2015). Los impactos ambientales de la implementación de las energías eólica y solar en el Caribe Colombiano. Prospect, Vol 13, N° 1, 68-75. <http://dx.doi.org/10.15665/rp.v13i1.361>
- Presidencia de La República. (18 de diciembre de 1974). Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Decreto Ley 2811 de 1974. Bogotá D.C., Colombia: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf
- Presidencia de La República. (6 de Julio de 1991). Constitución Política de Colombia. Constitución Política de 1991. Bogotá D.C., Colombia: <https://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf>
- Presidencia de La República. (27 de septiembre de 2011). Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- y se dictan otras disposiciones. Decreto 3573 de 2011. Bogotá D.C., Colombia: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2011/dec_3573_2011.pdf
- Presidencia de La República. (15 de octubre de 2014). Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Decreto 2041 de 2014. Bogotá D.C., Colombia: http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/normativa_ambiental/decreto_licencias_ambientales.pdf
- Presidencia de La República. (15 de octubre de 2014). Artículo 1, Título I. Disposiciones Generales. Decreto 2041 de 2014. Bogotá D.C., Colombia: http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/normativa_ambiental/decreto_licencias_ambientales.pdf
- Presidencia de La República. (15 de octubre de 2014). Artículo 13, Título III Estudios Ambientales. Decreto 2041 de 2014. Bogotá D.C., Colombia: http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/normativa_ambiental/decreto_licencias_ambientales.pdf
- Presidencia de La República. (15 de octubre de 2014). Artículo 21, Capítulo II. Estudio De Impacto Ambiental. Decreto 2041 de 2014. Bogotá D.C., Colombia: http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/normativa_ambiental/decreto_licencias_ambientales.pdf

http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/normativa_ambiental/decreto_licencias_ambientales.pdf

- Presidencia de La República. (15 de octubre de 2014). Artículo 40, Título VI. Seguimiento y Control. Decreto 2041 de 2014. Bogotá D.C., Colombia.: http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/normativa_ambiental/decreto_licencias_ambientales.pdf
- Presidencia de La República. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 1076 de 2015. Bogotá D.C., Colombia.: https://www.ani.gov.Co/Sites/Default/Files/Decreto_1076.Pdf
- Presidencia de La República. (28 de diciembre de 2018). Por el cual se modifica el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en relación con la exigencia del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para los proyectos de exploración y uso de fuentes de energía alternativa virtualmente contaminantes y se dictan otras disposiciones. Decreto 2462 de 2018. Bogotá D.C., Colombia.: <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/de-Decreto%202462%20de%202018.pdf>
- Rodríguez, G. (mayo de 2011). Las Licencias Ambientales y su Proceso de Reglamentación en Colombia. Foro Nacional Ambiental. Bogotá D.C.: <https://www.foronacionalambiental.org.co/wp-content/uploads/2011/11/AnalisisFNA-001.pdf>
- Rozo, J. y Meneses, J. (2005). Manejo Ambiental Para Campos Petroleros En Los Procesos De Exploración, Perforación Y Producción De Hidrocarburos. Universidad Industrial De Santander Facultad De Ingenierías Físicoquímicas Escuela De Ingeniería De Petróleos. Bucaramanga.: <http://noesis.uis.edu.co/bitstream/123456789/18621/1/116213.pdf>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2006). Comisión Holandesa para Evaluación Ambiental. Cuaderno Técnico CDB No. 26 la diversidad biológica en las evaluaciones de impacto. Documento de antecedentes de la Decisión VII/28 del Convenio sobre la Diversidad Biológica: Directrices voluntarias sobre evaluaciones de impacto, incluida la diversidad biológica. Montreal, Canadá.: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-26-es.pdf>

- Soto, D. (2019). Guía Metodológica Para El Estudio De Impactos Ambientales (Esia) En Proyectos Agrícolas. Universidad Pedagógica y Tecnológica De Colombia. Escuela De Administración De Empresas Agropecuarias. Seccional Duitama.: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2812/1/TGT_1416.pdf
- Toro, J., Martínez, L. y Martelo, C. (2016). Metodología para la Evaluación de Impactos Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.: <http://oga.bogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2016/08/Metodologia-para-la-evaluaci%C3%B3n-de-impactos-ambientales-V.5.pdf>
- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL). (2016). Programa de Biología Ambiental. Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería.: <https://www.utadeo.edu.co/es/facultad/ciencias-naturales-e-ingenieria/programa/bogota/biologia-ambiental>
- Viloría, M. (2015). Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental aplicada al ciclo de vida de proyectos de infraestructura en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Departamento de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín. Colombia.: <http://bdigital.unal.edu.co/54620/1/1095802426.2015.pdf>
- Viloría, M., Cadavid, L. y Awad, G. (2018). Metodología Para Evaluación De Impacto Ambiental De Proyectos De Infraestructura En Colombia. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 28, no. 2, pp. 121-156. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2941/2896>