VERSIÓN (V)	FECHA (DD/MM/AAAA)	ELABORADO POR:	REVISÓ (Re)	VALIDÓ (Va)
03	27/10/2026	Anderson Laverde Luz Elvia Castro Juan Felipe Villa Hoyos	Luisa Carmona	Orlando Romero Diana María Gonzales Álvaro Fernando Martínez

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL TÍTULO MINERO 11387

CAPÍTULO 10 - PLANES Y PROGRAMAS
PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

FORMATO	CÓDIGO DOCUMENTO
A4	2582_EA_D021_V01

TRAZABILIDAD DE VERSIONES

VERSIÓN (V)	FECHA (dd/mm/aaaa)	REVISÓ (Re)	VERIFICÓ (Ve)	VALIDÓ (Va)	DESCRIPCIÓN DE CAMBIO
01	19/12/2025	Luisa Carmona	Luisa María Carmona Gómez	Orlando Romero Diana María González Álvaro Fernando Martínez	Documento inicial
02	26/01/2026	Luisa Carmona	Luisa María Carmona Gómez	Orlando Romero Diana María González Álvaro Fernando Martínez	Ajustes ha comentarios realizados por el cliente
03	27/10/2026	Luisa Carmona	Luisa María Carmona Gómez	Orlando Romero Diana María González Álvaro Fernando Martínez	Documento ajustado por el rediseño del proyecto

TABLA DE CONTENIDO

pág.

10 PLANES Y PROGRAMAS 1
10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 1
10.1.2 Plan de Seguimiento y Monitoreo 1
10.1.2.1 Medio abiótico 2

LISTADO DE TABLAS

pág.

Tabla 10.1 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico 48
Tabla 10.2 Sitios de monitoreo de calidad de aire 50
Tabla 10.3 Puntos monitoreo de ruido ambiental 52
Tabla 10.4 Coordenadas puntos de monitoreo de vibraciones planteadas 54
Tabla 10.5 Localización de los inclinómetros 60
Tabla 10.6 Identificación y georreferenciación de los puntos de monitoreo calidad del agua 64

10 PLANES Y PROGRAMAS

10.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Se presentan a continuación los programas de manejo ambiental que buscan atender los impactos ambientales identificados para el proyecto en cada una de las etapas o fases y los cuales, de acuerdo con los resultados de la evaluación ambiental, se consideran significativos y requieren medidas de manejo para su atención.

Las fichas de manejo ambiental y de seguimiento y monitoreo se basaron en lo estipulado por los términos de referencia para la elaboración de EIA de proyectos de explotación minera del 2016.

10.1.2 Plan de Seguimiento y Monitoreo

En este capítulo, se proponen los programas para verificar la eficacia de la ejecución de las medidas propuestas en el plan de manejo y la evolución de los impactos de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico identificados para el proyecto minero suscrito al Título Minero 11387.

10.1.2.1 Medio abiótico

10.1.2.1.1 Seguimiento y monitoreo a los planes y programas

10.1.2.1.1.1 Seguimiento y monitoreo CEI_03 Alteración de la concentración de contaminantes criterio y/o sustancias tóxicas en el aire

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_03_1	Plan de riego y limpieza para vías mineras				
META	• Garantizar en un 70% la humectación de las longitudes de las vías internas del título minero • Garantizar el barrido del 85% de la vía pavimentada al ingreso de la operación				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{\text{No. de viajes realizados al día para riego de vias}}{\text{No. de viajes programados diario para riego de vias}} \times 100$		70% ≥ Cumple	Mensual	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de humectación programadas para las vías mineras, mediante el seguimiento de los viajes de riego ejecutados,	Registros de riego de vías, programación de viajes, reportes de operación de carrotanques e informes de seguimiento ambiental.
$\frac{\text{No. de limpiezas ejecutadas en la vía}}{\text{No. de limpiezas programadas para la vía}} \times 100$		85% ≥ Cumple	Mensual	Permite evaluar el cumplimiento de las actividades de limpieza programadas para las vías pavimentadas	Cronogramas de limpieza, registros de actividades ejecutadas, informes de mantenimiento y limpieza de vías,

				listas de chequeo y registros fotográficos.
Concentración $PM10_{año\ i}$ ≤ Límite máximo permisible Articulo 2. Resolución 2254 de 2017	PM10 ≤ 50 mg/L Alta efectividad PM10 > 50 mg/L Baja efectividad	Anual	Permite evaluar las condiciones de calidad del aire en relación con las concentraciones de material particulado PM_{10} y $PM_{2.5}$,	Informes de monitoreo de calidad del aire, resultados de concentración de PM_{10} y $PM_{2.5}$, bases de datos de monitoreo y reportes de comparación con los límites normativos aplicables.
Concentración $PM2{,}5_{año\ i}$ ≤ Límite máximo permisible Articulo 2. Resolución 2254 de 2017	PM2,5 ≤ 25 mg/L Alta efectividad PM2,5 > 25 mg/L Baja efectividad	Anual		

ACCIONES A DESARROLLAR

- Verificar que se realice la humectación de las vías internas mediante carrotanques o equipos destinados para tal fin, de acuerdo con las condiciones meteorológicas y operativas que favorezcan la mitigación de material particulado.
- Garantizar que se prioricen las actividades de riego en los tramos de mayor tránsito de vehículos y maquinaria, especialmente durante períodos secos y cuando se identifique presencia de polvo por resuspensión.
- Verificar que se ejecuten las actividades de barrido y limpieza de las vías pavimentadas de ingreso a la operación, retirando el material particulado y los sedimentos acumulados sobre la superficie de rodadura.
- Llevar registros diarios de los viajes realizados para la humectación de vías, identificando las fechas, los recorridos efectuados y las actividades ejecutadas.
- Registrar las jornadas de limpieza de las vías pavimentadas y verificar el cumplimiento de las actividades programadas.
- Realizar el seguimiento de las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ mediante los monitoreos de calidad del aire establecidos para el proyecto, comparando los resultados con los niveles máximos permisibles de la normativa ambiental aplicable.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_03_2	Establecimiento límite de velocidad
META	• Instalar el 95% de las señales propuestas de límites de velocidad en la vía interna del proyecto.

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA	JUSTIFICACIÓN	FUENTE DE

		DE MEDICIÓN	REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	VERIFICACIÓN
$\frac{\text{No. de señales de control de velocidad instaladas}}{\text{No. de señales de control de velocidad propuestas}} \times 100$	95% ≥ Cumple	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de la instalación de señales de control de velocidad en las vías internas del proyecto, mediante la comparación de las señales instaladas frente a las propuestas	Inventario de señales de control de velocidad instaladas, informes de inspección y seguimiento, actas de instalación y registros fotográficos

ACCIONES A DESARROLLAR

- Identificar los tramos de las vías internas del proyecto que requieren señalización de límites de velocidad, considerando las condiciones de circulación y las características operativas de las vías mineras.
- Verificar la Instalación de las señales de control de velocidad en los sitios definidos.
- Verificar que las señales instaladas presenten condiciones adecuadas de ubicación, visibilidad, legibilidad y conservación, de manera que permitan informar oportunamente a los conductores sobre los límites de velocidad establecidos.
- Garantizar que se realicen inspecciones periódicas para identificar señales deterioradas, obstruidas, desplazadas o faltantes que requieran mantenimiento o reposición.
- Verificar que se lleven a cabo las actividades de mantenimiento, reparación o reposición de la señalización cuando se identifiquen condiciones que comprometan su funcionalidad.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_03_3	Mantenimiento de vehículos, maquinaria amarilla y equipos
META	• Realizar el control y mantenimiento preventivo del 95% de los equipos, maquinaria y vehículos

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN

$\frac{\text{No. de mantenimientos preventivos realizados}}{\text{No. de mantenimientos preventivos programados}} \times 100$	95% ≥ Cumple	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo programadas para vehículos, maquinaria y equipos	Cronogramas de mantenimiento preventivo, órdenes de trabajo, registros de mantenimiento ejecutado, hojas de vida de vehículos y equipos e informes de seguimiento.
$\frac{\text{No. de vehículos con certificado técnico} - \text{mecánica vigente}}{\text{No. de vehículos que requieren certificado técnico} - \text{mecánica}} \times 100$	100% ≥ Cumple	Mensual	Permite verificar el cumplimiento de los requisitos de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes aplicables a los vehículos del proyecto	Certificados de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes vigentes, inventario de vehículos, registros de control documental
$\frac{\text{No. de vehículos inspeccionados si nanomalia asociadas a emisiones}}{\text{No. total de vehículos inspeccionados}} \times 100$	95% ≥ Alta efectividad 50% ≥ Moderada efectividad < 95% 50% < Baja efectividad	Trimestral	Permite evaluar las condiciones operativas de los vehículos mediante la identificación de anomalías asociadas a emisiones atmosféricas	Formatos de inspección preoperacional, listas de chequeo de vehículos, reportes de anomalías, registros de mantenimiento

				correctivo e informes de seguimiento ambiental.

ACCIONES A DESARROLLAR

- Verificar que se implementen y ejecute el programa de mantenimiento preventivo de los vehículos, maquinaria amarilla y equipos utilizados en las actividades del proyecto, de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, las horas de operación y los cronogramas establecidos.
- Garantizar que se realicen las inspecciones preoperacionales para verificar las condiciones mecánicas y de funcionamiento de los vehículos, maquinaria y equipos, identificando posibles anomalías asociadas a las emisiones atmosféricas.
- Verificar que los vehículos que se encuentren sujetos a la obligación de revisión técnico-mecánica y de emisiones contaminantes cuenten con los certificados vigentes, de acuerdo con la normativa aplicable.
- Realizar el seguimiento a las actividades de mantenimiento correctivo cuando se identifiquen fallas mecánicas, emisiones visibles anormales o condiciones de funcionamiento que puedan incrementar la generación de contaminantes atmosféricos.
- Asegurar un registro actualizado de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados, incluyendo fechas de ejecución, actividades desarrolladas y equipos intervenidos.
- Garantizar por que se mantenga actualizado el inventario de vehículos, maquinaria y equipos, así como los registros de inspección preoperacional y los soportes de cumplimiento de las revisiones técnico-mecánicas aplicables.
- Consolidar periódicamente los resultados de las inspecciones y mantenimientos, con el fin de verificar el cumplimiento de los indicadores y determinar las necesidades de intervención de los vehículos y equipos.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_03_4	Manejo del frente de explotación y áreas para la disposición de estériles
META	• Realizar el 95% de actividades propuesta para manejo de contaminantes criterio y/o sustancias tóxicas en los frentes de explotación y áreas para la disposición de estériles

