ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 8 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO MONITOREO
8.2 Medio Biótico

CONTENIDO

8 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO 2
8.2 MEDIO BIÓTICO 2
8.2.1 SM_B-01 Programa de seguimiento y monitoreo a la flora 3
8.2.2 SM_B-02 Programa de seguimiento y monitoreo a la fauna silvestre 10
8.2.3 SM_B-03 Programa de seguimiento y monitoreo al manejo de las especies vegetales amenazadas o en veda 14
8.2.4 SM_B-04 Programa de seguimiento a la Protección y conservación de hábitats y/o áreas protegidas 19
8.2.5 SM_B-05 Programa de seguimiento y monitoreo al recurso hidrobiológico 22
8.2.6 SM_B-06 Programa de seguimiento y monitoreo a la conectividad ecológica 28
8.3 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio biótico 32
8.3.1 Seguimiento y monitoreo a la tendencia de ecosistemas y biodiversidad 32
8.3.1.1 Ecosistemas Terrestres y flora 33
8.3.1.1.1 Monitoreo de las coberturas vegetales y su diversidad 33
8.3.1.1.2 Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TC) y análisis de las áreas intervenidas por el proyecto 38
8.3.1.1.3 Seguimiento a la tendencia en cuanto a la conectividad ecológica 41
8.3.1.2 Fauna 44
8.3.1.3 Ecosistemas acuáticos 49
8.3.1.4 Especies vegetales vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) .. 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 8.2-1 Programas de monitoreo y seguimiento – medio biótico 2
Tabla 8.3-1 Indicadores de tendencia al medio biótico 32

8 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO

8.2 MEDIO BIÓTICO

En la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. **Tabla 8.2-1** se presentan los programas de seguimiento y monitoreo propuestos para cada una de las fichas de manejo ambiental desarrolladas para el medio biótico.

Tabla 8.2-1 Programas de monitoreo y seguimiento – medio biótico

MEDIO	CÓDIGO	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL
Biótico	SM_B-01	Programa de seguimiento y monitoreo a la flora	CGU_PM_01 Manejo de remoción de cobertura vegetal no boscosa
			CGU_PM_02_Manejo de flora
			CGU_PM_04 Manejo del aprovechamiento forestal
			CGU_PM_05 Revegetalización de áreas intervenidas
	SM_B-02	Programa de seguimiento y monitoreo a la fauna silvestre	CGU_PM_03 Manejo de fauna
	SM_B-03	Programa de seguimiento y monitoreo al manejo de las especies vegetales amenazadas o en veda	CGO_PM_07 Manejo y conservación de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros estratos)
	SM_B-04	Programa de seguimiento a la Protección y conservación de hábitats y/o áreas protegidas	CGO_PM_08 Protección y Conservación de hábitats y/o Áreas protegidas
	SM_B-05	Programa de seguimiento y monitoreo al recurso hidrobiológico	CGO_PM_06 Manejo del recurso hidrobiológico
	SM_B-06	Programa de seguimiento y monitoreo a la Conectividad ecológica	CGO_PM_09 Manejo de la conectividad ecológica

Fuente: Ecopetrol S.A., 2025.

Dicho esto, a continuación, se presentan los programas de seguimiento y monitoreo asociados a la tabla anterior.

8.2.1 SM_B-01 Programa de seguimiento y monitoreo a la flora

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_B-01 Programa de seguimiento y monitoreo a la flora	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa de manejo del suelo	• CGU_PM_01 Manejo de remoción de cobertura vegetal no boscosa CGU_PM_02_Manejo de flora • CGU_PM_04 Manejo del aprovechamiento forestal
Programa de Revegetalización	• CGU_PM_05 Revegetalización de áreas intervenidas
OBJETIVO	
Ejecutar el seguimiento y monitoreo del 100% de las medidas establecidas en las fichas CGU_PM_01 Manejo de remoción de cobertura vegetal no boscosa, CGU_PM_02_Manejo de flora, CGU_PM_04 Manejo del aprovechamiento forestal y CGU_PM_05 Revegetalización de áreas intervenidas.	
METAS	
• Garantizar durante toda la fase constructiva y operativa del proyecto el cumplimiento del 100% de los indicadores de manejo ambiental relacionados con la flora, asegurando que no se presenten valores de incumplimiento (<70%) en ninguna de las fichas del PMA • Mantener la eficacia del Programa de Manejo de Flora por encima del 100% en cada ciclo de medición, mediante una verificación continua del desempeño de las acciones de prevención, mitigación y compensación establecidas en el PMA	
ETAPA DE APLICACIÓN	
Pre - operativa	X
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	X
Actividades transversales	X

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO												
NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
Manejo de remoción de cobertura vegetal no boscosa Manejo de flora	Revisión de diseños y zonificación Instalación de señalización en áreas intervenidas y alistamiento de áreas a intervenir Manejo de material sobrante Optimización de	Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados a los subprogramas de manejo ambiental relacionados con el Programa de Seguimiento y monitoreo de flora	SM_B_01-1	X = (Número de indicadores de cumplimiento de las fichas que cumplen con el resultado esperado / Número total de indicadores de cumplimiento de las fichas) x 100	Los indicadores de cumplimiento del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto.

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO													
NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
	los diseños orientados a la prevención de la afectación de individuos arbóreos o coberturas vegetales Mitigación de la afectación de individuos por podas Verificación del origen de la madera adquirida Otras acciones	Seguimiento de la eficacia de los indicadores asociados a los subprogramas de manejo ambiental relacionados con el Programa de Seguimiento y monitoreo de flora	SM_B_01-2	X = (Número de indicadores de eficacia de las fichas que cumplen con el resultado esperado / Número total de indicadores de eficacia de las fichas) x 100	Los indicadores de eficacia del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto.
Manejo del aprovechamiento forestal	Revisión de diseños y zonificación Inventario Forestal Aprovechamiento forestal Manejo de material sobrante												

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO												
NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
Revegetalización de áreas intervenidas	Selección de especies y métodos para Revegetalización Revegetalización Mantenimiento de áreas revegetalizadas											

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
Seguimiento de flora	✓ La Gestoría ambiental deberá realizar el seguimiento a la disposición del material vegetal sobrante, así como de las áreas establecidas para la disposición de desechos de tipo vegetal; con base en los registros (formatos y fotográficos) del material empleado y de la cantidad (volumen) de desechos dispuestos, los cuales a su vez deben ser previamente picados. ✓ En caso de que las empresas contratistas requieran material vegetal no incluido dentro del aprovechamiento forestal, la gestoría ambiental se encargará de que éste sea comprado en establecimientos que cuenten con los respectivos salvoconductos y permisos ambientales vigentes; así mismo, la gestoría ambiental deberá solicitar, revisar y conservar las facturas de compra de este. ✓ HSE exigirá al contratista las coordenadas y áreas de los lugares dispuestos para la ubicación de los desechos vegetales previamente picados, junto con la cantidad en volumen por sitio. ✓ En el caso de hallar una especie endémica, en peligro de extinción o vulnerable durante las obras civiles, antes de su traslado se deberá evaluar la posibilidad de realinear la obra o definitivamente trasladarlo, la decisión tomada deberá sustentarse y será consignada en un acta debidamente elaborada. ✓ Si durante el aprovechamiento forestal definitivamente se requiere realizar el bloqueo y traslado de especies en grado de amenaza y/o veda, la gestoría ambiental acordará la visita de acompañamiento por parte de la autoridad ambiental competente, que permita definir el sitio apropiado donde se debe realizar el traslado. ✓ Se deberá llevar seguimiento al registro de las acciones de traslado de especies y la copia de estos deberá incluirse en los informes periódicos que se realicen durante las etapas de ejecución. ✓ En cuanto a las medidas de manejo establecidas para las etapas de revegetalización y desmantelamiento del área, la gestoría ambiental realizará seguimiento para de esta forma garantizar el repoblamiento de la vegetación nativa de las zonas intervenidas. ✓ La gestoría ambiental realizará seguimiento del tratamiento especial que se le dará a las especies arbóreas y epifitas que se encuentran en alguna categoría de riesgo ✓ La gestoría ambiental realizará seguimiento a las jornadas de educación ambiental, para de esta manera garantizar que las capacitaciones lleguen a la totalidad de trabajadores del proyecto y que se incluya la	Ecopetrol S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO			RESPONSABLE (S)
		divulgación de las especies florísticas incluidas en las categorías de amenaza, las políticas de Ecopetrol S.A. al respecto y la prohibición de tala, comercialización y/o quema de flora en el área del proyecto. Para tal fin, la gestoría ambienta deberá generar formatos de asistencia a las jornadas, realizar registro fotográfico de las mismas, y evaluar los conocimientos impartidos durante las charlas realizadas, mediante encuestas y/o talleres.	
Seguimiento a la remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal.	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	La Gestoría Ambiental debe garantizar que las empresas aliadas desarrollen las actividades de remoción de cobertura vegetal y descapote, minimizando a afectación a la fauna y verificando actividades de manejo de fauna silvestre La Gestoría Ambiental del proyecto evaluará los sitios de disposición de material vegetal y suelo generado por ejecución de actividades remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, y aprobará su ubicación que será previamente presentada por el ejecutor de la obra. La Gestoría Ambiental deberá confirmar que el volumen de cobertura vegetal a remover y/o removido no sea mayor que el autorizado por la autoridad ambiental, mediante la verificación de los cálculos presentados en los respetivos informes de las empresas contratistas que participan en la ejecución del proyecto a la gestoría ambiental, en donde también aparecen cada uno de los individuos removidos, lo que debe ser igualmente corroborado en campo. La Gestoría Ambiental exigirá al ejecutor el inventario y/o relación de acopios en donde se dará trazabilidad en el tiempo de los materiales acopiados en cada sitio. La Gestoría Ambiental definirá las fechas de permanencia de los materiales acopiados. Las zonas de acopio deberán ser revisadas periódicamente por la Gestoría Ambiental con el fin de constatar su orden y limpieza y el adecuado acopio y protección del material de suelo y vegetal. Igualmente, la Gestoría durante las actividades de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal, verificara como se implementa la extracción del material vegetal como de suelo con el fin de no contaminarlo por aumento en las profundidades de corte o mala manipulación del material vegetal. Se exigirá al ejecutor (aliado) la presentación de informes en donde se especifique los volúmenes de materiales removidos, su fecha de acopio y posible reubicación de acuerdo con su reutilización. La Gestoría Ambiental deberá verificar mediante acompañamientos en campo que las actividades de remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal sean efectuadas con todas las medidas de manejo dirigidas a la protección de los trabajadores y del entorno establecida en la respectiva ficha de manejo. La Gestoría Ambiental debe verificar mediante visitas y acompañamientos en campo, que todo el material resultante de las actividades de remoción de cobertura vegetal descapote y aprovechamiento forestal sean recolectado, transportado y dispuesto conforme a todas las recomendaciones planteadas en la respectiva ficha de manejo. Tanto la Gestoría Ambiental como el ejecutor de la labor, evaluaran el material resultante de las actividades realizadas (vegetal y suelos) con el fin de determinar las características físicas para que sea	Ecopetrol S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
	utilizado en otras áreas en la etapa de restauración o cualquier otra etapa que lo requiera. Se tendrá un control sobre los volúmenes aprobados de tal manera que la cantidad probada sea igual a la cantidad final de material dispuesto en otras áreas. Tanto la Gestoría Ambiental como el ejecutor de la labor, evaluaran la pertinencia de ejecutar actividades relacionadas con el mantenimiento de la vegetación en áreas de servidumbre, derechos de vía, plataformas, Zodme y demás obras de infraestructura donde se puede requerir la remoción de la regeneración natural. Para ello se debe garantizar que se cumplan todas las obligaciones para la remoción de la cobertura vegetal, según se requiera.	
Seguimiento a Podas y Talas de Individuos	• La gestoría ambiental realizará el seguimiento y control de las actividades de poda en individuos arbóreos que puedan verse afectados por el desarrollo de las actividades constructivas, verificando que estas intervenciones se ejecuten conforme a los lineamientos técnicos y al PMA. • La gestoría ambiental efectuará el seguimiento y control de las actividades de bloqueo, traslado o manejo especial de individuos arbóreos con riesgo de afectación por las obras, garantizando la correcta implementación de las medidas de protección definidas. • La gestoría ambiental realizará el seguimiento y control de las talas autorizadas, especialmente en individuos que presenten deficiencias fitosanitarias, condiciones físicas no óptimas o riesgos potenciales, asegurando que dichas talas se realicen únicamente bajo criterios técnicos y conforme a la normatividad aplicable.	Ecopetrol S.A.
Seguimiento a la revegetalización	El seguimiento a la revegetalización se inicia desde las obras civiles y/o mecánicas con el movimiento de tierras. Se verifica que se separe el material de descapote y suelo orgánico del material inerte. Este se acopia a un lado o costado de las áreas intervenidas. Durante esta etapa se debe verificar: ✓ Verificar la instalación de las barreras sedimentadoras y su funcionalidad. ✓ Verificación del inventario de áreas a revegetalizar para la planificación de las actividades, cantidades de material a utilizar, tiempos estimados para la obra, costos y demás elementos necesarios para el diseño del proyecto. ✓ Verificación del cumplimiento de las capacitaciones mediante supervisión de las jornadas programadas y revisión de las actas de asistencia y materiales a utilizar, tanto para la inducción al personal encargado de la revegetalización. ✓ Verificación de la preparación de las áreas a revegetalizar que incluye, entre otros aspectos, la correcta delimitación y demarcación del sitio, aislamiento y definición de accesos y rutas de evacuación. ✓ Verificación de la adecuada preparación y estabilización del terreno, perfilación de los taludes, construcción de terrazas, estabilización de procesos erosivos, disposición del horizonte vegetal del suelo proveniente del descapote y ejecución de obras de control y estabilización del suelo (en los casos que lo ameriten), así como el estado del material vegetal para la revegetalización, ✓ En cuanto a las medidas de manejo establecidas para las etapas de revegetalización y desmantelamiento del área, la gestoría ambiental realizará seguimiento para de esta forma garantizar el repoblamiento de la vegetación nativa de las zonas intervenidas.	Ecopetrol S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
	✓ Verificar las áreas intervenidas por el proyecto y que no hayan sido recuperadas, para desarrollar su respectiva revegetalización ✓ La Gestoría Ambiental realiza el seguimiento a las obras y áreas intervenidas hasta que se realiza la revegetalización y entrega del área a conformidad con el porcentaje de prendimiento esperado ✓ En los taludes de relleno o áreas periféricas a las obras con baja pendiente, la revegetalización se hace mediante semilla al voleo, sobre el material orgánico o descapote previamente distribuido. También se aplican enmiendas (cal) y fertilizantes. ✓ Por su parte en los taludes de corte, donde por su inclinación es difícil el agarre del sustrato y de las semillas, se aplica el procedimiento de geomalla y biomanto. Este procedimiento consiste en la preparación de un sustrato compuesto por suelo, descapote, nutrientes, semilla e hidroretenedores, protegido por biomalla para evitar el desprendimiento. ✓	

