ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
ÁREA DE DESARROLLO BUCARE

CAPÍTULO 8 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO MONITOREO
8.1 Medio Abiótico

CONTENIDO

8 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO 1
8.1 MEDIO ABIÓTICO 1
8.1.1 SM_AB_01 Programa de seguimiento y monitoreo a aguas residuales y aguas superficiales 1
8.1.2 SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea 9
8.1.3 SM_AB_03 Programa de seguimiento y monitoreo a las emisiones atmosféricas, calidad del aire 21
8.1.4 SM_AB_04 Programa de seguimiento y monitoreo a la emisión de ruido 29
8.1.5 SM_AB_05 Programa de seguimiento y monitoreo al suelo 34
8.1.6 Sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos 40
8.1.7 SM_AB_07 Programa de seguimiento y monitoreo a las capacitaciones a colaboradores 45
8.2 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio 46
8.2.1 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 8.1-1 Programas de monitoreo y seguimiento medio abiótico 1
Tabla 8.1-1 Medidas para impactos /riesgos 6
Tabla 8.1-2 Parámetros fisicoquímicos requeridos para análisis de compatibilidad de aguas 18
Tabla 8.1-1 Concentraciones máximas de contaminantes para el acopio y/o aprovechamiento de cortes de perforación 44
Tabla 8.2-1 Ubicación puntos de captación a monitorear 49
Tabla 8.2-2 Ubicación puntos de ocupación de cauce a monitorear 50
Tabla 8.2-3 Ubicación puntos de cuerpos de agua sin intervención directa a monitorear (línea base) 52
Tabla 8.2-4 Parámetros de comparación normativa 53
Tabla 8.2-5 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a monitorear en los pozos de captación de agua subterránea 57
Tabla 8.2-6 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a monitorear en puntos de agua subterránea asociados a los pozos inyectores 59
Tabla 8.2-7 Ubicación de las fuentes fijas 61
Tabla 8.2-8 Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa existentes a condiciones de referencia (25 ºC, 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 11% 62
Tabla 8.2-9 Frecuencia de monitoreo contaminantes de acuerdo con la Unidad de Contaminación Atmosférica 62
Tabla 8.2-10 Descripción SVCAI Indicativo 62
Tabla 8.2-11 Ubicación de las estaciones de monitoreo del SVCAI 63
Tabla 8.2-12 Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire 64

8 PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PROYECTO

El programa de seguimiento y monitoreo desarrollado en el presente capítulo establece las actividades que deben implementarse con el fin de evaluar periódicamente el desarrollo, cumplimiento y eficacia de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

Este programa se ha estructurado en fichas que permiten corroborar el cumplimiento de los diferentes parámetros y estándares fijados por la norma o por el proyecto, se conforma básicamente por la supervisión permanente de los diferentes indicadores planteados en cada una de las fichas de manejo ambiental en el PMA, teniendo en cuenta los términos de referencia HI-TER-1-03 Proyectos de explotación de hidrocarburos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.

En la **Tabla 8.1-1,** se presentan los programas de seguimiento y monitoreo propuestos para cada una de las fichas de manejo ambiental desarrolladas para el medio abiótico.

Tabla 8.1-1 Programas de monitoreo y seguimiento medio abiótico

MEDIO	CÓDIGO	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL
Abiótico	SM_AB_01	Programa de seguimiento y monitoreo a aguas residuales y aguas superficiales	CGU_PM_AB_09 Manejo de cruces de cuerpos de agua
			CGU_PM_AB_11 Manejo de la captación de aguas superficiales
			CGU_PM_AB_13 Manejo de aguas residuales domésticos (ARD) y no domésticos (ARnD)
			CGU_PM_AB_15 Programa de uso eficiente y ahorro del agua
	SM_AB_02	Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea	CGU_PM_AB_11 Manejo de la captación de agua subterránea
			CGU_AB_PM_12 Manejo de aguas subterráneas
			CGU_PM_AB_14 Manejo para la actividad de inyección
	SM_AB_03	Programa de seguimiento y monitoreo a las emisiones atmosféricas, calidad del aire	CGU_PM_AB_16 Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas
	SM_AB_04	Programa de seguimiento y monitoreo a la emisión de ruido	CGU_PM_AB_17 Manejo de fuentes de ruido
	SM_AB_05	Programa de seguimiento y monitoreo al suelo	CGU_PM_AB_01 Manejo de materiales sobrantes
			CGU_PM_AB_02 Manejo de taludes
			CGU_PM_AB_03 Manejo paisajístico
			CGU_PM_AB_04 Manejo de materiales
			CGU_PM_AB_05 Manejo de escorrentía
	SM_AB_06		CGU_PM_AB_06 Manejo de residuos

MEDIO	CÓDIGO	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL
		Programa de seguimiento y monitoreo al manejo, tratamiento y disposición de residuos	CGU_PM_AB_07 Manejo de lodos y cortes de perforación
	SM_AB_07	Programa de seguimiento y monitoreo a la capacitación a colaboradores	CGU_PM_AB_16 Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental

Fuente: SGI SAS ,2025

8.1 MEDIO ABIÓTICO

8.1.1 SM_AB_01 Programa de seguimiento y monitoreo a aguas residuales y aguas superficiales

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_01 Programa de seguimiento y monitoreo a aguas residuales y aguas superficiales	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa Manejo del Recurso Hídrico	CGU_PM_AB_09 Manejo de cruces de cuerpos de agua CGU_PM_AB_10 Manejo de la captación de aguas superficiales CGU_PM_AB_13 Manejo de aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD) CGU_PM_AB_15 Programa de uso eficiente y ahorro del agua

OBJETIVO

- Realizar el seguimiento y monitoreo a los programas ambientales relacionados con cruces de cuerpos de agua, manejo de la captación, manejo de las aguas residuales domésticas y no domésticas y el uso eficiente y ahorro del agua.
- Verificar la eficiencia de los sistemas de tratamiento utilizados para el manejo de aguas residuales domésticas y no domésticas generadas por la ejecución del proyecto de Área de Desarrollo Bucare.

METAS

- Cumplir al 100% con las actividades que permitan evaluar el cumplimiento y/o eficiencia de las medidas del plan de manejo ambiental.
- Ejecutar al 100% los monitoreos establecidos para determinar la calidad del efluente en los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas y no domésticas.

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	
Manejo de cruces de cuerpos de agua	Manejo en las áreas intervenidas por los cruces en cuerpos de agua Manejo en los cruces en cuerpos de agua para prevenir afectación a su calidad	Seguimiento y control a los cruces de cuerpos de agua	SM_AB_01_1	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de cruces de cuerpos de agua que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de cruces de cuerpos de agua) * 100	100%							Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

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 sedimentos Manejo del permiso para las ocupaciones de cauce											
Manejo de la captación de aguas superficiales	Manejo en la captación en cuerpos de aguas superficial para prevenir afectación a su calidad Manejo en el control al caudal de la captación en cuerpos de agua superficial para evitar alteración en oferta y disponibilidad Manejo en la compra de agua a terceros Manejo del permiso de concesión de aguas superficiales	Seguimiento y control a la captación de agua superficial	SM_AB_01_2	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de la captación de aguas superficiales que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha de la captación de aguas superficiales) * 100	100%			X				Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
	Manejo en el control al caudal de la captación en cuerpos de agua superficial para evitar alteración en oferta y disponibilidad.	Verificación de planillas de campo	SM_AB_01_3	X = (Número registros diligenciados en las planillas / Número de viajes de carrotanque para hacer uso de los puntos de captación) * 100	100%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de aguas residuales domésticos (ARD) y no domésticos	Manejo de las aguas residuales domésticas	Seguimiento y control a las aguas residuales	SM_AB_01__4	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de	100%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

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	
(ARnD)	Manejo de las aguas residuales no domésticas Manejo de la recirculación Manejo del reúso. Manejo del vertimiento al suelo Manejo en la entrega a terceros	domésticas y no domésticas		ARD y ARnD que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de ARD y ARnD) * 100								
	Manejo de las aguas residuales no domésticas Manejo del vertimiento al suelo		SM_AB_01_5	X = (Número de parámetros de calidad del efluente del STAR / Número de parámetros establecidos en la Resolución 631 de 2015) * 100 STAR=Sistema de tratamiento de aguas residuales	100%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
	Manejo de las aguas residuales domésticas Manejo del vertimiento al suelo		SM_AB_01_6	X = (Número de parámetros de calidad del efluente del STAR / Número de parámetros establecidos en la Resolución 699 de 2021) * 100	100%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

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 la recirculación	Seguimiento y control al volumen de agua para recirculación	SM_AB_01_7	X = (Número de monitoreos ejecutados en aguas de recirculación para riego en vías y/o jardines / Número de monitoreos programados en aguas de recirculación para riego en vías y/o jardines) * 100	100%			X				Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación.
	Manejo del reúso	Seguimiento y control al volumen de agua para reúso	SM_AB_01_8	X = (Volumen de agua recibida para reúso (m3) / Volumen de agua recibida para reúso empleada por el proyecto (m3)) * 100	100%	X						
Plan de acción del PUEAA	Prevención de pérdidas de agua Recirculación de agua Reúso de agua Aprovechamiento de agua lluvia Divulgación de Información, sensibilización, capacitación y educación en el Uso Eficiente del Recurso Hídrico	Seguimiento y control al uso eficiente y ahorro del agua	SM_AB_01_9	X = (Número de indicadores de la ficha asociada al plan de acción del PUEAA que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha asociada al plan de acción del PUEAA) * 100	100%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
Seguimiento a los cruces de cuerpos de agua:	Ecopetrol S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
• El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha Manejo de cruces de cuerpos de agua. • En los casos en que el caudal asociado a la ocupación de cauce no sea suficiente para la toma y análisis de las muestras, justificar técnicamente y presentar evidencia fotográfica en los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA. **Seguimiento a la captación de agua superficial:** Las siguientes acciones sólo se darán en el caso que el proyecto haga uso de los puntos de agua autorizados para captación superficial. • El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha Manejo de la captación de agua superficiales. • Verificar que las áreas para el caso de bombeo fijo y/o captación con motobomba adosada cumplan con lo establecido en la acción 1 de la ficha **CGU_PM_AB_10 Manejo de la captación de aguas superficiales.** • Verificar que las planillas de campo incluyan lo establecido en la acción 2 de la ficha **CGU_PM_AB_10 Manejo de la captación de aguas superficiales,** para validar que se estén documentando los tiempos y caudales captados, cada vez que se realice la captación.	
Seguimiento a las aguas residuales domésticas y no domésticas: • Durante la ejecución las estrategias de desarrollo en las que se utilicen baños portátiles se verificarán que los contratistas de dichas unidades realicen su mantenimiento por lo menos 2 veces a la semana. • El seguimiento a los sistemas de tratamiento de aguas residuales no domésticas (ARnD) utilizados se hará por medio de la caracterización del efluente, verificando que los parámetros no superen los límites máximos establecidos en el artículo 11 de la Resolución 631 del 2015 (Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de ARnD, de actividades asociadas con hidrocarburos), o aquella que la modifique, derogue o sustituya. • El seguimiento a los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (ARD) utilizados se hará por medio de la caracterización del efluente, verificando que los parámetros no superen los límites máximos establecidos en el artículo 4, Tabla 2 de la Resolución 699 del 2021 (incluye parágrafo 1 y 2 de la resolución), o aquella que la modifique, derogue o sustituya.	Ecopetrol S.A.
Seguimiento a la recirculación Para el seguimiento y control de la recirculación del agua residual en suelos de soporte de infraestructura por parte de la Autoridad Ambiental, el proyecto Area de Desarrollo Bucare debe dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 3 de la Resolución 1256 de 2021 de Minambiente, o aquella que la modifique, derogue o sustituya. Por lo anterior, se debe tener a disposición de la Autoridad la información que se describe a continuación: 1. Balance hídrico del sistema de recirculación a) Volumen de agua residual recirculada (m^3).	Ecopetrol S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)

b) Capacidad del área para retener humedad (cantidad máxima de agua que se puede regar en suelos de soporte de infraestructura sin generar escorrentía). Para estimar este último, se requieren:

- Velocidades de infiltración básica (mm/h): mediciones in-situ en diferentes periodos estacionales para medir la capacidad de absorción en el suelo. Se deben seleccionar puntos de monitoreo que sean representativos del tramo de la vía en donde se va a realizar el riego.

  Nota: La velocidad de infiltración básica obedece a la velocidad constante que alcanza el agua que se infiltra en el suelo durante la prueba de infiltración. Esta prueba debe realizarse por un laboratorio que tenga esta prueba acreditada ante el IDEAM.

- Área de riego (m^2): Corresponde al área de la vía o locación en dónde se realizará el riego.

- Tiempo de aplicación (h/día): tiempo efectivo de riego al día.

  Finalmente, la cantidad máxima a regar diariamente se determina con la siguiente ecuación:

$$V_{máx\ para\ riego}\left[\frac{m^3}{día}\right] = \frac{Velocidad\ de\ infiltración\ * Área * Tiempo\ aplicación}{1000}$$

2. Identificación de los riesgos potenciales a los recursos naturales renovables derivados del uso de las aguas residuales.

Revisar el listado de impactos ambientales específicos y riesgos potenciales incluidos en el capítulo 5 Evaluación de impactos y el capítulo 9 PGR del presente estudio.

3. Medidas preventivas que se deben aplicar para evitar los riesgos potenciales identificados, con sus respectivas actividades para seguimiento.

Tabla 8.1-1 Medidas para impactos /riesgos

Impacto / Riesgo	Medidas
Alteración de la concentración de contaminantes criterio y sustancias tóxicas en el aire Alteración de la concentración de gases efecto invernadero y/o contaminantes climáticos de vida corta Alteración en los niveles de presión sonora Generación de olores ofensivos	Tratamiento de las aguas residuales antes del riego.
	Entrega de las ARD y ARnD con empresas autorizadas

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
	Asegurar el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Resolución 631 de 2015, Art. 11, Upstream, en especial el parámetro de sulfuros y sulfatos, para controlar la posible generación de olores ofensivos.
Así mismo, en el caso de utilizar el agua para recirculación en actividades como el riesgo en vías y/o jardines, se deben realizar monitoreos trimestrales del agua residual para uso industrial, registrando los siguientes parámetros: conductividad, SAAM, grasas y aceites, fenoles totales, hidrocarburos totales, cianuro libre, cloruros, fluoruros, sulfatos, mercurio, sodio, antimonio, cloro total residual y nitratos. La exclusión de uno o más parámetros deberá solicitarse ante la Autoridad sustentado con el balance de materia y la caracterización de las aguas residuales. La recirculación de agua residual con uso industrial para el uso mencionado, no se podrá realizar en áreas pavimentadas o dentro de la ronda de protección a cuerpos de agua. Para la recirculación de las aguas residuales en otro tipo de actividades propias del proyecto, se validará previamente que las condiciones del efluente sean compatibles con las características del recurso para la actividad.	
Seguimiento al reúso • En el caso de que el proyecto sea receptor de aguas residuales para reúso industrial, la Resolución 1256 de 2021, no establece criterios de calidad desde el punto de vista ambiental; lo anterior, sin perjuicio de las disposiciones establecidas en materia sanitaria y demás disposiciones que regula la actividad; teniendo en cuenta lo anterior, se validará previamente que las condiciones del efluente sean compatibles con las características del recurso a reusar en la actividad. • De acuerdo con la acción 4 de la ficha CGU_PM_AB_13 Manejo de aguas residuales domésticas (ARD) y no domésticas (ARnD), se llevará un registro, entre otros, del volumen de agua recibido, para garantizar el uso de esta por parte del proyecto Área de Desarrollo Bucare.	
Seguimiento al programa de uso eficiente y ahorro del agua: • El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en el programa de uso eficiente y ahorro del agua. • Se debe contar con las especificaciones técnicas de los medidores de caudal para asegurar el cumplimiento de forma oportuna de las actividades de mantenimiento y calibración. • El aprovechamiento de agua lluvia proveniente de piscinas, se encuentra sujeto a la calidad del recurso; de acuerdo con la destinación del agua, se debe definir la necesidad de hacer monitoreo de calidad, en caso de que no se garantice la integridad del sistema de almacenamiento y el aislamiento de procesos industriales.	
Observaciones generales Los monitoreos se realizarán a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de la muestra, como para el análisis de los parámetros monitoreados. Dichos laboratorios, contarán con las técnicas de medición incluyendo los límites de detección de los diferentes parámetros que permitan verificar el cumplimiento normativo de los mismos.	Ecopetrol S.A.

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
En caso de que no existan laboratorios nacionales acreditados para el análisis de algún(os) parámetro(s), los laboratorios acreditados por el IDEAM podrán enviar la muestra a un laboratorio internacional acreditado en su país de origen o por un estándar internacional, mientras se surte el proceso de acreditación en los laboratorios nacionales, se presentarán los soportes de la acreditación de todos los laboratorios empleados para la realización de los monitoreos del proyecto. Todos los soportes (actas, registros fotográficos, planillas, informes, certificaciones, permisos, etc.), que permitan validar el cumplimiento de las medidas de seguimiento y monitoreo se presentarán en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA.	

PERSONAL REQUERIDO

- Interventoría
- Ingeniero Ambiental
- Personal contratado para los monitoreos
- Contratistas para mantenimiento de los sistemas de tratamiento

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento y control a los cruces de cuerpos de agua		X	X	X	X
Seguimiento y control a la captación de agua superficial		X	X	X	X
Verificación de planillas de campo		X	X	X	X
Seguimiento y control a las aguas residuales domésticas y no domésticas		X	X	X	X
Seguimiento y control al volumen de agua para recirculación		X	X	X	X
Seguimiento y control al volumen de agua para reúso		X	X	X	X
Seguimiento y control al uso eficiente y ahorro del agua		X	X	X	X

8.1.2 SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa Manejo del Recurso Hídrico	CGU_PM_AB_11 Manejo de la captación de agua subterránea CGU_PM_AB_12 Manejo de aguas subterráneas CGU_PM_AB_14 Manejo de la inyección

OBJETIVO

- Realizar seguimiento y monitoreo a los programas ambientales relacionados con el manejo de la captación de aguas subterráneas, el manejo de aguas subterráneas y manejo para la actividad de inyección.

METAS

- Cumplir al 100% con las actividades propuestas en el programa de seguimiento y monitoreo evaluando de manera eficiente las medidas del plan de manejo ambiental.
- Correcto funcionamiento del 100% de los medidores de caudal instalados en los pozos de aprovechamiento.
- Verificar que siempre exista compatibilidad entre las aguas a inyectar para recobro y/o disposal en las formaciones receptoras
- Garantizar que la información del 100% de los puntos de agua subterránea identificados durante la actualización del inventario sea diligenciada en el FUNIAS.