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
(N.º de vehículos inspeccionados que cumplen las condiciones de transporte de materiales / N.º total de vehículos inspeccionados) × 100	≥ 95 %	Mensual	Permite verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas para el transporte de materiales provenientes de	Formatos de inspección de vehículos, listas de chequeo de condiciones de

			los frentes de explotación y áreas de disposición de estériles	transporte, informes de seguimiento ambiental y registros fotográficos.
(N.º de vehículos inspeccionados sin evidencia de pérdida o dispersión de material / N.º total de vehículos inspeccionados durante el transporte) × 100	95% ≥ Alta efectividad 50% ≥ Moderada efectividad < 95% 50% < Baja efectividad	Mensual	Permite evaluar la efectividad de las medidas implementadas para prevenir la pérdida y dispersión de materiales durante el transporte	Registros de inspección de vehículos, reportes de novedades durante el transporte, informes de seguimiento ambiental y registros fotográficos.
(N.º de sitios de acopio con medidas de manejo implementadas / N.º total de sitios de acopio activos que requieren medidas) × 100	100%	Mensual	Permite verificar la implementación de las medidas de manejo ambiental previstas en los sitios de acopio de materiales, mediante la identificación de las áreas que cuentan con controles para prevenir la dispersión de material particulado y el arrastre de sedimentos hacia sectores aledaños	Inventario de sitios de acopio activos, listas de chequeo de medidas de manejo implementadas, informes ambientales y registros fotográficos.
(N.º de sitios de acopio inspeccionados sin evidencia de	95% ≥ Alta efectividad	Mensual	Permite evaluar la	Informes de

dispersión de material o arrastre de sedimentos fuera de las áreas de manejo / N.º total de sitios de acopio inspeccionados) × 100	50% ≥ Moderada efectividad < 95% 50% < Baja efectividad		efectividad de las medidas de control implementadas en los sitios de acopio, mediante la verificación de la ausencia de dispersión de materiales y arrastre de sedimentos hacia áreas externas	inspección de sitios de acopio, listas de chequeo, reportes de eventos de dispersión o arrastre de sedimentos, registros de acciones correctivas y fotografías
ACCIONES A DESARROLLAR				
• Garantizar que se realice las inspecciones periódicas a los vehículos destinados al transporte de materiales provenientes de los frentes de explotación y áreas de disposición de estériles, verificando las condiciones de cargue, capacidad y aseguramiento de los materiales transportados. • Garantizar que se implemente y verifique las medidas de control necesarias para prevenir la pérdida o dispersión de materiales durante el transporte, incluyendo el uso de sistemas de cobertura o contención de la carga cuando corresponda. • Inspeccionar las vías utilizadas para el transporte de materiales, identificando posibles derrames o acumulaciones de material que requieran actividades de limpieza. • Verificar la implementación de medidas de manejo ambiental en los sitios de acopio activos, orientadas al control de la dispersión de material particulado y al arrastre de sedimentos por escorrentía. • Realizar inspecciones periódicas a los sitios de acopio, verificando las condiciones de almacenamiento de materiales, la presencia de emisiones fugitivas y la existencia de procesos de arrastre de sedimentos hacia áreas externas. • Garantizar que se ejecuten acciones preventivas o correctivas cuando se identifiquen pérdidas de material durante el transporte, dispersión de partículas o arrastre de sedimentos fuera de las áreas destinadas para su manejo. • Llevar registros de las inspecciones realizadas a vehículos y sitios de acopio, las medidas implementadas, las novedades identificadas y las acciones correctivas ejecutadas, acompañados de los respectivos soportes fotográficos.				

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

10.1.2.1.1.2 Seguimiento y monitoreo CEI_05 Alteración en los niveles de presión sonora en la atmósfera

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_05_1	Capacitación y sensibilización del personal vinculado al proyecto				
META	• Capacitar al 80% del personal en el uso adecuado de pitos, sirenas y alarmas				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{No.\,de\ capacitaciones\ desarrolladas}{No.\,de\ capacitaciones\ programadas} \times 100$		80% ≥ Cumple	Anual	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de capacitación y sensibilización programadas para promover el uso adecuado de pitos, sirenas y alarmas	Cronogramas de capacitación, registros de asistencia, actas de capacitación, material de apoyo utilizado e informes de seguimiento.
$\frac{No.\,de\ eventos\ evaluativos\ en\ materia\ a\ la\ capacitación\ aprobados}{No.\,de\ eventos\ evaluativos\ desarrollados} \times 100$		75% ≥ Alta efectividad 25% ≥ Moderada efectividad < 75% 25% < Baja efectividad	Anual	Permite evaluar el nivel de apropiación de los conocimientos impartidos durante las capacitaciones, mediante la verificación de los resultados de las evaluaciones realizadas, contribuyendo a identificar necesidades de refuerzo en las prácticas relacionadas con el uso adecuado de dispositivos de	Formatos de evaluación de conocimientos, registros de resultados, informes de capacitación y soportes de actividades de refuerzo, cuando corresponda

			señalización acústica.	

ACCIONES A DESARROLLAR

- Asegurar que se desarrollen jornadas de capacitación y sensibilización dirigidas al personal vinculado al proyecto, enfocadas en el uso adecuado de pitos, sirenas y alarmas de los vehículos, maquinaria y equipos empleados durante las actividades mineras.
- Asegurar que se socialice las buenas prácticas operativas orientadas a prevenir la generación innecesaria de ruido, promoviendo el uso de dispositivos de señalización acústica únicamente cuando las condiciones operativas y de seguridad lo requieran.
- Informar al personal sobre la importancia del control de las emisiones sonoras y las medidas de manejo ambiental establecidas para prevenir la alteración de los niveles de presión sonora en el entorno del proyecto.
- Realizar evaluaciones de conocimientos al finalizar las actividades de capacitación, con el fin de verificar la comprensión de los temas tratados e identificar necesidades de refuerzo.
- Garantizar que se implementen actividades de retroalimentación y sensibilización complementarias cuando los resultados de las evaluaciones evidencien deficiencias en la apropiación de los conocimientos impartidos.
- Llevar registros de las capacitaciones desarrolladas, incluyendo fechas, temáticas, número de participantes, resultados de las evaluaciones y soportes de asistencia.
- Consolidar los resultados de las actividades de capacitación y evaluación para verificar el cumplimiento de los indicadores y determinar las necesidades de fortalecimiento de las acciones de sensibilización.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_05_2	Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos
META	• Desarrollar el 95% de los mantenimientos periódicos a la maquinaria y equipo

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{\text{No. de actividades de mantenimiento desarrolladas a maquinaría y equipos}}{\text{No. de actividades de mantenimiento programadas a maquinaría y equipos}} \times 100$	95% ≥ Cumple	Mensual	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo programadas para la maquinaria y equipos, contribuyendo a conservar sus	Cronogramas de mantenimiento preventivo, órdenes de trabajo, registros de mantenimiento ejecutado, hojas de vida de maquinaria y

			condiciones operativas y prevenir la generación de emisiones sonoras adicionales	equipos e informes de seguimiento.
$\frac{\text{No. de vehículos inspeccionados si nanomalia asociadas a emisión de ruido}}{\text{No. total de maquinaria y equipos inspeccionados}} \times 100$	95% ≥ Cumple	Mensual, con inspecciones preoperacionales.	Permite evaluar las condiciones de funcionamiento de la maquinaria y equipos mediante la identificación de anomalías mecánicas asociadas a la generación de ruido,	Formatos de inspección preoperacional, listas de chequeo de maquinaria y equipos, reportes de anomalías mecánicas, registros de mantenimiento correctivo e informes de seguimiento ambiental.

ACCIONES A DESARROLLAR

- Verificar la implementación y ejecución del programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos utilizados en las actividades del proyecto, de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, las horas de funcionamiento y los cronogramas establecidos.
- Garantizar que se realicen las inspecciones preoperacionales para verificar las condiciones mecánicas y de funcionamiento de la maquinaria y equipos, identificando posibles anomalías asociadas a la generación de emisiones sonoras.
- Verificar el estado de los componentes mecánicos y de los sistemas de control de ruido, incluyendo silenciadores, sistemas de escape, elementos de fijación y demás dispositivos aplicables, con el fin de identificar condiciones que puedan incrementar los niveles de ruido durante la operación.
- Ejecutar actividades de mantenimiento correctivo cuando se identifiquen fallas, vibraciones anormales, deterioro de componentes o condiciones que generen emisiones sonoras inusuales.
- Llevar registros de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo realizadas, incluyendo fechas de ejecución, equipos intervenidos, actividades desarrolladas y novedades identificadas.
- Mantener actualizado el inventario y las hojas de vida de la maquinaria y equipos, así como los registros de inspección y mantenimiento correspondientes.
- Consolidar periódicamente los resultados de las inspecciones y mantenimientos, con el fin de verificar el cumplimiento de los indicadores y determinar las

<table>
<tr><td colspan="5">necesidades de intervención para el control de las emisiones sonoras.</td></tr>
<tr><td colspan="5">MEDIDAS DE SEGUIMIENTO</td></tr>
<tr><td>MED_CEI_05_3</td><td colspan="4">Señalización para el manejo de la emisión de ruido</td></tr>
<tr><td>META</td><td colspan="4">• Instalar el 95% de las señales propuestas para el manejo de pitos, bocinas y sirenas</td></tr>
<tr><td>DESCRIPCIÓN INDICADOR</td><td>VALOR DE REFERENCIA</td><td>FRECUENCIA DE MEDICIÓN</td><td>JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR</td><td>FUENTE DE VERIFICACIÓN</td></tr>
<tr><td>$\frac{\text{No. de señales de manejo de ruido instaladas}}{\text{No. de señales de manejo de ruido propuestas}} \times 100$</td><td>95% Cumple</td><td>Semestral</td><td>Permite verificar el cumplimiento de la instalación de señales destinadas a promover el uso adecuado de pitos, bocinas y sirenas</td><td>Inventario de señales instaladas, informes de inspección y registros fotográficos.</td></tr>
<tr><td>(N.º de vehículos observados sin uso injustificado de bocinas o pitos / N.º total de vehículos observados) × 100</td><td>95% ≥ Alta efectividad
50% ≥ Moderada efectividad < 95%
50% < Baja efectividad</td><td>Mensual</td><td>Permite evaluar la efectividad de las medidas de señalización y sensibilización implementadas para el control de emisiones sonoras, mediante la verificación del uso adecuado de bocinas y pitos por parte de los conductores</td><td>Formatos de observación e inspección de vehículos, listas de chequeo de comportamiento operativo, reportes de uso injustificado de dispositivos sonoros e informes de seguimiento ambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="5">ACCIONES A DESARROLLAR</td></tr>
</table>

- Identificar los sectores de las vías internas y áreas operativas del proyecto que requieran la instalación de señalización para promover el uso adecuado de pitos, bocinas y sirenas.
- Verificar la instalación de las señales de manejo de ruido en los sitios definidos, de acuerdo con la distribución y las especificaciones establecidas para la señalización del proyecto.
- Verificar que las señales instaladas presenten condiciones adecuadas de ubicación, visibilidad, legibilidad y conservación, para facilitar su identificación por parte de los conductores y operadores.
- Promover el uso de pitos, bocinas y sirenas únicamente cuando las condiciones operativas y de seguridad lo requieran, evitando su utilización injustificada.
- Garantizar que se ejecuten las actividades de mantenimiento, reparación o reposición de las señales que presenten deterioro, pérdida de visibilidad o condiciones que comprometan su funcionalidad.
- Registrar las señales instaladas, las inspecciones realizadas y los eventos de uso injustificado de dispositivos acústicos, acompañados de los respectivos soportes de seguimiento.
- Implementar actividades de retroalimentación y sensibilización al personal cuando se identifiquen prácticas inadecuadas relacionadas con el uso de pitos, bocinas o sirenas.