PERSONAL REQUERIDO

Interventoría Ambiental

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Monitoreo y seguimiento de flora		X	X	X	X
Seguimiento a la remoción de cobertura vegetal, descapote y aprovechamiento forestal		X	X	X	X
Seguimiento a Podas y Talas de Individuos		X	X	X	X
Seguimiento a la revegetalización		X	X	X	X

8.2.2 SM_B-02 Programa de seguimiento y monitoreo a la fauna silvestre

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_B-02 Programa de seguimiento y monitoreo al programa de manejo de fauna silvestre	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa de manejo del suelo	CGU_PM_03 Manejo de fauna
OBJETIVO	
Verificar la validez, confiabilidad, desarrollo y cumplimiento de las medidas de manejo incluidas en el subprograma CGU_PM_03 Manejo de fauna	
METAS	
Realizar el seguimiento y verificación del 100% de las medidas de manejo de la fauna	
ETAPA DE APLICACIÓN	
Pre - operativa	
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	X
Actividades transversales	

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
Manejo de fauna	Identificación de zonas para la liberación inmediata de la fauna silvestre Ahuyentamiento de fauna silvestre Rescate y reubicación de fauna silvestre Identificación de especies faunísticas bajo	Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de manejo de fauna silvestre	SM_B_02-1	X = (Número de indicadores de cumplimiento de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de cumplimiento de la ficha) x 100	Los indicadores de cumplimiento del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple 100%				**X**		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_B-02 Programa de seguimiento y monitoreo al programa de manejo de fauna silvestre												
	algún grado de amenaza y Evaluación de áreas a intervenir Señalización de presencia de fauna y control de prohibiciones Protección de la avifauna	Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de manejo de fauna silvestre	SM_B_02-2	X = (Número de indicadores de eficacia de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de eficacia de la ficha) x 100	Los indicadores de eficacia del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
Ahuyentamiento, rescate reubicación de fauna silvestre	• Realizar seguimiento y verificación del cumplimiento de las acciones de ahuyentamiento de fauna silvestre previas a la remoción de cobertura vegetal, asegurando que estas se ejecuten por personal competente, dentro de los plazos establecidos y conforme a los métodos aprobados en el PMA. • Realizar la verificación en campo de los diseños por parte de la gestoría ambiental, para tener certeza del área a intervenir, con el propósito de evitar afectaciones innecesarias y no aprobadas sobre el medio natural, que afecte directa o indirectamente a las especies de fauna. • De llegar a encontrar individuos de una especie amenazada o en veda, durante las fases previas a la ejecución de las obras civiles, se deberá priorizar su conservación, para lo cual se deberá realizar el respectivo reporte y registro fotográfico. De ser necesario y luego de evaluar que su permanencia en el área no esté asociada con el mantenimiento de crías, se realizarán las labores de ahuyentamiento y/o reubicación. Se deberá llevar seguimiento al registro de las acciones de traslado de individuos y dicho seguimiento se incluirá en los informes periódicos realizados durante las etapas de ejecución del proyecto. • Se verificará la ejecución de las actividades de ahuyentamiento rescate y reubicación de fauna, mediante registro fotográfico de cada una de las actividades realizadas, también se realizará una revisión exhaustiva de los formatos de campo utilizados para el registro de fauna ahuyentada, rescata y reubicada. Se verificará periódicamente en campo el correcto funcionamiento de los equipos y actividades de ahuyentamiento. • Verificar la realización diaria de recorridos diurnos y nocturnos de búsqueda de fauna en madrigueras, hojarasca y refugios, asegurando su ejecución conforme a los protocolos establecidos.	Ecopetrol S.A.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS		
SM_B-02 Programa de seguimiento y monitoreo al programa de manejo de fauna silvestre		
	• Controlar que la captura, manipulación y traslado de individuos de fauna silvestre se realice únicamente por personal autorizado y capacitado, bajo los lineamientos técnicos del PMA y la Resolución 2064 de 2010. • Verificar que los individuos rescatados sean liberados en sitios previamente definidos como áreas aptas de reubicación y que estas cumplan con las condiciones ecológicas establecidas. • Revisar el diligenciamiento completo, oportuno y correcto de los formatos de rescate y reubicación de fauna, incluyendo coordenadas, fotografías, estado sanitario, técnica de captura y sitio de liberación. • Controlar que el traslado de fauna se realice en el menor tiempo posible y bajo condiciones adecuadas para evitar estrés, asegurando trazabilidad y registro completo del proceso. • Confirmar la presencia y supervisión permanente de un biólogo o profesional especializado durante todas las actividades de rescate y reubicación. • Ejercer control sobre todo el personal involucrado en la actividad para evitar la retención indebida de individuos capturados. • Revisar que las actividades de rescate y reubicación se documenten mediante registros fotográficos e informes temáticos integrados a los Informes de Cumplimiento Ambiental.	
Identificación De Especies Faunísticas En Amenaza Y Evaluación De Áreas A Intervenir	• Verificar que, previo al inicio de actividades, se realicen recorridos de observación para la identificación de especies con categoría de amenaza, endemismo o listamiento CITES, conforme a UICN, Libros Rojos y normativa nacional vigente. • Controlar que el profesional responsable identifique madrigueras, sitios de anidación, perchas y áreas de alimentación en las zonas a intervenir, con especial atención a especies de baja movilidad o con vulnerabilidad ecológica. • Verificar que el diseño de obras priorice la mínima afectación de coberturas boscosas y hábitats sensibles donde se registra mayor presencia de especies amenazadas (Cumpliendo con la zonificación de manejo ambiental). • Controlar que, ante la detección de especies amenazadas o endémicas que no se hayan capturado durante las actividades de ahuyentamiento, se aplique el protocolo de rescate y traslado a coberturas con condiciones similares. • Controlar que los listados de especies observadas se mantengan actualizados durante toda la fase de intervención y operación, incorporando nuevos registros en caso de ser detectados.	Ecopetrol S.A.
Señalización de presencia de fauna y control de prohibiciones	• Verificar la instalación oportuna de señalización preventiva en zonas de tránsito, cruce o presencia frecuente de fauna silvestre, asegurando que se ubiquen en ambos sentidos de vía y en los accesos al área de intervención. • Supervisar periódicamente el estado físico y la visibilidad de las señales instaladas, garantizando su reposición inmediata en caso de daño, pérdida o falta de legibilidad. • Controlar el cumplimiento de la prohibición de caza, captura, pesca o tenencia de fauna por parte del personal del proyecto, registrando cualquier incumplimiento y notificando de inmediato al Departamento de Entorno. • Confirmar la instalación y operatividad de reductores de velocidad en los puntos críticos identificados para minimizar el riesgo de atropellamiento de fauna silvestre. • Revisar que las señales de límite de velocidad se encuentren instaladas en los tramos donde exista riesgo de atropellamiento y que el personal del proyecto cumpla los límites establecidos. Estas señales podrán ser desplazadas a otros puntos críticos según los seguimientos establecidos al medio. • Verificar que se lleve un registro actualizado de avistamientos, paso de fauna y eventos de atropellamiento, con su correspondiente evidencia fotográfica y georreferenciación.	Ecopetrol S.A.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS		
SM_B-02 Programa de seguimiento y monitoreo al programa de manejo de fauna silvestre		
	• Controlar que el personal del proyecto reciba inducción y recordatorios periódicos sobre las prohibiciones ambientales, especialmente respecto a fauna protegida y las sanciones aplicables. • Verificar que las medidas de señalización y control implementadas sean consistentes con las definidas en la ficha CGO_PM_09 sobre conectividad ecológica y pasos de fauna.	
Protección de la avifauna	• Verificar la instalación adecuada y oportuna de desviadores de vuelo en los cables de guarda y líneas eléctricas de alta y media tensión, asegurando que se empleen los tipos recomendados (aletas, espirales, aspas o luciérnagas) y los colores de alta visibilidad. • Supervisar que los desviadores se instalen prioritariamente en zonas críticas como bosques de galería, cruces de cuerpos de agua y tramos con alta actividad de avifauna, garantizando cobertura suficiente a lo largo de la línea. • Evaluar y registrar los puntos de mayor incidencia de avistamientos y tránsito de aves para determinar nuevas áreas de refuerzo con más desviadores o dispositivos adicionales. • Revisar el registro georreferenciado de incidentes con avifauna, incluyendo fotografías, especie afectada, condición del individuo y punto exacto de la línea donde ocurrió. Estas podrán realizarse semestralmente durante un (1) año por cada línea eléctrica con implementación de esta medida. • Confirmar que el personal del proyecto reciba capacitación sobre la función de los desviadores y la importancia de evitar acciones que puedan afectar la avifauna en zonas de operación. • Controlar que la ubicación y el mantenimiento de los desviadores sea consistente con las áreas de conectividad y rutas de vuelo identificadas en el diagnóstico de fauna.	Ecopetrol S.A.
Control del ruido	• Verificar mediante inspecciones preoperacionales que toda la maquinaria y equipos cuenten con silenciadores o sistemas de reducción de ruido en buen estado y funcionamiento. • Controlar la instalación y mantenimiento de barreras o elementos aislantes en las fuentes fijas de ruido para garantizar la reducción efectiva de la presión sonora (CGU_PM_17 Manejo de fuentes de ruido). • Revisar que el personal operativo reciba instrucciones y recordatorios sobre el manejo adecuado del ruido y las restricciones aplicables.	Ecopetrol S.A.
PERSONAL REQUERIDO		
Interventoría Ambiental		
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN		

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Ahuyentamiento, rescate reubicación de fauna silvestre		X	X		
Identificación De Especies Faunísticas En Amenaza Y Evaluación De Áreas A Intervenir		X	X	X	
Señalización de presencia de fauna y control de prohibiciones		X	X	X	
Protección de la avifauna		X	X	X	
Control del ruido		X	X		

8.2.3 SM_B-03 Programa de seguimiento y monitoreo al manejo de las especies vegetales amenazadas o en veda

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_B-03 Programa de seguimiento y monitoreo al manejo de las especies vegetales amenazadas o en veda	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Conservación de especies vegetales amenazadas o en veda	**CGO_PM_07** Manejo y conservación de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros estratos)

OBJETIVO
Realizar el seguimiento y monitoreo de las medidas de manejo planteadas para las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos)

METAS
Ejecutar el seguimiento y monitoreo del 100% de las medidas de manejo de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos).

ETAPA DE APLICACIÓN	
Pre - operativa	
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	
Actividades transversales	