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	
Manejo de la captación de agua subterránea	Manejo en el control del caudal de captación de agua subterránea. Diseño y protección de los puntos de captación. Manejo de la operación del pozo. Manejo del permiso de	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC1	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de la captación de aguas subterráneas que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de la captación de aguas subterráneas) * 100	100%				X			Los costos hacen parte del Programa Manejo de la captación de agua subterránea

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea												
	concesión de aguas subterránea.											
	Manejo en el control del caudal de captación de agua subterránea.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC2	X = (Número de medidores de caudal calibrados y en funcionamiento) / (Número de medidores de caudal instalados) x 100	100%					X		Los costos hacen parte del Programa Manejo de la captación de agua subterránea
	Manejo en el control del caudal de captación de agua subterránea.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IE1	X = (Caudal de aguas subterráneas captado en el periodo reportado / Caudal autorizado para captación de aguas subterráneas) *100	≤100%						Monitoreo diario del caudal con reportes mensuales presentados en el ICA	Los costos hacen parte del Programa Manejo de la captación de agua subterránea
	Manejo de la operación del pozo.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC3	X = (Número de pozos captadores con sensor de presión instalado / Número de pozos captadores construidos) * 100	100%						Durante el desarrollo del proyecto	Los costos hacen parte del Programa Manejo de la captación de agua subterránea
	Manejo de la operación del pozo.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC4	X = (Número de pozos captadores que no presentan variación significativa del nivel estático durante el mismo periodo climático reportado / Número de pozos captadores construidos) * 100	100%						Monitoreo diario de los niveles con reportes trimestrales presentados en el ICA	Los costos hacen parte del Programa Manejo de la captación de agua subterránea

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea												
	Manejo de la operación del pozo.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC5	X= (Número de mantenimientos realizados en los pozos captadores/ Número de mantenimientos programados) * 100	100%					**X**		Mantenimiento de cada pozo captador ($40.000.000)
	Manejo de la operación del pozo.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC6	X= (Número de pruebas de bombeo realizadas/ Número de pozos captadores en operación) * 100	100%					**X**		Prueba de bombeo de larga duración en cada pozo captador ($10.000.000)
	Manejo de la operación del pozo.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC7	X = (Número de pozos captadores con monitoreos fisicoquímicos realizados / Número de monitoreos programados en los pozos captadores) * 100	100%					**X**		Muestreo, análisis e informe del monitoreo fisicoquímico y microbiológico en cada pozo captador (($10.000.000)
	Manejo de la operación del pozo.	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC8	(Número de pozos captadores clausurados al finalizar la operación) / (Número de pozos captadores autorizados) *100	100%						Una sola vez, al final de la vida útil de cada pozo	Los costos hacen parte del Programa Manejo de la captación de agua subterránea
	Manejo del permiso de concesión de aguas subterráneas	Seguimiento a la captación de agua subterránea	SM_AB_02_IC6	X = (Número de pozos captadores construidos / Número de pozos captadores autorizados) *100	≤100%				**X**			Los costos hacen parte del Programa Manejo de la captación de agua subterránea
Manejo de aguas subterráneas	Actualización del inventario de puntos de agua subterránea.	Seguimiento al manejo de aguas subterráneas	SM_AB_02_IC1	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de aguas subterráneas que	100%				**X**			Los costos hacen parte del Programa Manejo de aguas subterráneas

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea												
	Protección de los puntos de aguas subterráneas y acuífero somero. Clausura de pozos y aljibes. Monitoreo de los pozos captadores empleados para la operación			cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de aguas subterráneas) * 100								
	Actualización del inventario de puntos de agua subterránea.	Seguimiento al manejo de aguas subterráneas	SM_AB_02_IC2	X = (Número de FUNIAS de los puntos hidrogeológicos en áreas a intervenir + radio de 100 metros / Número de puntos de agua subterránea en áreas intervenir + radio de 100 metros) * 100	100%						Cada vez que se vaya a intervenir un área	Inventario puntos de agua subterránea por día ($ 1.500.000)
	Protección de los puntos de agua subterránea y acuífero somero	Seguimiento al manejo de aguas subterráneas	SM_AB_02_IC3	X = (Número de puntos de agua subterránea con todas las medidas de protección ejecutadas) / (Número total de puntos de agua subterránea que requieran protección) * 100	100%						Cada vez que se vaya a intervenir un área	Protección para cada punto hidrogeológico que lo requiera ($ 1’800.000)
	Protección de los puntos de agua subterránea y acuífero somero	Seguimiento al manejo de aguas subterráneas	SM_AB_02_IC4	X = (Número de monitoreos ejecutados en los puntos hidrogeológicos / Número de monitoreos programados de acuerdo con los	100%					**X**	Cada vez que se vaya a intervenir un área y posteriormente de forma anual	Monitoreo de aguas subterráneas por punto de agua monitoreado ($2.500.000)

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea												
				puntos hidrogeológicos cercanos a las áreas de intervención seleccionados) * 100								
	Protección de los puntos de agua subterránea y acuífero somero	Seguimiento al manejo de aguas subterráneas	SM_AB_02_IC5	X = (Número de puntos hidrogeológicos ubicados en áreas protegidas en los que se aplican las respectivas medidas de protección / Número de puntos hidrogeológicos que requieren protección identificados en áreas de protección) * 100	100%						Cada vez que se realice un proyecto lineal cerca de áreas de protección	Protección para cada punto hidrogeológico que lo requiera ($ 1’800.000)
	Protección de los puntos de agua subterránea y acuífero somero	Seguimiento al manejo de aguas subterráneas	SM_AB_02_IC7	X = (Número de monitoreos fisicoquímicos en los puntos hidrogeológicos ubicados en áreas de protección / Número de puntos hidrogeológicos identificados en áreas de protección) * 100	100%						Cada vez que se realice un proyecto lineal cerca de áreas de protección y posteriormente monitoreos anuales	Monitoreo de aguas subterráneas por punto de agua monitoreado ($2.500.000)
	Protección de los puntos de agua subterránea y acuífero somero	Seguimiento al manejo de aguas subterráneas	SM_AB_02_IC8	X = (Número de manantiales con medidas de prevención implementadas / Número de manantiales ubicados sobre y en cercanías a	100%						Cada vez que se realice un proyecto lineal cerca de áreas de protección	Protección para cada punto hidrogeológico que lo requiera ($ 1’800.000)

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea												
				proyectos lineales) * 100								
Manejo para la actividad de inyección	Control operativo de la inyección	Seguimiento a la actividad de inyección	SM_AB_02_IC1	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo para la actividad de inyección que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo para la actividad de inyección) * 100	100%						En los PMA específicos y anual durante la operación	Los costos hacen parte del Programa Manejo de aguas subterráneas
	Control operativo de la inyección	Seguimiento a la actividad de inyección	SM_AB_02_IC2	X = (Número de pruebas de integridad realizadas / Número de pruebas de integridad programadas) * 100	100%						Cada 5 años	Pruebas de integridad por cada pozo ($ 800.000.000)
	Control operativo de la inyección	Seguimiento a la actividad de inyección	SM_AB_02_IC3	X = (Número de intervenciones o abandono de pozos con daños en su integridad mecánica o cementación/ Pozos inyectores existentes que se identificaron con daños en su integridad o cementación) * 100	100%						Cada vez que sea requerido	Los costos hacen parte del Programa Manejo de la actividad de inyección

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea												
	Control operativo de la inyección	Seguimiento a la actividad de inyección	SM_AB_02_IC4	X = Inventario de puntos hidrogeológicos y pozos de hidrocarburos caracterizados en un radio de 3,2 km al pozo inyector / Número de puntos hidrogeológicos y pozos productores ubicados dentro del radio) * 100	100%						En los PMA específicos, una vez durante la perforación de cada pozo inyector	Inventario puntos de agua subterránea por día ($ 1.500.000)
	Control operativo de la inyección	Seguimiento a la actividad de inyección	SM_AB_02_IC5	X = (Número de monitoreos realizados en puntos de agua subterránea 2 km a la redonda de los pozos inyectores/ Puntos de agua subterránea ubicados dentro de un buffer de 2 km respecto a los pozos inyectores) * 100	100%			**X**				Monitoreo de aguas subterráneas por punto de agua monitoreado ($2.500.000)
	Control de calidad de los fluidos a inyectar	Seguimiento a la actividad de inyección	SM_AB_02_IC6	X = (Número de análisis de compatibilidad realizados/ Número de análisis de compatibilidad programados) * 100	100%					**X**	En los PMA específicos y anual durante la operación	Pruebas de compatibilidad por cada pozo ($ 25.000.000)
	Modelo hidrogeológico matemático	Seguimiento a la actividad de Inyección.	SM_AB_02_IC7	X = (Numeró de actualizaciones en el Modelo hidrogeológico matemático/ (Años transcurridos desde el inicio de la actividad/ 3	100%						Trianual	Modelo Hidrogeológico Matemático ($60'000.000)

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea	
años)) *100	
MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	**RESPONSABLE (S)**
Seguimiento a la captación de agua subterránea • El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha Manejo de la captación. • Se llevará un registro periódico del caudal captado en cada uno de los pozos captadores a través de la instalación de medidores de flujo que se encuentren debidamente calibrados. La calibración y mantenimiento de los equipos de medición se realizará con base en lo dispuesto en la NTC-ISO 4064 1-2-3: 2016, o aquellas que la modifiquen, deroguen o sustituyan. El registro consolidado se entregará conforme al modelo de almacenamiento geográfico establecido en la Resolución 2182 del 2016 del MADS, o aquella norma que la modifique, derogue o sustituya. Adicionalmente, se entregarán los registros de campo, dentro de los que se debe incluir un registro fotográfico mes vencido del caudal captado a través del medidor de flujo, y los certificados de calibración de los equipos de medición de caudal. De esta manera, se garantizará que no se aproveche más del caudal autorizado. • Asimismo, se realizará un monitoreo continuo del nivel estático y dinámico del agua durante la operación de cada uno de los pozos que sean autorizados para llevar a cabo la captación de agua subterránea, esto con el fin de tener un registro compuesto de los niveles de agua en los pozos, de manera que permita realizar un control oportuno si se llega a observar alguna variación anormal en estos, omitiendo las variaciones estacionales normales que presenta el agua subterránea producto de la mayor o menor cantidad de precipitaciones que se presenten en la zona. Para llevar a cabo estas mediciones, se instalará un sensor de presión, también conocido como datalogger, en cada uno de los pozos captadores, de manera que se obtenga un registro automático y continuo de los niveles de agua. La compilación de los niveles estáticos y dinámicos registrados en cada uno de los pozos se presentará en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA. • Además, se realizarán mantenimientos preventivos cada año en los pozos de captación, los cuales incluirán, como mínimo, la extracción y limpieza de la tubería de impulsión, inspección del sistema de bombeo, la calibración de los medidores de caudal y sensores de presión instalados en los pozos, para garantizar la precisión de las mediciones y el correcto funcionamiento de ellos. Estos mantenimientos estarán acompañados de una prueba de bombeo de larga duración a caudal constante y una prueba de bombeo escalonada para determinar los parámetros hidráulicos del acuífero captado y determinar la productividad de cada pozo. De ser requerido, se realizará mantenimiento correctivo en el pozo que lo requiera y el procedimiento se definirá con base en las observaciones que se evidencian tanto en el mantenimiento preventivo como en la prueba de bombeo realizada. • Adicionalmente, por medio de laboratorios acreditados por el IDEAM, se realizará un monitoreo anual en los pozos de captación de agua subterránea autorizados, en los cuales se medirán como mínimo los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: pH, temperatura, potencial rédox, color, turbiedad, alcalinidad, dureza, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, metales (arsénico, bario, cadmio, zinc, cobre, cromo, hierro, mercurio, níquel, plomo y selenio), aniones y cationes (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Fe, SO_4=, Cl-, NO_3-, CO_3=, HCO_3-), coliformes totales y fecales, E. Coli y TPH. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos serán monitoreados anualmente conforme a lo establecido en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para proyectos de explotación de hidrocarburos (HI-TER-1-03), la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (2018) y el Decreto 1076 de 2015, o las disposiciones normativas que los modifiquen o sustituyan. • Los resultados de los monitoreos se presentarán en los Informes de Cumplimiento Ambiental - ICA, así como los reportes de laboratorio, que incluyan la descripción metodología de toma de muestras y preservación, y las cadenas de custodia. • Se garantizará que estén en operación la cantidad de pozos autorizados o menos pozos, y que cada uno de ellos cumpla con el régimen de bombeo que les sea aprobado por la autoridad ambiental.	Ecopetrol S.A.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea	

• Finalmente, cuando finalice la captación de agua subterránea o la vida útil de cada pozo, se clausurará cada uno de los pozos captadores, de acuerdo con los lineamientos establecidos en la NTC 5539:2007 y/o conforme a las actualizaciones que se hagan de esta. Presentar informe respectivo y reporte de esta novedad en el "Formato de Hoja de Vida de Pozo de Captación - Aguas Subterráneas".
 	
Seguimiento al manejo de aguas subterráneas
 	
• El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha Manejo de aguas subterráneas.
• En las áreas definidas para la ejecución de las intervenciones (infraestructura puntual y lineal, nueva y/o existente) y en búfer de 100 m a su alrededor, se actualizará el inventario de puntos de agua subterránea, incluyendo manantiales, aljibes, pozos y piezómetros. Esta actualización tiene como finalidad garantizar que no se generen afectaciones o intervenciones sobre estos puntos ni sobre sus respectivas rondas de protección. Los resultados de dicha actualización deberán ser presentados en los PMA específicos (PMAe).
• El inventario de puntos de agua subterránea deberá realizarse por personal calificado para la actividad, el cual contará con los implementos necesarios para adquirir la información de forma adecuada la totalidad de la información solicitada en el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea – FUNIAS, entre las que destaca las coordenadas, tipo de punto, estado, uso, profundidad, nivel de la columna de agua, parámetros fisicoquímicos in-situ, estado sanitario, entre otros.
• Durante las labores de demarcación de las áreas a intervenir y previo a cualquier intervención del terreno, se señalizará y protegerá el área de todos los puntos de agua subterránea, especialmente de los manantiales, que se encuentren en el buffer de 100m de las áreas a intervenir y de acuerdo con las actividades aprobadas en la zonificación:
  ○ Delimitar los puntos de agua por medio de una polisombra de 2 metros de altura.
  ○ Construir sedimentadores, tipo trincho con el fin de evitar su colmatación.
  ○ Señalizar los puntos de agua subterránea por medio de un tablero de señalización en el que se identifique el código del punto de agua subterránea inventariado.
  ○ Realizar el registro fotográfico después de la delimitación y señalización y registrarlo en la ficha de control y seguimiento.
• Se realizarán monitoreos en los puntos hidrogeológicos identificados cuyas rondas de protección se crucen con las áreas de intervención por adecuación y mantenimiento de la infraestructura existente, antes y después de la etapa constructiva de las actividades. Para los monitoreos del antes se pueden considerar los elaborados en el presente Estudio de Impacto Ambiental en caso de que sean de algún punto cercano a las áreas de intervención.
• Los monitoreos deberán considerar como mínimo los siguientes parámetros: pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, turbiedad, alcalinidad, hidrocarburos totales, DBO5, DQO, dureza total, fenoles, grasas y aceites, sólidos suspendidos y sólidos totales, materiales flotantes, coliformes fecales y coliformes totales.
• Para todos los manantiales inventariados dentro de la franja planteada como derecho de vía, líneas de flujo y eléctricas, que por su cercanía (externos al derecho de vía) puedan verse afectados por condiciones ambientales como velocidad y dirección del viento o escorrentía, se deberán implementar medidas de prevención y control como: mantenimiento de la cobertura vegetal existente, protección con tela propivida de las áreas circundantes al manantial cuando éste no presente una cobertura significativa y/o vegetación protectora apropiada para estas zonas, con previa participación del dueño del predio. Además, se llevará a cabo la construcción de barreras para escorrentía superficial tipo trinchos, disipadores de energía y sedimentadores que permita la retención de posibles contaminantes; las características y dimensionamiento de cada estructura dependerán de la distancia del manantial al DDV, el sentido de flujo de la escorrentía y la dirección predominante del viento. La información de la medida deberá presentarse en los PMAe de las actividades a ejecutar.
• Adicionalmente, en las áreas de intervención de infraestructura existente que se crucen con estas rondas de protección, se propone implementar sistemas de drenajes sostenibles, con el fin de mitigar los impactos negativos al medio natural
• No se ejecutarán actividades de remoción de cobertura vegetal, descoles transversales para el manejo de la escorrentía superficial ni se permitirá el almacenamiento de materiales de construcción o material de descapote en sectores aledaños la ronda de protección de los	

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea	
manantiales, ni de ningún otro punto de agua subterránea. • Se hará seguimiento mediante las actas de vecindad realizadas a los predios cercanos al proyecto, del estado de los puntos de agua subterránea, en caso de que conste la existencia de estos en los predios.	
MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	**RESPONSABLE (S)**
Seguimiento al manejo de la inyección • El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha Manejo para la actividad de inyección. • En los Planes de Manejo Ambiental específico se verificará la realización del inventario tanto de los puntos de agua subterránea (pozos, aljibes, manantiales y piezómetros) como el inventario de los pozos de hidrocarburos que estén produciendo, suspendidos, taponados y/o abandonados, en un radio de 3,2 km respecto a cada pozo de inyección. Dicho inventario, para los puntos hidrogeológicos debe abarcar la información solicitada en el FUNIAS y para los pozos de hidrocarburos, las características y estado de este, específicamente si está activo, suspendido, si presenta alguna falla, profundidad, ubicación y en lo posible, diseño mecánico del mismo. • Se realizarán pruebas de integridad en cada uno de los pozos inyectores (registros de cementación y revestimiento, pruebas de presión, entre otras) de manera periódica (cada 5 años), de manera que permitan establecer el buen estado de las barreras protectoras que separan los acuíferos someros que aprovecha la comunidad de los niveles productores profundos. • Además, se llevará a cabo el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas almacenadas en los pozos, aljibes y manantiales que estén ubicados a 2 km a la redonda del respectivo pozo inyector o dentro de la distancia en la que se puedan presentar afectaciones según los estudios hidrogeológicos efectuados. En caso de no existir pozos en el radio de 2 km se deberá monitorear por lo menos los dos (2) pozos profundos más cercanos al pozo inyector además de otro(s) seleccionados dentro del área de influencia analizada con una modelación de las condiciones hidrogeológicas del área. Todos los monitoreos deberán efectuarse de manera simultánea, de tal manera que reflejen el comportamiento de los diferentes recursos bajo unas mismas condiciones climáticas. • Se realizará un análisis de compatibilidad con periodicidad anual donde se evalúe hidroquímicamente la tendencia corrosiva o incrustante del agua y en que magnitud, para así ajustar el tratamiento del agua a inyectar de manera adecuada usando inhibidores de scale o inhibidores de corrosión según sea necesario. Este análisis de compatibilidad se realizará para cada una de las unidades objetivo de inyección. El análisis de compatibilidad debe abarcar el monitoreo de los parámetros presentados en la	Ecopetrol S.A.