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

10.1.2.1.1.3 Seguimiento y monitoreo CEI_09 Alteración de las condiciones geológicas

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_09_1	Delimitación y control del área de intervención				
META	• Garantizar que el 100 % de la intervención se realice dentro de las áreas aprobadas en cada período de seguimiento, sin excavaciones por fuera del polígono autorizado.				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{\text{Áreas intervenidas por el proyecto}}{\text{Áreas autorizadas a intervenir por el proyecto}} \times 100$		100% = Cumple			
ACCIONES A DESARROLLAR					
Se deberá marcar sobre el terreno hasta dónde se puede excavar. Su propósito es que la roca y los estratos que deben permanecer intactos no se toquen por error, algo que ocurre cuando el personal no tiene claro dónde termina el área autorizada. Para aplicarla, el topógrafo levanta el polígono aprobado con GPS o topografía convencional y lo marca con estacas o mojones pintados. El borde se señala con cinta o banderolas de color visibles. Antes de abrir un frente nuevo, el topógrafo y el residente ambiental revisan el límite juntos. Durante la explotación, el avance se registra en un plano mensual que compara la superficie intervenida con el polígono aprobado.					
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_09_2	Control de voladuras				
META	• Garantizar que el 100 % de los explosivos y accesorios de voladura utilizados corresponda a las cantidades y tipos autorizados según el diseño minero.				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{\text{Cantidad de explosivos y accesorios utilizados en el año}}{\text{Cantidad de explosivos y accesorios aprobados en el año}} \times 100$		100% - Cumple	Anual	Permite verificar que el consumo de explosivos y accesorios durante las actividades de voladura se mantenga dentro de las cantidades	Registros de consumo de explosivos y accesorios, reportes de voladura,

			autorizadas, facilitando el seguimiento al uso controlado de estos materiales y la identificación de posibles desviaciones frente a las condiciones aprobadas.	inventarios de materiales utilizados y permisos o autorizaciones vigentes.
Número de eventos en los que se identifique el uso de explosivos o accesorios en cantidades superiores a las autorizadas	0 eventos – Alta efectividad ≥ 1 eventos – Baja efectividad	Mensual	Permite evaluar la efectividad de los controles implementados para prevenir el uso de explosivos y accesorios en cantidades superiores a las autorizadas, mediante la identificación de eventos de incumplimiento que requieran la aplicación de medidas correctivas.	Registros de ejecución de voladuras, formatos de inspección y seguimiento, reportes de novedades y registros de acciones correctivas, cuando corresponda.
$\frac{\text{Voladuras cumpliendo la norma DIN 4150 y/o la norma española UNE } 22-381-93}{\text{Voladuras realizadas}} \times 100$	3 mm/s ≤ Alta efectividad 3 mm/s > Baja efectividad	Mensual	Permite evaluar la efectividad de las medidas de control de vibraciones generadas durante las voladuras, mediante la verificación de los niveles registrados frente a los valores de referencia establecidos, con el fin	Informes de monitoreo de vibraciones, registros de medición con sismógrafos, reportes técnicos de las voladuras y resultados de

			de identificar posibles afectaciones sobre las estructuras y receptores presentes en el entorno del proyecto.	comparación con los criterios de referencia aplicables.
ACCIONES A DESARROLLAR				
Garantizar que se realicen los diseños de la malla de perforación, es decir, el espaciamiento entre barrenos y la distancia a la cara libre, así como las cantidades de explosivos y accesorios aprobados.				

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

10.1.2.1.1.4 Seguimiento y monitoreo CEI_10 Alteración de la geoforma del terreno

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO				
MED_CEI_10_1	Verificación de los taludes reconformados			
META	• Garantizar que el 100% de los taludes y/o bermas conformadas cumplan el diseño estipulado. • Garantizar que se corrijan las cárcavas > 20cm			
DESCRIPCIÓN INDICADOR	**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{\text{Nro taludes} - \text{bermas conformados de acuerdo al diseño}}{\text{Nro. taludes} - \text{bermas conformados en el año}} \times 100$	100%	Después de cada evento de lluvia fuerte (o mensualmente en temporada seca)	Permite verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas para la conformación de taludes y bermas, mediante la evaluación de las condiciones geométricas y constructivas de las superficies intervenidas, contribuyendo al seguimiento de las medidas orientadas a garantizar su estabilidad y prevenir procesos erosivos.	Informes de inspección y seguimiento de taludes y bermas, registros fotográficos georreferenciados, levantamientos topográficos y planos de diseño aprobados.
$\frac{\text{Nro cárcavas corregidas}}{\text{Nro. cárcavas detectadas en el semestre}} \times 100$	95%≥ Alta efectividad 80% ≥ Moderada efectividad <95% Baja efectividad: < 80%	Después de cada evento de lluvia fuerte (o mensualmente en temporada	Permite evaluar la efectividad de las acciones correctivas implementadas para controlar los procesos	Registros de inspección de procesos erosivos, inventarios de cárcavas

		seca)	erosivos identificados en los taludes y bermas reconformados, mediante la verificación de la corrección de cárcavas, contribuyendo a prevenir su progresión y el deterioro de las superficies intervenidas.	identificadas y corregidas, informes de ejecución de acciones correctivas y registros fotográficos georreferenciados antes y después de la intervención.

ACCIONES A DESARROLLAR
Cada vez que se termina de conformar un talud o una berma, se verificará en campo que la pendiente sea la del diseño. Al mismo tiempo, se revisa que la canaleta al pie del talud esté limpia y que el agua de escorrentía tenga salida libre hacia el drenaje perimetral. Si se detectan cárcavas o surcos profundos, se rellena y compacta manualmente con material del sitio y se restituye la pendiente. Esto se realiza por que si la pendiente se pasa de la diseñada, el talud se erosiona más rápido. Si el agua se estanca o corre concentrada por una berma mal nivelada, en una temporada de lluvias podría abrirse cárcavas.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	
MED_CEI_10_2	Reconformación del terreno en el cierre
META	• Garantizar que al menos el 95 % del área por reconformar quede construida conforme al diseño aprobado

DESCRIPCIÓN INDICADOR	**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{\text{Áreas reconformadada de acuerdo al diseño}}{\text{Área a reconformar}} \times 100$	≥ 95%	Anual	Permite evaluar el grado de cumplimiento de las actividades de reconformación del terreno, mediante la verificación de las áreas intervenidas conforme a los diseños establecidos	Informes de seguimiento de las actividades de reconformación, registros de áreas intervenidas, levantamientos topográficos, planos de diseño

				y registros fotográficos georreferenciados.
ACCIONES A DESARROLLAR				
Verificar que se dará forma final al terreno al terminar la explotación. Para esto se rellenan depresiones con material autorizado, se suavizan las pendientes para que el terreno empalme con su entorno y se cubre la superficie con el suelo orgánico acopiado durante la operación. El objetivo es que el área no quede con taludes sueltos, cráteres o escombreras expuestas. El diseño de cierre define la forma final con pendientes estables y un empalme topográfico con el terreno circundante. El relleno se hace en capas compactadas, para evitar asentamientos posteriores. Sobre el suelo orgánico se siembran especies nativas, y el drenaje final se construye antes de retirar las obras temporales. La siembra se programa para la temporada de lluvias más favorable, según lo que defina el profesional encargado.				

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

10.1.2.1.1.5 Seguimiento y monitoreo CEI_11 Alteración de las condiciones geotécnicas

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_11_1	Implementación y verificación de diseños geotécnicos				
META	• Lograr un 100% de cumplimiento entre el diseño aprobado y la ejecución en campo, verificado semestralmente mediante levantamiento topográfico.				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{\text{Bancos conformados conforme al diseño aprobado}}{\text{Bancos conformados en el año}} X100$		100%	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de las especificaciones geométricas establecidas en los diseños geotécnicos aprobados, mediante la comparación de los bancos conformados en campo frente a las condiciones de diseño	Informes de seguimiento geotécnico, levantamientos topográficos semestrales, planos de diseño aprobados, planos de avance de explotación y registros fotográficos
# de eventos de falla reportados		0 eventos – Alta efectividad ≥ 1 eventos – Baja efectividad	Mensual y después de eventos de inestabilidad identificados.	Permite evaluar las condiciones de estabilidad geotécnica de las áreas intervenidas, mediante el registro de eventos de falla que puedan evidenciar condiciones de inestabilidad	Informes de inspección y seguimiento geotécnico, registros de eventos de inestabilidad, reportes de incidentes, informes de evaluación de

				fallas y registros fotográficos georreferenciados
ACCIONES A DESARROLLAR				
Garantizar que la construcción de taludes de explotación (PITs), taludes de los ADES, áreas de retrollenado y vías de acceso se ejecute exactamente conforme a los diseños aprobados en el Programa de Trabajos y Obras (PTO) y en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La verificación se realizará de manera semestral o ante cambios significativos.				
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO				
MED_CEI_11_2	Gestión y control de aguas superficiales y estabilidad de obras			
META	• Lograr una eficiencia hidráulica del 100% en las obras de drenaje (cunetas, canales, sedimentadores) para evacuar adecuadamente las aguas de escorrentía. • Mantener las presiones de poro (Ru) por debajo de los umbrales de diseño			
DESCRIPCIÓN INDICADOR	**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
Número de mojones instalados/número de mojones requeridos*100	100%	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de la instalación de los puntos de control topográfico previstos para el seguimiento de las condiciones de estabilidad del terreno, garantizando la disponibilidad de instrumentos de referencia para identificar posibles desplazamientos superficiales.	Actas y registros de instalación de mojones, planos de localización, inventario de puntos de control y registros fotográficos georreferenciados.

$\frac{\text{Nro de registros de piezómetros instalados}}{\text{Nro de registros de piezómetros programados}} \text{X100}$	100%		Permite evaluar el cumplimiento del programa de monitoreo piezométrico, mediante la verificación de los registros obtenidos frente a los programados, facilitando el seguimiento de las variaciones de los niveles de agua y su relación con las condiciones de estabilidad geotécnica.	Registros de medición piezométrica, bases de datos de monitoreo, informes de seguimiento geotécnico y formatos de campo.
$RD = \frac{\Delta D}{\Delta T}$	0 a 5×10^{-5} = Alta efectividad 5×10^{-5} a 5×10^{-3} = Moderada efectividad 5×10^{-3} a 5×10^{3} = Baja efectividad		Permite evaluar el comportamiento de los desplazamientos del terreno a través del tiempo, facilitando la identificación de variaciones en las condiciones de estabilidad geotécnica y la detección oportuna de movimientos que puedan indicar procesos de inestabilidad, para orientar la implementación de medidas preventivas o	Informes de monitoreo topográfico, registros de medición de desplazamientos de mojones, bases de datos de seguimiento geotécnico y análisis de tendencias de desplazamiento.

			correctivas.	
Número de eventos reportados por fallas geotécnicas	0 eventos – Alta efectividad ≥ 1 eventos – Baja efectividad		Permite evaluar la efectividad de las medidas implementadas para prevenir y controlar procesos de inestabilidad geotécnica, mediante el registro de eventos asociados a fallas del terreno, facilitando la identificación de condiciones que requieran intervención y la aplicación de medidas correctivas.	Informes de inspección y seguimiento geotécnico, registros de eventos de inestabilidad, reportes de incidentes, registros fotográficos georreferenciados e informes de implementación de medidas correctivas.

ACCIONES A DESARROLLAR

Esta medida tiene como objetivo prevenir la infiltración excesiva y la saturación del terreno, que son las causas más comunes de inestabilidad de taludes. Por lo tanto se realiza seguimiento a la obras ya construidas y proyectadas para el manejo de las aguas.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_11_3	Control observacional
META	• Realizar al menos el 90% de inspecciones programadas en el año • Atender el 100% de los hallazgos con acciones correctivas

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{\text{Nro de inspecciones realizadas en el año}}{\text{Nro de inspecciones programadas en el año}} X100$	≥ 95% cumple	Trimestral	Permite verificar el cumplimiento del programa de inspecciones visuales	Cronograma de inspecciones, formatos de inspección

			establecido para el seguimiento de las condiciones geotécnicas de las áreas intervenidas, facilitando la identificación oportuna de anomalías y posibles evidencias de inestabilidad que requieran medidas preventivas o correctivas.	geotécnica, informes de seguimiento, listas de chequeo y registros fotográficos
No de anomalías presentada	0 eventos – Alta efectividad ≥ 1 eventos – Baja efectividad	Mensual y cada vez que se identifiquen anomalías durante las inspecciones.	Permite identificar y registrar la ocurrencia de anomalías asociadas a posibles condiciones de inestabilidad geotécnica	Informes de inspección geotécnica, registros de anomalías identificadas, reportes de novedades, inventario de hallazgos, informes de evaluación técnica y registros fotográficos
ACCIONES A DESARROLLAR				
Garantizar que se ejecuten las actividades de: - Inspección visual diaria (Personal operativo): El Supervisor de Campo, los operadores de maquinaria y el personal de seguridad realizan recorridos diarios				

por las áreas de intervención al inicio y al final de cada jornada con el fin de realizar una inspección visual rápida y en caso de registrar una anomalía será reportada al jefe de la mina. El jefe de mina evaluará la situación y decide si requiere inspección detallada o una acción correctiva. - Inspección técnica semanal (Profesional en geología o geotecnia): El profesional en geología o geotecnia realizará recorridos semanales por los frentes de explotación, ADES y vías utilizando una lista de chequeo detallada. - Inspección detallada semestral (Geotecnista): El Ingeniero Geotecnista realizará inspecciones detalladas que incluyen la verificación de los resultados de la instrumentación (inclinómetros, piezómetros), la revisión de los registros topográficos (dron, RTK) y la evaluación de la efectividad de las medidas correctivas implementadas. En caso de detectar alguna anomalía emitirá un concepto técnico con recomendaciones específicas y tiempo máximo de implementación.