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
Manejo y conservación de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos)	Manejo de flora vascular en veda Manejo de flora No vascular en veda (Recuperación, Rehabilitación o Restauración de hábitat para especies no vasculares) Medida de manejo por afectación de especies arbóreas, arbustivas y de helechos	Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos)	SM_B_03-1	X = (Número de indicadores de cumplimiento de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de cumplimiento de la ficha) x 100	Los indicadores de cumplimiento del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO													
NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	**MEDIDA DE MANEJO**	**MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO**	**ID INDICADOR**	**INDICADOR**	**VALOR DE CUMPLIMIENTO**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**						**COSTO ESTIMADO**
						M	**B**	**T**	**S**	**A**	**OT**	
	arborescentes en veda y/o Amenazadas	Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos)	SM_B_03-2	X = (Número de indicadores de eficacia de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de eficacia de la ficha) x 100	Los indicadores de eficacia del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		**RESPONSABLE (S)**
Seguimiento al Manejo y Conservación de Especies Vegetales en Veda y/o Amenaza	**Identificación de forófitos a intervenir** • Verificar la realización completa del censo de especies arbóreas y vasculares en veda dentro del área de intervención, asegurando la correcta identificación taxonómica, medición de DAP, altura y georreferenciación. • Supervisar que los forófitos seleccionados cumplan criterios de estabilidad, sanidad, seguridad y pertinencia ecológica, evitando árboles con cortezas exfoliables o riesgo de volcamiento. • Verificar el inventario detallado de forófitos intervenidos a la autoridad ambiental como parte del seguimiento del PMAE. **Selección de individuos vasculares objeto de rescate** • Revisar que solo se seleccionen individuos en óptimas condiciones sanitarias, descartando los que presenten hongos, plagas, quemaduras o deterioro estructural. • Supervisar que en bromelias y orquídeas no se incluyan individuos en etapa reproductiva avanzada que comprometa su supervivencia posterior al traslado. • Verificar que individuos rescatados en estado estéril sean posteriormente identificados una vez desarrollen estructuras reproductivas durante el monitoreo. • Verificar el cumplimiento de los porcentajes de rescate establecidos según abundancia (Circular 8201-2-808 de 2019) se cumplan para cada grupo de vasculares.	ECOPETROL S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
	Rescate de individuos (extracción manual) • Supervisar que la extracción de epífitas, rupícolas y terrestres se realice de forma manual, respetando la integridad de cortezas, sustratos y pan de tierra para aumentar la supervivencia. • Verificar el uso de canastas plásticas con hojarasca y cortezas para el mantenimiento de humedad durante el traslado. • Supervisar que los formatos de campo estén debidamente diligenciados, resgistro fotográfico fechado, coordenadas, identidad y condiciones del individuo rescatado. **Traslado y reubicación de epífitas vasculares** • Controlar que los sitios de reubicación cumplan condiciones similares al sitio de origen en cuanto a humedad, cobertura vegetal, conectividad y proximidad. • Verificar que los árboles hospederos seleccionados presenten bajo epifitismo, estabilidad estructural y condiciones apropiadas para el establecimiento de las epífitas. • Supervisar que el traslado se realice en el menor tiempo posible y con hidratación continua para reducir estrés de la planta. • Controlar el uso de materiales biodegradables (cabuya) y la correcta fijación de las plantas sin estrangular raíces ni estructuras vegetales. • Verificar el marcaje y georreferenciación precisa de cada árbol hospedero para asegurar el monitoreo posterior **Mantenimiento de epífitas reubicadas** • Supervisar que se realicen riegos periódicos, especialmente durante el primer mes y en periodos secos, para mantener la hidratación del material vegetal. • Controlar la aplicación de acciones fitosanitarias, poda de ramas afectadas y revisión del estado de las epífitas y hospederos. • Verificar el cambio oportuno de amarres deteriorados o mal ubicados y la recolección de materiales no biodegradables. • Supervisar la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos cuando se requiera fortalecer la adaptación de orquídeas y bromelias. • Controlar que se logre al menos el 80% de supervivencia de los individuos reubicados, conforme a lo establecido en el PMAE. • Verificar que todas las actividades de mantenimiento incluyan fotografías, observaciones y se registren en formatos de campo para su reporte en los ICA.	
Seguimiento a acciones de Recuperación, Rehabilitación o Restauración de Hábitat para Especies No Vasculares	• Verificar que el cálculo del área a retribuir para cada actividad específica se realice de acuerdo con los factores establecidos en la Tabla 7.11 (Ficha CGO_PM_B_07) para cada tipo de cobertura afectada. • Supervisar que las áreas seleccionadas para el enriquecimiento florístico correspondan a coberturas similares a las afectadas (preferiblemente cobertura boscosa o áreas seminaturales) y que cumplan condiciones ecológicas equivalentes. • Controlar que las especies arbóreas seleccionadas como forófitos receptores correspondan a las especies priorizadas en la Tabla 7.12 (Ficha CGO_PM_B_07), garantizando que sus características permitan la futura colonización de briofitos y líquenes. • Verificar que la densidad mínima de enriquecimiento sea de **1000 plántulas por hectárea** y que las distancias	ECOPETROL S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
	y el marco de siembra se ajusten a las especificaciones técnicas definidas para cada cobertura. • Supervisar que las labores de trazo, ahoyado, siembra y fertilización sigan las especificaciones técnicas (hoyos 40×40 cm, 50 cm de profundidad, separación de capas de suelo, uso de abono granulado y superfosfato). • Verificar que el material vegetal utilizado cuente con características de vigor, lignificación, altura mínima de 50 cm y óptimas condiciones sanitarias. • Verificar que las áreas enriquecidas sean protegidas mediante encerramientos cuando exista riesgo por ganado, fauna o actividades humanas, evitando así cualquier factor tensionante que pueda poner en riesgo la siembra. • Revisar que se lleve registro completo de las especies plantadas, sitios intervenidos, marcaje, coordenadas, técnicas aplicadas y fotografías georreferenciadas, para su inclusión en los ICA. • Controlar que se realicen plateos trimestrales o con mayor frecuencia según la competencia vegetal, y fumigaciones preventivas para evitar afectación por plagas o enfermedades. • Verificar el porcentaje de supervivencia de plántulas en cada área intervenida, evaluando vigor, crecimiento y el establecimiento progresivo de condiciones propicias para la colonización de briofitos y líquenes. • Evaluar la evolución de la colonización natural de briofitos y líquenes sobre los forófitos priorizados durante los dos años del periodo mínimo de monitoreo. • Supervisar que el proceso de enriquecimiento florístico y monitoreo se ejecute durante al menos dos años, conforme lo exige la medida de manejo. • Verificar que los avances del enriquecimiento (área intervenida, especies plantadas, mortalidad, colonización de no vasculares, registros fotográficos) sean incluidos en los ICA con soporte técnico completo.	
Seguimiento al Manejo por Afectación de Especies Arbóreas, Arbustivas y Helechos Arborescentes en Veda y/o Amenaza	**Seguimiento al proceso de bloqueo y traslado de individuos en veda** La Gestoría Ambiental realizará un control permanente al cumplimiento de los procedimientos de identificación, marcado, excavación, conformación del bloque, empaque y traslado de individuos en veda o amenazados, verificando que: • El marcado previo al bloqueo y traslado y la señalización estén instalados correctamente. • El sitio de traslado esté previamente seleccionado, caracterizado y aprobado por la Gestoría Ambiental. • La formación del bloque cumpla con dimensiones técnicas (mín. 3 diámetros del fuste). • Se apliquen cicatrizantes hormonales y medidas adecuadas de protección del sistema radicular. • No se exceda el tiempo máximo de tres días entre el bloqueo y el traslado. **Seguimiento al registro técnico de individuos bloqueados, trasladados o compensados** La Gestoría Ambiental revisará y validará la información consignada en los formatos de registro por parte del aliado, asegurando que se incluya: • Coordenadas del sitio original y del sitio de trasplante/compensación. • Especie, CAP, altura, condición fitosanitaria y categoría de amenaza. • Método de trasplante aplicado y fecha de ejecución. • Evidencia fotográfica georreferenciada. **Seguimiento al proceso de izaje, movilización y transporte** La Gestoría Ambiental supervisará los procedimientos de izaje y transporte, garantizando:	ECOPETROL S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
• Uso adecuado de puntos de apoyo, sistemas de entablillado y protección del fuste. • Manipulación sin golpes, torsiones o daños estructurales. • Que los bloques no sean superpuestos durante el cargue. **Seguimiento a la siembra y establecimiento en el sitio definitivo** La Gestoría Ambiental validará que el sitio seleccionado y aprobado previamente, evitando zonas inadecuadas o no autorizadas. En el marco de esta acción se deberá verificar que: • Se utilice el sustrato especificado (tierra negra + cascarilla 8:1 + hidroretenedor). • Se realice riego inicial suficiente. • Se retiren desechos y se señalice adecuadamente el área sembrada. **Seguimiento a la supervivencia y reposición de individuos** El porcentaje de reposición deberá corresponder al **factor de reposición** definido por MADS (Circular 8201-2-808 de 2019). La Gestoría Ambiental verificará la **tasa de supervivencia** de los individuos trasladados. Cuando se detecten individuos muertos o con deterioro irreversible, deberá verificarse: • Su reposición con plántulas de al menos 1 m de altura. • Origen legal del material vegetal (viveros autorizados). • Registro del nuevo individuo (coordenadas, fotografia, especie, altura y fecha).	

PERSONAL REQUERIDO

- Interventoría Ambiental

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento al Manejo y Conservación de Especies Vegetales en Veda y/o Amenaza		X	X		
Seguimiento a acciones de Recuperación, Rehabilitación o Restauración de Hábitat para Especies No Vasculares		X	X		
Seguimiento al Manejo por Afectación de Especies Arbóreas, Arbustivas y Helechos Arborescentes en Veda y/o Amenaza		X	X		

8.2.4 SM_B-04 Programa de seguimiento a la Protección y conservación de hábitats y/o áreas protegidas

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_B-04 Programa de seguimiento a la Protección y conservación de hábitats y/o áreas protegidas	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa de Protección y Conservación de hábitats y/o Áreas protegidas	CGO_PM_08 Conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas
OBJETIVO	
Ejecutar el seguimiento y monitoreo a cada una de las actividades que están planteadas en la Ficha CGO_PM_08 Conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas	
METAS	
Realizar el seguimiento y verificación del 100% de las medidas de manejo de Protección y Conservación de hábitats y/o Áreas protegidas.	
ETAPA DE APLICACIÓN	
Pre - operativa	
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	X
Actividades transversales	X

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
Conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas	Identificación de sitios para la conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas Señalización de áreas protegidas	Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas	SM_B_04-1	X = (Número de indicadores de cumplimiento de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de cumplimiento de la ficha) x 100	Los indicadores de cumplimiento del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto.
		Seguimiento a la eficacia de los indicadores	SM_B_04-2	X = (Número de indicadores de eficacia de la ficha	Los indicadores de eficacia del PMA buscan garantizar la				X		Según la frecuencia de	Estos costos se encuentran incluidos en la

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO													
NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
		asociados al subprograma de conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas		que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de eficacia de la ficha) x 100	aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple						aplicación de los indicadores del PMA.	operación del proyecto

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas	**Seguimiento al análisis espacial y verificación cartográfica** La Gestoría Ambiental realizará la revisión a los análisis espaciales realizados en SIG, verificando que los ecosistemas estratégicos, áreas sensibles, corredores de fauna y áreas naturales protegidas estén correctamente identificados, georreferenciados y actualizados. Este seguimiento incluirá la validación de traslapes entre diseños de obra y zonificaciones ambientales, así como el registro de inconsistencias y ajustes necesarios antes del inicio de actividades constructivas **Seguimiento a la delimitación física de áreas sensibles en campo** Previo a cualquier intervención, la Gestoría verificará que las áreas sensibles (bosques riparios, nacederos, aljibes, zonas de inundación (áreas húmedas y humedales), corredores de fauna y coberturas boscosas) cuenten con señalización y delimitación física con estacas, cintas y avisos visibles para el personal de obra. Este seguimiento incluirá inspecciones en campo y registros fotográficos georreferenciados que confirmen la correcta ubicación de estas zonas. **Seguimiento al cumplimiento de permisos y restricciones ambientales** Se realizará la revisión continua del cumplimiento de los permisos de uso y aprovechamiento, asegurando que las distancias mínimas, franjas de protección y zonas restringidas se respeten estrictamente. El seguimiento incluirá validación documental, verificación en campo y reporte de incumplimientos o desviaciones para su corrección inmediata. **Seguimiento a los diseños de obra frente a limitantes ambientales**	ECOPETROL S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
	La Gestoría verificará que los diseños definitivos de infraestructura hayan incorporado correctamente las restricciones ambientales derivadas de la zonificación de manejo. Se realizará seguimiento a que cualquier modificación necesaria sea ajustada antes del inicio de obra y registrada formalmente. **Verificación de la instalación inicial de la señalización** La Gestoría Ambiental realizará una inspección previa al inicio de las obras para verificar que todas las señales informativas y preventivas hayan sido instaladas en los puntos definidos o identificados como ecosistemas estratégicos y sensibles. Este seguimiento incluirá registro fotográfico georreferenciado y la validación del tipo de señal empleada. **Seguimiento al estado físico y funcional de la señalización** Durante la ejecución del proyecto, la Gestoría realizará revisiones periódicas —mínimo una vez por año o con mayor frecuencia si se identifica riesgo de daño— para confirmar que las señales se mantienen en buen estado, visibles y correctamente ubicadas. Toda señal deteriorada, vandalizada o perdida deberá ser reportada y reemplazada de manera inmediata por el contratista ejecutor.	
PERSONAL REQUERIDO		
Interventoría Ambiental.		

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas					
Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de conservación de ecosistemas estratégicos, áreas sensibles y áreas naturales protegidas					

8.2.5 SM_B-05 Programa de seguimiento y monitoreo al recurso hidrobiológico

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_B-05 Programa de seguimiento y monitoreo al recurso hidrobiológico	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa de manejo de recurso hídrico	SM_B-05 Manejo del recurso hidrobiológico
OBJETIVO	
Verificar la validez, eficacia, desarrollo y cumplimiento de las medidas de manejo incluidas en el subprograma SM_B-05 Manejo del recurso hidrobiológico.	
METAS	
Realizar el seguimiento y verificación del 100% de las acciones de manejo del recurso hidrobiológico.	
ETAPA DE APLICACIÓN	
Pre - operativa	X
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	X
Actividades transversales	X

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO												
NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
Manejo del recurso hidrobiológico	Revisión de rondas hídricas a intervenir Construcción o instalación de elementos para el control de la sedimentación Construcción de Obras para el control de la escorrentía	Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de manejo del recurso hidrobiológico	SM_B_05-1	X = (Número de indicadores de cumplimiento de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de cumplimiento de la ficha) x 100	Los indicadores de cumplimiento del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO												
NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OT	
		Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de manejo del recurso hidrobiológico	SM_B_05-2	X = (Número de indicadores de eficacia de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de eficacia de la ficha) x 100	Los indicadores de eficacia del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de manejo del recurso hidrobiológico	**Seguimiento a Charlas ambientales introductorias** La gestoría ambiental seralizará seguimiento y verificará la ejecución de las charlas ambientales introductorias propuestas en la ficha **CGU_PM_06 Manejo del recurso hidrobiológico** al personal nuevo ya sea directo o de contratistas, frente a temas relacionados con la conservación de ecosistemas acuáticos, hidrobiota y fauna acuática. Las charlas ambientales introductorias se llevarán a cabo cuando haya ingreso de nuevos colaboradores al proyecto y/o en el caso en que el profesional encargado lo considere oportuno. Se verificará que todas las charlas ambientales introductorias, cuenten con fotografías fechadas, registros de asistencia a las charlas *(fecha, lugar, horas, nombre del proyecto, participantes y temas tratados)* debidamente firmados; evaluaciones, comentarios, inquietudes y respuestas de haberlas, los cuales serán incluidos en los informes que den respuesta a los requerimientos de la Autoridad Ambiental. Cuando se considere pertinente, se realizarán sondeos o evaluaciones breves al personal capacitado, con el fin de medir la comprensión y apropiación de los temas tratados, incluyendo preguntas relacionadas con las obligaciones ambientales, normativas y prácticas de manejo descritas en la ficha. Se garantizará que cada charla cuente con: • Registro fotográfico con fecha y localización. • Listado de asistencia (con fecha, lugar, duración, nombre del proyecto, nombres y cargos de los asistentes, temas tratados), debidamente firmado. • Evaluaciones diligenciadas (si aplica), observaciones, comentarios o inquietudes expresadas por los asistentes.	ECOPETROL S.A.
Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de manejo del recurso hidrobiológico		

- Registro documental de los sondeos o evaluaciones aplicados, junto con su análisis básico (resultados, porcentaje de comprensión, acciones de refuerzo si se identifican vacíos).