Tabla 8.1-2 Parámetros fisicoquímicos requeridos para análisis de compatibilidad de aguas

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO
ALCALINIDAD TOTAL	mg $CaCO_3$/L	SM 2320 B
BARIO EN AGUA	mg /L	EPA 200,2, EPA 6010 D
BICARBONATOS	mg $CaCO_3$/L	SM 2320 B
BORO EN AGUA	mg /L	EPA 200,2, EPA 6010 D
CALCIO EN AGUA	mg /L	EPA 200,2, EPA 6010 D
CARBONATOS	mg $CaCO_3$/L	SM 2320 B
CLORUROS	mg Cl-/L	SM 4500 Cl- B
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25 ºC	µS/cm	SM 2510 B
DIÓXIDO DE CARBONO DISUELTO	ppm	K-1910 - Kit Volumétrico - Chemetric Kit Titres

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS

SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea

DUREZA CÁLCICA	mg $CaCO_3$/L	SM 3500 Ca-B
DUREZA MAGNÉSICA	mg $CaCO_3$/L	ASTM D1126-17
DUREZA TOTAL	mg $CaCO_3$/L	SM 2340 C
ESTRONCIO EN AGUA	mg /L	EPA 200,2, EPA 6010 D
HIDROXIDO	mg $CaCO_3$/L	SM 2320 B
HIERRO EN AGUA	mg /L	EPA 200,2, EPA 6010 D
MAGNESIO EN AGUA	mg /L	EPA 200,2, EPA 6010 D
NITRATO	mg N-NO_3/L	SM 4500 NO3 D
pH	Unidades de pH	SM 4500 H+ B
POTASIO EN AGUA	mg/L	EPA 200,2, EPA 6010 D
SALINIDAD	UPS	SM 2520 B
SÍLICE	mg/L	SM 3030 B, SM 3120 B
SODIO EN AGUA	mg/L	EPA 200,2, EPA 6010 D
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/L	SM 2540C
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	SM 2540 D
SÓLIDOS TOTALES	mg/L	SM 2540B
SULFATO	mg/L	SM 4500 SO42-E
TEMPERATURA	°C	SM 2550 B
TURBIDEZ	JTU	SM 2130 B
INDICE RYZNAR	-	CÁLCULO
INDICE DE LANGELIER	-	CÁLCULO
INDICE DE SATURACIÓN**	-	CÁLCULO
BALANCE IÓNICO	-	CÁLCULO

- Para el control del caudal autorizado de inyección, se realizará una inspección diaria al medidor de caudal instalado. Se registrará lectura en la bitácora correspondiente a cada pozo inyector.
- Se entregará un reporte del comportamiento de los pozos inyectores que refleje el volumen y tasa de inyección máximos, mínimos y promedios diarios.
- Finalmente, se presentará un modelo hidrogeológico inicial en estado estacionario y transitorio que deberá ser actualizado con la información disponible en su momento relacionada con caudales de inyección, pozos inyectores existentes y proyectados, caudales de producción, pozos productores existentes y proyectados, históricos de presión en fondo, datos de propiedades hidráulicas y demás información que permita evaluar la respuesta del sistema acuífero a la actividad de inyección tanto para sostenimiento como para disposición.

Los monitoreos se realizarán a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de la muestra, como para el análisis de los parámetros monitoreados. Dichos laboratorios, contarán con las técnicas de medición que cuenten con los límites de detección de los diferentes parámetros que

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_02 Programa de seguimiento y monitoreo al agua subterránea	
permitan verificar el cumplimiento normativo de los mismos. En caso de que no existan laboratorios nacionales acreditados para el análisis de algún(os) parámetro(s), los laboratorios acreditados por el IDEAM podrán enviar la muestra a un laboratorio internacional acreditado en su país de origen o por un estándar internacional, mientras se surte el proceso de acreditación en los laboratorios nacionales, se presentarán los soportes de la acreditación de todos los laboratorios empleados para la realización de los monitoreos del proyecto. Los resultados de los monitoreos se consignarán en un Informe el cual incluirá: metodología del muestreo, cadenas de custodia, resultados analíticos, protocolo de control de calidad, certificados de acreditación del laboratorio ante el IDEAM y análisis de hallazgos Todos los soportes (actas, registros fotográficos, planillas, informes, certificaciones, permisos, etc.), que permitan dar soporte al cumplimiento de las medidas de seguimiento y monitoreo se presentarán en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA.	

PERSONAL REQUERIDO

- Mano de obra calificada
- Mano de obra no calificada

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento a la captación de agua subterránea		X	X	X	X
Seguimiento al manejo de aguas subterráneas		X	X	X	X
Seguimiento a la inyección			X		

8.1.3 SM_AB_03 Programa de seguimiento y monitoreo a las emisiones atmosféricas, calidad del aire

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_03 **Programa de seguimiento y monitoreo a las emisiones atmosféricas, calidad del aire**	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
PROGRAMA MANEJO DEL RECURSO AIRE	**CGU_PM_16** Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas

OBJETIVO

- Realizar el seguimiento y monitoreo a los programas ambientales relacionados con las emisiones atmosféricas y la calidad del aire en el área de influencia del proyecto.
- Evaluar los niveles de emisión de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas, verificando su cumplimiento con la normatividad ambiental vigente, con el fin de determinar la efectividad y el adecuado funcionamiento de los sistemas y mecanismos de control implementados en el proyecto.
- Evaluar la calidad del aire en términos de concentraciones de contaminantes criterio, con el propósito de establecer la efectividad de las medidas de manejo implementadas para el componente atmosférico, así como identificar posibles alteraciones en el área de influencia atribuibles a la ejecución del proyecto.

METAS

- Ejecutar el 100% de las campañas de monitoreo de emisiones atmosféricas programadas para las fuentes fijas del proyecto.
- Estimar las emisiones atmosféricas del 100% de las fuentes puntuales, dispersas y móviles mediante métodos indirectos, en caso de presentarse cambios en los procesos definidos en la línea base del proyecto.
- Ejecutar el 100% de las campañas de monitoreo de calidad del aire en puntos representativos del área de influencia del proyecto, en los períodos críticos según las condiciones meteorológicas o fases del proyecto.
- Evaluar la tendencia de los niveles de emisión de las fuentes fijas en cumplimiento de los límites máximos permisibles establecido en la norma vigente, con el propósito de proponer medidas de mejora si es necesario.
- Evaluar la tendencia de los niveles de inmisión en el área de influencia del proyecto en cumplimiento de los límites máximos permisibles establecido en la norma vigente, con el propósito de proponer medidas de mejora si es necesario.

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	
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones atmosféricas de contaminantes criterio y tóxicos	Seguimiento y control a las fuentes de emisiones atmosféricas	SM_AB_03_01	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de fuentes de	100%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

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	
				emisiones atmosféricas) * 100								
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones atmosféricas de contaminantes criterio y tóxicos, así como de radiación térmica y lumínica.	Seguimiento y control a las fuentes fijas	SM_AB_03_02	X = (Número de monitoreos fuentes fijas / Número de monitoreos de fuentes fijas programados) * 100	100%					X		Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de las emisiones de olores ofensivos	Seguimiento y control a las emisiones atmosféricas	SM_AB_03_03	X = (Número de monitoreos de olores ofensivos / Número de monitoreos de calidad del aire programados) * 100	100%						Según requerimiento de la autoridad ambiental	Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones atmosféricas de fuentes de área	Seguimiento y control de fuentes de área	SM_AB_03_04	X = (Número de estaciones de calidad del aire que cumplen con los valores de la res 2254 de 2017/ Número de estaciones de calidad del aire dentro del área de influencia) * 100	100%					X	Según requerimiento de la autoridad ambiental	Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones atmosféricas de fuentes puntuales	Seguimiento y control de fuentes puntuales	SM_AB_03_05	X= (Numero de monitoreos de fuentes fijas cuyos resultados cumplen con lo estipulado en la res 909 de 2008/ Número de monitoreos de fuentes fijas realizados)*100	100%						Según UCA, sección 3.2 del PCVFF	Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones evaporativa de fuentes fijas por venteos o teas	Seguimiento y control emisiones evaporativas	SM_AB_03_06	X= (Volumen aprovechado de gas de venteo/ Volumen de gas de venteo generado) *100	90%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

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 fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones por fuentes móviles	Seguimiento a fuentes móviles	SM_AB_03_07	X= (Vehículos que cumplen con normatividad euro VI equivalente o superior/ vehículos en operación)*100	100%					x		Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones por fuentes móviles	Seguimiento a fuentes móviles	SM_AB_03_08	X= (Vehículos que cumplen con revisión tecno-mecánica y gases/ vehículos en operación)*100	100%			x				Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Manejo de emisiones por vías sin pavimentar	Seguimiento a fuentes lineales	SM_AB_03_09	X= (Km de vía a humectar/ km de vía programados para riego)*100	100%	x						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de fuentes de emisiones atmosféricas	Prevención de emisión por consumo energético mediante alternativas ecoeficientes	Seguimiento a la prevención de emisión por consumo energético mediante alternativas ecoeficientes	SM_AB_03_10	X=(Cantidad de energía generada por tecnologías limpias/ Cantidad de energía total generada) *100	20%					x		Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
Acción 1: Seguimiento a las fuentes de área 1) Realizar la estimación de emisiones atmosféricas de las fuentes que no permita la medición directa, mediante balances de masa y factores de emisión de conformidad con lo establecido PCVFF acogido mediante Resolución 760 de 2010 o aquella que la adicione, modifique o sustituya, Guía para la Elaboración de Inventarios de Emisiones Atmosféricas de Minambiente. Estos inventarios se realizarán teniendo como enfoque las actividades que se asocian a fuentes de área, como movimientos de tierras y operación de maquinaria amarilla. 2) Presentar las memorias de cálculo de la estimación de las emisiones en formato Excel no protegido, evidenciando claramente las variables empleadas, sistemas de control, referencias bibliográficas de los factores de actividad, factores de emisión, balances de masa, porcentajes de reducción de las emisiones (debidamente justificado) y cualquier otra información relevante para el cálculo o la estimación de las emisiones. 3) El seguimiento a la eficiencia de las medidas de manejo y control ambiental de las fuentes fijas o puntuales, dispersas y móviles (teas, sistema de venteo, equipos y maquinaria) se determinará a partir del cumplimiento con los límites máximos permisibles establecidos en la norma de calidad del aire, dispuestos en la Resolución 2254 de 2017 o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 4) Elaboración de modelos de dispersión con base en datos de operación, con el fin de establecer seguimiento al comportamiento de las emisiones generadas, así como su impacto en la población local y la determinación de Buenas Prácticas de Ingeniería. La frecuencia será según requerimiento de la autoridad ambiental **Acción 2: Seguimiento a las fuentes fijas puntuales**	ECOPETROL S. A y Contratistas

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
5) Realizar monitoreo de fuentes fijas dando cumplimiento a los lineamientos del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosféricas Generadas por Fuentes Fijas - PCVFF (acogido por la Resolución 760 de 2010) y Resolución 909 de 2008 o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya. 6) Realizar los estudios de evaluación de emisiones con la frecuencia definida mediante el uso de las Unidades de Contaminación (UCA) con base en la metodología de cálculo establecida en el numeral 3.2 del PCVFF o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya; o con la periodicidad establecida por la Autoridad en los actos administrativos. 7) Presentar los estudios de emisiones atmosféricas de las fuentes fijas siguiendo los lineamientos del numeral 2 del PCVFF o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya. Los resultados del informe deben contener como mínimo las variables y lo estipulado en el PCVFF y la ISO NTC/IEC 17025 en su última versión. 8) El seguimiento a la eficiencia de los sistemas de control de las fuentes fijas y mecanismos de control se determinará a partir del cumplimiento con los límites máximos permisibles establecidos en la norma de emisiones de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas, dispuestos en la Resolución 909 de 2008 o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 9) Elaboración de modelos de dispersión con base en datos de operación, con el fin de establecer seguimiento al comportamiento de las emisiones generadas, así como su impacto en la población local y la determinación de Buenas Prácticas de Ingeniería. La frecuencia será según requerimiento de la autoridad ambiental **<u>Acción 3: Seguimiento a las emisiones evaporativas de fuentes fijas por venteos o teas</u>** 10) Realizar registros de volumen total de gas a quemar en tea, así como el porcentaje de gas enviado a proceso de recuperación o aprovechamiento, por medio de caudalímetros o calculo estequiométrico según condiciones de operación. La frecuencia será mensual. 11) Elaboración de modelos de dispersión con base en datos de operación, con el fin de establecer seguimiento al comportamiento de las emisiones generadas, así como su impacto en la población local y la determinación de Buenas Prácticas de Ingeniería. La frecuencia será según requerimiento de la autoridad ambiental 12) Realizar seguimiento al estado de válvulas, líneas sistema de encendido, sensores y estructura de la Tea, por medio de e la elaboración de bitácoras de mantenimiento, con reporte de hallazgos, correctivos aplicados y tiempos de e respuesta. La frecuencia será trimestral. 13) Implementación de programa de detección de fugas en línea, válvulas, bridas y equipos asociados, por medio de inspección de cámaras infrarrojas o detectores de metano portátiles. La frecuencia será trimestral o semestral, dependiendo del riesgo operacional. 14) Presentar en Informes de Cumplimiento Ambiental que cuenten con los registros históricos y análisis comparativo del volumen de gas enviado para quema en teas. **<u>Acción 4: Seguimiento a la radiación térmica y lumínica</u>** Los monitoreos de radicación térmica y/o lumínica a realizar serán por recepción y respuesta a quejas específicas de una comunidad o receptor sensible, o por solicitud de una Autoridad ambiental en los actos administrativos. 15) Realizar los monitoreos de radiación térmica y/o lumínica conforme a metodologías internacionalmente aceptadas, en ausencia de una norma nacional vigente. Para tal fin, se podrán tomar como referencia metodologías técnicas propuestas por organismos como la International Commission on Illumination (CIE), la American Petroleum Institute (API) – especialmente el API Standard 537 para Flares y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), si aplica. 16) Medir los parámetros físicos relevantes como: temperatura de superficie, flujo de calor (radiación térmica) y/o iluminancia (lux), según aplique para la fuente evaluada. Las mediciones deben efectuarse utilizando sensores calibrados (termopares, radiómetros o cámaras térmicas para radiación térmica, y luxómetros/espectrofotómetros para luminancia o flujo luminoso). 17) Incluir en los monitoreos las variables meteorológicas que puedan afectar la propagación de la radiación térmica y/o lumínica en el ambiente: velocidad y dirección del viento y temperatura ambiente.	

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
18) El monitoreo de radiación térmica y/o lumínica solo se realizará sobre fuentes cuya operación sea permanente o rutinaria, tales como teas de operación continua. No se realizarán monitoreos sobre fuentes de quema asociadas a condiciones contingentes, eventos de emergencia o emisiones no rutinarias, dado su carácter transitorio y no representativo del comportamiento habitual de la fuente. 19) El seguimiento a la eficiencia de las medidas de manejo y control ambiental de las fuentes generadoras de radiación térmica y lumínica se determinará a partir de los resultados de las mediciones y el análisis de proximidad entre la fuente y el receptor. 20) Verificación de distancias de las teas respecto a zonas sensibles, tales como viviendas, instituciones y demás sitios de interés sociocultural. La frecuencia de debe ser anual o al momento de realizar alguna modificación de localización de diseño en la facilidad. **Acción 5: Seguimiento a las emisiones por tránsito vehicular** 21) Se realizará la verificación anual del cumplimiento de la Ley 1972 de 2019, asegurando que todos los vehículos y equipos que operen dentro del proyecto cumplan con los estándares de emisión correspondientes a la tecnología Euro VI, su equivalente o superiores. Para ello se revisarán los certificados de emisiones y fichas técnicas de cada vehículo, manteniendo un registro actualizado de la flota. 22) De forma trimestral se verificará que los vehículos de transporte de personal, maquinaria amarilla y demás equipos cuenten con la revisión técnico–mecánica y de gases vigente. Esta información será consolidada y reportada dentro de los Informes de Cumplimiento Ambiental. 23) Se llevará un control semestral del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y maquinaria, garantizando que las intervenciones se realicen cada 6.000 kilómetros o cada seis meses, según lo que ocurra primero. Los mantenimientos deberán estar respaldados mediante bitácoras y registros con evidencia de los cambios de aceite, filtros de aire y de combustible. 24) Se supervisará trimestralmente el cumplimiento de la Resolución 762 de 2022 en relación con las condiciones de ralentí, asegurando que los vehículos no permanezcan en marcha mínima por más de tres minutos. La verificación se efectuará mediante observación directa o control operativo en campo. 25) Semestralmente se realizará la inspección visual de los vehículos diésel con capacidad de carga superior a tres toneladas o diseñados para transportar más de 19 pasajeros, verificando que el sistema de exhosto se encuentre orientado hacia arriba y cumpla con la altura mínima establecida en el Decreto 1076 de 2015. 26) Se efectuarán inspecciones mensuales a los vehículos que transporten materiales de construcción, verificando el cumplimiento de las Resoluciones 541 de 1994 y 472 de 2017, en cuanto al cubrimiento con lonas resistentes y la no sobrecarga del volco. Los resultados de estas inspecciones se documentarán mediante listas de chequeo y registro fotográfico. 27) Se mantendrá un control mensual de la velocidad de los vehículos en las vías internas del proyecto, asegurando el cumplimiento del límite máximo de 20 km/h en vías sin pavimentar, zonas pobladas, centros educativos o áreas sensibles. Asimismo, se revisará la existencia y buen estado de la señalización vial correspondiente. 28) Semestralmente se desarrollarán jornadas de capacitación dirigidas a los conductores de la empresa y contratistas, abordando temas relacionados con las restricciones de velocidad, la conducción eficiente y la reducción de emisiones vehiculares. Los registros de asistencia y material pedagógico serán archivados como evidencia. **Acción 6: Seguimiento a las emisiones por Re-suspensión en vías sin pavimentar** 29) Se realizará el seguimiento a la implementación del Plan de Riego destinado al control de material particulado en vías sin pavimentar. Este plan deberá incluir el análisis de las variables establecidas (longitud y ancho de las vías, rutas de riego, frecuencia, horarios, tipo de equipo, fuente de captación, volumen de agua y condiciones climáticas), con el fin de evaluar su eficacia y eficiencia, la cual deberá alcanzar hasta un 80 % de control, según la metodología de Cowherd et al. (EPA, 1988). 30) De manera semanal se verificará la frecuencia y horarios de riego, asegurando que la aplicación se realice especialmente durante las horas de mayor tráfico vehicular o cuando las condiciones meteorológicas (viento o sequedad del terreno) favorezcan la resuspensión de partículas.	