Fuente: EYC GLOBAL S.AS., 2026

10.1.2.1.1.6 Seguimiento y monitoreo CEI 15 Alteración en la calidad del sedimento y del recurso hídrico superficial continental

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_15_1	Construcción de obras hidráulicas				
META	• Realizar la construcción del 95% de las obras requeridas para el manejo optimo del recurso hídrico				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{Metros\ (m) lineales\ de\ cunetas\ construidos}{Metros\ (m) lineales\ de\ cunetas\ propuestos} \times 100$		95% ≥ Cumple	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de construcción de cunetas destinadas al manejo y conducción de aguas de escorrentía, mediante la comparación de las longitudes ejecutadas frente a las proyectadas, contribuyendo al seguimiento de las medidas de control de escorrentía y prevención de procesos erosivos.	Informes de seguimiento de obras hidráulicas, actas de construcción, planos de diseño, registros de cantidades de obra y registros fotográficos georreferenciados
$\frac{No.\ de\ sedimentadores\ construidos}{No. de\ sedimentadores\ propuestos} \times 100$		95% ≥ Cumple	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de la construcción de los sedimentadores previstos para el	Informes de construcción y seguimiento de sedimentadores, actas de entrega

			manejo de aguas de escorrentía, mediante la comparación de las unidades construidas frente a las proyectadas, contribuyendo al seguimiento de las medidas destinadas a la retención de sedimentos.	de obras, planos de diseño, inventario de estructuras construidas y registros fotográficos georreferenciados
Concentración $SST_{año\ i}$ en los puntos de vertimiento de los sedimentadores ≤ Límite máximo permisible Articulo 10. Resolución 0631 de 2015	SST ≤ 50,0 mg/L Alta efectividad SST > 50,0 mg/L Baja efectividad	Anual	Permite evaluar la efectividad de los sedimentadores en el control de sólidos presentes en las aguas de escorrentía, mediante la verificación de las concentraciones registradas en los puntos de vertimiento frente a los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental aplicable.	Informes de caracterización fisicoquímica de los vertimientos (sedimentadores), resultados de análisis de laboratorio acreditado por el IDEAM, registros de muestreo y reportes de seguimiento de calidad del agua.
Concentración $SSED_{año\ i}$ en los puntos de vertimiento de los sedimentadores ≤ Límite máximo permisible Articulo 10. Resolución 0631 de 2015	SSED ≤ 2,0 mg/L Alta efectividad SSED > 2,0 mg/L Baja efectividad			
ACCIONES A DESARROLLAR				
• Verificar que se construyan las cunetas y sedimentadores previstos para el manejo de las aguas de escorrentía, de acuerdo con los diseños y especificaciones. • Verificar que las cunetas construidas cumplan con las longitudes, pendientes y dimensiones proyectadas, garantizando la conducción adecuada de las aguas				

de escorrentía hacia las estructuras de manejo correspondientes.

- Realizar inspecciones durante y después de la construcción de las obras hidráulicas, verificando su conformidad con los diseños y registrando las cantidades de obra ejecutadas.
- Realizar la caracterización fisicoquímica de los vertimientos provenientes de los sedimentadores, mediante la medición de sólidos suspendidos totales (SST) y sólidos sedimentables (SSED), conforme al programa de monitoreo establecido.
- Comparar los resultados de las caracterizaciones con los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015.
- Implementar las acciones correctivas necesarias cuando se identifiquen desviaciones frente a los diseños hidráulicos o incumplimientos de los parámetros de calidad del agua evaluados.
- Consolidar los registros de construcción, inspección y caracterización de vertimientos, incluyendo informes técnicos, resultados de laboratorio y soportes fotográficos georreferenciados.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	
MED_CEI_15_2	Aforo del caudal en cada sedimentador para puntos de vertimientos
META	• Medir y registrar de forma continua el caudal de vertimiento de los sedimentadores con descarga, durante todos los periodos en que exista flujo, manteniendo como mínimo un 80 % de disponibilidad de datos válidos por periodo de reporte. • Verificar que el caudal vertido no supere el caudal autorizado en la licencia ambiental.

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{No.\,de\ sedimentadores\ con\ descarga\ aforados}{No.\ de\ sedimentadores\ con\ descarga} \times 100$	80% ≥ Cumple	Mensual, durante los períodos en que se presenten descargas.	Permite verificar la cobertura del seguimiento de caudales en los sedimentadores que presentan descarga, mediante la identificación de las estructuras aforadas respecto al total de estructuras en funcionamiento,	Registros de aforo de caudales, formatos de campo, inventario de sedimentadores con descarga, informes de monitoreo y registros fotográficos

			garantizando el control y registro de los caudales vertidos.	georreferenciados.
$\frac{No.\,de\ sedimentadores\ por\ debajo\ del\ caudal\ autorizado}{No.\ de\ sedimentadores\ aforados} \times 100$	80% ≥ Cumple	Mensual, durante los períodos en que se presenten descargas.	Permite evaluar el cumplimiento de los caudales de vertimiento autorizados, mediante la comparación de los valores medidos en los sedimentadores con los caudales solicitados.	Registros de aforo, informes de monitoreo de caudales, bases de datos de medición.
$\frac{No.\,de\ registros\ válidos}{No.\ regsitros\ esperados\ durante\ los\ periodos\ de\ descarga} \times 100$	80% ≥ Alta efectividad 50% ≥ Moderada efectividad < 79% 50% < Baja efectividad	Mensual, con consolidación de los registros obtenidos durante los períodos de descarga.	Permite evaluar la continuidad y suficiencia de la información obtenida durante el seguimiento de caudales, mediante la verificación de la proporción de registros válidos, garantizando la disponibilidad de información para analizar el comportamiento de los vertimientos.	Bases de datos de caudales, registros de medición continua, informes de seguimiento, reportes de funcionamiento, calibración y mantenimiento de equipos de medición.
ACCIONES A DESARROLLAR				
• Verificar que los caudales registrados en los puntos de vertimiento no superen los valores máximos autorizados en la licencia ambiental, identificando posibles excedencias que requieran medidas correctivas.				

- Realizar inspecciones periódicas a los equipos y sistemas de medición de caudales, verificando su funcionamiento y ejecutando las actividades de mantenimiento y calibración que correspondan.
- Consolidar y validar los registros de caudal obtenidos durante los períodos de descarga, identificando datos faltantes, inconsistentes o inválidos que puedan afectar la continuidad y confiabilidad de la información.
- Llevar un registro de los sedimentadores con descarga, los aforos realizados, los caudales registrados y los períodos de funcionamiento, con el fin de verificar el cumplimiento de los indicadores establecidos.
- Implementar acciones correctivas cuando se identifiquen excedencias de los caudales autorizados, fallas en los equipos de medición o una disponibilidad de registros válidos inferior al 80 %.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	
MED_CEI_15_3	Mantenimientos a cunetas, canales de descarga y sedimentadores
META	• Realizar el 95% de los mantenimientos a las cunetas, canales de descarga y sedimentadores diseñados para el manejo de las aguas contacto.

DESCRIPCIÓN INDICADOR	**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{No.\,de\ mantenimientos\ a\ cunetas, canales\ y\ sedimentadores\ desarrollados}{No.\,de\ mantenimientos\ a\ cunetas, canales\ y\ sedimentadores\ programados} \times 100$	95% Cumple	Trimestral, con inspecciones adicionales después de eventos de lluvia fuerte.	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento programadas para las estructuras de manejo de aguas de contacto	Cronogramas de mantenimiento, registros de ejecución de actividades, informes de mantenimiento y registros fotográficos
(N.º de obras hidráulicas inspeccionadas sin obstrucciones ni acumulación de sedimentos que comprometan su funcionamiento / N.º total de obras hidráulicas inspeccionadas) × 100	90% ≥ Alta efectividad 50% ≥ Moderada efectividad < 89% 50% < Baja	Trimestral, con inspecciones adicionales después de eventos de lluvia fuerte.	Permite evaluar las condiciones de funcionamiento de las cunetas, canales de descarga y sedimentadores, mediante la	Informes de inspección de obras hidráulicas, listas de chequeo del estado de las estructuras, inventarios de

	efectividad		identificación de estructuras que presentan acumulación de sedimentos que comprometen su capacidad hidráulica, facilitando la detección oportuna de necesidades de limpieza y mantenimiento correctivo.	puntos con acumulación de sedimentos, reportes de mantenimiento y registros fotográficos

ACCIONES A DESARROLLAR

- Garantizar que se lleven a cabo inspecciones periódicas a las estructuras hidráulicas, verificando sus condiciones de funcionamiento y la presencia de obstrucciones, acumulación de sedimentos, deterioro estructural o condiciones que puedan comprometer su capacidad hidráulica.
- Garantizar que se ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo, incluyendo la limpieza de cunetas y canales, el retiro de sedimentos acumulados y la eliminación de obstrucciones que dificulten el flujo del agua.
- Asegurar la implementación de las actividades de mantenimiento correctivo cuando se identifiquen daños, obstrucciones o acumulaciones de sedimentos que reduzcan la capacidad de conducción o retención de las estructuras hidráulicas.
- Realizar inspecciones adicionales después de eventos de lluvia fuerte, con el fin de identificar posibles afectaciones, acumulación de materiales o necesidades de mantenimiento.
- Garantizar la recolección y el manejo adecuado de los sólidos y sedimentos retirados durante las actividades de limpieza y mantenimiento, de acuerdo con las medidas de manejo ambiental establecidas para el proyecto.
- Registrar las inspecciones y actividades de mantenimiento ejecutadas, identificando las estructuras intervenidas, fechas de ejecución, condiciones encontradas y acciones implementadas.
- Verificar las condiciones de funcionamiento de las estructuras después de las intervenciones correctivas, con el fin de comprobar la eliminación de obstrucciones y la recuperación de su capacidad hidráulica.
- Consolidar los resultados del seguimiento y los soportes fotográficos, para evaluar el cumplimiento de los mantenimientos programados y la proporción de obras hidráulicas que presentan condiciones que comprometen su funcionamiento.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_15_4	Disponer adecuadamente los residuos provenientes de cunetas, sedimentadores y canales de descarga
META	• Disponer al menos el 95% de los residuos generados en cunetas, sedimentadores y canales de descarga en los ADES del proyecto, garantizando su manejo adecuado.