Toda esta información será consolidada y entregada en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA, para los periodos en los que se desarrollen actividades de capacitación, como evidencia del cumplimiento de las obligaciones de educación ambiental exigidas por la Autoridad Ambiental.

Seguimiento – Conservación de recursos y cuerpos de agua

La Gestoría Ambiental realizará inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de las prohibiciones de lavado, mantenimiento y pesca en cuerpos de agua, así como el adecuado manejo de residuos y la implementación de prácticas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico. Estas inspecciones incluirán registros fotográficos, georreferenciación y el reporte de hallazgos en los ICA.

Se hará seguimiento a la ejecución, contenido y aprobación previa de las capacitaciones y campañas de sensibilización relacionadas con el manejo del recurso hídrico y la importancia ecológica de la ictiofauna, verificando asistencia y pertinencia del material impartido.

En cuanto a los cruces de cuerpos de agua, la Gestoría supervisará el cumplimiento de los diseños hidráulicos y geotécnicos aprobados, verificando que no se realicen vertimientos de sustancias contaminantes y que las actividades constructivas mantengan las distancias de protección establecidas. Finalmente, se hará seguimiento a la ejecución del ahuyentamiento de fauna acuática previo a cualquier intervención, asegurando que se cumplan los protocolos y que se registre adecuadamente su realización.

Seguimiento y monitoreo a la hidrobiota

Se desarrollarán campañas de monitoreo a comunidades hidrobiológicas (macroinvertebrados, perifiton, fitoplancton, zooplancton, macrófitas y peces) antes y después de cualquier intervención sobre cuerpos de agua (Ocupación de Cauce o Captación), con muestreo simultáneo en dos puntos estratégicos: 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo. Los muestreos serán acompañados de análisis fisicoquímicos para correlacionar calidad del agua con el estado biológico del ecosistema.

Metodologías e instrumentos:

- **Macroinvertebrados bentónicos**: recolección con red tipo D-frame o surber en hábitats representativos; análisis de composición y abundancia en laboratorio, siguiendo protocolos RBP-EPAB (EPA, 1999).
- **Perifiton y fitoplancton**: raspado de sustratos y toma de muestras con botellas Van Dorn o frascos estériles; análisis de biomasa (clorofila-a), número de especies y densidad celular.
- **Zooplancton**: filtrado de 100 L de agua con red de 60 µm, conservación en lugol o formol, conteo en cámara Sedgwick-Rafter.
- **Macrófitas acuáticas**: transectos lineales y cuadrantes de 1 m²; registro de cobertura, abundancia y especies presentes.
- **Peces**: electropesca o redes de arrastre (según cuerpo de agua), identificación taxonómica, biometría básica y liberación (cuando aplique).

Nota: Los métodos presentados corresponden a una guía metodológica y esfuerzos de muestreo sugeridos. No obstante, la aplicación específica dependerá de las metodologías acreditadas ante el IDEAM por parte del laboratorio aliado que ejecute la actividad.

Variables clave:

- Riqueza de especies (S), abundancia relativa y densidad.
- Índices ecológicos: Shannon-Wiener (H'), Equidad de Pielou (J'), Dominancia (D), Diversidad beta (β).
- Indicadores bióticos como BMWP/Col para macroinvertebrados.
-

Medios de verificación:

- Listados taxonómicos por comunidad, con número de individuos por especie.
- Fotografías de especímenes y del trabajo en campo.
- Resultados analíticos de parámetros fisicoquímicos (pH, oxígeno, turbidez, sólidos totales, entre otros).
- Informes con análisis estadísticos y mapas de localización de los puntos de monitoreo.

Con el fin de identificar los efectos y cambios ambientales generados por las intervenciones sobre los cuerpos de agua, se deberá presentar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en las campañas de monitoreo hidrobiológico realizadas **antes, durante y después** de cada fase del proyecto (construcción y operación). Estos análisis deberán integrar la información colectada a 50 metros aguas arriba y 50 metros aguas abajo del punto de intervención, para cada uno de los grupos biológicos objeto de monitoreo (macroinvertebrados, perifiton, fitoplancton, zooplancton, macrófitas y peces).

El análisis deberá evidenciar el comportamiento espacio-temporal de las comunidades hidrobiológicas, evaluando cambios en composición, riqueza específica, abundancia y diversidad, mediante el uso de indicadores ecológicos (Shannon-Wiener, equidad de Pielou, dominancia y diversidad beta) e índices biológicos aplicables (BMWP/Col, IBD, entre otros).

El monitoreo para actividades de captación deberá realizarse mensualmente mientras la captación esté en operación. Durante la fase constructiva de las ocupaciones de cauce, el monitoreo también será mensual, debido a la mayor sensibilidad del sistema y al potencial incremento de sedimentos y perturbaciones. Finalmente, en la fase operativa de líneas de flujo, vías de acceso y demás obras lineales asociadas, el monitoreo hidrobiológico y fisicoquímico será anual, permitiendo hacer seguimiento a las tendencias de recuperación y estabilidad del ecosistema acuático.

Seguimiento – Implementación y Operación de Barreras Sedimentadoras

La Gestoría Ambiental llevará a cabo el seguimiento permanente a la instalación, operación y mantenimiento de las barreras sedimentadoras, verificando que su diseño, ubicación y especificaciones correspondan exactamente a lo aprobado en el PMA y a los planos a escala detallada (1:2.000). Este seguimiento incluirá inspecciones en campo para confirmar que las barreras están construidas con los materiales establecidos (geotextiles permitidos, postes adecuados, alturas máximas y profundidades de anclaje), que no se instalen en canales con flujo permanente ni en caudales que superen los límites técnicos definidos.

Durante las visitas de obra se evaluará el estado físico de cada sedimentador, la continuidad del geotextil, la ausencia de traslapos no permitidos, la adecuada compactación de las zanjas y la estabilidad de los postes. Se verificará también la acumulación de sedimentos, la frecuencia y calidad de las limpiezas, y el cumplimiento del plan de mantenimiento,

	registrando cada actividad con evidencia fotográfica y ubicación georreferenciada. La Gestoría Ambiental documentará el desempeño hidráulico de las barreras durante eventos de lluvia, reportará oportunamente fallas o colapsos y exigirá las correcciones inmediatas cuando se identifiquen riesgos de aporte de sedimentos hacia los cuerpos de agua. Toda esta información será incorporada en los informes de cumplimiento ambiental, incluyendo indicadores de funcionalidad y vida útil de las barreras instaladas. .	

PERSONAL REQUERIDO

Interventoría Ambiental

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento a Charlas ambientales introductorias	X	X	X		X
Seguimiento – Conservación de recursos y cuerpos de agua		X	X		
Seguimiento y monitoreo a la hidrobiota		X	X		
Seguimiento – Implementación y Operación de Barreras Sedimentadoras		X	X	X	X

8.2.6 SM_B-06 Programa de seguimiento y monitoreo a la conectividad ecológica

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_B-06 Programa de seguimiento y monitoreo a la conectividad ecológica	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa de Manejo de la conectividad ecológica	SM_B-06 Manejo de la conectividad ecológica
OBJETIVO	
Ejecutar el seguimiento y monitoreo a cada una de las actividades planteadas en la Ficha SM_B-06 Manejo de la conectividad ecológica	
METAS	
Realizar el Seguimiento y verificación del 100% de las medidas de manejo planteadas por el proyecto frente a la conectividad ecológica	
ETAPA DE APLICACIÓN	
Pre - operativa	
Constructiva	X
Operativa	X
Desmantelamiento, abandono y restauración	
Actividades transversales	

INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

NOMBRE DEL SUBPROGRAMA ASOCIADO	MEDIDA DE MANEJO	MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	ID INDICADOR	INDICADOR	VALOR DE CUMPLIMIENTO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						COSTO ESTIMADO
						M	B	T	S	A	OTRO	
Manejo de la conectividad ecológica	Validación de diseños frente a áreas núcleo Construcción y señalización de Pasos de Fauna	Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de manejo de la conectividad ecológica	SM_B_06-1	X = (Número de indicadores de cumplimiento de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de cumplimiento de la ficha) x 100	Los indicadores de cumplimiento del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora				X		Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_B-06 Programa de seguimiento y monitoreo a la conectividad ecológica												
					<70%: No cumple							
		Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de manejo de la conectividad ecológica	SM_B_06-2	X = (Número de indicadores de eficacia de la ficha que cumple con el resultado esperado / Número total de indicadores de eficacia de la ficha) x 100	Los indicadores de eficacia del PMA buscan garantizar la aplicación de las acciones establecidas en las fichas de manejo, por lo que el seguimiento de estos refleja el cumplimiento de las fichas. 100%: Cumple 70% y 99%: Con oportunidad de mejora <70%: No cumple			X			Según la frecuencia de aplicación de los indicadores del PMA.	Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto
	Monitoreo de la efectividad de la medida	Seguimiento a los casos de atropellamiento de fauna silvestre	SM_B_06-3	<0 casos de atropellamiento de fauna silvestre en sitios con pasos de fauna	En caso de que se presenten casos de atropellamiento en sitios identificados se deberá evaluar la condición de diseño del paso o la señalización			X				Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto
		Seguimiento a la efectividad de los pasos de fauna silvestre	SM_B_06-4	>1 Es efectivo el paso de fauna silvestre	Cumple con la utilización del paso de fauna en el sitio establecido			X				Estos costos se encuentran incluidos en la operación del proyecto

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO		RESPONSABLE (S)
Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de manejo de la conectividad ecológica	Según sea el resultado de cada uno de los indicadores sujetos a seguimiento bien sea en cuanto a los indicadores de cumplimiento, cómo a los indicadores de eficacia, se contemplan los siguientes escenarios y se formulan las posibles acciones a seguir en cada uno de ellos: • No cumple: se deberá determinar la causa que no permite el cumplimiento, y replantear la acción respectiva de manera tal que se alcance un buen nivel de cumplimiento y/o eficacia. En última instancia se podrá plantear nuevas acciones que garanticen un manejo adecuado de los impactos para así alcanzar su cumplimiento y/o eficacia.	ECOPETROL S.A.
Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de manejo de la conectividad ecológica		

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS		
SM_B-06 Programa de seguimiento y monitoreo a la conectividad ecológica		
	• Oportunidad de mejora: se debe incentivar por mejorar el cumplimiento y/o eficacia de la acción a la cual el indicador está haciendo seguimiento. • Cumple: se debe garantizar que se mantenga el nivel de cumplimiento y/o eficacia de la respectiva acción.	
Seguimiento – Planificación y Diseño del Proyecto	Para garantizar la correcta incorporación de la conectividad ecológica en la fase de planeación, se realizará seguimiento a la verificación del estudio de conectividad incluido en el EIA, confirmando que los equipos técnicos utilicen los mapas, nodos y corredores definidos inicialmente. Asimismo, se supervisará que antes de aprobar cualquier diseño se efectúen análisis espaciales que determinen si la obra propuesta intercepta nodos o corredores, dejando registro cartográfico y técnico de esta revisión. De igual forma, se hará seguimiento al proceso de modelación de la especie seleccionada como indicador de conectividad, verificando que se utilicen los mismos parámetros, IDs de nodos y criterios empleados en el EIA. El análisis deberá incluir la interpretación adecuada de los valores de Link Removal, clasificando los enlaces según su importancia para la conectividad del paisaje. Estos resultados deberán ser incorporados en la evaluación de alternativas de localización de infraestructura, garantizando que la alternativa seleccionada sea aquella que genere la menor afectación sobre los nodos y corredores críticos. Durante los recorridos de verificación en campo (scouting), se supervisará que las áreas sensibles y enlaces críticos sean identificados y validados, ajustando los diseños cuando se evidencie riesgo de fragmentación. Esto incluye verificar que el ancho de adecuación o construcción de vías se limite estrictamente a lo necesario para la operación, evitando la eliminación innecesaria de vegetación remanente. Finalmente, se realizará seguimiento a que todos los resultados del análisis de conectividad sean integrados dentro del Plan de Manejo Ambiental Específico (PMAE) y que los ajustes de diseño, restricciones y recomendaciones queden documentados en informes técnicos e incluidos en los ICA correspondientes, acompañados de evidencia fotográfica y cartográfica.	
Seguimiento – Conectividad Funcional en Infraestructura	**Seguimiento a la Conectividad de Copas (Medida 2.1)** El seguimiento a la conectividad de copas se realizará verificando que la ubicación de las franjas seleccionadas para la siembra haya sido previamente definida en función de los resultados del estudio de conectividad ecológica, los análisis de Link Removal y los registros de atropellamiento. Durante las visitas de campo, la Gestoría Ambiental corroborará que las especies sembradas correspondan exclusivamente a especies nativas heliófilas de rápido crecimiento y que cada individuo cuente con su placa de identificación, coordenadas y registro fotográfico. Adicionalmente, se evaluará trimestralmente la supervivencia de las plántulas, la continuidad del dosel y la necesidad de podas, riegos o reposiciones. Se documentará cualquier presencia de epífitas en veda sobre los árboles sembrados y se verificará la aplicación de las medidas correspondientes antes de cualquier tala o intervención. Los resultados se incluirán en los Informes de Cumplimiento Ambiental. **Seguimiento a Pasos Superiores Artificiales (Medida 2.2)**	