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
31) Se llevará a cabo un control operativo periódico para verificar que el riego no genere encharcamiento o escorrentía superficial, evitando así afectaciones a la estabilidad del terreno, fuentes hídricas adyacentes o áreas vecinas. 32) Se priorizará el riego en zonas críticas o de mayor sensibilidad ambiental y social, tales como vías cercanas a centros poblados, cultivos y áreas operativas con presencia de personal, comprobando que el agua se distribuya uniformemente mediante carrotanques equipados con sistemas de aspersión adecuados. 33) Se realizará el monitoreo de las condiciones climáticas locales (temperatura, radiación solar, velocidad y dirección del viento, y humedad relativa) mediante estaciones meteorológicas o registros de campo, con el fin de ajustar la frecuencia de riego y evitar pérdidas por evaporación excesiva. 34) Anualmente se evaluará la efectividad del plan de riego en la reducción de material particulado, a través de la elaboración de modelos de dispersión en los informes de cumplimiento ambiental, tomando como base los registros de humectación en términos de volúmenes de agua, vías y frecuencias de riego. 35) Cuando se utilicen supresores de polvo o sustancias equivalentes, se realizará seguimiento a su desempeño técnico, frecuencia de aplicación y posibles efectos secundarios sobre el suelo, la vegetación y las fuentes hídricas, asegurando que su uso cumpla con la jerarquía de mitigación y no genere impactos negativos adicionales. 36) Se mantendrán registros actualizados del volumen de agua utilizado para el riego, la fuente de captación y la cantidad de kilómetros intervenidos, consolidando esta información en los informes periódicos de cumplimiento ambiental. 37) Se atenderán y registrarán las quejas o inconformidades de la comunidad relacionadas con emisiones de polvo o afectaciones derivadas del tránsito vehicular, activando el mecanismo de gestión de quejas y reclamos establecido en la ficha correspondiente al Manejo de Atención a Comunidades (IPQR). 38) Trimestralmente se llevará a cabo la inspección del estado de las vías internas y de acceso al proyecto, evaluando el grado de deterioro y el potencial de generación de polvo. Con base en los resultados se implementarán acciones de mantenimiento, priorizando los tramos cercanos a centros poblados, viviendas o sitios ambientalmente sensibles. **<u>Acción 7: Seguimiento a la prevención de emisión por consumo energético mediante alternativas ecoeficientes</u>** 39) Se realizará el seguimiento a la implementación de medidas ecoeficientes orientadas a la reducción de emisiones atmosféricas y al uso racional de los recursos energéticos e hídricos. Este seguimiento incluirá la verificación del cambio progresivo de combustibles hacia opciones más limpias (por ejemplo, sustitución parcial o total de diésel por gas natural) y la adopción de tecnologías de baja emisión. 40) Se llevará un registro mensual de consumo energético diferenciado por fuente (combustibles fósiles, energía eléctrica de red y energía renovable generada), con el fin de cuantificar el porcentaje de sustitución de combustibles convencionales y estimar las emisiones evitadas de CO_2, CO, NO_x y material particulado. 41) Durante la etapa preoperativa y constructiva, se hará seguimiento a la incorporación de equipos, maquinaria y vehículos con tecnologías eficientes o de bajas emisiones, verificando el cumplimiento de los estándares Euro VI o equivalentes, así como la correcta sincronización de motores y sistemas de control de combustión. 42) En la etapa operativa, se verificará la puesta en marcha y funcionamiento de la planta solar fotovoltaica de 42 MW, registrando su producción eléctrica mensual, la energía total suministrada al proyecto y la reducción asociada del consumo de combustibles fósiles. Esta información deberá consolidarse en los reportes de desempeño ambiental. 43) Trimestralmente se evaluará el desempeño de los programas de ahorro y uso eficiente del agua y la energía, verificando la aplicación de buenas prácticas operativas tales como el apagado de equipos fuera de servicio, la iluminación eficiente, el mantenimiento preventivo de generadores y la gestión del consumo de agua para procesos. 44) Se incluirá en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA) la información consolidada del consumo de energía, los resultados de las evaluaciones tecnológicas, la eficiencia energética alcanzada y las acciones correctivas implementadas para mantener o mejorar el desempeño ambiental del proyecto. **<u>Acción 8: Seguimiento a emisiones de Olores Ofensivos</u>**	

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
Los monitoreos de olores ofensivos a realizar serán por recepción y respuesta a quejas específicas de una comunidad o receptor sensible, o por solicitud de una Autoridad ambiental en los actos administrativos. 45) Realizar los monitoreos de olores ofensivos conforme a los lineamientos establecidos en el Protocolo para el monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos (acogido por la Resolución 2087 de 2014) y en cumplimiento de lo dispuesto en la Resolución 1541 de 2013 o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 46) Medir los contaminantes asociados a la actividad generadora, a fin de comparar la concentración de sustancias o mezcla de olores ofensivos con los niveles máximos permisibles, para cada tiempo de exposición (según sea el caso) establecidos en la Resolución 1541 de 2013 o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 47) Incluir en los monitoreos de inmisión de olores ofensivos, la medición de variables meteorológicas: temperatura del aire, precipitación, presión atmosférica, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento, en cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Protocolo para el monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 48) Presentar los informes de los monitoreos de calidad del aire o inmisión de olores ofensivos conforme al numeral 2.11 del Protocolo para el monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos (acogido por la Resolución 2087 de 2014) o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya. Los resultados del informe deben contener como mínimo las variables y lo estipulado en el PSMCA y la ISO NTC/IEC 17025 en su última versión. 49) Realizar modelación de dispersión de olores ofensivos a fin de evaluar su comportamiento en el ambiente, estimar las concentraciones de sustancias o mezcla de olores ofensivos e identificar su posible impacto sobre los receptores sensibles aledaños, conforme a lo establecido en el numeral 2.9 del Protocolo para el monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 50) El seguimiento a la eficiencia de las medidas de manejo y control ambiental de las fuentes generadoras de olores ofensivos se determinará a partir del cumplimiento con los límites máximos permisibles establecidos en la norma de inmisión de olores ofensivos o mezclas, dispuestos en la Resolución 1541 de 2017 y 2087 de 2014 o aquella que la adicione, modifique o sustituya. **<u>Acción 9: Seguimiento a generación de Olores Ofensivos por transporte de hidrocarburos</u>** 51) Se realizará una inspección preoperativos de los vehículos transportadores de nafta para garantizar que estos mantengan condiciones óptimas de operación, con tanques herméticos y componentes estructurales en buen estado para evitar fugas y emisiones de vapores. 52) Se diligenciarán formatos de horarios de circulación, verificando que el tránsito de estos vehículos no se realice en horas sensibles o de alta afluencia poblacional. **<u>Acción 9: Seguimiento a la Atención de Quejas Olores Ofensivos</u>** 53) Se garantizará la atención oportuna de las quejas ciudadanas relacionadas con olores ofensivos, siguiendo el procedimiento establecido en la ficha Manejo de Atención a Comunidades (IPQR). 54) La atención se realizará conforme al Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos (Resolución 2087 de 2014). 55) En caso de requerirse, se efectuarán mediciones de concentración de olores conforme a la Resolución 1541 de 2013, modificada por la Resolución 0672 de 2014, o las normas que las sustituyan.	
PERSONAL REQUERIDO	
• Interventoría • Profesional ambiental • Profesional HSE • Laboratorio Acreditado	

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN					
ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento a las fuentes fijas.		X	X		X
Seguimiento a las fuentes puntuales, dispersas y móviles.		X	X	X	X
Seguimiento a la calidad del aire		X	X	X	X
Seguimiento a Olores Ofensivos (si aplica)			X		X
Seguimiento a la radiación térmica y lumínica (si aplica)			X		X

8.1.4 SM_AB_04 Programa de seguimiento y monitoreo a la emisión de ruido

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_04 Programa de seguimiento y monitoreo a la emisión de ruido	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
PROGRAMA MANEJO DEL RECURSO AIRE	**CGU_PM_AB_16** Manejo de fuentes de Ruido

OBJETIVO

- Realizar el seguimiento y monitoreo a los programas ambientales relacionados con las emisiones de las fuentes generadoras de ruido en el área de influencia del proyecto.
- Evaluar los niveles de ruido ambiental verificando su cumplimiento con la normatividad ambiental vigente, con el fin de determinar la efectividad y el adecuado funcionamiento de los sistemas y mecanismos de control implementados en el proyecto.
- Identificar oportunamente desviaciones en los niveles de ruido generados por el proyecto, con el fin de establecer medidas correctivas y fortalecer los mecanismos de control, promoviendo la mejora continua en la gestión del componente ambiental acústico.

METAS

- Ejecutar el 100% de los monitoreos de ruido ambiental programados para las etapas del proyecto con mayor potencial de generación de impactos acústicos.
- Ejecutar el 100% de los monitoreos en puntos estratégicos y representativos del área de influencia, priorizando aquellos con presencia de receptores sensibles potencialmente afectados por las fuentes sonoras del proyecto.
- Evaluar la tendencia de los niveles de presión sonora en cumplimiento de los límites máximos permisibles establecido en la norma vigente, con el propósito de proponer medidas de mejora si es necesario.

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	
Manejo de las emisiones sonoras	Manejo de las emisiones de ruido por fuentes fijas y móviles: vehículos, equipos y maquinaria	Seguimiento a las emisiones de ruido por fuentes fijas y móviles: vehículos, equipos y maquinaria	SM_AB_04_01	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de fuentes de ruido que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de fuentes de ruido) *	100%	X						Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

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	
				100								
Manejo de las emisiones sonoras	Manejo de las emisiones de ruido por fuentes del proyecto Manejo de las emisiones de ruido en las actividades de perforación y trabajos en pozo	Seguimiento a las emisiones de ruido por fuentes del proyecto	SM_AB_04_02	X = (Número de monitoreos de ruido ambiental / Número de monitoreos de ruido ambiental programados) * 100	100%					X		Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación
Manejo de las emisiones sonoras	Manejo de las emisiones de ruido por fuentes del proyecto Manejo de las emisiones de ruido en las actividades de perforación y trabajos en pozo	Seguimiento a las emisiones de ruido por fuentes del proyecto	SM_AB_04_03	X = (Número de monitoreos de ruido emisión / Número de monitoreos de ruido de emisión programados) * 100	100%					X		Se encuentran incluidos dentro de los costos de operación

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
Acción 1: Seguimiento a las emisiones de ruido por fuentes fijas y móviles: vehículos, equipos y maquinaria 1) Realizar monitoreos de ruido (ruido ambiental y/o emisión de ruido) con la periodicidad establecida por la Autoridad en los actos administrativos cubriendo las etapas constructivas y operativas del proyecto. Los monitoreos de ruido deben cumplir con los lineamientos de la Resolución 627 del 7 de abril de 2006 de Minambiente y la norma ISO 1996 en su versión actualizada; o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 2) Realizar las mediciones utilizando Sonómetros Tipo/Clase 1, que cumplan con el estándar ISO/IEC 61672 en su versión actualizada. 3) En cada punto de monitoreo se debe disponer de pistófonos o instrumentos de calibración, micrófonos con pantalla antivientos y trípode para el montaje del equipo a la altura indicada por norma (alejado de superficies reflectantes - establecidas en la ISO 1996). 4) Realizar la calibración del sonómetro antes de iniciar las mediciones en el punto de monitoreo y al finalizar la medición. El equipo debe ser calibrado a las condiciones del lugar en el que se van a tomar las mediciones, para lo cual se utilizará un pistófono o instrumento de calibración. De igual manera, se deberán realizar las respectivas calibraciones del kit de calibración de acuerdo con las instrucciones del fabricante. 5) Medir las variables meteorológicas (velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa), en al menos un punto de monitoreo de ruido. Se deberá garantizar la representatividad temporal y espacial de los datos, con resolución horaria o preferiblemente inferior. 6) La selección de los puntos de monitoreo de ruido debe realizarse considerando criterios técnicos y normativos que aseguren la representatividad de los datos obtenidos. Se deben priorizar aquellas zonas donde se identifique la presencia de receptores sensibles, como viviendas, centros educativos, centros de salud o áreas naturales protegidas, así como sitios cercanos a fuentes de emisión relevantes del proyecto. 7) La ubicación de los puntos debe permitir evaluar adecuadamente la influencia del proyecto sobre el entorno sonoro, por lo cual se debe considerar la topografía, las condiciones meteorológicas predominantes y la disposición física y espacial de los elementos e infraestructura que conforma el proyecto (en las diferentes etapas de aplicación). Esta selección de puntos de medición deberá estar documentada y sustentada mediante un análisis fuente-receptor, que permita comparar resultados en el tiempo y detectar tendencias significativas en los niveles de presión sonora.	ECOPETROL S. A y Contratistas

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
8) El seguimiento a la eficiencia de las medidas de control y atenuación del ruido generado por las fuentes del proyecto se evaluará con base en el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos según el uso del suelo del área de estudio, en la Resolución 627 de 2006 o aquella que la adicione, modifique o sustituya. 9) Presentar los informes de los monitoreos de ruido ambiental y emisión de ruido conforme a lo establecido en el artículo 21 de la Resolución 627 de 2006 o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya. **Acción 2: Seguimiento a las emisiones de ruido por fuentes del proyecto** Cuando existan fuentes de emisión generadoras de ruido en las diferentes etapas del proyecto, se deberán realizar monitoreos de ruido ambiental para evaluar el impacto acústico sobre los receptores sensibles aledaños a las fuentes. 10) Realizar los monitoreos de ruido ambiental cubriendo tanto el horario diurno (07:01 a 21:00) como el nocturno (21:01 a 07:00), en días hábiles y no hábiles, conforme a los lineamientos de la Resolución 627 de 2006 o aquella que la modifique, adicione o sustituya. 11) La ubicación de los puntos de monitoreo de ruido ambiental debe definirse con base en un análisis detallado de las actividades y fuentes generadoras de ruido propias de cada etapa del proyecto. No se requiere replicar todos los puntos de medición definidos en la línea base; en su lugar, se deben priorizar aquellos sitios que permitan evaluar con mayor precisión la problemática acústica y su efecto sobre el entorno. 12) Los resultados obtenidos en las mediciones de ruido ambiental deben permitir identificar zonas críticas de afectación acústica, determinar la posible contribución de fuentes específicas y orientar la implementación de medidas de control efectivas, en caso de requerirse. 13) Realizar modelos acústicos por requerimiento de la Autoridad, particularmente cuando se actualice el inventario de fuentes de emisión, se presenten cambios en la operación del proyecto (aumento de capacidad, incorporación de nuevas fuentes o modificación de condiciones operativas) o ante quejas de la comunidad asociadas al impacto de fuentes sonoras del proyecto. El modelo deberá permitir evaluar el comportamiento de las emisiones de ruido en el entorno, estimar su aporte e identificar el impacto en receptores sensibles, cumpliendo los lineamientos de la MGEPEA-2018, o aquella norma que la adicione, modifique o sustituya. Así mismo, de deben seguir las especificaciones técnicas de la Ficha de Modelación de ECP. **Acción 3: Seguimiento a las emisiones de ruido en las actividades de perforación y trabajos en pozo** Por solicitud o requerimiento de la Autoridad en los actos administrativos, cuando existan fuentes de emisión generadoras de ruido en las diferentes etapas del proyecto (actividades de obra civil, perforación y desarrollo, entre otras), que puedan afectar directamente algún receptor sensible cercano o cuando se incumplan los límites permisibles normativos de ruido ambiental ubicados en dirección entre fuente-receptor, se deberán realizar monitoreos de emisión de ruido. 14) Realizar monitoreos específicos de emisión de ruido para aquellas fuentes que lo requieran según su tipo de operación (ej. maquinaria pesada, perforaciones, etc.). El objetivo es caracterizar su emisión y determinar la incidencia sobre los posibles receptores sensibles, enfatizando en periodos de especial atención como el periodo nocturno. Estas mediciones se realizarán con el fin de verificar la efectividad de los sistemas de control acústico implementados o establecer planes de acción para la implementación de sistemas de atenuación o control, en los casos que sean necesarios. 15) En la medida de lo posible, asegurar la representatividad temporal del monitoreo teniendo en cuenta las dinámicas de operación de la fuente objeto de estudio (periodo y tipo de ruido). Se deberá considerar un tiempo de observación adecuado que permita la caracterización de aquellos eventos que pudiesen generar perturbaciones al ambiente y sobre los receptores identificados según la etapa del proyecto (actividades transversales, construcción, etapa de operación y etapa de abandono). 16) En caso de afectación a un receptor cercano a la fuente sonora, se recomienda realizar los monitoreos de emisión de ruido y ruido ambiental de manera simultánea, permitiendo un análisis de correlación entre la fuente y el receptor con el fin de establecer el grado de afectación debida a las actividades o fuentes puntuales del proyecto.	