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{Cantidad\ [kg]\ de\ sólidos\ dispuesto\ en\ los\ ADES}{Cantidad\ [kg]\ de\ sólidos\ generados\ en\ cunetas, sedimentadores\ y\ canales} \times 100$	95% Cumple	Mensual, durante los períodos en los que se realicen actividades de limpieza y mantenimiento de las estructuras hidráulicas.	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de disposición de los sólidos retirados de cunetas, sedimentadores y canales de descarga, mediante la comparación de las cantidades dispuestas	Registros de limpieza y mantenimiento de estructuras hidráulicas

ACCIONES A DESARROLLAR

- Garantizar la recolección de los sólidos y sedimentos retirados durante las actividades de limpieza y mantenimiento de cunetas, sedimentadores y canales de descarga.
- Cuantificar y registrar las cantidades de sólidos generados durante las actividades de mantenimiento, identificando la estructura de procedencia y la fecha de intervención.
- Asegurar el transporte de los materiales recolectados hacia las Áreas de Disposición de Estériles (ADES) del proyecto, utilizando los medios adecuados para evitar derrames y dispersión de sedimentos durante su traslado.
- Llevar un registro de las cantidades de sólidos generados, transportados y dispuestos, que permita verificar el cumplimiento de la meta establecida.
- Realizar inspecciones y mantener registros fotográficos de las actividades de recolección, transporte y disposición de los materiales.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_15_5	Construcción y mantenimiento de barreras y/o trinchos
META	• Construir el 95% de las barreras de sedimentos para evitar aporte de material sólido a los zanjones y/o cuerpos de agua • Realizar el 95% de las inspecciones visuales a los trinchos y/o barreras

	• Ejecutar el 95% de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de los trinchos y/o barreras			
DESCRIPCIÓN INDICADOR	**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{No.\,de\ trinchos\ o\ barreras\ de\ sedimentos\ construidas}{No.\,de\ trinchos\ o\ barreras\ propuestas} \times 100$	95% ≥ Cumple	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de la construcción de trinchos y barreras de sedimentos, mediante la comparación de las estructuras ejecutadas frente a las proyectadas	Actas de ejecución de obras, inventario de trinchos y barreras construidos, planos de localización y registros fotográficos
$\frac{No.\,de\ informes\ realizados\ por\ la\ inspección\ de\ trinchos\ o\ barreras\ de\ sedimento.}{No.\,de\ informes\ programados\ por\ la\ inspección\ de\ trinchos\ o\ barreras\ de\ sedument} \times 100$	95% ≥ Cumple			
$\frac{No.\,de\ mantenimientos\ realizados\ a\ trinchos\ o\ barreras}{No.\,de\ mentenimientos\ propuesto\ a\ trinchos\ o\ barreras} \times 100$	95% ≥ Cumple	Semestral	Permite evaluar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los trinchos y barreras de sedimentos,	Informes de ejecución de actividades preventivas y correctivas, registros de intervención y registros fotográficos
(N.º de sectores intervenidos sin evidencias de erosión progresiva o socavación / N.º total de sectores intervenidos con trinchos o barreras) × 100	90% ≥ Alta efectividad 50% ≥ Moderada efectividad < 89% 50% < Baja efectividad	Semestral	Permite evaluar la efectividad de los trinchos y barreras de sedimentos en el control de procesos erosivos y de socavación, mediante la identificación de	Informes de seguimiento, registros de inspección de sectores intervenidos, inventarios de puntos con

			sectores intervenidos que presentan evidencias de deterioro	erosión o socavación, reportes de mantenimiento correctivo y registros fotográficos

ACCIONES A DESARROLLAR

- Identificar y delimitar los sectores que requieren la instalación de trinchos o barreras de sedimentos, priorizando aquellos susceptibles a procesos erosivos y al arrastre de material sólido hacia zanjones y cuerpos de agua.
- Asegurar la construcción de los trinchos y barreras de sedimentos en los sitios definidos, de acuerdo con los diseños y especificaciones técnicas establecidos para el control de erosión y retención de sedimentos.
- Realizar inspecciones visuales periódicas de los trinchos y barreras construidos, verificando sus condiciones estructurales, estabilidad, capacidad de retención de sedimentos y presencia de procesos erosivos o de socavación.
- Ejecutar actividades de mantenimiento preventivo, incluyendo el retiro de sedimentos acumulados, limpieza de obstrucciones y conservación de las condiciones de funcionamiento de las estructuras.
- Implementar actividades de mantenimiento correctivo cuando se identifiquen daños, deterioro estructural, pérdida de funcionalidad o evidencias de erosión progresiva y socavación en los sectores intervenidos.
- Verificar las condiciones de los sectores intervenidos después de eventos de lluvia fuerte, identificando posibles afectaciones que requieran acciones adicionales de control y estabilización.
- Llevar registros de las estructuras construidas, inspecciones realizadas, actividades de mantenimiento ejecutadas y sectores que presenten procesos erosivos, acompañados de los respectivos soportes técnicos y fotográficos.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_15_6	Manejo de aguas residuales domésticas (ARD)
META	• Ejecutar el 95% de los mantenimientos a los sistemas de tratamiento de ARD • Disponer el 100% de los residuos líquidos provenientes de los sistemas de tratamiento de ARD

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{No.\,de\ mantenimientos\ a\ los\ STARD\ realizados}{No.\,de\ mantenimientos\ a\ los\ STARD\ programados} \times 100$	95% ≥ Cumple	Anual o cuando sea necesario	Permite verificar el cumplimiento de las	Cronogramas de mantenimiento,

Donde; $STARD$ Sistema de tratamiento de Agua Residual Domestica			actividades de mantenimiento programadas para los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas	informes de mantenimiento preventivo y correctivo, listas de chequeo y registros fotográficos.
$\frac{Volumen\ [m^3]\ de\ residuos\ líquidos\ dispuestos\ con\ un\ gestor\ autorizado}{Volumen\ [m^3]\ de\ residuos\ líquidos\ generados\ en\ los\ STARD} \times 100$	95% ≥ Cumple	Anual o cuando se realice la actividad	Permite verificar la disposición adecuada de los residuos líquidos retirados de los sistemas de tratamiento, mediante la comparación de los volúmenes entregados a gestores autorizados frente a los generados	Certificados de tratamiento o disposición final emitidos por el gestor autorizado y registros de volúmenes gestionados
$\frac{No.\ de\ certificados\ de\ disposición\ de\ residuos\ líquidos\ emitidos}{No.\ de\ mantenimientos\ desarrollados\ al\ STARD} \times 100$	75% ≥ Alta efectividad 25% ≥ Moderada efectividad < 75% 25% < Baja efectividad	Con verificación documental después de cada mantenimiento que genere retiro de residuos líquidos	Permite verificar la disponibilidad de soportes documentales que acrediten la gestión de los residuos líquidos retirados durante el mantenimiento de los STARD	Certificados de tratamiento o disposición final,
ACCIONES A DESARROLLAR				
• Realizar inspecciones periódicas a los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (STARD), verificando sus condiciones de funcionamiento, integridad de las estructuras y posibles fugas, obstrucciones o reboses. • Ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los STARD, de acuerdo con las recomendaciones técnicas de operación, los cronogramas establecidos y las necesidades identificadas durante las inspecciones.				

- Efectuar la extracción y recolección de los residuos líquidos y lodos generados durante las actividades de mantenimiento, empleando procedimientos que eviten derrames y afectaciones al suelo o a los cuerpos de agua.
- Cuantificar y registrar los volúmenes de residuos líquidos retirados de los STARD, identificando la fecha de extracción, el sistema de procedencia y el gestor encargado de su manejo.
- Entregar los residuos líquidos generados a gestores que cuenten con las autorizaciones ambientales aplicables para su transporte, tratamiento o disposición, según corresponda.
- Solicitar y conservar los manifiestos de recolección y los certificados de tratamiento o disposición final emitidos por los gestores, garantizando la trazabilidad de los residuos.
- Llevar un registro de las inspecciones, mantenimientos ejecutados, volúmenes de residuos líquidos retirados y soportes de gestión externa, para verificar el cumplimiento de las metas establecidas.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_15_7	Manejo de aguas lluvias en PIT Cuistá				
META	• Aprovechar el 100% de las aguas almacenadas en el PIT Cuistá				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$\frac{Volumen\ de\ agua\ aprovechada\ para\ riego\ de\ vía(m)^3}{Volumen\ total\ de\ agua\ almacenada\ en\ el\ PIT\ de\ Cuistá\ (m)^3} \times 100$		100% Cumple	Mensual, durante los períodos en los que se presente acumulación y aprovechamiento de aguas lluvias en el PIT Cuistá.	Permite verificar el aprovechamiento de las aguas lluvias almacenadas en el PIT Cuistá, mediante la comparación del volumen utilizado para el riego de vías frente al volumen disponible	Registros de volúmenes de agua almacenada y aprovechada, formatos de control de riego de vías, registros de operación de equipos de bombeo o carrotanques, informes de seguimiento y registros fotográficos.

ACCIONES A DESARROLLAR
• Garantizar el aprovechamiento de las aguas lluvias que se acumulen en el PIT Cuistá, destinándolas al riego de las vías internas del proyecto como medida de control de la emisión de material particulado. • Efectuar la extracción y utilización del agua almacenada mediante los equipos y mecanismos de transporte o distribución disponibles para las actividades de riego de vías. • Registrar los volúmenes de agua aprovechada, identificando las fechas de utilización y las cantidades destinadas a las actividades de riego. • Realizar seguimiento a los volúmenes de agua almacenada y aprovechada, con el fin de verificar el cumplimiento de la meta establecida. • Llevar registros de las actividades de aprovechamiento de aguas lluvias, acompañados de los respectivos soportes operativos y fotográficos.
MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

10.1.2.1.1.7 Seguimiento y monitoreo CEI 29 Alteración en la percepción visual del paisaje

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO					
MED_CEI_29_1	Revegetalizar las áreas mineras intervenidas				
META	• Revegetalizar el 75% de los taludes y bermas de las áreas de explotación y de disposición de estériles cuando sean llevadas a conformación final (liberadas)				
DESCRIPCIÓN INDICADOR		**VALOR DE REFERENCIA**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**	**JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
$$\%P_{VR} = \frac{UP_{PVR}}{UP_{IMC}} \times 100$$ Dónde, $\%P_{VR}$ Paisaje visualmente reconformado UP_{PVR} Unidades de paisaje visualmente reconformadas UP_{IMC} Unidades de paisaje visual autorizadas a intervenir		100% = Cumple	75% ≥ Alta efectividad 25% ≥ Moderada efectividad < 75% 25% < Baja efectividad	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de revegetalización en las áreas mineras intervenidas, mediante la evaluación de las superficies reconformadas que han sido objeto de	Informes de ejecución y seguimiento de revegetalización, registros de áreas intervenidas, registros fotográficos y actas de liberación de áreas

			establecimiento de cobertura vegetal	

ACCIONES A DESARROLLAR

- Identificar y delimitar las áreas de explotación y disposición de estériles que hayan alcanzado su conformación final y se encuentren liberadas para la implementación de actividades de revegetalización.
- Programar las actividades de revegetalización de los taludes y bermas liberados, priorizando los sectores que presenten superficies expuestas susceptibles a procesos erosivos y deterioro paisajístico.
- Ejecutar las actividades de preparación del terreno y establecimiento de cobertura vegetal en las áreas seleccionadas, de acuerdo con las condiciones físicas del suelo, las pendientes y las especificaciones técnicas establecidas para el proyecto.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CEI_29_2	Retrollenado de áreas
META	• Realizar el 95% del retrollenado con material estéril en el área de explotación de Molino Norte de acuerdo con el diseño minero

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{Volumen\ [m^3]\ de\ material\ esteril\ usado\ en\ retrollenada}{Volumen\ [m^3]\ de\ material\ esteril\ generado} \times 100$	95% ≥ Alta efectividad 70% ≥ Moderada efectividad < 94% 69% < Baja efectividad	Semestral, con registro de los volúmenes utilizados durante las actividades de retrollenado.	Permite evaluar el aprovechamiento del material estéril generado durante las actividades de explotación minera, mediante la cuantificación del volumen utilizado en el retrollenado respecto al volumen total generado, contribuyendo al seguimiento de las medidas de	Registros de generación y movimiento de material estéril, informes de avance de retrollenado, balances de materiales, levantamientos topográficos, planos de avance minero y registros fotográficos georreferenciados.

			recuperación morfológica y manejo de materiales estériles en el área de explotación de Molino Norte	

ACCIONES A DESARROLLAR
• Ejecutar las actividades de retrollenado en el área de explotación de Molino Norte, utilizando el material estéril generado durante las operaciones mineras, de acuerdo con la secuencia de explotación y los diseños mineros establecidos. • Realizar el transporte, descargue, extendido y conformación del material estéril en los sectores definidos para el retrollenado, siguiendo las especificaciones geométricas y geotécnicas establecidas en el diseño minero. • Llevar registros de los volúmenes de material estéril generados durante las actividades de explotación y de las cantidades utilizadas en el retrollenado, con el fin de establecer el balance de materiales y verificar el cumplimiento de la meta propuesta.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	
MED_CEI_29_3	Establecimiento de barreras vivas en sitios específicos del proyecto
META	• Lograr que el 75% del número de individuos establecidos en las barreras vivas sobrevivan durante la ejecución del proyecto con un adecuado mantenimiento

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{N° \ de \ individuos \ sembrados}{N° \ individuos \ programados} \times 100$	95% ≥ Cumple	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de las actividades de establecimiento de barreras vivas, mediante la comparación del número de individuos sembrados frente a los programados,	Informes de establecimiento de barreras vivas, registros de siembra, inventarios de individuos plantados, actas de ejecución y registros fotográficos.