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS		
SM_B-06 Programa de seguimiento y monitoreo a la conectividad ecológica		
	El seguimiento de los pasos superiores artificiales consistirá en revisar semestralmente su estado estructural, fijaciones, tensores, elementos metálicos y puntos de anclaje, verificando la ausencia de corrosión, ruptura o aflojamiento. También se realizará un monitoreo con cámaras trampa o registros directos para confirmar su uso por parte de fauna arborícola, evaluando la eficiencia de la estructura como corredor funcional. Cuando se detecte baja o nula utilización, se hará seguimiento al proceso de reubicación o rediseño del paso y se documentará la transición hacia medidas permanentes, como la siembra de árboles para conectividad de copas. Todas las evaluaciones se registrarán con fotografías georreferenciadas e informes técnicos. **Seguimiento a Pasos Terrestres en Obras Hidráulicas (Medida 2.3)** El seguimiento a los pasos terrestres adaptados en obras hidráulicas se realizará mediante inspecciones semestrales para revisar el estado de las estructuras, la ausencia de obstrucciones por sedimentos, acumulación de vegetación o presencia de residuos. Se validará su accesibilidad para fauna terrestre y se verificará que el diseño permita el drenaje adecuado sin comprometer la funcionalidad del paso. Se implementarán monitoreos mediante cámaras trampa o registros indirectos de huellas y rastros para evidenciar el uso de los pasos por parte de la fauna. Asimismo, se verificará que las obras civiles mantengan las especificaciones técnicas establecidas y que se realicen acciones correctivas en caso de taponamientos, erosión o deterioro. Los resultados se incluirán en los ICA con análisis comparativos espacio-temporales.	
Seguimiento a los casos de atropellamiento de fauna silvestre	Se hace el seguimiento a los sitios donde se han instalado pasos de fauna, donde un evento reportado de atropellamiento de fauna deberá ser causa de seguimiento sobre la efectividad del paso, y si es susceptible a mejora, o reubicación.	
PERSONAL REQUERIDO		
Interventoría Ambiental		
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN		

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento al cumplimiento de los indicadores asociados al subprograma de manejo de la conectividad ecológica					
Seguimiento a la eficacia de los indicadores asociados al subprograma de manejo de la conectividad ecológica					
Seguimiento a los casos de atropellamiento de fauna silvestre					
Seguimiento a la efectividad de los pasos de fauna silvestre					

8.3 SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO BIÓTICO

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. Los parámetros e indicadores deben corresponder a aquellos utilizados en la caracterización ambiental y en la identificación y valoración de impactos ambientales, a fin de comparar los valores encontrados antes de emprender el proyecto, con los que ocurren cuando éste está en marcha; es decir, estos parámetros e indicadores permiten cuantificar el impacto real del proyecto y por lo tanto, verificar qué tan precisa fue la predicción hecha en la evaluación ambiental, así como comprobar la eficacia de las medidas de manejo que se implementen (MGPEA, 2018).

Dando cumplimiento MGPEA, en adelante se describirán los indicadores de seguimiento y monitoreo de la tendencia al medio biótico con el objetivo de tener una visión integral a los componentes, grupo de componentes o medios, de acuerdo con el análisis de impactos realizado, y la evaluación de la magnitud real de las alteraciones que se producen como consecuencia del proyecto.

8.3.1 Seguimiento y monitoreo a la tendencia de ecosistemas y biodiversidad

A continuación, se plantean los indicadores de tendencia al medio que permitirán evidenciar a futuro el estado de las coberturas naturales, la fauna y los ecosistemas acuático específicamente frente al recurso hidrobiológico, con el desarrollo del proyecto.

Los indicadores propuestos se relacionan en la **Ta**bla **8.3-1** y se describen en adelante.

Tabla 8.3-1 Indicadores de tendencia al medio biótico

COMPONENTE MONITOREADO	FICHA
Ecosistemas Terrestres y flora	Monitoreo de las coberturas vegetales y su diversidad
	Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TC)
	Seguimiento a la tendencia en cuanto a la conectividad ecológica
Fauna	Composición y riqueza de especies faunísticas de vertebrados
Ecosistemas acuáticos	Riqueza de especies en comunidades hidrobiológicas
Especies vegetales vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos)	Riqueza y composición de las especies forófitas para las especies no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) retribuidas y supervivencia de especies vasculares rescatadas y reubicadas.

Fuente: Ecopetrol S.A., 2023.

8.3.1.1 Ecosistemas Terrestres y flora

8.3.1.1.1 Monitoreo de las coberturas vegetales y su diversidad

MEDIO BIÓTICO	
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA	
NOMBRE DE LA FICHA DE TENDENCIA AL MEDIO	
Tasa de Monitoreo de las coberturas vegetales y su diversidad	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
Información primaria del monitoreo de coberturas vegetales realizadas en el área de influencia del proyecto.	
CRITERIO DE ANÁLISIS	**DESCRIPCIÓN**
Índices de riqueza y diversidad	Con el desarrollo de estos indicadores se busca medir el comportamiento de la diversidad de las coberturas naturales de la tierra en un periodo de tiempo determinado en el área de influencia del proyecto.
PERSONAL REQUERIDO	
Ingeniero Forestal, Biólogo, o Ecólogo con experiencia en monitoreo y análisis de coberturas de la tierra	
DEFINICIÓN DEL INDICADOR	
Se deberán analizar cómo mínimo los siguientes índices: • Shannon • Índices de Margalef • Simpson_1-D • Índice de Menhinick (Dmn) • Coeficiente de mezcla	
PERTINENCIA DEL INDICADOR	
Autores como Pielou (1977)[1] coinciden en señalar que la diversidad está formada por dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de especie. De esta forma, los índices de biodiversidad se utilizan para determinar la riqueza o número de poblaciones de especies diferentes que conforman los ecosistemas.	
TIPO DE INDICADOR	**UNIDAD DE MEDICIÓN**
Cumplimiento	Adimensional
ID INDICADOR	**FORMULA DEL INDICADOR**

1 Pielou, E. (1977). Mathematical Ecology. New York, USA: John Wiley & Sons. 385 p.

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA		
STM_B_01	**Monitoreo de flora:** Monitoreo de flora según las metodologías empleadas en la línea base.	$X = \frac{Monitoreo\ de\ Flora\ Realizado}{\text{Monitoreo de Flora programado}} \times 100$
STM_B_ 02	**Índice de Shannon – Wiener:** Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Álvarez et. al., 2004). Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001). Según Magurran (2004) los rangos medios de diversidad para este índice se encuentran entre 1.5 y 3.5, teniendo así que valores por debajo de este rango se asociaran a diversidades bajas y por encima del mismo diversidades altas, adicionalmente estos valores pueden ser comparados con los arrojados por el índice de Simpson el cual reporta la frecuencia relativa de las especies dominantes.	$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$ Dónde: S: número de especies (la riqueza de especies) p_i: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$ n_i: Número de individuos de la especie i N: Número de todos los individuos de todas las especies
STM_B_ 03	**Índice de Margalef:** Este índice se usa para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra (Menhinick, 1964)72. Al igual que el Índice de Margalef, se basa en la relación entre el número total de individuos observados que crece al aumentar el tamaño de la muestra (Melo, 2000)2	$Dmg = \frac{S-1}{\ln N}$ Dónde: S: Número de especies. N: Número de individuos.
STM_B_ 04	**Índice de Simpson 1 (Dominancia):** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. El Índice de Simpson indica que a medida que el valor disminuye la comunidad se vuelve más diversa y menos dominante (Moreno, 2001).	$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)} \right)$ Dónde: n_i = Número de individuos de especie i. N: Número total de individuos.

2 Melo, O. (2000). Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. Ibagué: Universidad del Tolima. Facultad de Ing. Forestal. 58 Curtis, J., & Mcintosh, R. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32: 476-496.

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA		
STM_B_0 5	**Índice de Menhinick (Dmn):** Este índice se usa para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra (Menhinick, 1964)72. Al igual que el Índice de Margalef, se basa en la relación entre el número total de individuos observados que crece al aumentar el tamaño de la muestra (Melo, 2000)3.	$Dmn = \frac{S}{\sqrt{N}}$ Dónde: S: Número de especies. N: Número de individuos.
STM_B_0 6	**Cociente de mezcla:** El coeficiente de mezcla mide la intensidad de la mezcla en bosques naturales, para lo cual se divide el número de especies encontradas entre el número total de individuos, obteniéndose una cifra que representa el promedio de individuos de cada especie dentro de la asociación (Cárdenas, 2014)62. El CM igual a 1/1 es el mayor valor de este coeficiente, lo que quiere decir que cada individuo inventariado va a corresponder a una especie diferente y se describe como S:N o S/N) (Alvis, 2009)4.	$CM = \frac{1}{(\frac{Ni}{t})}$ Dónde: Ni: Número de especies. Nt: Número total de individuos.
STM_B_ 07	**CEI_19_IND_01: Riqueza de especies amenazadas y/o endémicas** La riqueza ha sido, posiblemente, el indicador más común para referirse a la biodiversidad, ya que tiene en considera únicamente las especies presentes o registradas en un espacio (Moreno, 2001). Si bien, la riqueza de especies por sí sola no abarca los diversos aspectos de la biodiversidad, esta ha sido utilizada para referirse indirectamente a los procesos ecosistémicos (Hooper et al. 2005) (ANLA, 2023). En el caso de grupos taxonómicos o ecológicos (e.g. grupos funcionales) particulares, cambios en su riqueza podrían sugerir alteraciones en procesos ecológicos (e.g. aumento de regeneración natural de especies leñosas de densidad de madera alta), generando alertas tempranas de posibles transformaciones en los ecosistemas (The World Bank, 1998) (ANLA, 2023).	Las especies claves que se usan para el cálculo de la riqueza son: SpA = Especies amenazadas SpE = Especies endémicas A partir de los muestreos en las áreas evaluadas se hace la sumatoria para las especies amenazadas y endémicas, donde: $\boldsymbol{\Sigma SpA}$ = ***sumatoria de las especies amenazadas encontradas en el área evaluada*** $\boldsymbol{\Sigma SpE}$ = ***sumatoria de las especies endémicas encontradas en el área evaluada*** Entonces: $\boldsymbol{Scob} = \boldsymbol{\Sigma}\ \boldsymbol{\Sigma SpA}, \boldsymbol{\Sigma SpE}$ $\boldsymbol{Stot} = \boldsymbol{\Sigma}\ \boldsymbol{Scob1}, \boldsymbol{Scob2}, \boldsymbol{Scob3}, \ldots$ Donde: $\boldsymbol{Scob}$ = ***Riqueza de especies por cobertura*** $\boldsymbol{Stot}$ = ***Riqueza de especies clave total***

3 Menhinick, E. (1964). A Comparison of some Species-Individuals Diversity Indices Applied. Ecology, 45 (4): 859-861.
4 Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan. Facultad de ciencias agropecuarias, Vol 7. I. p. 115-122.

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA		
		Según el tipo de muestreo (punto o transecto), identificar para cada cobertura, las especies clave (amenazadas, endémicas y migratorias).
FRECUENCIA DE MEDICIÓN		**VALOR ESPERADO**
Etapa de construcción: 1 monitoreo anual **Etapa de Operación:** Se realizará 1 monitoreo anual hasta por 4 años posteriores al inicio de las actividades de operación. **Etapa de Abandono:** 1 monitoreo al finalizar el abandono.		Reporte y análisis.
RESPONSABLE		**ETAPAS DE APLICACIÓN**
Ecopetrol S.A.		Construcción – Operación – Abandono

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AL QUE SE ENCUENTRA ASOCIADO EL INDICADOR

Manejo de la remoción de cobertura vegetal no boscosa
Manejo de flora
Manejo del aprovechamiento forestal
Revegetalización de áreas intervenidas
Manejo y conservación de las especies vegetales, arbóreas, arbustivas, vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros estratos)

NOMBRE ACCIÓN DE SEGUIMIENTO TM

Análisis de diversidad para el componente flora

DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA AL MEDIO

Realizar monitoreos para el seguimiento a la diversidad del componente flora en el área de estudio. Estos se desarrollarán específicamente en las áreas colindantes a las intervenciones realizadas por el proyecto, priorizando el monitoreo en coberturas naturales, seminaturales, y ecosistemas estratégicos (humedales, etc.) según la caracterización de la línea base.

Los puntos de monitoreo deberán determinarse según los sitios de caracterización a partir de las parcelas que se realizaron en la línea base y que se encuentren más cercanas a las áreas de intervención. En caso de que las parcelas se encuentren muy lejanas, se realizarán nuevas parcelas en nuevos puntos de monitoreo.

Se deberán utilizar las mismas metodologías empleadas en la línea base.

Estos puntos de monitoreo deberán monitorearse por proyecto y se incrementarán de acuerdo a la distribución de los proyectos dentro del área licenciada.

PRESUPUESTO

$ 180.000.000 COP

CAMBIO ATRIBUIBLE

- **El delta en el cambio atribuible a la dinámica del territorio:**

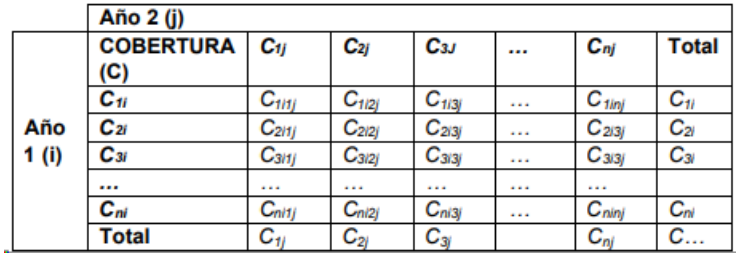
Todo cambio en la diversidad de parcelas de flora que sean monitoreadas en áreas de terceros, es decir que no sean propiedad de la compañía no serán atribuibles al desarrollo del proyecto. Se deben analizar las áreas de intervención y las coberturas cercanas a estas con relación al comportamiento de los índices entre la línea base y los monitoreos sucesivos.