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
En los casos en que los niveles de presión sonora obtenidos por monitoreos de emisión de ruido o por modelación acústica superen los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 627 de 2006, se deberá evaluar la procedencia de implementar un Plan de Gestión de Ruido Industrial, como medida correctiva y de control a mediano y corto plazo, con el fin de garantizar el cumplimiento normativo y la mitigación del impacto acústico generado por las fuentes del proyecto, teniendo en cuenta la siguiente estructura: ❖ Caracterización de las fuentes de emisión: llevar a cabo la caracterización detallada de las fuentes sonoras presentes en el área de intervención. Esta actividad incluye la elaboración de un inventario técnico que permita identificar cada fuente de emisión, clasificándola según su tipo (puntual, lineal o superficial), ubicación, condiciones operativas y tiempos de funcionamiento. La caracterización contemplará la medición directa en campo de los niveles de potencia acústica y direccionalidad de las fuentes, siguiendo los lineamientos de la norma UNE-EN ISO 3744 en su versión más reciente. Esta información permitirá establecer una línea base sólida del comportamiento acústico de las fuentes y servirá como insumo fundamental para el diagnóstico y posterior modelación acústica del entorno sonoro. ❖ Diagnóstico de la actividad generadora de ruido: Con base en la información obtenida durante la caracterización, se realizará un diagnóstico técnico del entorno acústico que permita determinar el impacto real de las fuentes de ruido sobre los receptores sensibles a evaluar. Para ello, se aplicará un modelo de predicción acústica que simule el comportamiento del sonido en condiciones reales de operación, permitiendo individualizar el aporte de cada fuente y estimar los niveles de presión sonora generados en cada receptor. Este análisis deberá identificar los puntos críticos donde se requiere intervención para asegurar el cumplimiento normativo y la protección del entorno. ❖ Definición e implementación de medidas de control: Como resultado del diagnóstico acústico, se establecerán medidas específicas de manejo orientadas a mitigar y controlar las emisiones sonoras en los puntos donde se evidencie riesgo de superación de los niveles normativos. Estas medidas pueden incluir el encapsulamiento de maquinaria ruidosa, la instalación de barreras acústicas con especificaciones técnicas adecuadas (excluyendo el uso de mamparas decorativas sin capacidad de atenuación), la implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos e instalaciones, así como la capacitación del personal operativo en prácticas de uso responsable de maquinaria con enfoque en la reducción de ruido. Adicionalmente, se podrán optimizar o restringir horarios operativos, privilegiando el funcionamiento de fuentes ruidosas en franjas horarias de menor sensibilidad acústica, e incluso, en casos excepcionales donde no sea técnica ni económicamente viable controlar el ruido en la fuente, se considerará la reubicación temporal de los receptores humanos afectados. Todas estas acciones buscarán garantizar que la operación industrial se mantenga dentro de los límites permitidos, minimizando su impacto sobre la comunidad y el entorno. Por requerimiento especifico de la Autoridad Ambiental en los actos administrativos, los monitoreos de ruido ambiental y emisión de ruido que se realicen con una representatividad temporal mayor o igual a 24 horas deberán ejecutarse de manera continua e ininterrumpida, con obtención de datos minuto a minuto o, como mínimo con resolución hora a hora. Para estas mediciones, se deberá considerar las características operativas de las fuentes, la ocurrencia de eventos sonoros que puedan generar perturbación a receptores sensibles y el ambiente, así como la clasificación del sonido. En estos casos, se recomienda, en los puntos localizados exclusivamente en los receptores humanos, el uso de un módulo de grabación de audio activado por eventos (triggers) de niveles de presión sonora y/o intervalos de tiempos definidos. Para identificar la contribución específica de las fuentes al clima acústico del área de estudio, el análisis de los niveles de presión sonora deberá incluir la desagregación por bandas de frecuencia y un análisis espectral detallado.	
PERSONAL REQUERIDO	
• Interventoría • Profesional ambiental	

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
• Profesional HSE • Laboratorio Certificado	

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento a las fuentes de emisión generadoras de ruido		X	X	X	X

8.1.5 SM_AB_05 Programa de seguimiento y monitoreo al suelo

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_05 Programa de seguimiento y monitoreo al suelo	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa de seguimiento y monitoreo al suelo	CGU_PM_AB_01-Manejo y disposición de materiales sobrantes CGU_PM_AB_02 Manejo de taludes CGU_PM_AB_03 Manejo paisajístico CGU_PM_AB_04 Manejo de materiales de construcción CGU_PM_AB_05 Manejo de escorrentía CGU_PM_AB_06 Manejo de residuos CGU_PM_AB_07 Manejo de lodos y cortes de perforación CGU_PM_AB_08 Manejo de cruces especiales

OBJETIVO

- Realizar el seguimiento y monitoreo a los programas ambientales relacionados con el Manejo y disposición de materiales sobrantes, Manejo de taludes, Manejo paisajístico, Manejo de materiales de construcción, Manejo de escorrentía, Manejo de residuos, Manejo de lodos y cortes de perforación, Manejo de cruces especiales

METAS

Cumplir al 100% con las actividades de seguimiento al recurso suelo para evaluar el alcance de las medidas de manejo establecidas en los subprogramas de manejo ambiental asociado.

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	
Manejo y disposición de materiales sobrantes	Señalización. Almacenamiento temporal de material sobrante de descapote y/o excavación. Material sobrante de descapote. Material sobrante de excavación. Residuos de construcción y	Seguimiento y control a materiales sobrantes	SM_AB_05-01	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de materiales sobrantes que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de materiales sobrantes) * 100	100%				X			Costos incluidos dentro de los costos operativos 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	
	demolición-RCD.											
Manejo de taludes	Obras de estabilización y protección de taludes. Estabilización de superficies intervenidas que presenten procesos erosivos. Mantenimiento de las obras de estabilización.	Seguimiento y control a taludes	SM_AB_05-02	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de taludes que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de taludes) * 100	100%				X			Costos incluidos dentro de los costos operativos del proyecto
Manejo paisajístico	Manejo paisajístico en las áreas a intervenir por el proyecto. Integración y mitigación visual de elementos discordantes. Intervención de áreas requeridas por el proyecto.	Seguimiento y control al paisaje	SM_AB_05-03	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo paisajístico que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo paisajístico) * 100	100%				X			Costos incluidos dentro de los costos operativos del proyecto
Manejo de materiales de construcción	Adquisición de materiales pétreos. Vehículos para el transporte de materiales de construcción (pétreos, concretos, prefabricados, entre otros). Almacenamiento y	Seguimiento y control a materiales de construcción	SM_AB_05-04	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de materiales de construcción que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de materiales de construcción) * 100	100%				X			Costos incluidos dentro de los costos operativos 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	
	acopio de materiales de construcción (pétreos, concretos, prefabricados, entre otros).											
Manejo de escorrentía	Obras para el manejo de escorrentías. Obras para el manejo de escorrentías en ZODME y taludes. Mantenimiento de obras de drenaje.	Seguimiento y control a la escorrentía	SM_AB_05-05	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de escorrentía que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de escorrentía) * 100	100%				X			Costos incluidos dentro de los costos operativos del proyecto
Manejo de residuos	Gestión integral de residuos	Seguimiento y control a la escorrentía	SM_AB_05-06	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de residuos que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de residuos) * 100	100%	x						Costos incluidos dentro de los costos operativos del proyecto
Manejo de lodos y cortes de perforación	Gestión integral de lodos y cortes de perforación	Seguimiento y control a la escorrentía	SM_AB_05-07	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de lodos y cortes de perforación que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de lodos y cortes de perforación) * 100	100%	x						Costos incluidos dentro de los costos operativos del proyecto
Manejo de lodos y cortes de perforación	Gestión integral de lodos y cortes de perforación	Seguimiento y control a la escorrentía	SM_AB_05-08	(Número de parámetros de calidad de los cortes de	100	x						Costos incluidos dentro de los costos operativos 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	
				perforación base agua que cumplen con L29B / Número de parámetros establecidos en la L29B) * 100								
Manejo de cruces especiales	Manejo de cruces especiales Manejo del mantenimiento de cruces especiales	Seguimiento y control al manejo de cruces especiales	SM_AB_05-09	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de cruces especiales que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha manejo de cruces especiales) * 100	100%				X			Costos incluidos dentro de los costos operativos del proyecto

MEDIDA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Con ocasión de las actividades previstas en el Estudio de Impacto Ambiental del Área de Desarrollo Bucare, orientadas a la construcción y operación de las diferentes estrategias de desarrollo, se establecen acciones encaminadas a asegurar la adecuada gestión de los impactos ambientales. No obstante, algunas de estas medidas de manejo requieren actividades específicas de seguimiento y control, con el fin de garantizar el cumplimiento de sus objetivos y la eficacia en la mitigación de los impactos asociados al proyecto:

- **Manejo y disposición de materiales sobrantes**

En las áreas donde se realicen las obras, se validará:

  - El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha de Manejo de materiales sobrantes.
  - Se verificará que los cortes y rellenos cumplan con los diseños en cuanto a dimensiones y espesores, así como la construcción de obras civiles a que haya lugar para garantizar la estabilidad de las zonas intervenidas.
  - Se realizará inspección visual de aspectos como zonas con encharcamiento en el área, escurrimiento de materiales y otros, que presuponen la generación o activación de fenómenos erosivos e inestabilidad.
  - A partir de inspección visual. se realizará un informe en donde se relacione el número, ubicación y volumen de deslizamientos que se identifiquen.

- **Manejo de taludes**

  - El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha de Manejo de taludes.
  - Por medio de inspecciones visuales, se realizará un informe donde se relacione los taludes asociados a las áreas intervenidas por el proyecto, que presenten algún tipo de afectación a su estabilidad**.**

- **Manejo paisajístico**

- El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha de Manejo paisajístico.
- Se realizará un informe que describa las áreas intervenidas y con manejo paisajístico (revegetalización, cerramientos de áreas intervenidas y/o instalación de cercas vivas), que incluya:
  - Identificación de zonas (áreas o secciones lineales) intervenidas para el manejo paisajístico.
  - Descripción y estado de las obras realizadas.
  - Registro fotográfico que evidencia el antes y después de la implementación de las medidas de manejo.

- **Manejo de materiales de construcción**

  - El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha de Manejo de materiales de construcción.
  - Verificar que el almacenamiento de materiales no se realice cerca de cuerpos de agua, en sitios de pendiente moderada a alta, en espacios y/o vías públicas, o por fuera de las áreas de intervención autorizadas, entre otros, para evitar afectaciones por la gestión de los materiales de construcción.
  - Finalizadas las actividades constructivas, se verificará que las áreas utilizadas para el manejo de materiales de construcción hayan sido desmanteladas, reconformadas, o restauradas (revegetalizadas) según aplique.

- **Manejo de escorrentía**

  - El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha de Manejo de escorrentía.
  - Se realizarán actividades de verificación sobre la capacidad de operación y limpieza de las estructuras de control y conducción de aguas lluvias y/o aceitosas.

A partir de los hallazgos o desviaciones identificadas, se programará y ejecutará un plan de acción tendiente al saneamiento de la situación, el cual será documentado por medio de un informe que indique el hallazgo, las actividades realizadas, y el estado final de la obra, evidenciando que la desviación no persista.

En la etapa de desmantelamiento, abandono y restauración, se realizará una inspección visual que permita verificar el grado de éxito de las actividades de reconformación ejecutadas en las áreas intervenidas.

- **Manejo de residuos**

  - El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se realiza mediante la verificación del grado de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha correspondiente al Manejo de residuos.
  - Asegurar la recepción, archivo y trazabilidad de los certificados de generación, transporte y disposición final emitidos por el gestor autorizado para los residuos sólidos industriales, especiales y peligrosos, garantizando que estos cuenten con las autorizaciones vigentes por parte de la autoridad ambiental competente
  - Verificar y asegurar el adecuado diligenciamiento del formato HSE-F-006 (una única vez), del formato HSE-F-007 de manera semestral, y del formato HSE-F-009, el cual debe ser diligenciado de forma manual.
  - Verificar que los sitios de almacenamiento temporal cumplan con condiciones adecuadas de orden, limpieza, impermeabilización, ventilación, control de derrames, contención y protección contra ingreso de fauna, lluvias o afectaciones externas
  - Corroborar que los residuos generados durante las actividades del proyecto cuenten con clasificación apropiada, almacenamiento temporal seguro, señalización, separación en la fuente y manejo conforme a los lineamientos del Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR).

- **Manejo de lodos y cortes de perforación**

  - El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se realiza mediante la validación del grado de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha

correspondiente al Manejo de lodos y cortes de perforación.

- Verificar la calidad de los cortes de perforación base agua, garantizando que cumplan con los criterios establecidos en la L29B.
- Verificar los volúmenes aprovechados y dispuestos, así como los volúmenes entregados a terceros autorizados, asegurando que exista coherencia y trazabilidad respecto a los volúmenes efectivamente generados durante las actividades de perforación.

- **Manejo de cruces especiales**

  - El seguimiento al Plan de Manejo Ambiental se determina a partir de la validación del grado o media de cumplimiento de cada uno de los indicadores establecidos en la ficha de Manejo de cruces especiales.
  - Se verificará que el diseño de las áreas de intervención definidas para cruces especiales corresponda con las áreas ejecutadas.
  - Se hará una inspección visual para asegurar que cada una de las áreas de intervención para cruces especiales cuente con una adecuada señalización.
  - Se realizarán actividades de inspección de forma periódica sobre los sitios intervenidos por cruces especiales para garantizar su estabilidad y funcionamiento, con el propósito de definir las actividades de mantenimiento necesarias.

PERSONAL REQUERIDO
Profesional forestal o ambiental
Gestor técnico
Profesional HSE
Supervisor de obra

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento y control a materiales sobrantes		X	X	X	
Seguimiento y control a taludes		X	X	X	X
Seguimiento y control al paisaje	X	X	X	X	X
Seguimiento y control a materiales de construcción		X		X	X
Seguimiento y control a la escorrentía		X	X	X	
Seguimiento y control de residuos		X	X	X	X
Seguimiento y control lodos y cortes de perforación		X			
Seguimiento y control a cruces especiales		X			

8.1.6 Sistemas de manejo, tratamiento y disposición de residuos sólidos

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_06 Programa de seguimiento y monitoreo al manejo de residuos	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa Manejo de recurso suelo	CGU_PM_AB_06 Manejo de residuos CGU_PM_AB_07 Manejo de lodos y cortes de perforación

OBJETIVO

- Realizar el seguimiento al programa de manejo de residuos
- Cumplir con los parámetros de calidad establecidos para la disposición de lodos y cortes de perforación en ZODME, o para su aprovechamiento.

METAS

- Cumplir las acciones indicadas en las etapas de verificación y actuar en el marco de la gestión integral de los residuos
- Cumplir con el 100% de los monitoreos a realizar a los lodos y cortes de perforación, objeto de acopio en ZODME y/o aprovechamiento

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	OTRO	
Manejo de residuos	Planeación en la gestión de los residuos Manejo en la generación, selección y separación de los residuos	Seguimiento y control a los residuos	SM_AB_06_01	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de residuos que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de residuos) * 100	100%	X						Los costos hacen parte de la ficha CGU_PM_AB_06 Manejo de residuos.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS												
SM_AB_06 Programa de seguimiento y monitoreo al manejo de residuos												
	Manejo en el envase, etiquetado y rotulado de los residuos Manejo en el almacenamiento de los residuos Manejo en el transporte de los residuos Manejo en el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos											

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 residuos	Planeación en la gestión de los residuos	Seguimiento y control a los residuos	SM_AB_06_02	¿Formato HSE-F-006 debidamente diligenciado?	SI						Única vez, antes del inicio de las actividades	Los costos hacen parte de la ficha CGU_PM_AB_06 Manejo de residuos
Manejo de residuos	Manejo en la generación, selección y separación de los residuos	Seguimiento y control a los residuos	SM_AB_06_03	¿Formato HSE-F-007 debidamente diligenciado?	SI				X			Los costos hacen parte de la ficha CGU_PM_AB_06 Manejo de residuos
Manejo de residuos	Manejo en el envase, etiquetado y rotulado de los residuos Manejo en el almacenamiento de	Seguimiento y control a los residuos	SM_AB_06_04	¿Formato HSE-F-009 debidamente diligenciado?	SI					X		Los costos hacen parte de la ficha CGU_PM_AB_06 Manejo de residuos

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 residuos Manejo en el transporte de los residuos Manejo en el aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos											
Manejo de lodos y cortes de perforación	Manejo de lodos de perforación y perforación horizontal dirigida – PHD Manejo de cortes de perforación	Seguimiento y control a los lodos y cortes de perforación	SM_AB_06_04	X = (Número de indicadores de la ficha Manejo de lodos y cortes de perforación que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Manejo de lodos y cortes de perforación) * 100 .	100%	X					Durante la ejecución de actividades de perforación (PHD y/o pozos)	CGU_PM_AB_07 Manejo de lodos y cortes de perforación
Manejo de lodos y cortes de perforación	Manejo de lodos de perforación y perforación horizontal dirigida – PHD Manejo de cortes de perforación	Seguimiento y control a los lodos y cortes de perforación	SM_AB_06_05	X = (Número de parámetros de calidad de los cortes de perforación base agua que cumplen con L29B / Número de parámetros establecidos en la L29B) * 100 L29B = Protocolo Louisiana 29B/1999	100%	X					Durante la gestión de cortes de perforación	CGU_PM_AB_07 Manejo de lodos y cortes de perforación

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	**RESPONSABLE (S)**
La gestión de los residuos se basa en el ciclo de mejora continua PHVA (**P**lanear – **H**acer – **V**erificar - **A**ctuar), en el que la **ficha Manejo de residuos** tiene alcance en las etapas de Planear y Hacer, y como muestra a continuación: **Planear** • Planeación	ECOPETROL S.A.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)
Hacer • Generación, selección y separación • Clasificación y caracterización • Envase, etiquetado y rotulado • Almacenamiento • Transporte • Aprovechamiento tratamiento, disposición final. En la presente ficha, se presentan las etapas de Verificar y Actuar con el fin de cerrar el ciclo de mejora continua en la gestión de los residuos para este proyecto. **Seguimiento y control a los residuos:** **Verificar** • La verificación del cumplimiento de la gestión de residuos a través de inspecciones tanto internas como externas. o Inspecciones Internas (formato HSE-F-007): se debe chequear mínimo 2 veces al año el cumplimiento de la gestión de residuos al interior de las áreas. o Mínimo 1 vez al año, se deben verificar las condiciones de los lugares de almacenamiento de residuos de cada área a través de la Lista de Chequeo para Instalaciones de Almacenamiento de Residuos HSE-F-009 (aplica para almacenamientos en instalaciones de Ecopetrol). Si la obra/proyecto tiene una duración menor a 1 año, se deberá definir la periodicidad de esta verificación para realizarla como mínimo 1 vez durante la ejecución de la obra/proyecto. • Se asegurará la retención de los documentos y registros (formatos de inspecciones internas y externas, entre otros) de acuerdo con los requerimientos legales ambientales aplicables, en el repositorio de cada área según el sistema de gestión. **Actuar** • En esta etapa y en el caso de que se identifiquen desviaciones, se debe asegurar, que se elabore, ejecute y haga seguimiento a los planes de acción de cierre de brechas o desviaciones identificadas en las inspecciones internas, metas de reducción y aprovechamiento de residuos y otras identificadas en la gestión integral de residuos.	
Seguimiento y control de cortes de perforación (pozos) En el marco de las acciones presentadas en la ficha CGU_PM_AB_07 Manejo de lodos y cortes de perforación, se encuentran las especificaciones para la gestión de estos residuos. Tal y como se indicó, los cortes podrán ser tratados en sitio (plataforma de perforación), en los centros de acopio (“Construcción y operación de centro de acopio”) y ser acopiados en las diferentes alternativas de ZODME con el objetivo de aprovecharlos como material de relleno; cabe también la posibilidad de entregarlos a otros campos o bloques operados por Ecopetrol (tratados o sin tratar) y/o a terceros autorizados para que estos realicen la gestión de tratamiento y disposición final de los cortes. En virtud de lo anterior, los cortes de perforación que sean objeto de acopio y/o disposición final en las ZODME del proyecto, atenderán lo siguiente en materia de calidad: • Acopiar y/o aprovechar los cortes, previo a su tratamiento • Los parámetros objeto de análisis corresponderán con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 (Tabla 3, Anexo III, artículo 2.2.6.2.3.6.), en donde se considera residuo o desecho tóxico aquel que, al realizársele una prueba de lixiviación para característica de toxicidad (prueba TCLP), contiene uno o más de las sustancias, elementos o compuestos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en concentraciones superiores a l	ECOPETROL S.A.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	RESPONSABLE (S)

os niveles máximos permisibles en el lixiviado. De igual forma, los parámetros de análisis corresponderán con lo establecido en Protocolo Louisiana 29-B para su disposición final al suelo.