$\frac{Área\ cubierta\ por\ vegetación}{Área\ intervenidad\ que\ requiere\ vegetación} \times 100$	70% ≥ Cumple	Semestral	Permite evaluar el avance de la cobertura vegetal en las superficies que requieren revegetación, mediante la cuantificación de las áreas cubiertas por vegetación respecto a las áreas previstas para intervención	Informes de seguimiento de revegetalización, levantamientos de cobertura vegetal, planos y cartografía de áreas revegetalizadas, registros de campo y registro fotográfico
$\frac{Metros\ lineales\ de\ barreras\ vivas\ construidos}{Metro\ lineales\ de\ barreras\ vivas\ propuestas} \times 100$	95% Cumple	Semestral	Permite verificar el cumplimiento de la implementación de barreras vivas mediante la comparación de las longitudes establecidas frente a las proyectadas	Informes de establecimiento de barreras vivas, registros de longitudes intervenidas, planos de localización y registros fotográficos
$\frac{Individuos\ vivos\ al\ año}{Total\ de\ individuos\ sembrados\ inicialmente} \times 100$	80% ≥ Cumple	Semestral	Permite evaluar la efectividad de las actividades de establecimiento y mantenimiento de las barreras vivas, mediante la cuantificación de los individuos sobrevivientes respecto	Informes de seguimiento y mantenimiento de barreras vivas, censos de supervivencia, inventarios de individuos vivos y muertos, registros de reposición

			al total inicialmente sembrado	vegetal y registros fotográficos
$\frac{Área\ del\ frente\ minero\ cubierta\ por\ vegetación}{Área\ total\ del\ frente\ minero\ visible} \times 100$	≥ 70% de cobertura visual efectiva del frente minero en Año 3.	Anual	Permite evaluar la efectividad de las barreras vivas en la reducción de la exposición visual de los frentes mineros, mediante la cuantificación de la superficie visible cubierta por vegetación respecto al área total del frente minero evaluado	Informes de seguimiento paisajístico, registros fotográficos desde puntos de observación, análisis de cobertura visual

ACCIONES A DESARROLLAR

- Establecer las barreras vivas en los sitios definidos, de acuerdo con los diseños de siembra, las especies vegetales seleccionadas, las distancias de plantación y las longitudes proyectadas.
- Ejecutar actividades de mantenimiento de las barreras vivas, incluyendo plateo, control de vegetación competidora, fertilización, riego y demás labores que resulten necesarias según las condiciones de establecimiento.
- Realizar inspecciones y censos periódicos para verificar la supervivencia, el estado fitosanitario y el desarrollo de los individuos plantados, identificando pérdidas que requieran actividades de reposición.
- Evaluar la cobertura visual generada por las barreras vivas sobre los frentes mineros, mediante registros fotográficos desde puntos de observación definidos, con el fin de verificar su contribución a la reducción de la exposición visual de las áreas intervenidas.

10.1.2.1.1.8 Seguimiento y monitoreo CAI_01 Aumento/disminución del horizonte orgánico

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO	
MED_CAI_01_1	Remoción, almacenamiento y aprovechamiento del horizonte A
META	• Aprovechar el 75% del suelo orgánico removido por año en las áreas de intervención

	• Asegurar que al menos el 75% en las áreas donde se dispuso suelo orgánico presenten establecimiento de coberturas vegetales tipo pastos mediante sucesión natural.

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{Volumen\ [m^3]\ suelo\ aprovechado}{Volumen\ [m^3]\ de\ suelo\ removido} \times 100$	75% ≥ Cumple	Anual	Permite verificar el aprovechamiento del suelo orgánico removido durante las actividades de intervención, mediante la comparación del volumen reutilizado frente al volumen extraído	Registros de remoción, almacenamiento y reutilización de suelo orgánico, balances volumétricos y registros fotográficos georreferenciados.
(Área efectiva cubierta por vegetación establecida / Área total evaluada donde se reutilizó suelo orgánico) × 100	75% ≥ Alta efectividad 25% ≥ Moderada efectividad < 75% 25% < Baja efectividad	Anual	Permite evaluar la efectividad del aprovechamiento del suelo orgánico en el establecimiento de cobertura vegetal mediante sucesión natural, a través de la cuantificación de las superficies que presentan vegetación respecto al área total donde se reutilizó el material	Informes de seguimiento de recuperación de suelos, registros de evaluación de cobertura vegetal, cartografía de las áreas con suelo orgánico reutilizado, formatos de inspección de campo y registros fotográficos
ACCIONES A DESARROLLAR				

<table>
<tr><td colspan="6">

- Cuantificar y registrar los volúmenes de suelo orgánico removido, almacenado y reutilizado, identificando las áreas de procedencia y los sectores destinados a su aprovechamiento.
- Reutilizar el suelo orgánico recuperado en las áreas que requieran actividades de reconformación, recuperación de suelos o establecimiento de cobertura vegetal, de acuerdo con la disponibilidad del material y las necesidades de intervención del proyecto.
- Verificar las condiciones de las superficies donde se reutilice el suelo orgánico, identificando la presencia y el establecimiento de coberturas vegetales tipo pastos mediante procesos de sucesión natural.
- Realizar inspecciones periódicas para evaluar el avance del establecimiento de la cobertura vegetal, identificando superficies descubiertas, procesos erosivos o condiciones que dificulten la recuperación de la vegetación.
- Implementar acciones de mantenimiento o recuperación cuando se identifiquen pérdidas de suelo orgánico, procesos erosivos o dificultades en el establecimiento de cobertura vegetal.

</td></tr>
<tr><th colspan="6">MEDIDAS DE SEGUIMIENTO</th></tr>
<tr><td>MED_CAI_01_2</td><td colspan="5">Adquisición de suelo orgánico</td></tr>
<tr><td>META</td><td colspan="5">• Adquirir a través de terceros el 100% del suelo orgánico que se requiera para la recuperación de las áreas de intervención de acuerdo con lo planificado en la etapa de cierre
• Asegurar el 75% de la conformación de cobertura vegetal en áreas requeridas</td></tr>
<tr><th>DESCRIPCIÓN INDICADOR</th><th>VALOR DE REFERENCIA</th><th>FRECUENCIA DE MEDICIÓN</th><th>JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR</th><th>FUENTE DE VERIFICACIÓN</th></tr>
<tr><td>$\frac{Volumen\ [m^3]\ suelo\ aprovechado}{Volumen\ [m^3]\ de\ suelo\ removido} \times 100$</td><td>75% ≥ Cumple</td><td>Semestral</td><td>Permite verificar el aprovechamiento del suelo orgánico destinado a la recuperación de las áreas intervenidas, mediante la compra de suelo</td><td rowspan="2">Registros de adquisición y recepción de suelo orgánico, facturas y remisiones de proveedores, registros de volúmenes aplicados, balances de materiales, informes de</td></tr>
<tr><td>(Área efectiva cubierta por vegetación establecida / Área total evaluada donde se reutilizó suelo orgánico) × 100</td><td>75% ≥ Alta efectividad
25% ≥ Moderada efectividad < 75%
25% < Baja efectividad</td><td>Anual</td><td>Permite evaluar la efectividad de la incorporación de suelo orgánico en las áreas objeto de recuperación</td></tr>
</table>

				recuperación de áreas y registros fotográficos

ACCIONES A DESARROLLAR

- Determinar los volúmenes de suelo orgánico disponibles dentro del proyecto y establecer las cantidades adicionales que deberán adquirirse mediante terceros para atender las necesidades de recuperación de las áreas intervenidas.
- Adquirir el suelo orgánico requerido mediante proveedores que acrediten su procedencia legal y las condiciones de calidad adecuadas para su utilización en las actividades de recuperación.
- Verificar las características del suelo orgánico adquirido, procurando que presente condiciones físicas y químicas compatibles con los requerimientos de las áreas de recuperación y el establecimiento de cobertura vegetal.
- Realizar la recepción, transporte, almacenamiento temporal y distribución del suelo orgánico adquirido, implementando medidas para prevenir su contaminación, compactación, dispersión y pérdida por procesos erosivos.

MEDIDAS DE SEGUIMIENTO

MED_CAI_01_3	Manejo integral de residuos sólidos no peligrosos
META	• Realizar la implementación del 100% de medidas para prevenir la contaminación de los recursos naturales por el inadecuado manejo de residuos sólidos no peligrosos • Gestionar el 100% de los residuos aprovechables generados con un tercero autorizado • Gestionar el 100% de los residuos no aprovechables generados con un tercero autorizado

DESCRIPCIÓN INDICADOR	VALOR DE REFERENCIA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
$\frac{No.\,de\ puntos\ ecologicos\ instalados}{No.\,de\ puntos\ requeridos} \times 100$	100% Cumple	Trimestral	Permite verificar el cumplimiento de la instalación de puntos ecológicos destinados a la separación y almacenamiento temporal de residuos sólidos no peligrosos,	Inventario de puntos ecológicos, planos de localización, formatos de inspección ambiental, registros de instalación y registros

				fotográficos
(Cantidad [kg] de residuos aprovechables entregados a gestores autorizados / Cantidad [kg] total de residuos aprovechables generados) × 100	100% Cumple	Mensual	Permite evaluar el cumplimiento de las actividades de gestión de residuos, mediante la comparación de las cantidades entregadas a gestores autorizados frente a las generadas	Registros de generación y entrega de residuos aprovechables, formatos de pesaje, actas de recolección, certificados de aprovechamiento emitidos por gestores y bases de datos de gestión de residuos.
(Cantidad [kg] de residuos no aprovechables entregados a gestores autorizados / Cantidad [kg] total de residuos no aprovechables generados) × 100	100% Cumple			

ACCIONES A DESARROLLAR

- Instalar y mantener los puntos ecológicos requeridos en las áreas operativas y administrativas del proyecto, garantizando su adecuada ubicación, identificación y disponibilidad para la separación de residuos en la fuente.
- Implementar la separación de residuos sólidos no peligrosos conforme al código de colores aplicable, promoviendo su clasificación adecuada y evitando la mezcla de residuos aprovechables con materiales no aprovechables.
- Realizar inspecciones periódicas a los puntos ecológicos y áreas de almacenamiento temporal, verificando sus condiciones de limpieza, capacidad, señalización y manejo adecuado de los residuos.
- Efectuar la recolección interna y el traslado de los residuos sólidos no peligrosos hacia las áreas de almacenamiento temporal o los sitios definidos para su entrega a los prestadores o gestores correspondientes.
- Cuantificar y registrar las cantidades de residuos aprovechables y no aprovechables generadas, almacenadas y entregadas, identificando las fechas, tipos de residuos y responsables de su gestión.
- Entregar los residuos aprovechables a organizaciones, prestadores o gestores habilitados para su recolección y aprovechamiento, conservando los respectivos soportes de entrega y gestión.
- Entregar los residuos no aprovechables al prestador del servicio público de aseo o al gestor que corresponda, garantizando su recolección, transporte y disposición final conforme a las condiciones aplicables.