- **Delta de umbrales aceptable para el desarrollo del proyecto:**

MEDIO BIÓTICO
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO DE ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA
Teniendo en cuenta que dentro del marco normativo no existen límites permisibles, y el comportamiento de los índices de diversidad del componente de flora en áreas que no son de control de la compañía pueden variar a discreción, no se definen umbrales aceptables de cambio. • **Método propuesto para la identificación del cambio atribuible al proyecto:** Únicamente serán atribuibles al desarrollo del proyecto los cambios en los índices de diversidad de las parcelas de flora que se realicen y monitoreen en predios que sean propiedad de la compañía.

8.3.1.1.2 Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TC) y análisis de las áreas intervenidas por el proyecto

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA		
NOMBRE DEL INDICADOR DE TENDENCIA AL MEDIO		
Tasa de cambio de las coberturas naturales de la tierra (TCEI) y análisis de las áreas intervenidas por el proyecto		
FUENTES DE INFORMACIÓN		
Se tendrá en cuenta el mapa de coberturas de la tierra de la línea base. Adicionalmente, la interpretación de la(s) imagen(es) satelital(es) posteriores a la entrada en operación del proyecto con el fin de evaluar el área realmente intervenida por el proyecto y determinar la tasa de transformación de coberturas. Esta información espera obtenerse para su análisis cada 3 a 5 años.		
CRITERIO DE ANÁLISIS	DESCRIPCIÓN	
Tasa de cambio de las coberturas naturales	Con este indicador se busca medir la pérdida o la recuperación de las coberturas naturales de la tierra en un periodo de tiempo determinado.	
PERSONAL REQUERIDO		
Ingeniero Forestal, Catastral, Biólogo o Ecólogo con experiencia en interpretación de coberturas de la tierra		
DEFINICIÓN DEL INDICADOR		
La Tasa de cambio de las coberturas naturales (TCEI) es la variación en la superficie que ocupa cada una de las coberturas naturales, identificadas a la escala de trabajo del presente estudio, para el área de influencia, en una determinada unidad espacial de referencia j, entre dos instantes de tiempo t, 1 y 2.		
PERTINENCIA DEL INDICADOR		
Monitorear los cambios en la superficie cubierta por diferentes coberturas naturales presentes en el área de influencia. Los cambios que presenta la superficie con diferentes coberturas naturales a través del tiempo están esencialmente asociados con la intervención antrópica del territorio, este indicador permite determinar la dinámica que presentan estos cambios y cuantificar la tasa en la que algunas coberturas ganan y otras pierden superficie, lo anterior en busca de determinar la afectación que el proyecto pueda tener en estas. El menor valor que puede tomar el indicador es -100, se obtiene de forma intuitiva cuando ninguna fracción de la superficie ocupada por la cubierta de la tierra tipo i, identificada en el tiempo inicial 1, se registra en el tiempo final 2. Valores negativos relativamente altos (cercanos a -100), representan pérdidas importantes de cobertura entre los dos instantes de tiempo medidos, en tanto que valores negativos relativamente bajos representan pérdidas de cobertura no tan importantes. Un valor del indicador igual a cero refleja que la superficie cubierta no cambió entre los dos instantes de tiempo. Finalmente, el indicador toma valores positivos cuando la superficie cubierta con un específico tipo de cobertura es mayor en el tiempo t2 que en el tiempo t1.		
TIPO DE INDICADOR	UNIDAD DE MEDICIÓN	
Cumplimiento	Porcentaje (%)	
ID INDICADOR	FORMULA DEL INDICADOR	
STM_B_ 08	**Variación de la superficie de las coberturas de la tierra (CEI_18_IND_02):** Transiciones entre coberturas en un periodo de tiempo. Una transición constituye el cambio de una cobertura a otro en el periodo de análisis. La cuantificación del cambio (en área o porcentaje) es útil para ver procesos de transformación de coberturas naturales a antrópicas o viceversa.	1. Realizar una tabulación cruzada espacial con las coberturas del año 1 (i) y el año 2 (j). 2. Calcular la proporción de cambio de coberturas naturales a transformadas. 3. Calcular la proporción de cambio de coberturas transformadas a naturales.

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA		
		

Año 1 (i) \ Año 2 (j)	COBERTURA (C)	C_{1j}	C_{2j}	C_{3J}	…	C_{nj}	Total
	C_{1i}	C_{1i1j}	C_{1i2j}	C_{1i3j}	…	C_{1inj}	C_{1i}
	C_{2i}	C_{2i1j}	C_{2i2j}	C_{2i3j}	…	C_{2i3j}	C_{2i}
	C_{3i}	C_{3i1j}	C_{3i2j}	C_{3i3j}	…	C_{3i3j}	C_{3i}
	…	…	…	…	…	…	
	C_{ni}	C_{ni1j}	C_{ni2j}	C_{ni3j}	…	C_{ninj}	C_{ni}
	Total	C_{1j}	C_{2j}	C_{3j}		C_{nj}	C…

STM_B_ 09	**Densidad de parches de coberturas naturales (CEI_18_IND_01):** DP = diseño de parches ni = el número de parches de coberturas naturales A = el área total del paisaje en metros cuadrados 10000 = valor de una hectárea en m² 100 = El valor del indicador está dado por cada 100 hectáreas	$DP = \frac{n_i}{A} * 10000 * 100$

FRECUENCIA DE MEDICIÓN	VALOR ESPERADO
Cada 3 a 5 años. Si el inicio de la fase constructiva supera más de 3 años de la aprobación de la licencia se deberá realizar un análisis multitemporal de coberturas previo al inicio de la fase.	Reporte y análisis: Se presentará el análisis de cambio de las coberturas a manera de referencia. No se determina un valor esperado dado que este cambio no depende del desarrollador del proyecto.
RESPONSABLE	**ETAPAS DE APLICACIÓN**
Ecopetrol S.A.	Cada 3 a 5 años.

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AL QUE SE ENCUENTRA ASOCIADO EL INDICADOR

Programa de Protección y Conservación de hábitats y/o Áreas protegidas
Manejo de la conectividad ecológica
Conservación de especies vegetales amenazadas o en veda
Manejo de flora

NOMBRE ACCIÓN DE SEGUIMIENTO TM

Análisis multitemporal de las coberturas de la tierra

DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA AL MEDIO

Se emplearán imágenes satelitales o fotografías aéreas de alta calidad con características similares o superiores a aquellas empleadas en la generación de la línea Base, es decir en la caracterización ambiental del área de influencia del proyecto, con el fin de analizar de forma precisa los cambios que van sufriendo las coberturas naturales en el área de influencia del proyecto.

En este sentido el área de influencia corresponde a aquel objeto de monitoreo para poder establecer la tendencia de las coberturas de la tierra especialmente las naturales a partir de la determinación de la Tasa de cambio (TC)

Este procedimiento se realizará aplicando la metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia con lo cual se tendrá información del cambio en las coberturas en el área de influencia proyecto, como resultado se tendrá una reinterpretación del mapa de coberturas de la línea base a escala 1:10.000.

MEDIO BIÓTICO
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO ECOSISTEMAS TERRESTRES Y FLORA
Interpretación del indicador Variación de la superficie de las coberturas de la tierra: • El valor de cada celda en la tabla corresponde al área de cambio de cada Cobertura en el año 1, hacia cada cobertura en el año 2 (C1 …ni…nj) • La diagonal de la matriz corresponde al área remanente de cada cobertura (C1i1j …C2i2j … C3i3j…Cninj) en el periodo de tiempo. • El valor del área de cada celda sobre el total de cada cobertura en el año 1 (C1i …C2i … C3i…Cnj) corresponde a la proporción de cambio de cada cobertura del año 1 (i) hacia cada cobertura en el año 2 (j) • El valor del área de cada celda sobre el total de cada cobertura en el año 2 (C1j …C2j … C3j…Cnj) corresponde a la proporción de cada cobertura del año 1 (i) de la cual se compone cada cobertura en el año 2 (j) Interpretación del indicador Densidad de parches de coberturas naturales: A mayor número de parches de las coberturas naturales, mayor será la fragmentación, lo que indica un deterioro del ecosistema. DP0 - DP1 > DP2 - DP1; las medidas de manejo no superaron el efecto del impacto DP0 - DP1 = DP2 - DP1 ; las medidas de manejo eliminaron el efecto del impacto DP0 - DP1 < DP2 - DP1 ; las medidas de manejo superaron el efecto del impacto
PRESUPUESTO
$ 75.000.000 COP
CAMBIO ATRIBUIBLE
• **El delta en el cambio atribuible a la dinámica del territorio:** Todos los cambios en el área de las coberturas que no sean de dominio de la compañía serán atribuibles a los otros actores del área de influencia del proyecto. • **Delta de umbrales aceptable para el desarrollo del proyecto:** Teniendo en cuenta que dentro del marco normativo no existen límites permisibles de cambio, los umbrales aceptables se determinarán a partir de los resultados obtenidos en la caracterización ambiental del área de influencia versus los análisis realizados en el seguimiento a la tendencia del medio. En caso de que existan coberturas naturales dentro de los predios en servidumbre o propiedad de la compañía, y que estos no sean objeto de aprovechamiento forestal su área no debe reducirse entre los monitoreos realizados. • **Método propuesto para la identificación del cambio atribuible al proyecto:** En caso de que existan coberturas naturales dentro de los predios en servidumbre o propiedad de la compañía, y que estos no sean objeto de aprovechamiento forestal su área no debe reducirse entre los monitoreos realizados.

8.3.1.1.3 Seguimiento a la tendencia en cuanto a la conectividad ecológica

MEDIO BIÓTICO	
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	
NOMBRE DEL INDICADOR DE TENDENCIA AL MEDIO	
Índice de conectividad de coberturas naturales	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
Análisis de conectividad de línea base y los análisis de conectividad desarrollados en el marco del seguimiento.	
CRITERIO DE ANÁLISIS	**DESCRIPCIÓN**
Índice de probabilidad de conectividad y Rutas de Menor costo según las especies criterio.	El monitoreo de la conectividad funcional en el Área de Explotación Bucare se realizará con una periodicidad de **3 a 5 años**, con el fin de identificar cambios en la estructura del paisaje, evaluar la funcionalidad de los corredores ecológicos y determinar el efecto de las actividades productivas predominantes, como la palma de aceite y la ganadería. Para garantizar comparabilidad entre ciclos de monitoreo, se empleará la misma metodología, parámetros técnicos, mapas de resistencia y especies criterio utilizados en la línea base del Estudio de Impacto Ambiental (EIA). El análisis se fundamentará en la aplicación de Conefor Sensinode para el cálculo del Índice de Probabilidad de Conectividad (PC) y sus desagregados (DPC-total, DPC-flux, DPC-connector y DPC-área), así como en el modelamiento de rutas de menor costo (Least Cost Paths) para cada especie criterio. Estos análisis permitirán evaluar el comportamiento funcional del paisaje, identificar la relevancia de los parches y establecer la continuidad o ruptura de los corredores de movilidad. Para cada periodo evaluado se elaborarán mapas de coberturas multitemporales, que servirán como base para actualizar los mapas de resistencia y cuantificar los cambios en presión antrópica. Estas capas permitirán analizar la variación espacial de los DPC en cada parche de hábitat y la modificación de las rutas de menor costo, identificando tendencias de mejora, estabilidad o pérdida de conectividad. Debido a la expansión de la ganadería y la palma de aceite, se integrará un análisis de los principales tensores del paisaje utilizando los mapas multitemporales como insumo. Los resultados del monitoreo incluirán mapas comparativos, variaciones porcentuales, priorización de nodos críticos y corredores afectados, así como recomendaciones de manejo. De esta manera, el análisis permitirá orientar la toma de decisiones en el marco del Plan de Manejo Ambiental específico y se incorporará a los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) del periodo correspondiente.
PERSONAL REQUERIDO	
Ingeniero Forestal, Biólogo, Ecólogo, Catastral con experiencia en la interpretación de coberturas y análisis de conectividad.	

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA		
DEFINICIÓN DEL INDICADOR		
Donde DPC_0es el valor de DPC_total en la línea base (EIA) y DPC_tel valor en el monitoreo (cada 3–5 años). Valores cercanos a 0 % indican estabilidad; valores positivos indican mejora de la conectividad; valores negativos reflejan pérdida de conectividad funcional del paisaje, asociada a transformación de coberturas (p.ej. expansión de palma de aceite o ganadería).		
PERTINENCIA DEL INDICADOR		
Monitorear la conectividad en un territorio permite analizar el comportamiento potencial de las especies de fauna en el mismo e indirectamente el comportamiento de las coberturas vegetales.		
TIPO DE INDICADOR	**UNIDAD DE MEDICIÓN**	
Cumplimiento	Adimensional, según los índices evaluados.	
FORMULA DEL INDICADOR		
STM_B_ 10	Índice de conectividad (CEI_17_IND_03)	$\text{Variación DPC_total } (\%) = \frac{DPC_t - DPC_0}{DPC_0} \times 100$
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	**VALOR ESPERADO**	
Cada 3 a 5 años según la frecuencia del análisis multitemporal. Si el inicio de la fase constructiva supera más de 3 a 5 años de la aprobación de la licencia se deberá realizar un análisis multitemporal de coberturas previo al inicio de la fase.	Reporte y análisis.	
RESPONSABLE	**ETAPAS DE APLICACIÓN**	
Ecopetrol S.A.	Construcción – Operación - Abandono	
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AL QUE SE ENCUENTRA ASOCIADO EL INDICADOR		
Manejo de la conectividad ecológica		
NOMBRE ACCIÓN DE SEGUIMIENTO TM		
Análisis de conectividad de las coberturas naturales.		
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA AL MEDIO		
Se deberá realizar el análisis de conectividad de las coberturas de la tierra, siguiendo los lineamientos determinados en la caracterización de línea base. Acorde al indicador planteado, los valores del índice de conectividad están entre 0 y 100, en porcentaje, donde: CONNECT = 0; la clase evaluada consiste en un único parche o no hay parches que puedan conectarse a partir de la distancia establecida CONNECT = 100; todos los parches dentro del área de estudio están en rango y pueden conectarse		
PRESUPUESTO		
$90.000.000 COP		
CAMBIO ATRIBUIBLE		
• **El delta en el cambio atribuible a la dinámica del territorio:** No determinado debido a múltiples factores externos que no son controlables; se establecerá el delta de cambio de acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización de la conectividad en el área de influencia para línea base, en contraste con los resultados obtenidos en los monitoreos de seguimiento.		