En este sentido, los niveles máximos permisibles para que el corte pueda ser acopiado y/o dispuesto en la ZODME son:

Tabla 8.1-1 Concentraciones máximas de contaminantes para el acopio y/o aprovechamiento de cortes de perforación

CONTAMINANTE	Concentración máxima [mg/L] - Decreto 1076/2015	Protocolo Louisiana 29B/1999
	LIXIVIADO	CORTE
Arsénico.	5	10 ppm
Bario	100	20.000 ppm.
Cadmio	1	10 ppm.
Cromo+6	5	500 ppm.
Plomo	5	500 ppm.
Mercurio.	0.2	10 ppm
Selenio	1	10 ppm
Plata	5	200 ppm
Zinc.		500 ppm
Contenido de grasas y aceites		< 3% en peso seco
Conductividad eléctrica		< 4 µmhos/cm RAS < 12
Porcentaje de sodio intercambiable		< 15 %
pH		6-9
Contenido de humedad		< 50% en peso

Fuente: Decreto 1076 de 2015 y Protocolo Louisiana 29-B, Adaptado por Ecopetrol.

PERSONAL REQUERIDO

- Profesional HSE
- Profesional ambiental
- Operarios

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ETAPA				
	PRE - OPERATIVA	CONSTRUCTIVA	OPERATIVA	DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y RESTAURACIÓN	ACTIVIDADES TRANSVERSALES
Seguimiento y control a los residuos	X	X	X	X	X
Seguimiento y control a los lodos y cortes de perforación		X	X		

8.1.7 SM_AB_07 Programa de seguimiento y monitoreo a las capacitaciones a colaboradores

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LOS PLANES Y PROGRAMAS	
SM_AB_07 Programa de seguimiento y monitoreo a las capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico	
PROGRAMA DE MANEJO ASOCIADO	**SUB-PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL ASOCIADOS**
Programa de capacitación a colaboradores	CGU_PM_AB_16 Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental

OBJETIVO

- Realizar el seguimiento al programa de capacitaciones que se deben desarrollar a los colaboradores de las actividades del proyecto, en relación con temas del componente abiótico.

METAS

- Validar el cumplimiento de las acciones establecidas en la ficha de Capacitaciones a colaboradores sobre los medios físico y biótico, del plan de manejo ambiental, durante el desarrollo del proyecto Area de Desarrollo Bucare

ETAPA DE APLICACIÓN	
Pre - operativa	X
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	
Capacitaciones a colaboradores sobre el componente abiótico, del plan de manejo ambiental	Capacitación del personal vinculado al proyecto con relación a las fichas del medio abiótico.	Seguimiento y control a las capacitaciones	SM_AB_07_01	X = (Número de indicadores de la ficha Capacitaciones a colaboradores sobre el componente abiótico que cumplen con la meta / Número de indicadores de la ficha Capacitación a colaboradores sobre el	100%						Cada vez que se inicien labores en un área diferente del proyecto y/o ingrese personal nuevo durante la etapa.	Los costos hacen parte de la ficha CGO_PM_AB_18 Capacitaciones a colaboradores sobre el componente abiótico.

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	
				componente abiótico) * 100								
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO													**RESPONSABLE (S)**
De manera mensual, se hará seguimiento a los indicadores de la ficha **Capacitaciones a colaboradores sobre el componente abiótico, del plan de manejo ambiental** del proyecto, con el fin de identificar las posibles desviaciones en el cumplimiento de las metas establecidas, bajo las condiciones que se señalan a continuación: • La empresa deberá documentar para cada colaborar que ingrese al proyecto o durante su estadía, que recibió y aprobó la capacitación en la totalidad de los subtemas que conforman los temas asociados al recurso suelo (7 subtemas), al recurso agua (4 subtemas), y al recurso aire y cambio climático (4 subtemas). • Si el indicador sobre *capacitaciones realizadas* (indicador 1), presenta un porcentaje de cumplimiento menor del 100%, se programará(n) un(os) espacio(s) adicional(es), con el fin de lograr el 100% de cumplimiento. A menos que se pueda justificar técnicamente el porcentaje de cumplimiento del indicador. • Si el indicador sobre *personas capacitadas* (indicador 2), presenta un porcentaje de cumplimiento menor del 100%, se programará(n) un(os) espacio(s) adicional(es), con el fin de lograr el 100% de cumplimiento. A menos que se pueda justificar técnicamente el porcentaje de cumplimiento del indicador. • Si el indicador sobre *temas comprendidos* (indicador 3), presenta un porcentaje de cumplimiento menor del 80%, se programará(n) un(os) espacio(s) adicional(es), con el fin de lograr el 100% de cumplimiento. Revisando y ajustando de ser necesario, el método de evaluación para verificar la apropiación del conocimiento.												ECOPETROL S.A.
PERSONAL REQUERIDO													
• Profesional vinculado al proyecto durante todas las etapas de ejecución del proyecto • Profesional de seguimiento ambiental • Líder ambiental													

8.2 SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO

El seguimiento y monitoreo a la calidad del medio corresponde al seguimiento y monitoreo con 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 el proyecto.

La estructura del seguimiento a la calidad del medio está conformada por programas y subprogramas que se presentan a manera de fichas y se estructuran acorde con lo que establece la Metodología de presentación de Estudios Ambientales.

El contenido de las fichas de seguimiento y monitoreo a la calidad del medio se presenta a continuación:

- **Objetivo**: señala de manera específica y precisa la finalidad que se pretende desarrollar con el programa de seguimiento y monitoreo.
- **Componentes, medidas de manejo y nombre del indicador:** Se refiere a la relación de la calidad del medio con los subprogramas del Plan de Manejo Ambiental.

- **Descripción de indicadores del componente**: Se refiere a los mecanismos sugeridos para evaluar la efectividad de las medidas de monitoreo planteadas, así como para realizarle seguimiento a las mismas. En esta sección se incluye el indicador, la formula, calificación y periodicidad y duración de la medición.
- **Localización de los sitios de ejecución**: Se refiere a la ubicación en donde se realizarán las medidas de la calidad del medio.
- **Procedimiento empleado para la ejecución**: Se refiere a los métodos para realizar las medidas de la calidad del medio.
- **Criterios de análisis e interpretación**: Se refiere a la normatividad y parámetros que se deben cumplir al realizar las medidas de la calidad del medio.
- **Personal requerido**: El personal requerido se presenta como parte del presupuesto y el lugar de aplicación de la acción se indica en la descripción de la acción de seguimiento o monitoreo a desarrollar.

8.2.1 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico

Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio		
Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico		
OBJETIVOS		
Monitorear los componentes del medio abiótico que permitan tener una visión holística de la calidad del medio y su tendencia, en función de las presiones generadas por las actividades del proyecto, con énfasis en los siguientes aspectos: • Monitorear la calidad del cuerpo de agua superficial asociado a las intervenciones por captación y ocupación de cauce. • Hacer seguimiento a la calidad del recurso hídrico superficial aledaño al proyecto sin intervención directa. • Monitorear la calidad del agua subterránea asociada a las intervenciones por captación e inyección. • Monitorear las fuentes fijas de emisión atmosférica, a fin de verificar el cumplimiento normativo. • Monitorear la calidad del aire y los niveles de presión sonora en puntos estratégicos del área de influencia, especialmente en zonas con presencia de receptores sensibles, a fin de verificar la eficacia de las medidas de control implementadas y su cumplimiento normativo. • Identificar posibles tendencias en la evolución de los niveles de contaminación atmosférica (emisiones, calidad del aire, ruido) que permitan tomar decisiones oportunas para la gestión ambiental del proyecto.		
COMPONENTES	**SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO ABIÓTICO (SUBPROGRAMAS)**	**NOMBRE DEL INDICADOR**
Aguas superficiales	Seguimiento a cruces de cuerpos de agua Seguimiento de la captación de aguas superficiales Seguimiento a cuerpos de agua superficiales sin intervención directa	Análisis de calidad de agua superficial
Aguas subterráneas	Seguimiento de la captación de agua subterránea Seguimiento a las aguas subterráneas Seguimiento a la actividad de inyección	Análisis de calidad de agua subterránea
Atmosférico	Seguimiento a las fuentes de emisiones atmosféricas Seguimiento a las fuentes de ruido	Análisis de emisiones, calidad de aire, ruido

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUPERFICIAL			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Monitoreo de ocupación de cauce	X = (Número de monitoreos en ocupaciones de cauce ejecutados / Número de monitoreos programados) * 100	100%	Antes y después de finalizar las obras.
Monitoreo en captación de aguas superficiales	X = (Número de monitoreos en captaciones de agua superficiales ejecutados / Número de monitoreos programados) * 100	100%	En los puntos de captación de aguas superficiales habilitados y utilizados, durante el desarrollo de la actividad de captación
Monitoreo en cuerpos de agua superficiales sin intervención directa	X = (Número de monitoreos ejecutados en cuerpos de agua superficiales sin intervención directa / Número de monitoreos programados) * 100	100%	En los cuerpos de agua superficiales sin intervención directa, por periodo climático.

Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio			
Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico			
Tendencia de la calidad del agua superficial	$CUAE_{nil} = (PCm_{nii} / PClim_{nl})$ Donde, $CUAE_{nil}$: Calidad del recurso hídrico por uso l para el parámetro n en el periodo i. PCm_{nii}: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en el periodo de reporte de la época i para el uso l. $PClim_{nl}$: Valor de referencia para el parámetro de calidad n definido por el Decreto 1076 de 2015 para el uso l. n: Parámetro de calidad. i: Época seca, húmeda o de transición. l: Usos del agua de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015.	100% parámetros con tendencia ≤1.	Aplica según el indicador (ocupación de cauce, captación, cuerpos de agua sin intervención directa)

Localización de los sitios y parámetros de monitoreo

Teniendo en cuenta las actividades industriales, domésticas y agropecuarias que se generan alrededor de las fuentes hídricas (cauces principales y secundarios) en el área de influencia del proyecto, se pretende determinar el estado fisicoquímico y microbiológico de los cuerpos de agua superficial asociados puntos de captación (Ver Tabla 8.2-1, a puntos de ocupación de cauce (Ver Tabla 8.2-2) y a cuerpos de aguas sin intervención directa (línea base), monitoreándolos teniendo en cuenta la normatividad legal vigente.

Los monitoreos se realizarán a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de la muestra, como para el análisis de los parámetros monitoreados. Dichos laboratorios, contarán con las técnicas de medición que cuenten con los límites de detección de los diferentes parámetros que permitan verificar el cumplimiento normativo de los mismos. En caso de que no existan laboratorios nacionales acreditados para el análisis de algún(os) parámetro(s), los laboratorios acreditados por el IDEAM podrán enviar la muestra a un laboratorio internacional acreditado en su país de origen o por un estándar internacional, mientras se surte el proceso de acreditación en los laboratorios nacionales, se presentarán los soportes de la acreditación de todos los laboratorios empleados para la realización de los monitoreos del proyecto.

Todos los soportes (actas, registros fotográficos, planillas, informes, certificaciones, permisos, etc), que permitan demostrar el cumplimiento de las medidas de seguimiento y monitoreo se presentarán en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA.

Tabla 8.2-1 Ubicación puntos de captación a monitorear

Unidad Hidrográfica	Punto de monitoreo asociado	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional		Tipo de demanda de recurso	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Nacional	
		Este	Norte		Este	Norte
Caño Hondo	LOT-01	4929409,44	1999130,39	CAPT-1	4930961,53	1998738,62
	LOT-03	4933229,84	1997409,78	CAPT-1	4930961,53	1998738,62
Río Acacías	LOT-53	4929105,03	1995535,43	CAPT-2	4930396,35	1995176,05
	LOT-55	4931846,83	1994702,03	CAPT-2	4930396,35	1995176,05
Caño La Unión	LOT-24	4941681,00	1988048,00	CAPT-3	4938564,65	1988868,93
	LOT-37	4936688,11	1989753,80	CAPT-3	4938564,65	1988868,93

Fuente: SGI SAS 2025

Tabla 8.2-2 Ubicación puntos de ocupación de cauce a monitorear

OCUPACIÓN DE CAUCE OBJETO DE SOLICITUD PERMISO						CUERPO DE AGUA ASOCIADO	VEREDA	MUNICIPIO
ID OCUPACIÓN	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		FRANJA DE MOVILIDAD (m)					
	ESTE	NORTE	LONGITUD AGUAS ARRIBA	LONGITUD AGUAS ABAJO	LONGITUD TOTAL			
OC-1	4938409,83	1998625,95	50	50	100	Caño NN6	La Loma	Acacías
OC-2	4930961,53	1998738,62	50	50	100	Caño Hondo	Caño Hondo	Acacías
OC-3	4927141,20	1996695,26	50	50	100	Caño NN14	Montelibano	Acacías
OC-4	4929038,15	1996398,23	50	50	100	Caño NN38	Caño Hondo	Acacías
OC-5	4932764,12	1997958,51	50	50	100	Caño Hondo	La Loma	Acacías
OC-6	4933229,84	1997409,78	50	50	100	Caño Hondo	Caño Hondo	Acacías
OC-7	4933224,68	1997279,58	50	50	100	Caño Hondo	Caño Hondo	Acacías
OC-8	4933268,09	1997293,53	50	50	100	Caño Hondo	La Loma	Acacías
OC-9	4934166,60	1999074,53	50	50	100	Caño Innominado	La Loma	Acacías
OC-10	4935341,76	1998344,11	50	50	100	Caño NN7	La Loma	Acacías
OC-11	4935427,73	1998253,85	50	50	100	Caño NN7	La Loma	Acacías
OC-12	4935180,57	1997807,40	50	50	100	Caño NN8	La Loma	Acacías
OC-13	4935667,93	1997651,36	50	50	100	Caño NN8	La Loma	Acacías
OC-14	4935697,82	1998232,74	50	50	100	Caño NN7	La Loma	Acacías
OC-15	4935909,42	1997314,42	50	50	100	Caño NN8	La Loma	Acacías
OC-16	4936048,26	1996786,60	50	50	100	Caño NN9	La Loma	Acacías
OC-17	4936088,96	1996512,92	50	50	100	Caño NN10	La Loma	Acacías
OC-18	4936409,43	1996451,36	50	50	100	Caño NN10	La Loma	Acacías
OC-19	4936418,77	1997245,12	50	50	100	Caño NN8	La Loma	Acacías
OC-20	4936917,39	1998104,58	50	50	100	Chucua Negra	La Loma	Acacías
OC-21	4936985,02	1997679,34	50	50	100	Caño NN7	La Loma	Acacías
OC-22	4937166,66	1996795,45	50	50	100	Caño NN9	La Loma	Acacías
OC-23	4939016,67	1997889,26	50	50	100	Chucua Negra	La Loma	Acacías
OC-24	4939128,19	1996778,27	50	50	100	Caño NN9	La Loma	Acacías
OC-25	4939314,12	1996002,07	50	50	100	Caño NN11	La Loma	Acacías
OC-26	4939953,86	1996586,37	50	50	100	Caño Chivisnavi	La Loma	Acacías
OC-27	4939934,72	1995668,66	50	50	100	Caño NN3	Quebraditas	Acacías
OC-28	4939994,48	1995307,11	50	50	100	Caño NN12	Quebraditas	Acacías
OC-29	4930396,35	1995176,05	50	50	100	Río Acacías	Santa Rosa	Acacías
OC-30	4930352,40	1995061,77	50	50	100	Caño NN15	Santa Rosa	Acacías
OC-31	4930411,98	1994852,69	50	50	100	Caño NN16	Santa Rosa	Acacías
OC-32	4930212,95	1994279,45	50	50	100	Caño NN13	Santa Rosa	Acacías
OC-33	4929941,11	1993346,11	50	50	100	Caño NN17	Santa Rosa	Acacías
OC-34	4929411,40	1991989,38	50	50	100	Caño La Unión	Santa Rosa	Acacías
OC-35	4930714,07	1992026,83	50	50	100	Caño La Unión	Santa Rosa	Acacías
OC-36	4931570,30	1994254,83	50	50	100	Caño NN13	Santa Rosa	Acacías
OC-37	4932439,40	1993634,41	50	50	100	Caño NN18	Santa Rosa	Acacías
OC-38	4932870,44	1994817,62	50	50	100	Caño NN19	Caño Hondo	Acacías

Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio								
Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico								
OC-39	4933705,32	1994479,80	50	50	100	Río Acacías	Caño Hondo	Acacías
OC-40	4934116,68	1993493,26	50	50	100	Caño NN20	La Unión	Acacías
OC-41	4934002,00	1994070,08	50	50	100	Río Acacías	Caño Hondo	Acacías
OC-42	4933969,87	1994496,15	50	50	100	Río Acacías	Caño Hondo	Acacías
OC-43	4934629,44	1995042,21	50	50	100	Caño NN21	Caño Hondo	Acacías
OC-44	4935468,56	1995367,80	50	50	100	Caño Hondo	La Loma	Acacías
OC-45	4935532,95	1995427,10	50	50	100	Caño NN22	La Loma	Acacías
OC-46	4937485,56	1994746,10	50	50	100	Caño NN23	La Loma	Acacías
OC-47	4937793,13	1994652,37	50	50	100	Caño NN24	La Loma	Acacías
OC-48	4938015,74	1994211,34	50	50	100	Caño NN24	La Loma	Acacías
OC-49	4937980,96	1994157,88	50	50	100	Caño NN25	La Loma	Acacías
OC-50	4937931,08	1994023,61	50	50	100	Caño Hondo	Caño Hondo	Acacías
OC-51	4937910,36	1993976,69	50	50	100	Caño NN34	Caño Hondo	Acacías
OC-52	4937813,44	1993766,35	50	50	100	Río Acacías	Caño Hondo	Acacías
OC-53	4937640,91	1993384,37	50	50	100	Caño NN5	Patio Bonito	Acacías
OC-54	4937505,28	1993084,10	50	50	100	Caño NN4	Patio Bonito	Acacías
OC-55	4934564,22	1992632,53	50	50	100	Caño Cornetal	La Unión	Acacías
OC-56	4933503,89	1991362,73	50	50	100	Caño NN26	La Unión	Acacías
OC-57	4933507,72	1991198,57	50	50	100	Caño NN27	La Unión	Acacías
OC-58	4933503,46	1990859,62	50	50	100	Caño La Unión	La Unión	Acacías
OC-59	4932845,76	1990205,43	50	50	100	Caño San Luis	La Unión	Acacías
OC-60	4932848,56	1990001,09	50	50	100	Caño NN36	La Unión	Acacías
OC-61	4931989,67	1990330,43	50	50	100	Caño San Luis	La Unión	Acacías
OC-62	4933641,19	1991104,88	50	50	100	Caño NN27	La Unión	Acacías
OC-63	4933758,18	1991220,57	50	50	100	Caño NN26	La Unión	Acacías
OC-64	4934370,27	1991190,01	50	50	100	Caño NN28	La Unión	Acacías
OC-65	4934855,66	1990805,32	50	50	100	Caño La Unión	La Unión	Acacías
OC-66	4934833,04	1990666,33	50	50	100	Caño NN30	La Unión	Acacías
OC-67	4936021,55	1990997,83	50	50	100	Caño NN31	La Unión	Acacías
OC-68	4935621,78	1988604,43	50	50	100	Caño San Luis	La Unión	Acacías
OC-69	4936694,80	1989750,40	50	50	100	Caño La Unión	Patio Bonito	Acacías
OC-70	4936881,99	1990098,51	50	50	100	Caño NN33	Patio Bonito	Acacías
OC-71	4937044,70	1991378,44	50	50	100	Caño Seco	Patio Bonito	Acacías
OC-72	4937365,03	1991832,59	50	50	100	Caño Seco	Patio Bonito	Acacías
OC-73	4938168,71	1992947,06	50	50	100	Caño NN4	Patio Bonito	Acacías
OC-74	4938210,07	1993016,69	50	50	100	Caño NN35	Patio Bonito	Acacías
OC-75	4940489,06	1992391,47	50	50	100	Caño NN37	Quebraditas	Acacías
OC-76	4940257,38	1992098,57	50	50	100	Río Acacías	Patio Bonito	Acacías
OC-77	4940237,11	1992072,71	50	50	100	NN32	Patio Bonito	Acacías
OC-78	4939984,07	1991754,60	50	50	100	Caño NN39	Patio Bonito	Acacías
OC-79	4939181,98	1991843,33	50	50	100	Caño NN40	Patio Bonito	Acacías
OC-80	4939174,27	1991390,04	50	50	100	Caño Cornetal	Patio Bonito	Acacías

Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio								
Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico								
OC-81	4939392,91	1991341,17	50	50	100	Caño Cornetal	Patio Bonito	Acacías
OC-82	4940076,89	1991539,63	50	50	100	Caño NN41	Patio Bonito	Acacías
OC-83	4938404,84	1990434,97	50	50	100	Caño Seco	Patio Bonito	Acacías
OC-84	4938841,18	1990028,81	50	50	100	Caño Seco	Patio Bonito	Acacías
OC-85	4938466,45	1989106,04	50	50	100	Caño La Unión	Patio Bonito	Acacías
OC-86	4938564,65	1988868,93	50	50	100	Caño La Unión	Patio Bonito	Acacías

Fuente: ***Fuente especificada no válida.***

Tabla 8.2-3 Ubicación puntos de cuerpos de agua sin intervención directa a monitorear (línea base)

NOMBRE	DRENAJE ASOCIADO	MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL	
		ESTE	NORTE
LOT-36	Caño Los Hornos	4944457,93	1997070,13
LOT-13	Rio Guayuriba	4943877,18	1999945,53
LOT-07	Rio Orotoy	4934202,32	1986140,8

Fuente: ***Fuente especificada no válida.***

Procedimiento empleado para la medición

Monitoreos

- Se deberá realizar aforos en cuerpos de agua asociados a ocupación de cauce, captación de aguas superficiales, y cuerpos de agua sin intervención directa (línea base).
- La Empresa deberá ejecutar monitoreos de calidad del agua, aguas arriba y aguas abajo de los puntos de captación que se estén habilitados y en uso.
- La Empresa deberá ejecutar en la fase constructiva, monitoreos de calidad del agua, aguas arriba y aguas abajo de los puntos de ocupación de cauce, antes y después de la construcción de las obras.
- Si durante la fase operativa se realiza intervención que implique complementos constructivos a las obras asociadas a la ocupación, se harán monitoreos de calidad del cuerpo de agua, teniendo en cuenta las mismas condiciones establecidas para dichos monitoreos durante su fase constructiva, es decir, monitoreo antes y una vez concluidas las obras complementarias.
- La Empresa deberá ejecutar monitoreos de calidad del agua en los cuerpos de agua sin intervención directa (línea base), considerando al menos 2 condiciones hidrológicas (época de máximas y mínimas precipitaciones).
- Medir a través de laboratorios acreditados por el IDEAM los parámetros establecidos en los artículos 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.4 - 2.2.3.3.9.5 - 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015 (Ver Tabla), así como los parámetros in situ relacionados a continuación:
  - Temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto (OD).
- Realizar análisis de los resultados de los monitoreos para inferir la calidad del agua, utilizando índices de Calidad del Agua (ICAs) e Índices de Contaminación (ICOs).

Así mismo, los criterios para la ubicación de sitios de muestreo en cuerpos de agua superficial se pueden agrupar en:

1. Factores fundamentales o Estructurantes: son los que determinan el por qué y el para qué de la localización del sitio, e involucran aspectos tales como: condiciones de referencia, principales vertimientos, confluencia con ríos principales, políticas relacionadas con el recurso hídrico, zonas de desarrollo industrial y urbano existentes y potenciales, bocatomas de acueductos y distritos de riego, entre otros.
2. Factores condicionantes: son los que se refieren a las limitaciones propias de cada localización, que tienen que ver con: dificultad de acceso, seguridad de los equipos y del personal, infraestructura existente, características hidráulicas de la sección y tramo, cercanía a estaciones hidrológicas existentes, facilidad para realizar actividades hidrométricas y facilidad para la recolección de muestras, entre otros.
3. Factores limitantes: son los que se refieren al presupuesto y al equipo de medición (capacidad, precisión, requerimientos de instalación, operación y mantenimiento), entre otros.

Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio

Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico

En cuanto a los caudales la medición se realizará siguiendo las especificaciones de la norma técnica colombiana NTC-ISO 5667-7.

Criterios de análisis e interpretación

- Los resultados de calidad de agua superficial obtenidos serán comparados con la normatividad vigente, contenida en los artículos 2.2.3.3.9.3 - 2.2.3.3.9.4 - 2.2.3.3.9.5 - 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015, corregidos por el artículo 17, artículo 18, artículo 25 numeral 21 y artículo 25 numeral 22 del Decreto 703 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS.
- Se graficarán resultados de los parámetros monitoreados a lo largo del tiempo. Las tendencias observadas serán analizadas en relación con el periodo climático en el cual se realizó el monitoreo y se compararan respecto a los resultados obtenidos en el primer monitoreo realizado como caracterización antes de iniciar el proyecto, con el fin de detectar variaciones anómalas, que puedan dar indicio de alguna posible afectación sobre la calidad del recurso hídrico superficial como consecuencia de las actividades del proyecto.

Tabla 8.2-4 Parámetros de comparación normativa

PARÁMETROS	UNIDADES	DECRETO 1076 DE 2015			
		Art.2.2.3.3.9.3 Límite Consumo Humano/Uso Doméstico - Tratamiento Convencional Y criterios de calidad para consumo humano doméstico	Art. 2.2.3.3.9.4 Límite Consumo Humano/Uso Doméstico Desinfección	Art. 2.2.3.3.9.5 Límite Uso Agrícola	Art. 2.2.3.3.9.6 Límite Uso Pecuario
Amoniaco	mg/L	1.0	1.0	N.E.	N.E.
Acidez	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Alcalinidad	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Aluminio	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	5,0
Amonio	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	N.E.	N. E
Bario	mg/L	1	1	N.E.	N.E.
Boro	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	5,0
BTEX	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,05
Cianuro Total	mg/L	0,2	0,2	N.E.	N.E.
Cinc	mg/	15,0	15,0	2.0	25,0
Cloruros	mg/L	250	250	N.E.	N.E.
Cobre	mg/L	1,0	1,0	N.E.	0,5
Coliformes Totales	NMP/100 mL	20 000	1 000	5 000	N.E.
Coliformes Termotolerantes Fecales	NMP/100mL	2 000	N.E.	1 000	N.E.
Conductividad	µS/cm	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

PARÁMETROS	UNIDADES	DECRETO 1076 DE 2015			
		Art.2.2.3.3.9.3 Límite Consumo Humano/Uso Doméstico - Tratamiento Convencional Y criterios de calidad para consumo humano doméstico	Art. 2.2.3.3.9.4 Límite Consumo Humano/Uso Doméstico Desinfección	Art. 2.2.3.3.9.5 Límite Uso Agrícola	Art. 2.2.3.3.9.6 Límite Uso Pecuario

Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio						
Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico						
	Cromo	mg/L	0,05	0,05	0,1	1
	DBO5	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	DQO	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	Dureza Total	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	DBO5	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	DQO	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	Fenoles	mg/L	0,002	N. E	N.E.	N.E.
	Fosfatos	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	Grasas y Aceites	mg/L	S.P.V.	S.P.V.	N.E.	N.E.
	HAP	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	Hierro Total	mg/L	N.E.	N.E.	5	N.E.
	Mercurio	mg/L	0,002	0,002	N.E.	0,01
	Níquel	mg/L	N.E.	N.E.	0,2	N.E.
	Nitratos	mg/L	10	10	N.E.	N.E.
	Nitritos	mg/L	1	1	N.E.	10
	Oxígeno Disuelto	mg/L O2	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	pH	Unidades	5,0 - 9,0	6,5 - 8,5	4,5 - 9,0	N.E.
	Plomo	mg/L	0,05	N. E	5	0,1
	Solidos disueltos	mg/L	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
	Solidos Sedimentables	mL/L-h	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

Agua fría dulce * Agua cálida dulce Art.18 Decreto 703 de 2018)

Fuente: *Decreto 1076 de 2015, Decreto 703 de 2018, adaptado por ANTEA COLOMBIA, 2023*

Personal requerido

- Gestor Ambiental

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Análisis de calidad de agua subterránea en los pozos captadores	$\mathbf{X} = \frac{\text{Fase hidrogeoquímica del monitoreo}}{\text{Fase hidrogeoquímica de línea base}}$	Cumple = 1	Una vez al año, procurando el monitoreo se realice en el mismo mes o al menos en la misma temporada climática
Monitoreo fisicoquímicos en los pozos captadores	X = (Número de pozos captadores con monitoreos ejecutados / Número de pozos captadores construidos) * 100	100%	Una vez al año, procurando el monitoreo se realice en el mismo mes o al menos en la misma temporada climática
Tendencia de la calidad del agua subterránea en los pozos captadores	$\Delta PC\ captación_{ni} = \frac{PCm_{ni} - PClb_{ni}}{PClb_{ni}}$ Donde, ΔPC captación $_{ni}$: Variación del parámetro de calidad n en la época i, asociado a la captación de agua subterránea. PCm $_{ni}$: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en el periodo de reporte para la época i. PClb $_{ni}$: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en la línea base para la época i. i: Época seca y/o húmeda. n: Parámetro de calidad clave	≤1	Una vez al año, durante la misma temporada climática, mientras se encuentre en operación el/los pozos captadores.
Monitoreo de los niveles freáticos en los pozos captadores	X = (Número de pozos captadores en los que se monitorean los niveles freáticos / Número de pozos captadores construidos) * 100	100%	Durante la operación o vida útil de cada pozo captador
Tendencia de los niveles freáticos en los pozos captadores	$\Delta NF\ captación_{ni} = \frac{NFm_{ni} - NFlb_{ni}}{NFlb_{ni}}$ Donde, ΔNF captación $_{ni}$: Variación del nivel freático en la época climática i, asociado a la captación de agua subterránea. NFm $_{ni}$: Nivel freático reportado en el periodo de monitoreo para la época i. NFlb $_{ni}$: Nivel freático reportado en la línea base para la época i. i: Época seca y/o húmeda. n: Pozo captador	≤1	Trimestral, durante la operación de cada pozo captador, considerando las variaciones normales asociadas al período climático monitoreado
Monitoreo de puntos de agua subterránea asociados al búfer del área de intervención	X = (Número de monitoreos ejecutados en puntos de agua subterránea asociados al búfer del área de intervención / Número de puntos de agua subterránea asociados al búfer del área de intervención) * 100	100%	Cada vez que se vaya a intervenir una nueva área y posteriormente de forma anual mientras continue la intervención

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Tendencia de la calidad del agua subterránea en los puntos asociados al búfer del área de intervención.	$\Delta PC\ punto\ hidrogeológico_{ni} = ((PCm_{ni} - PClb_{ni}) / PClb_{ni})$ Donde, $\Delta PC\ punto\ hidrogeológico_{ni}$: Variación del parámetro de calidad n en la época i, asociado a cada punto hidrogeológico ubicado en el buffer del área de intervención. PCm_{ni}: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en el periodo de reporte para la época i. $PClb_{ni}$: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en la línea base para la época i. i: Época seca y húmeda. n: Parámetro de calidad clave establecido en los Términos de referencia de proyectos de explotación de hidrocarburos, Hi-TER-1-03. 2010.	≤1	Cada vez que se vaya a intervenir una nueva área y posteriormente de forma anual mientras continue la intervención
Monitoreo de puntos de agua subterránea asociados a áreas de protección cercanas a intervenciones	X = (Número de monitoreos ejecutados en puntos de agua subterránea ubicados en áreas de protección / Número de puntos de agua subterránea asociados a áreas de protección) * 100	100%	Cada vez que se realice un proyecto lineal cerca de áreas de protección y posteriormente de forma anual mientras continue la intervención
Tendencia de la calidad del agua subterránea en los puntos asociados a áreas de protección	$\Delta PC\ punto\ hidrogeológico_{ni} = ((PCm_{ni} - PClb_{ni}) / PClb_{ni})$ Donde, $\Delta PC\ punto\ hidrogeológico_{ni}$: Variación del parámetro de calidad n en la época i, asociado a cada punto hidrogeológico ubicado en el buffer del área de intervención. PCm_{ni}: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en el periodo de reporte para la época i. $PClb_{ni}$: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en la línea base para la época i. i: Época seca y húmeda. n: Parámetro de calidad clave establecido en los Términos de referencia de proyectos de explotación de hidrocarburos, Hi-TER-1-03. 2010.	≤1	Cada vez que se vaya a intervenir una nueva área y posteriormente de forma anual mientras continue la intervención
Monitoreo de puntos de agua subterránea en un radio de 2 km a la redonda de los pozos inyectores	X = (Número de puntos de agua subterránea ubicados en un radio de 2 km a la redonda de los pozos inyectores con monitoreos ejecutados / Número de puntos de agua subterráneos ubicados dentro de un buffer de 2 km respecto a los pozos inyectores) * 100	100%	Trimestral, mientras se desarrolle la actividad de inyección.

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Tendencia de la calidad del agua subterránea en los puntos hidrogeológicos ubicados en un radio de 2 km alrededor de la actividad de inyección	$\Delta PC\ Inyección_{ni} = ((PCm_{ni} - PClb_{ni}) / PClb_{ni})$ Donde, $\Delta PC\ Inyección_{ni}$: Variación del parámetro de calidad n en la época i, asociado a la actividad de inyección. PCm_{ni}: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en el periodo de reporte para la época i. $PClb_{ni}$: Resultado del parámetro de calidad n monitoreado en la línea base para la época i. i: Época seca y húmeda. n: Parámetro de calidad clave.	≤1	Trimestral, mientras se desarrolle la actividad de inyección.

Localización de los sitios y parámetros de monitoreo

Para el seguimiento a la tendencia de la calidad de las aguas subterráneas por la ejecución de actividades como la captación de agua subterránea e inyección o por la cercanía a áreas de intervención del proyecto, se establecen las siguientes características de monitoreo:

Los monitoreos se realizarán a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, tanto para la toma de la muestra, como para el análisis de los parámetros monitoreados. Dichos laboratorios, contarán con las técnicas de medición que cuenten con los límites de detección de los diferentes parámetros que permitan verificar el cumplimiento normativo de los mismos. En caso de que no existan laboratorios nacionales acreditados para el análisis de algún(os) parámetro(s), los laboratorios acreditados por el IDEAM podrán enviar la muestra a un laboratorio internacional acreditado en su país de origen o por un estándar internacional, mientras se surte el proceso de acreditación en los laboratorios nacionales, se presentarán los soportes de la acreditación de todos los laboratorios empleados para la realización de los monitoreos del proyecto.

Todos los soportes (actas, registros fotográficos, planillas, informes, certificaciones, permisos, etc), que permitan dar soporte al cumplimiento de las medidas de seguimiento y monitoreo se presentarán en los Informes de Cumplimiento Ambiental – ICA.

La ubicación de los diferentes puntos de monitoreo asociados a las actividades del proyecto que impliquen la intervención del recurso hídrico subterráneo será presentada en los respectivos PMAE, dado que la localización final de los pozos captadores e inyectores, así como de las áreas de intervención, se definirá con base en los resultados de la zonificación de manejo y las necesidades operativas del proyecto, garantizando en todo caso que estos se encuentren dentro del polígono definido como área de intervención para el proyecto.

Procedimiento empleado para la medición

- **Análisis de calidad de agua de los pozos de captación de aguas subterráneas**

Durante la actividad de captación, se realizará un monitoreo de forma anual en cada uno de los pozos de captación de agua subterránea, garantizando que se monitoreen como mínimo los parámetros que se presentan en la **Tabla 8.2-5.**

Tabla 8.2-5 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a monitorear en los pozos de captación de agua subterránea

TIPO	PARÁMETROS	UNIDAD
Fisicoquímicas	Temperatura	°C
	pH	Unidad
	Conductividad Eléctrica	µS/cm
	Sólidos totales	UPC

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA				
INDICADOR	**FÓRMULA**		**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
		Sólidos Totales Disueltos	mg/l	
		Turbidez	mg/l	
		Potencial redox	mV	
		Alcalinidad	mg/l	
		Acidez	mg/l	
		Dureza total	mg/l	
		Oxígeno disuelto	mg/l	
		Sodio	mg/l	
		Potasio	mg/l	
		Magnesio	mg/l	
		Calcio	mg/l	
		Hierro total	mg/l	
		Sulfatos	mg/l	
		Cloruros	mg/l	
		Nitritos	mg/l	
		Nitratos	mg/l	
		Nitrógeno amoniacal	mg/l	
		Carbonatos	mg/l	
		Bicarbonatos	mg/l	
		Fosfatos	mg/l	
		Arsénico	mg/l	
	Microbiológicas	Coliformes totales	NMP/100 ml	
		Coliformes fecales	NMP/100 ml	
		E-coli	NMP/100 ml	
		Huevos de helmintos	Huevos/L	

Parámetros establecidos en los Términos de referencia de proyectos de explotación de hidrocarburos, Hi-TER-1-03 (2010) y en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (2008).

- **Análisis de calidad de agua de los puntos de agua subterránea en el búfer de las áreas intervenidas**

Se realizará un monitoreo al año en los puntos de agua subterránea ubicados dentro del búfer asociado a las áreas a intervenir, garantizando que se monitoreen como mínimo los parámetros que se presentan en la Tabla 8.2-5, los mismos parámetros monitoreados en los pozos captadores. Estos parámetros se presentan en los Términos de referencia de proyectos de explotación de hidrocarburos, Hi-TER-1-03 (2010) y en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (2008).