<table>
<tr><th colspan="6">MEDIDAS DE SEGUIMIENTO</th></tr>
<tr><td>MED_CAI_01_4</td><td colspan="5">Gestión de residuos peligrosos (RESPEL)</td></tr>
<tr><td>META</td><td colspan="5">• Disponer el 100% de los residuos peligrosos generados con un gestor autorizado</td></tr>
<tr><th colspan="2">DESCRIPCIÓN INDICADOR</th><th>VALOR DE REFERENCIA</th><th>FRECUENCIA DE MEDICIÓN</th><th>JUSTIFICACIÓN REPRESENTATIVIDAD INDICADOR</th><th>FUENTE DE VERIFICACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="2">$\frac{Cantidad\ [kg]\ de\ RESPEL\ dispuestos\ con\ un\ gestor\ autorizado}{Cantidad\ [kg]\ de\ RESPEL\ generados} \times 100$</td><td>100% Cumple</td><td rowspan="2">Semestral</td><td rowspan="2">Permite verificar el cumplimiento de la gestión de los residuos peligrosos generados durante las actividades del proyecto, mediante la comparación de las cantidades entregadas a gestores autorizados frente a las generadas</td><td rowspan="2">Registros de generación y pesaje de RESPEL, inventarios de almacenamiento temporal, manifiestos o actas de entrega a gestores autorizados, certificados de gestión y reportes de seguimiento ambiental.</td></tr>
<tr><td colspan="2">$\frac{Cantidad\ reportada\ en\ los\ certificados\ de\ RESPEL\ emitidos}{Cantidad\ de\ disposiciones\ de\ RESPEL\ generadas} \times 100$</td><td>100% Cumple</td></tr>
<tr><th colspan="6">ACCIONES A DESARROLLAR</th></tr>
<tr><td colspan="6">Realizar el seguimiento a
• La separación en la fuente de los residuos peligrosos, evitando su mezcla con residuos no peligrosos y con materiales incompatibles.
• Realizar la recolección interna y el almacenamiento temporal de los RESPEL en áreas acondicionadas para tal fin, verificando las condiciones de señalización, rotulado, contención y prevención de derrames.
• Cuantificar y registrar las cantidades de residuos peligrosos generadas, almacenadas y entregadas, identificando su tipo, procedencia, fecha de generación y destino.
• Realizar inspecciones periódicas de las áreas de almacenamiento temporal de RESPEL, verificando las condiciones de los recipientes, el estado de las instalaciones y la existencia de situaciones que puedan generar contaminación del suelo o del recurso hídrico.
• Entregar los residuos peligrosos a gestores que cuenten con las autorizaciones ambientales aplicables para desarrollar las operaciones de gestión</td></tr>
</table>

correspondientes, verificando la compatibilidad entre los residuos entregados y las actividades autorizadas.

- Conservar los soportes de recolección y transporte, así como los certificados de tratamiento, aprovechamiento o disposición final emitidos por los gestores, garantizando la trazabilidad de los residuos.
- Realizar seguimiento a la expedición y recepción de los certificados de gestión de RESPEL, identificando los documentos pendientes y efectuando las gestiones necesarias para obtenerlos.

10.1.2.1.2 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio

En la Tabla 10.1 se presenta el seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico y los planes y programas

Tabla 10.1 Seguimiento y monitoreo a la calidad del medio abiótico

OBJETIVOS	• Evaluar los cambios en el componente atmósfera (calidad del aire) • Conocer los niveles de ruido ambiental y los aportes del proyecto • Verificar la efectividad de las medidas de manejo implementadas para el control de voladuras, mediante el seguimiento a las condiciones del macizo rocoso remanente • Evaluar la efectividad de las medidas de manejo orientadas a la conservación de la geoforma del terreno, mediante el seguimiento a las condiciones de las superficies intervenidas y reconformadas • Verificar la efectividad de las medidas de manejo geotécnico implementadas, mediante el seguimiento a las condiciones de estabilidad de los frentes de explotación, las zonas de disposición de material estéril y los demás componentes mineros • Evaluar los cambios en el componente hídrico al cual se le realizan vertimientos • Realizar el seguimiento a las áreas revegetalizadas • Realizar el seguimiento a las áreas con la reutilización del horizonte A

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE AMOSFERICO					
COMPONENTE AMBIENTALES A MONITOREAR	**META**	**DESCRIPCIÓN INDICADOR**	**INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (VALOR DE REFERENCIA)**	**TIPO DE INDICADOR**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**
Calidad del aire	Conocer los cambios en la concentración de contaminantes criterio.	$\frac{\text{No. de monitoreos de calidad del aire realizados}}{\text{No. de monitoreos de calidad del aire programados}} \times 100$	100% ≥ Cumple	Cumplimiento	Anual
		$\frac{\text{No. de sitios de monitoreo que cumplen con la norma}}{\text{No. de sitios monitoreados en calidad del aire}} \times 100$	90% ≥ Cumple PM_{10}= 50 µg/m^3 $PM_{2.5}$= 25 µg/m^3 NO_2= 60 µg/m^3 SO_2= 50 µg/m^3	Cumplimiento	Anual

		Modelación de calidad del aire			
	Garantizar una categoría buena o aceptable, de acuerdo con los puntos de corte del ICA, establecidos en el artículo 20 de la Resolución 2254 de 2017.	$ICA_p = \frac{I_{alto} - I_{bajo}}{PC_{alto} - PC_{bajo}} \times (C_p - PC_{bajo}) + I_{bajo}$ ICA_p : Índice de calidad del aire para del contaminante p C_p : Concentración medida para el contaminante p I_{alto} : Valor del ICA correspondiente al PC alto I_{bajo} : Valor del ICA correspondiente al PC bajo PC_{alto} : Punto de corte mayor o igual a CP PC_{bajo} : Punto de corte menor o igual a CP	ICA_p ≤ 100 Alta efectividad ICA_p > 100 Baja efectividad	Eficacia	Anual
		$ICA_p Año_i - ICA_p Línea\ Base$ $ICA_p Línea\ Base$: Índice de calidad del aire del contaminante p en línea base $ICA_p Año_i$: Índice de calidad del aire del contaminante p en el año i	0 > Baja efectividad 0 ≤ Alta efectividad	Eficacia	Anual
Ruido	Realizar la totalidad de las mediciones de ruido ambiental y emisión de ruido que permita conocer lo niveles de emisión de ruido del proyecto	$\frac{No.\ de\ puntos\ de\ ruido\ ambiental\ monitoreado}{No.\ de\ puntos\ de\ ruido\ ambiental\ propuestos} \times 100$	90% ≥ Cumple	Cumplimiento	Anual

		Resultados del monitoreo de ruido ambiental ≤ Resultados monitoreo de la Línea base ± 1dB (A)	Sector D Diurno: 55 dB(A) Nocturno: 45 dB(A) Resolución 0627 de 2006. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Eficacia	Anual
		$E_i = NER_I - Lim_i$ E_i : Excedencia para el punto de monitoreo de ruido ambiental para la jornada i Lim_i : Límite de la norma para el punto en la jornada i NER_I : Nivel de emisión de ruido en el punto para la jornada i i : Jornada diurna o nocturna	0 > Baja efectividad 0 ≤ Alta efectividad	Efectividad	Anual
Vibraciones	Realizar mediciones del sismógrafo que permitan monitorear las vibraciones que podrían afectar la estabilidad de los taludes (paredes del tajo) y prevenir deslizamientos.	$\frac{\text{No. de sismografos instalados}}{\text{No. de sismografos propuestos a ser instalados}} \times 100$	90% ≥ Cumple	Cumplimiento	Una Única vez
		Velocidad pico de partícula ≤ 3 mm/s (Norma DIN 4150-3) y/o la norma española UNE 22-381-93	3 mm/s ≤ Alta efectividad 3 mm/s > Baja efectividad	Efectividad	Mensual

ACCIONES A DESARROLLAR

Calidad del aire:

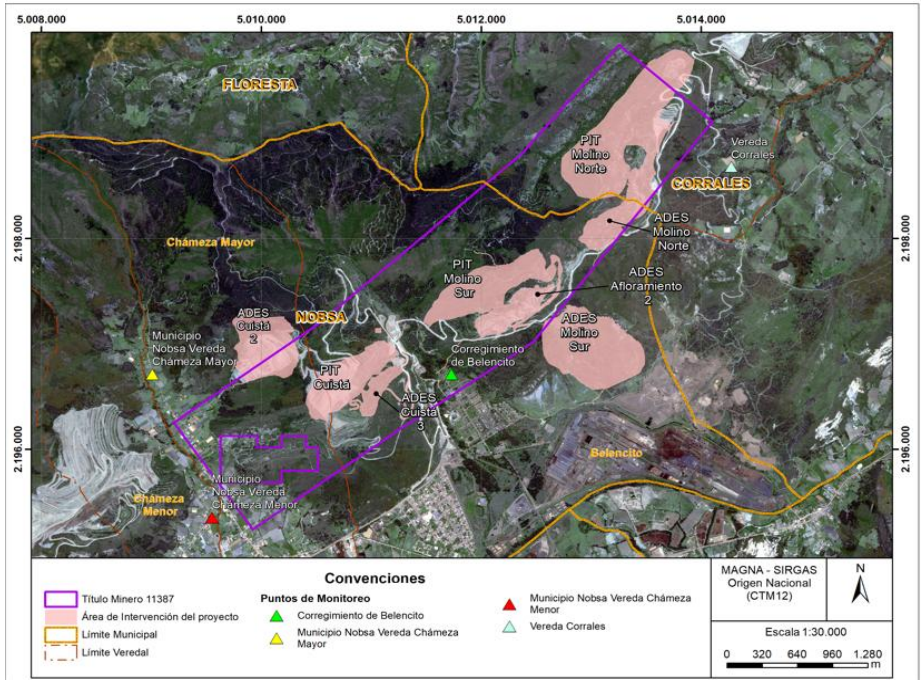
Se realizará una campaña de monitoreo de la calidad del aire de manera anual. Los puntos a monitorearse corresponderán a los mismos evaluados en la línea base del proyecto. Véase Tabla 10.2 y Figura 10.1.

Tabla 10.2 Sitios de monitoreo de calidad de aire

ID	Localización	Coordenadas en CTM12	
		X (Este)	Y (Norte)
A	"Municipio Nobsa Vereda Chámeza Mayor"	5009010	2196712
B	"Municipio Nobsa Vereda Chámeza Menor"	5009553	2195353
E	"Municipio Nobsa Corregimiento de Belencito"	5011728	2196711
F	"Municipio Corrales Vereda Corrales"	5014273	2198678

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026.

Figura 10.1 Sitios de monitoreo de calidad de aire



Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

La campaña se ejecutará con una empresa debidamente acreditada para este tipo de monitoreos durante dieciocho (18) días efectivos de medición simultánea en

los puntos de medición definidos.

La finalidad de estas campañas será verificar las concentraciones de los contaminantes criterio evaluados y de esta manera, determinar si las medidas de manejo implementadas están siendo efectivas.

Ruido:

Se realizará una (1) campaña de monitoreo de ruido ambiental una vez al año para contrastar los resultados en función de un detrimento de la calidad del medio por aumento de los niveles ruido ambiental, y de esta manera, determinar si las medidas de manejo implementadas están siendo efectivas. Los puntos establecidos para los monitoreos de ruido ambiental se relacionan en la Tabla 10.3 y Figura 10.2.