MEDIO BIÓTICO
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

- **Delta de umbrales aceptable para el desarrollo del proyecto:**

Teniendo en cuenta que dentro del marco normativo no existen límites permisibles, no se plantean umbrales aceptables.

- **Método propuesto para la identificación del cambio atribuible al proyecto:**

Se debe tener presente que el comportamiento de la diversidad de la conectividad de las coberturas naturales en el área de influencia del proyecto dependerá de múltiples factores. En este sentido, se realizará una comparación de los resultados de la conectividad de las coberturas naturales obtenida en los análisis multitemporales con el análisis de la caracterización de línea base.

8.3.1.2 Fauna

MEDIO BIÓTICO	
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE FAUNA	
NOMBRE DEL INDICADOR DE TENDENCIA AL MEDIO	
Composición y riqueza de especies faunísticas de vertebrados	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
Se deberán realizar monitoreos periódicos de fauna (aves, herpetofauna y mamíferos) en las coberturas definidas para el seguimiento a la tendencia del componente de Flora; es decir en parches de coberturas naturales, seminaturales en cercanía a las áreas de intervención del proyecto. Estos monitoreos serán comparados con los resultados obtenidos en la caracterización de fauna vertebrada realizada en el área de influencia del proyecto para la línea base.	
CRITERIO DE ANÁLISIS	**DESCRIPCIÓN**
Composición y riqueza de especies	Establecer la tendencia de la composición y riqueza de las especies de fauna silvestre vertebrada respecto a los resultados del monitoreo de seguimiento y su posterior comparación con los resultados obtenidos en la línea base
PERSONAL REQUERIDO	
Biólogo especialista en Herpetofauna Biólogo especialista Mamíferos Biólogo especialista en Avifauna	
DEFINICIÓN DEL INDICADOR	
Este indicador pretende medir los cambios en la composición y riqueza de especies vertebradas de la caracterización de línea base y los monitoreos de seguimiento de fauna. Se deberán analizar cómo mínimo los siguientes índices: • Taxa_S, • Número de Individuos por especie • Margalef • Simpson_1-D • Shannon_H • Diversidad Beta (β) o recambio de especies (Índice Bray-Curtis o índice de Jaccard (IJ). • Equidad de Pielou • Riqueza de especies de fauna clave (amenazadas, endémicas, migratoria) • Densidad de mortalidad de fauna silvestre causada por atropellamiento o colisión por kilómetro lineal	
PERTINENCIA DEL INDICADOR	
Monitorear la diversidad (composición y riqueza) de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto permite obtener datos fiables en cuanto al comportamiento de la misma a lo largo del desarrollo del proyecto. Se contemplan dos escenarios para analizar la tendencia de la riqueza de especies vertebradas e invertebradas según sea el resultado del indicador: Tendencia positiva si el número de especies obtenidos es mayor o igual a los reportados en la caracterización ambiental, X = número positivo Tendencia negativa si es menor a los reportados en la caracterización ambiental, X = número negativo	
TIPO DE INDICADOR	**UNIDAD DE MEDICIÓN**
Cumplimiento	Adimensional, según los índices evaluados.
FORMULA DEL INDICADOR	

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE FAUNA		
STM_B_ 11	**Monitoreo de fauna:** Monitoreo de fauna según las metodologías empleadas en la línea base.	$X = \frac{Monitoreo\ de\ Fauna\ Realizado}{\text{Monitoreo de Flora programado}} \times 100$
STM_B_ 12	**Número de Individuos por especie**	N = Número de individuos de la especie i
STM_B_ 13	**Índice de Margalef:** Este índice se usa para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra (Menhinick, 1964)72. Al igual que el Índice de Margalef, se basa en la relación entre el número total de individuos observados que crece al aumentar el tamaño de la muestra (Melo, 2000)5	$Dmg = \frac{S-1}{\ln N}$ Dónde: S: Número de especies. N: Número de individuos.
STM_B_ 14	**Índice de Dominancia (Simpson)** Tiene en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás. El índice de Simpson (λ) muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie.	$\lambda = \sum(\frac{n^2}{N^2}) = \sum p_i^2$ *ρi* = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
STM_B_ 15	**Índice de Equidad (Shannon- Weaver)** Tiene en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. El índice de Shannon- Wiener (H´) asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.	$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$ Dónde: S: número de especies (la riqueza de especies) p_i: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$ n_i: Número de individuos de la especie i N: Número de todos los individuos de todas las especies
STM_B_ 16	**Diversidad Beta (β) o recambio de especies** La diversidad beta, entendida como cambio en la composición de especies entre sitios, se suele evaluar con	Índice Bray-Curtis o índice de Jaccard (IJ)

5 Melo, O. (2000). Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. Ibagué: Universidad del Tolima. Facultad de Ing. Forestal. 58 Curtis, J., & Mcintosh, R. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32: 476-496.

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE FAUNA		
	índices de disimilitud basados en el número de especies compartidas y los números de especies exclusivas a cada sitio	
STM_B_ 17	**Equidad de Pielou** El índice de equidad o uniformidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.	$J' = \frac{H'}{lnS}$ Donde: J' = Índice de Equidad de Pielou (J) H' = Índice de Shannon – Wiener S = Número de especies.
STM_B_ 18	**Riqueza de especies de fauna clave (amenazadas, endémicas, migratoria)** **(CEI_20_IND_01)**	• St: Riqueza de especies clave total en coberturas naturales • ∆St: Variación en riqueza de especies clave total en coberturas naturales • StICA: Riqueza de especies clave total en coberturas naturales reportada en el ICA • StLB: Riqueza de especies clave total en coberturas naturales reportada en línea base • SpA: Especies amenazadas • SpE: Especies endémicas • SpM: Especies migratorias $S_t = \sum (\sum Sp_A, \sum Sp_E, \sum Sp_M)$ $\Delta S_t = \left(\frac{St_{ICA} - St_{lb}}{St_{lb}}\right)$ Según el tipo de muestreo (punto o transecto), identificar para cada cobertura, las especies clave (amenazadas, endémicas y migratorias).
STM_B_ 19	**Densidad de mortalidad de fauna silvestre causada por atropellamiento o colisión por kilómetro lineal** DMi = Densidad de mortalidad para el grupo taxonómico i por km IMi = Número de individuos muertos por grupo taxonómico i = grupo taxonómico Km = Kilómetro DMt = Densidad de mortalidad total por	$DM_{i\,t} = \frac{IM_i}{Km}$ $DM_{tot\,t} = \frac{\sum_i^n IM_i}{Km}$

MEDIO BIÓTICO	
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE FAUNA	
	km n = número de grupos taxonómicos t = tiempo de medición (monitoreo)
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	**VALOR ESPERADO**
Anual durante la etapa de construcción Cada 2 años durante la etapa de operación 1 último monitoreo al abandono	Reporte y análisis.
RESPONSABLE	**ETAPAS DE APLICACIÓN**
Ecopetrol S.A.	Construcción – Operación - Abandono
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AL QUE SE ENCUENTRA ASOCIADO EL INDICADOR	
Manejo de fauna	
NOMBRE ACCIÓN DE SEGUIMIENTO TM	
Monitoreo multitemporal de fauna silvestre vertebrada.	
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA AL MEDIO	

- **Monitoreo de Fauna Vertebrada:**

Se pretende realizar monitoreos de fauna (anfibios, reptiles, mamíferos y aves) con el fin de realizar el análisis multitemporal correspondiente. A continuación, se plantea la metodología que a implementar para los tres (3) grupos faunísticos. Se debe validar y respetar los mismos métodos y esfuerzos de muestreo implementados en la caracterización de línea base con el fin de permitir que los resultados sean comparables entre los monitoreos:

✓ Grupo de herpetofauna:

Para la caracterización de anfibios y reptiles, se utilizará la información obtenida a través de recorridos utilizando el método VES (Visual Encounter Surveying), el cual consiste en la búsqueda de individuos a lo largo de transectos de búsqueda libre en el área de interés y durante un tiempo previamente definido.

- Anfibios: recorridos de observación (sitios de apareamiento y posturas) y búsqueda de ejemplares en transectos (VES).
- Reptiles: recorridos de observación (cuevas, troncos, piedras) y búsqueda de ejemplares en transectos (VES).

✓ Grupo Avifauna:

Para la caracterización de la ornitofauna presente en el área de estudio, se realizarán transectos de detección visual y auditiva para evaluaciones ambientales rápidas y recorridos libres:

- Recorridos libres: recorridos de observación (sitios de alimentación) y colocación de redes de niebla según el gradiente de intervención.
- Puntos de observación: Se establecerán puntos de observación fijos entre los gradientes (coberturas vegetales) en las cuales se permitirá identificar el embalaje de aves y estimar las variaciones en presencia y ausencia de especies.

Para la clasificación taxonómica se utilizará las mismas guías y claves taxonómicas para el grupo de avifauna usadas en línea base.

✓ Grupo de Mamíferos:

MEDIO BIÓTICO

SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- COMPONENTE FAUNA

Para la identificación de las diferentes especies de mamíferos se consolidará un inventario preliminar con la consulta de base de datos y documentos institucionales; además de corroborar su distribución geográfica y altitudinal. Estos reportes se corroborarán en campo con la realización recorridos diurnos y en lo posible nocturnos (en algún periodo de tiempo), búsqueda de huellas, heces y rastros, además de charlas informales con los pobladores del lugar, en donde se utilizarán Guías ilustradas de mamíferos para el reconocimiento de especies del área.

- Mamíferos: recorridos de observación (huellas, rastros de alimentación, restos de esqueletos, pieles, heces, cuevas);
- Mamíferos pequeños: Colocación de trampas Sherman y Tomahawk en transectos
- Mamíferos voladores: redes de niebla para el estudio de murciélagos.
- Cámaras trampa: para la identificación de mamíferos medianos y grandes.

Para la clasificación taxonómica se utilizará las mismas guías y claves taxonómicas para el grupo de mamíferos usadas en línea base.

Los datos de los monitoreos para los tres grupos faunísticos vertebrados se complementarán con charlas semiestructuradas con el fin de obtener información de la fauna local silvestre, así como nombres comunes, usos e importancia. Para el desarrollo de las charlas se utilizarán láminas ilustrativas a color de las especies con probable presencia en el área de estudio.

El esfuerzo de monitoreo para los tres grupos faunísticos debe ser el mismo empleado en la línea base y estaría dado por: tiempo acumulado de recorridos y acumulación de especies durante dicho tiempo, área de muestreo (hectáreas o metros cuadrados), área del transecto (longitud y ancho).

Se deben cumplir cómo mínimo con las curvas de acumulación de especies, la cual representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, siendo una potente herramienta para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado.

PRESUPUESTO

Se estima que el Monitoreo de fauna vertebrada por monitoreo tiene un valor aproximado de $150.000.000 COP

CAMBIO ATRIBUIBLE

- **El delta en el cambio atribuible a la dinámica del territorio:**

No determinado debido a múltiples factores externos que no son controlables; se establecerá el delta de cambio de acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización de fauna de los grupos faunísticos en el área de influencia para línea base, en contraste con los resultados obtenidos en los monitoreos de seguimiento.

- **Delta de umbrales aceptable para el desarrollo del proyecto:**

Teniendo en cuenta que dentro del marco normativo no existen límites permisibles, no se plantean umbrales aceptables.

- **Método propuesto para la identificación del cambio atribuible al proyecto:**

Se debe tener presente que el comportamiento de la diversidad de la fauna en el área de influencia del proyecto dependerá de múltiples factores. En este sentido, se realizará una comparación de los resultados de la riqueza obtenida en los análisis multitemporales de fauna con el análisis de la caracterización de línea base. Se analizarán las distancias de los monitoreos frente a las áreas intervenidas por el proyecto para determinar la potencial influencia del proyecto en dichos cambios o de otras actividades económicas o agropecuarias.