- **Análisis de calidad de agua de los puntos de agua subterránea asociados a la actividad de inyección**

Con el fin de hacer seguimiento a posibles afectaciones al agua subterránea por la operación de los pozos inyectores, se hará monitoreo anual en los puntos hidrogeológicos ubicados a 2 km a la redonda de cada pozo inyector y, en caso de no existir pozos en el radio de 2 km se deberá monitorear por lo menos los dos (2) pozos profundos más cercanos al pozo inyector además de otro(s) seleccionados dentro del área de influencia analizada con una modelación de las condiciones hidrogeológicas del área**.** Los monitoreos deberán considerar los parámetros que se presentan en la **Tabla 8.2-6.**

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**

Tabla 8.2-6 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a monitorear en puntos de agua subterránea asociados a los pozos inyectores

Parámetro	Unidad	Parámetro	Unidad
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$	RAS	meq/L
Conductividad Eléctrica	µS/cm	Porcentaje de sodio intercambiable	%
Arsénico	mg/L	Nitritos	mg/L
Aluminio	mg/L	Nitratos	mg/L
Bario	mg/L	Materiales flotantes	mg/L
Berilio	mg/L	Oxígeno Disuelto	mg/L
Boro	mg/L	Sólidos suspendidos	mg/L
Cadmio	mg/L	Sólidos totales	mg/L
Cloruros	mg/L	Temperatura	°C
Cobalto	mg/L	Dureza total	mg/L $CaCO_3$
Cromo	mg/L	Turbiedad	NTU
Hierro	mg/L	pH	Unidad
Níquel	mg/L	Coliformes Fecales	NMP/100 mL
Manganeso	mg/L	Coliformes Totales	NMP/100 mL
Molibdeno	mg/L	E-Coli	NMP/100 mL
Litio	mg/L	DBO_5	mg/L
Plomo	mg/L	DQO	mg/L
Selenio	mg/L	Hidrocarburos totales	mg/L
Sodio	mg/L	Grasas y aceites	mg/L
Vanadio	mg/L	Fenoles	mg/L
Zinc	mg/L		

Parámetros establecidos en los Términos de referencia de proyectos de explotación de hidrocarburos, Hi-TER-1-03 (2010)

El monitoreo de seguimiento se hará antes de iniciar el proceso de inyección, durante la actividad y un año después de haber terminado la inyección, sin que se haya observado cambios significativos en la calidad del agua derivados del desarrollo de esta actividad.

Criterios de análisis e interpretación

Para el análisis de la tendencia de la calidad de las aguas subterráneas, asociado a las actividades de captación de agua subterránea e inyección, y en los puntos de agua subterránea cercanos a las áreas a intervenir.

Calcular y presentar en los ICA el valor del error analítico (%) a partir de la sumatoria de aniones y cationes, los cuales deberán ser inferiores a ±10%.

Se realizará un análisis hidrogeoquímico empleando métodos gráficos de Piper y Stiff con el fin de mostrar sus características hidrogeoquímicas y los posibles cambios respecto a la línea base.

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Se graficarán resultados de los parámetros monitoreados a lo largo del tiempo. Las tendencias observadas serán analizadas en relación con el periodo climático en el cual se realizó el monitoreo y se compararan respecto a los resultados obtenidos en el primer monitoreo realizado como caracterización antes de iniciar el proyecto, con el fin de detectar variaciones anómalas, que puedan dar indicio de alguna posible afectación sobre la calidad del recurso hídrico subterráneo como consecuencia de las actividades del proyecto.			
Personal requerido			
• Gestor Ambiental • Laboratorios acreditados por el IDEAM • Técnicos de campo capacitados para la recolección de las muestras de agua subterránea			

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE ATMOSFÉRICO			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Monitoreos de fuentes fijas	X= (Numero de monitoreos de fuentes fijas cuyos resultados cumplen con lo estipulado en la res 909 de 2008/ Número de monitoreos de fuentes fijas realizados) *100	100	Según UCA, sección 3.2 del PCVFF
Monitoreo de Calidad del aire	X= (Numero de monitoreos de fuentes fijas realizados/ Número de monitoreos de fuentes fijas programados) *100	100	
Monitoreo de ruido	X= (Número de fuentes fijas o ductos que cumplen con la altura mínima requerida/Número total de fuentes fijas o ductos instaladas) *100	100	
Monitoreo de Calidad del aire	X = (Número de monitoreos de calidad del aire realizados / Número de monitoreos de calidad del aire programados) * 100	100	Periodicidad según: 1. Requerimiento de la autoridad ambiental. 2. Etapas específicas del proyecto según necesidades asociadas a PMA específicos. La duración será definida según periodo climático, conforme a lo establecido en el manual de diseño y operación del protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, reglamentado por las resoluciones 650 y 2154 de 2010

Localización de los sitios y parámetros de monitoreo

1. **Análisis a las emisiones atmosféricas por fuentes fijas:**

Realizar monitoreo al 100% de las fuentes fijas, de acuerdo con los métodos y procedimientos definidos en el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosféricas Generadas por Fuentes Fijas y cumpliendo los estándares de emisión admisibles de contaminantes establecidos por la Resolución 909 de 2008 o las normas que los modifiquen, adicionen o sustituyan, las fuentes fijas incluidas en la **Tabla 8.2-7** no presentan ubicación ya que como se ha mencionado el proyecto se desarrolla de acuerdo a la zonificación y la ubicación especifica de las fuentes se tendrá en los PMAs específicos..

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**

Tabla 8.2-7 Ubicación de las fuentes fijas

PROCESO	FUENTE FIJA
Operación Plataforma: Taladros	Generador 1
	Generador 2
	Generador 3
Operación Plataforma1	Quemador 1 Separador Trifásico
	Quemador 2 Separador Trifásico
	Quemador 3 Separador Trifásico
	Generador apoyo 1
	Generador apoyo 2
Operación CPF	Quemador 1 Separador Trifásico
	Quemador 2 Separador Trifásico
	Quemador 3 Separador Trifásico
	Quemador 4 Separador Trifásico
	Caldera
Operación de Facilidad Satélite2	Quemador 1 Separador Trifásico
	Quemador 2 Separador Trifásico
	Quemador 3 Separador Trifásico

Los parámetros para monitorear para los equipos de generación de energía eléctrica deberán ser evaluados conforme a lo indicado en la tabla 3 de la Resolución 909 de 2008 y las modificaciones introducidas por la resolución 1309 de 2010 :

> ***Parágrafo Quinto:*** *Los equipos de generación eléctrica impulsados por motores de combustión interna con capacidad igual o superior a 1 MW deben cumplir un límite de emisión admisible para MP de 50 mg/m^3, para SO_2 de 400 mg/m^3 y para NOx de 1800 mg/m^3 a condiciones de referencia y con oxígeno de referencia del 15%.*

Por otra parte, para los equipos de combustión externa como quemadores y calderas, serán evaluados conforme lo establecido en el artículo 8 de la resolución 909 de 2008, “Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa nuevos, a condiciones de referencia (25 ºC, 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 11%”.

1 Las fuentes descritas en esta sección corresponden a una sola plataforma, considerando que, durante la vida útil del proyecto, el número total de plataformas podrá variar hasta alcanzar un máximo de quince (15) en construcción y operación, según las necesidades que se definan durante la ejecución.
2 Las fuentes descritas para las facilidades satélite representan únicamente una instalación, teniendo en cuenta que el proyecto podría desarrollar hasta tres (3) facilidades satélite en total, cuya implementación dependerá de los requerimientos que se identifiquen en el transcurso del proyecto.

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**

Tabla 8.2-8 Estándares de emisión admisibles para equipos de combustión externa existentes a condiciones de referencia (25 ºC, 760 mm Hg) con oxígeno de referencia del 11%

Combustible	Estándares de emisión admisibles de contaminantes (mg/m^3)		
	Material Particulado (MP)	Dióxido de Azufre (SO_2)	Óxidos de Nitrógeno (NOx)
Sólido	50	500	350
Líquido	50	500	350
Gaseoso	N/A	N/A	350

Fuente: Resolución 909 de 2008

La determinación de la frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas se deberá realizar mediante el uso de las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA), aplicable para todas las actividades industriales. Esta metodología consiste en la determinación de las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA) para cada uno de los contaminantes a medir en una fuente fija, de acuerdo con lo establecido en el numeral 3.2 del Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosféricas Generadas por Fuentes Fijas.

Tabla 8.2-9 Frecuencia de monitoreo contaminantes de acuerdo con la Unidad de Contaminación Atmosférica

UCA	GRADO DE SIGNIFICANCIA DEL APORTE CONTAMINANTE	FRECUENCIA DE MONITOREO (AÑOS)
≤ 0.25	Muy bajo	3
> 0.25 y ≤ 0.5	Bajo	2
> 0.5 y ≤ 1.0	Medio	1
> 1.0 y ≤ 2.0	Alto	½ (6 meses)
> 2.0	Muy alto	¼ (3 meses)

Fuente: Resolución 909 de 2008

2. Análisis a la Calidad del aire:

Las estaciones de monitoreo de calidad del aire que conformarán el/los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire Industrial (SVCAI), deberán ubicarse considerando la operación de las fuentes del proyecto, sus distintas etapas de ejecución y el avance de las estrategias de desarrollo. Los objetivos y metodología específica del diseño del SVCAI debe cumplir con lo establecido en el Protocolo para el seguimiento y monitoreo de calidad del aire (numeral 5.7.2. del Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire).

Tabla 8.2-10 Descripción SVCAI Indicativo

NOMBRE DE LA ESTACION	PARAMETRO	OBSERVACIONES

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Tecnología de medición	Activo Automático	Según los tiempos de exposición que establece la Res. 2254 de 2017 para cada parámetro a medir.	
Tiempo de monitoreo	Mínimo 18 muestras* (1 muestra = 24 h de medición continua)	Si al analizar los resultados de las primeras 15 muestras se obtiene un promedio igual o mayor al 80% del valor de la norma anual de calidad del aire o nivel de inmisión, se deberá prolongar el monitoreo hasta completar 24 muestras.	
Periodicidad del monitoreo	Mínimo anual	Podrá realizarse con mayor frecuencia si así lo requieren las obligaciones de la Autoridad en los actos administrativos.	
Parámetros a medir	Se definirán los contaminantes de acuerdo con el proceso industrial. Mínimo material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$)	Serán definidos otros contaminantes que no sean de referencia de acuerdo con el inventario de emisiones, la campaña de monitoreo o los resultados del modelo de dispersión. Definidos así mismo en la Res. 2254 de 2017.	
Número de estaciones**	Debe contemplar como mínimo una estación de fondo y una estación vientos debajo de la fuente o fuentes de emisión.	Se deberá justificar técnica y normativamente la distribución propuesta.	
Tipo de estaciones	Fondo Fondo Urbana Indicativas EPE (Estación de Propósito Especial)	Las EPE estarán dadas por algún objetivo específico de la Autoridad Ambiental competente, debidamente justificado en los actos administrativos.	
Ubicación estaciones	De acuerdo con el diseño especifico descrito en el diseño detallado.		
Periodicidad del muestreo	Diario o día de por medio (este último aplica para equipos activos)	El muestreo será diario si se hace en época seca, de lo contrario deberá realizarse día de por medio.	
Instrumentos meteorológicos	Pluviómetro automático Estaciones meteorológicas automáticas portátiles (Tipo I).	Se debe medir las variables meteorológicas definas en la MGEPEA-2018, TdR o aquellos impuestos por la Autoridad en los actos administrativos.	

Fuente: Adaptado de la Tabla 20 del Protocolo para el seguimiento y monitoreo de calidad del aire

La cantidad de datos necesarios para este tipo de sistemas se presentan en el Anexo 3 y 4 del manual de Diseño de SVCA.
** De acuerdo con criterios adaptados del CFR40

Tabla 8.2-11 Ubicación de las estaciones de monitoreo del SVCAI

NOMBRE DE LA ESTACION	ID	MUNICIPIO	VEREDA	SVCA	Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional*	
					Este	Norte
CA_1	CA_1	Acacías	San Cayetano	Indicativo	4930252,25	1993232,02
CA_2	CA_2	Acacías	Patio Bonito	Indicativo	4937189,60	1987709,86
CA_3	CA_3	Acacías	Quebraditas	Indicativo	1995438,70	4943502,96

* Los SVCAI Fijos deberán dar cumplimiento con lo establecido en el Artículo 25 de la Resolución 2254 de 2017.

Los contaminantes o parámetros para monitorear en las estaciones de calidad del aire deberán corresponder a aquellos emitidos por las fuentes del proyecto y que cuenten con niveles máximos permisibles, de acuerdo con el tiempo de exposición definido en la Resolución 2254 de 2017.

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**

Tabla 8.2-12 Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE (µg/m^3)	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE A 2030 (µg/m^3)*	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PM_{10}	50	30	Anual
	100	100**	24 horas
$PM_{2.5}$	25	15	Anual
	50	50**	24 horas
SO_2	50	20	24 horas
	100	100**	1 hora
NO_2	60	40	Anual
	200	200**	1 hora
O_3	100	100**	8 horas
CO	5000	5000**	8 horas
	35000	35000**	1 hora

Fuente: Tabla 1 de la Resolución 2254 de 2017

* Artículo 3 de la Resolución 2254 de 2017. Lo dispuesto en el parágrafo 1 y 2 del artículo 2 será aplicable al presente artículo.
** Parágrafo del Artículo 3 de la Resolución 2254 de 2017. Para los contaminantes y tiempos de exposición que no se encuentren en la Tabla No. 2 se mantendrán los establecidos en la Tabla No. 1 de la presente resolución.

Cumplir con lo establecido en el parágrafo 1 y 2 del artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017:

Parágrafo 1: *A partir del 1 de julio de 2018, los niveles máximos permisibles de PM_{10} y $PM_{2.5}$ para un tiempo de exposición 24 horas serán de 75 µg/m^3 y 37 µg/m^3 respectivamente.*

Parágrafo 2: *Para verificar el cumplimiento de los niveles máximos permisibles establecidos en la Tabla 1, la concentración de los contaminantes del aire deberá evaluarse por cada punto de monitoreo. El promedio de concentraciones de diferentes puntos de monitoreo no será valido para evaluar el cumplimiento de dichos niveles.*

3. **Análisis a los niveles de presión sonora:**

Ruido ambiental:

Los puntos de monitoreo serán determinados y localizados según lo establecido en el el Anexo 3- Capítulo 3 “Procedimiento para determinación del número de puntos y de los tiempos de medición para ruido ambiental”, consignado en la resolución 627 de 2006

Emisión de Ruido:

Los puntos de monitoreo serán determinados y localizados según lo establecido en el Anexo 3- Capítulo 1 “Procedimiento de medición para emisiones de ruido”, consignado en la resolución 627 de 2006

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Procedimiento empleado para la medición			
1. Análisis a las emisiones atmosféricas por fuentes fijas: Para el desarrollo de la medición directa de los contaminantes emitidos por cada fuente fija, se deberán adoptar los métodos de muestreo y análisis establecidos en el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas, teniendo en cuenta las características físicas y operativas de la fuente, así como las condiciones del ducto o chimenea de descarga. Dicho protocolo remite a los métodos promulgados en el *Código Federal de Regulaciones* (CFR) de los Estados Unidos, conforme a lo establecido en la Tabla 1 (Métodos para la evaluación de emisiones contaminantes) y en la Tabla 2 (Matriz de análisis de contaminantes), que indican los procedimientos aplicables según el tipo de contaminante y las condiciones de emisión. Las mediciones directas de cada fuente individual deberán cumplir lo establecido en el artículo 74 de la Res. 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya. **2. Análisis a la Calidad del aire:** Para el análisis de la calidad del aire se deberán emplear los métodos de referencia o métodos equivalentes establecidos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), conforme a lo señalado en el numeral 6.5.1 del Manual de Diseño de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire. Estos métodos deben garantizar trazabilidad metrológica, estar alineados con normas como la NTC-ISO/IEC 17025, y asegurar una cobertura mínima del 75 % de datos válidos por contaminante y período. Las mediciones deberán cumplir con lo establecido en el parágrafo 2 del artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, o la norma que lo adicione, modifique o sustituya. **3. Análisis a los niveles de presión sonora y emisión de ruido:** El análisis de los niveles de presión sonora y emisión de ruido deberá realizarse conforme a los lineamientos técnicos establecidos en la Resolución 627 de 2006 o la norma que la adicione, modifique o sustituya. Las mediciones deben llevarse a cabo utilizando sonómetros o analizadores integradores de clase 1, calibrados conforme a la ISO 1996, IEC 61672-1 y NTC-ISO/IEC 17025, que garanticen trazabilidad metrológica. Las mediciones deberán cumplir con lo establecido en el parágrafo 2 del artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, o la norma que lo adicione, modifique o sustituya.			
Criterios de análisis e interpretación			
1. Análisis a las emisiones atmosféricas por fuentes fijas: Para el análisis de la calidad del medio por emisiones atmosféricas, se realizará la comparación de los resultados obtenidos con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 909 de 2008, teniendo en cuenta el tipo de contaminante, la clasificación de la actividad industrial (nueva o existente) y las condiciones de referencia normativas. Por su parte, la tendencia del medio se evaluará mediante el análisis de la evolución histórica de las emisiones generadas por cada fuente fija, comparando los valores reportados en la línea base con las concentraciones registradas en los diferentes monitoreos realizados y presentados en los Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA). **2. Análisis a la Calidad del aire:**			

DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DEL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA			
INDICADOR	**FÓRMULA**	**CALIFICACIÓN**	**PERIODICIDAD Y DURACIÓN DE MEDICIÓN**
Para el análisis e interpretación de los resultados, se tomarán como referencia los valores máximos establecidos en el Artículo 2 de la Resolución 2254 de 2017. No obstante, dado que la ventana de tiempo proyectada para la ejecución del proyecto supera el año 2030, también se tendrán en cuenta los límites establecidos en el Artículo 3 de la misma resolución, los cuales entrarán en vigencia a partir de dicho año. Adicionalmente, con el fin de fortalecer la interpretación de los resultados, se utilizará el Índice de Calidad del Aire (ICA) definido en el Capítulo 4 de la Resolución 2254 de 2017, permitiendo una evaluación integral del comportamiento de los contaminantes y de la calidad del aire en el área de influencia. **3. Análisis a los niveles de presión sonora:** Para el análisis de los niveles de presión sonora asociados al proyecto, se llevarán a cabo diversas evaluaciones encaminadas a caracterizar el comportamiento acústico del área de influencia y determinar la incidencia de las actividades proyectadas. En primera instancia, se realizará un análisis de comparación frente a los límites permisibles establecidos en la Resolución 0627 de 2006, considerando las categorías de zonificación acústica y los periodos diurno y nocturno. Este contraste permitirá identificar posibles excedencias normativas y establecer la necesidad de implementar medidas de manejo o ajustes operativos. Adicionalmente, se desarrollarán análisis de series históricas con el fin de evaluar la tendencia del medio acústico a lo largo de las diferentes fases del proyecto. Este análisis permitirá identificar patrones de incremento, estabilidad o disminución en los niveles de presión sonora, considerando tanto las condiciones de línea base como los escenarios futuros. Finalmente, cuando se realicen monitoreos simultáneos de emisión de ruido (proveniente de las fuentes del proyecto) y ruido ambiental, se efectuará un análisis de correlación que permita establecer la relación entre ambos componentes.			
Personal requerido			
• Gestor ambiental • Laboratorios acreditados por el IDEAM			