8.3.1.3 Ecosistemas acuáticos

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE ECOSISTEMAS ACUATICOS		
NOMBRE DEL INDICADOR DE TENDENCIA AL MEDIO		
Riqueza y composición de especies en comunidades hidrobiológicas		
FUENTES DE INFORMACIÓN		
Se emplearán los datos de caracterización presentados en el componente hidrobiológico de la línea base y los resultados de los monitoreos periódicos de seguimiento que deben hacerse simultáneamente con la caracterización fisicoquímica de los cuerpos de agua superficial del área de influencia.		
CRITERIO DE ANÁLISIS	**DESCRIPCIÓN**	
Variaciones en la composición y riqueza del recurso hidrobiológico	Realizar seguimiento a la tendencia de los ecosistemas acuáticos (hidrobiológicos) a través de la ejecución periódica de monitoreos.	
PERSONAL REQUERIDO		
Ingeniero Ambiental Equipo Técnico de Laboratorio Laboratorio Certificado por el IDEAM		
DEFINICIÓN DEL INDICADOR		
El seguimiento de este indicador permite evaluar y analizar los cambios de la riqueza del recurso hidrobiológico sobre los cuerpos hídricos presentes en el área de influencia y monitoreados en el seguimiento.		
PERTINENCIA DEL INDICADOR		
El monitoreo a la tendencia del medio permitirá conocer e identificar si se presentan o no cambios en la comunidad hidrobiológica relacionada con los cuerpos de agua a monitorear.		
TIPO DE INDICADOR	**UNIDAD DE MEDICIÓN**	
Cumplimiento	*Adimensional, según los índices evaluados.*	
FORMULA DEL INDICADOR		
STM_B_ 20	**Monitoreo de hidrobiológicos:** Monitoreo de hidrobiológicos según las metodologías empleadas en la línea base.	$X = \frac{Monitoreo\ de\ Hidrobiológicos\ Realizado}{\text{Monitoreo de Hidrobiológicos programado}} \times 100$
STM_B_ 21	Riqueza (S)	Número de especies por estación de monitoreo.
STM_B_ 22	Abundancia relativa	Número de individuos por especie por estación de monitoreo.
STM_B_ 23	**Índice de Margalef:** Este índice se usa para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra (Menhinick, 1964)72. Al igual que el Índice de Margalef, se basa en la relación entre el número total de individuos observados que crece al aumentar el tamaño de la muestra (Melo, 2000)6	$Dmg = \frac{S-1}{\ln N}$ Dónde: S: Número de especies. N: Número de individuos.

6 Melo, O. (2000). Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. Ibagué: Universidad del Tolima. Facultad de Ing. Forestal. 58 Curtis, J., & Mcintosh, R. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32: 476-496.

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE ECOSISTEMAS ACUATICOS		
STM_B_ 24	**Índice de Equidad (Shannon- Weaver)** Tiene en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. El índice de Shannon-Wiener (H´) asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.	$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$ Dónde: S: número de especies (la riqueza de especies) p_i: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$ n_i: Número de individuos de la especie i N: Número de todos los individuos de todas las especies
STM_B_ 25	**Diversidad Beta (β) o recambio de especies** La diversidad beta, entendida como cambio en la composición de especies entre sitios, se suele evaluar con índices de disimilitud basados en el número de especies compartidas y los números de especies exclusivas a cada sitio	Índice Bray-Curtis o índice de Jaccard (IJ)
STM_B_ 26	**Equidad de Pielou** El índice de equidad o uniformidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.	J'= $\frac{H'}{lnS}$ Donde: J' = Índice de Equidad de Pielou (J) H' = Índice de Shannon – Wiener S = Número de especies.
STM_B_ 27	**Índice de Simpson 1 (Dominancia):** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. El Índice de Simpson indica que a medida que el valor disminuye la comunidad se vuelve más diversa y menos dominante (Moreno, 2001).	$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)} \right)$ Dónde: n_i = Número de individuos de especie i. N: Número total de individuos.
FRECUENCIA DE MEDICIÓN (fase)		**VALOR ESPERADO**

MEDIO BIÓTICO	
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE ECOSISTEMAS ACUATICOS	
Según monitoreo de calidad de agua superficial.	Reporte y análisis.
RESPONSABLE	**ETAPAS DE APLICACIÓN**
Ecopetrol S.A.	Construcción – Operación - Abandono
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AL QUE SE ENCUENTRA ASOCIADO EL INDICADOR	
11.1.1.2.3.1 Manejo del recurso hidrobiológico	
NOMBRE ACCIÓN DE SEGUIMIENTO TM	
Monitoreo de hidrobiológicos en el área de influencia	
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA AL MEDIO	
Monitoreo para hidrobiológicos mediante la caracterización de: • Perifiton, Bentos y Fauna Íctica tanto en cuerpos lóticos como lénticos • Plancton y macrófitas en sistemas lénticos. Estas mediciones periódicas se deben hacer simultáneamente con la caracterización fisicoquímica de los cuerpos de agua planeados en el componente hidrológico, los cuales deben hacerse atendiendo los mismos parámetros, sitios de muestreo y época de precipitación para que los resultados sean comparables. Estos monitoreos permitirán realizar un análisis de multitemporalidad del recurso hidrobiológico en el área influencia. En cuanto a la información de fauna íctica obtenida en campo, serán considerados los siguientes aspectos: • Elaboración de listado de especies identificadas. • Revisión de taxonomía actualizada y de información secundaria en listas de chequeo para las especies registradas en la zona evaluada. • Cálculo del esfuerzo de muestreo y éxito de captura • Elaboración del listado de especies y composición de ensamblajes en cada sitio. • Identificación de especies endémicas, amenazadas, de valor comercial y cultural. • Comparación de los resultados obtenidos en las épocas de los monitoreos vs la caracterización del área de influencia *Se calcula la riqueza de las comunidades hidrobiológicas estudiadas, a partir de las matrices de abundancias de cada morfoespecie en las estaciones evaluadas. Los índices de diversidad han sido usados normalmente con el fin de caracterizar de alguna manera las relaciones de abundancia de las especies en una comunidad.*	
PRESUPUESTO	
El monitoreo de todos los puntos definidos tiene un costo de $ 85.000.000 COP	
CAMBIO ATRIBUIBLE	

MEDIO BIÓTICO
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE ECOSISTEMAS ACUATICOS

- **El delta en el cambio atribuible a la dinámica del territorio**:

De acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización hidrobiológica de los sistemas loticos y lénticos de la línea base del área de influencia, se hará un contraste con la caracterización que se describe en la presente ficha de seguimiento a la tendencia. Este seguimiento se realizará realizando un análisis multitemporal respetando los puntos de muestreo definidos para el proyecto.

- **Delta de umbrales aceptable para el desarrollo del proyecto**:

Teniendo en cuenta que dentro del marco normativo no existen límites permisibles, no de determinan umbrales aceptables de cambio.

- **Método propuesto para la identificación del cambio atribuible al proyecto.**

Teniendo en cuenta que dentro del marco normativo no existen límites permisibles, no de determinan umbrales aceptables de cambio, se deberá realizar el reporte y análisis de los datos en comparación a los resultados de calidad de agua.

8.3.1.4 Especies vegetales vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos)

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- ESPECIES VEGETALES VASCULARES RESCATADAS Y REUBICADAS Y NO VASCULARES EN VEDA (EPÍFITAS Y EN OTROS SUSTRATOS) RETRIBUIDAS		
NOMBRE DEL INDICADOR DE TENDENCIA AL MEDIO		
Riqueza y composición de las especies forófitas para las especies no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) retribuidas y supervivencia de especies vasculares rescatadas y reubicadas.		
FUENTES DE INFORMACIÓN		
Datos de la riqueza y composición de las especies forófitas establecidas para las especies vegetales no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) y el comportamiento de las especies vasculares rescatadas y reubicadas.		
CRITERIO DE ANÁLISIS	**DESCRIPCIÓN**	
Composición y riqueza de las especies forófitas establecidas para las especies vegetales no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) en áreas retribuidas Supervivencia de las especies vasculares rescatadas y reubicadas.	Realizar seguimiento a la tendencia del medio de las especies forófitas plantadas para la retribución de las especies vegetales no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) en las áreas retribuidas a través de la ejecución periódica de monitoreos; y el seguimiento a la supervivencia de las especies vasculares rescatadas y reubicadas.	
PERSONAL REQUERIDO		
Forestal, Biólogo o Ecólogo con experiencia en la identificación de especies vegetales vasculares y no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos)		
DEFINICIÓN DEL INDICADOR		
El seguimiento de este indicador permite evaluar y analizar los cambios de la composición y riqueza de especies forófitas plantadas para la retribución de especies vegetales no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) y la supervivencia de las especies vasculares que fueron rescatadas y reubicadas.		
PERTINENCIA DEL INDICADOR		
El monitoreo a la tendencia del medio permitirá conocer e identificar si se presenta prendimiento y el comportamiento en la comunidad de especies forófitas plantadas en el marco de la retribución para las especies vegetales no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) y de las especies vegetales vasculares rescatadas y reubicadas.		
TIPO DE INDICADOR	**UNIDAD DE MEDICIÓN**	
Cumplimiento	*Adimensional, según los índices evaluados.*	
FORMULA DEL INDICADOR		
STM_B_ 28	**Monitoreo de especies no vasculares en veda en áreas de retribución** Monitoreo según las metodologías empleadas en la línea base.	$X = \frac{Monitoreo\ Realizado}{\text{Monitoreo de programados}} \times 100$
STM_B_ 29	Colonización de especies en veda en sustratos epifitos, rupícolas y terrestres, presencia y ausencia, fenología, abundancia registrada en unidad de medida (cobertura cm 2), hospederos y estado fitosanitario	X = Cm^2 por especie por hospedero
STM_B_ 30	Riqueza (S) según sustrato	Número de especies por en el área de retribución según el sustrato.
STM_B_ 31	**Índice de Margalef para forófitos.** Este índice se usa para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra (Menhinick, 1964)72. Al igual que el Índice de Margalef, se basa en la relación entre el número total	$Dmg = \frac{S-1}{\ln N}$ Dónde: S: Número de especies. N: Número de individuos.

MEDIO BIÓTICO SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- ESPECIES VEGETALES VASCULARES RESCATADAS Y REUBICADAS Y NO VASCULARES EN VEDA (EPÍFITAS Y EN OTROS SUSTRATOS) RETRIBUIDAS		
	de individuos observados que crece al aumentar el tamaño de la muestra (Melo, 2000)7	
STM_B_ 32	**Índice de Equidad (Shannon- Weaver) para forófitos.** Tiene en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformemente se encuentran distribuidas. El índice de Shannon-Wiener (H´) asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.	$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$ Dónde: S: número de especies (la riqueza de especies) p_i: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$ n_i: Número de individuos de la especie i N: Número de todos los individuos de todas las especies
STM_B_ 33	**Equidad de Pielou** El índice de equidad o uniformidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.	J'= $\frac{H'}{lnS}$ Donde: J' = Índice de Equidad de Pielou (J) H' = Índice de Shannon – Wiener S = Número de especies.
STM_B_ 34	**Índice de Simpson 1 (Dominancia):** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. El Índice de Simpson indica que a medida que el valor disminuye la comunidad se vuelve más diversa y menos dominante (Moreno, 2001).	$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N-1)} \right)$ Dónde: n_i = Número de individuos de especie i.

7 Melo, O. (2000). Evaluación ecológica y silvicultural de los fragmentos de vegetación secundaria, ubicados en áreas de bosque seco tropical en el norte del departamento del Tolima. Ibagué: Universidad del Tolima. Facultad de Ing. Forestal. 58 Curtis, J., & Mcintosh, R. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32: 476-496.

MEDIO BIÓTICO		
SEGUIMIENTO A LA CALIDAD DEL MEDIO- ESPECIES VEGETALES VASCULARES RESCATADAS Y REUBICADAS Y NO VASCULARES EN VEDA (EPÍFITAS Y EN OTROS SUSTRATOS) RETRIBUIDAS		
		N: Número total de individuos.
STM_B_ 35	**Monitoreo de la supervivencia de Flora Vascular rescatada y reubicada**	X= (No de individuos reubicados / total de individuos Vivos)*100
STM_B_ 36	**Monitoreo de supervivencia de forófitos**	≥ 80% para flora no vascular
STM_B_ 37	**Supervivencia de helechos arborescentes rescatados**	$X = \frac{Helechos\ Rescatados}{\text{Helechos vivos}} \times 100$
STM_B_ 38	**Reposición de Helechos arborescentes**	$X = \frac{Helechos\ arborescentes\ repuestos}{\text{Total de helechos } arborescents\ rescatados\ que\ han\ muerto} \times 100$
FRECUENCIA DE MEDICIÓN (fase)		**VALOR ESPERADO**
Mínimo 1 vez al año durante 3 años.		Reporte y análisis.
RESPONSABLE		**ETAPAS DE APLICACIÓN**
Ecopetrol S.A.		3 años desde iniciada la retribución de flora no vascular y rescate y reubicación de flora vascular.
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL AL QUE SE ENCUENTRA ASOCIADO EL INDICADOR		
11.1.1.2.4	Programa de Conservación de especies vegetales amenazadas o en veda	
NOMBRE ACCIÓN DE SEGUIMIENTO TM		
Seguimiento a la tendencia del medio de las especies forófitas plantadas para la retribución de las especies vegetales no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) en las áreas retribuidas a través de la ejecución periódica de monitoreos; y el seguimiento a la supervivencia de las especies vasculares rescatadas y reubicadas.		
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN DE SEGUIMIENTO DE LA TENDENCIA AL MEDIO		
Monitoreo periódico de los forófitos plantados para las especies vegetales no vasculares en veda (epífitas y en otros sustratos) en las áreas retribuidas y monitoreo de la supervivencia de especies vegetales vasculares rescatadas y reubicadas.		
PRESUPUESTO		
$ 80.000.000 COP		
CAMBIO ATRIBUIBLE		
• **El delta en el cambio atribuible a la dinámica del territorio**: Dado que las áreas de retribución de especies vegetales no vasculares y reubicación de las especies vasculares pueden no ser de Ecopetrol, el cambio en la composición y riqueza de no vasculares y la supervivencia de las vasculares puede deberse 100% a la dinámica del territorio. • **Delta de umbrales aceptable para el desarrollo del proyecto**: Acorde al Anexo de la Circular MADS 8201-2-808 del 09 12 2019 para especies no vasculares y vasculares. • **Método propuesto para la identificación del cambio atribuible al proyecto.** Acorde al Anexo de la Circular MADS 8201-2-808 del 09 12 2019 para especies no vasculares y vasculares.		