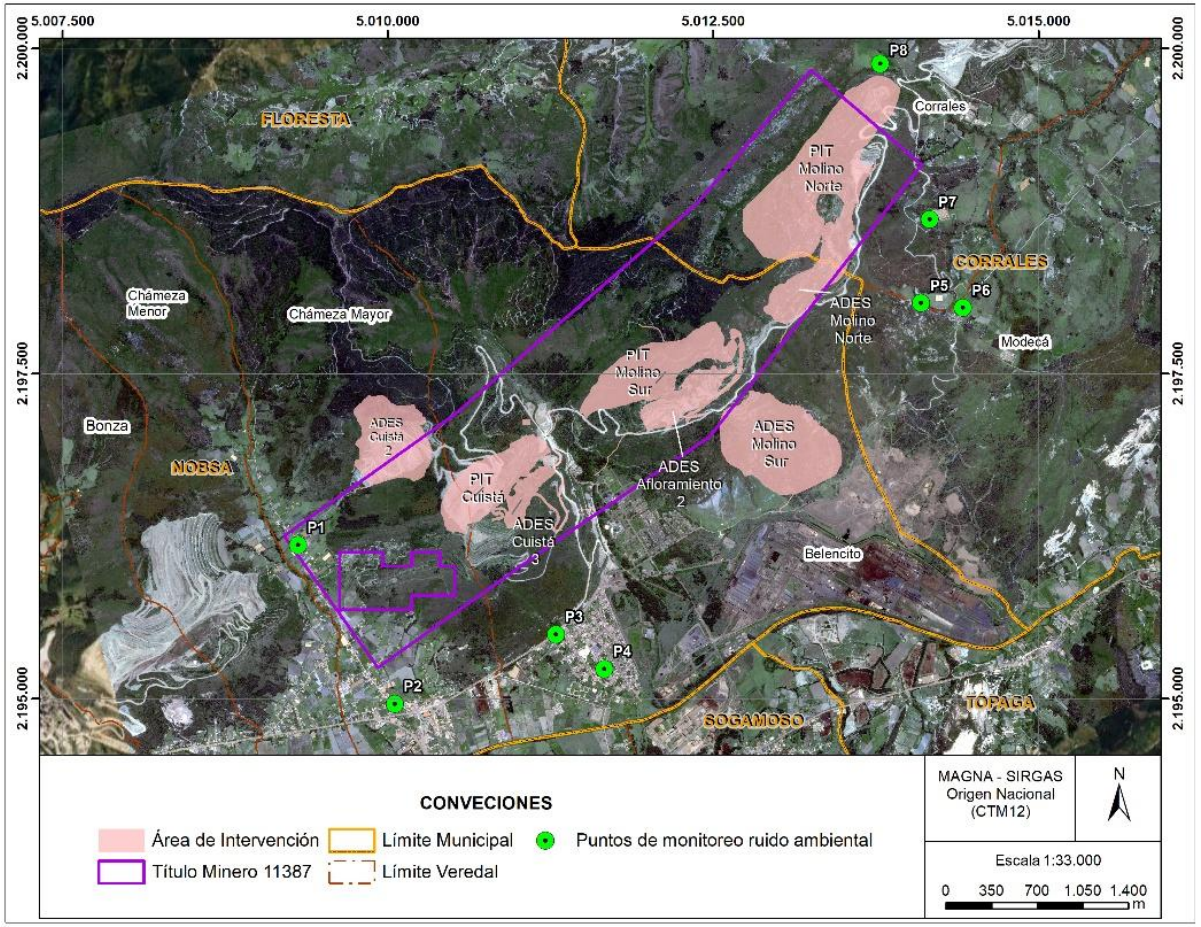
Conforme con el Artículo 14 de la Resolución 0627 de 2006, se medirá el ruido ambiental a partir de los niveles de presión sonora continua equivalente ponderado A, LeqA,T, y tercios de octava en cada uno de los intervalos unitarios de tiempo de medida de una (1) hora durante el intervalo de tiempo de referencia T, 14 horas para el periodo diurno y 10 horas para el periodo nocturno de acuerdo con el Artículo 2 de la Resolución 0627 del 2006 para determinar los respectivos niveles LAeq,d diurno y LAeq,n nocturno que permitan su interpretación según el Artículo 17 de la misma resolución y la elaboración del mapa de ruido, teniendo en cuenta los Artículos 22, 23 y 24 de la Resolución 0627 de 2006.

Tabla 10.3 Puntos monitoreo de ruido ambiental

Punto (ID)	Localización	Coordenadas em CTM12	
		X (Este)	Y (Norte)
P1	Costado de la caseta JAC	5009312,847	2196184,554
P2	A 90 m de la vía Duitama-Sogamoso	5010054,528	2194962,446
P3	Vía de ingreso amina Margas	5011294,265	2195496,725
P4	A 170 m del Coliseo del barrio	5011663,525	2195231,906
P5	Sector Portachuelo	5014098,897	2198043,333
P6	Finca	5014419,838	2198007,187
P7	Finca	5014164,537	2198686,381
P8	Finca	5013785,86	2199883,045

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

Figura 10.2 Sitios monitoreo ruido ambiental



Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

Vibraciones

En la actualidad se cuenta con un sismógrafo (geófono) el cual continuara operando con normalidad y propone la instalación de un equipo adicional en el área de Molino Norte, su ubicación detallada se presentará vía Informes de Cumplimiento Ambiental}

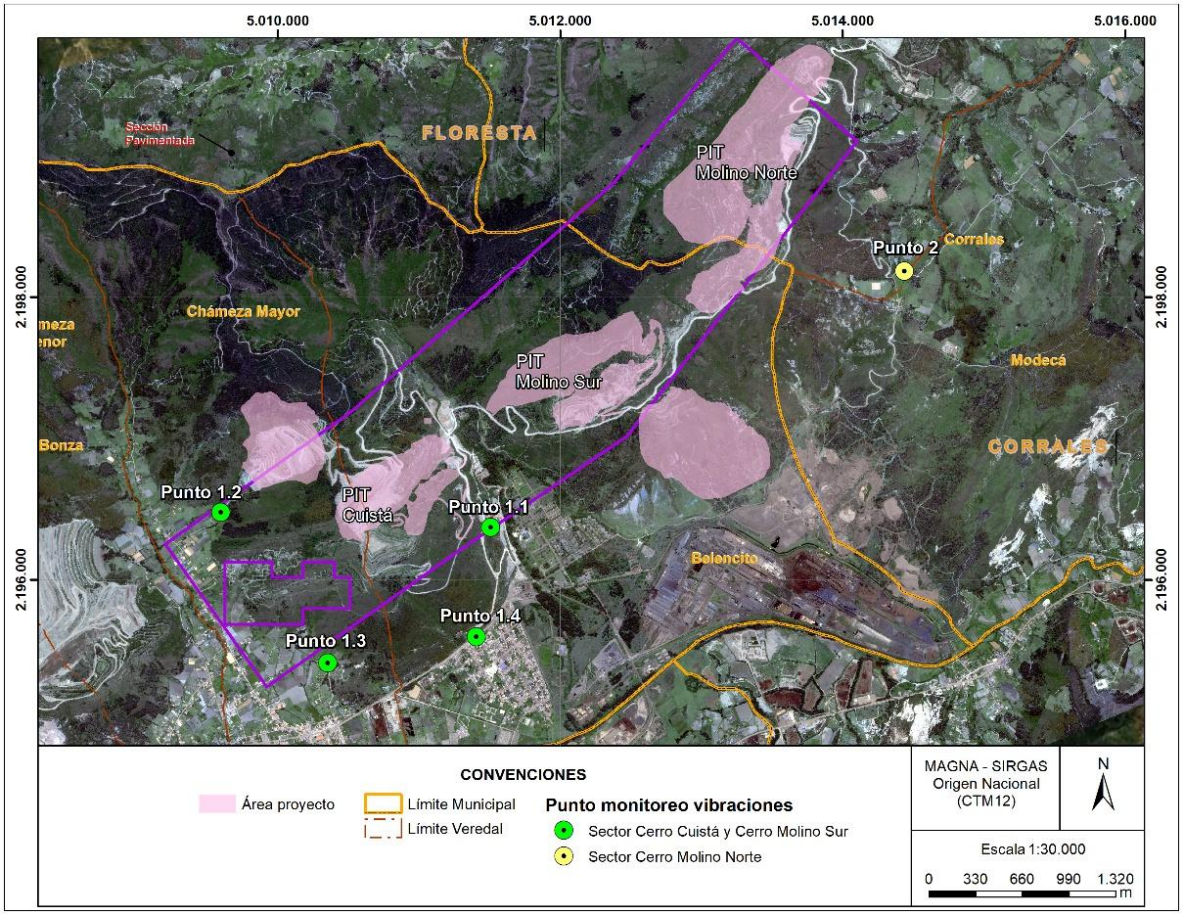
Este esquema de monitoreo de vibraciones por voladura se presenta como medida asociada al manejo y prevención del impacto CEI_32 (Generación o alteración de conflictos socioambientales).

Tabla 10.4 Coordenadas puntos de monitoreo de vibraciones planteadas

Punto monitoreo	Coordenadas CTM12		Observaciones	Sector Minero
	X (Este)	Y (Norte)		
Punto 1.1	5011506,46	2196370,83	Geófono fijo (existente)	Cerro Cuistá y Cerro Molino Sur
Punto 1.2	5009596,56	2196475,99	Móvil (proyectado) - Secuencial	
Punto 1.3	5010354,53	2195410,65	Móvil (proyectado) - Secuencial	
Punto 1.4	5011406,45	2195594,61	Móvil (proyectado) - Secuencial	
Punto 2	5014434,72	2198183	Geófono fijo (proyectado)	Cerro Molino Norte

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

Figura 10.3 Puntos de monitoreo de vibraciones planteadas



Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE GEOLOGÍCO					
COMPONENTE AMBIENTALES A MONITOREAR	**META**	**DESCRIPCIÓN INDICADOR**	**INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (VALOR DE REFERENCIA)**	**TIPO DE INDICADOR**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**
Geología	Asegurar que no hayan sido intervenidas áreas no autorizadas sobre las unidades geológicas	Presencia o ausencia de evidencias visibles áreas intervenidas no autorizadas	Efectivo: No se identifican intervenciones por fuera de las áreas aprobadas Aceptable: Se identifican evidencias localizadas de afectación no prevista, sin que estas representen una alteración extendida. Desfavorable: Se identifican evidencias notorias o extendidas de alteraciones adicionales	Efectividad cualitativa	Mensual, con consolidación semestral de los resultados

ACCIONES A DESARROLLAR

Condiciones de las unidades geológicas intervenidas

- Identificar si existen evidencias visibles de afectación que excedan las condiciones previstas en el diseño minero.
- Registrar los hallazgos mediante fotografías y una descripción breve de las condiciones observadas
- Cuando se identifiquen afectaciones no previstas, revisar los registros disponibles de diseño y ejecución para establecer posibles causas y definir los ajustes correspondientes
- Consolidar los resultados de las inspecciones en un registro de seguimiento
-

Medios de verificación:

- Registro de inspección visual
- Registro fotográfico de los frentes de explotación
- Diseño de voladura y registros de ejecución, cuando se requiera revisar algún hallazgo

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE GEOMORFOLOGÍA					
COMPONENTE AMBIENTALES A MONITOREAR	**METAS**	**DESCRIPCIÓN INDICADOR**	**INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (VALOR DE REFERENCIA)**	**TIPO DE INDICADOR**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**
Procesos de erosión	Mantener el área afectada por procesos erosivos en las superficies intervenidas, evitando incrementos superiores al 5 % respecto al área registrada en la línea base de seguimiento	**Indicador:** Variación del área afectada por procesos erosivos **Fórmula:** $\frac{\mathrm{At}-\mathrm{A0}}{\mathrm{A0}}\mathrm{x}100$ Donde: At: área afectada por erosión en la campaña evaluada A0: área afectada en el registro inicial	Excelente: ≤ -10 % Disminución igual o superior al 10 % del área afectada por erosión Bueno: > -10 % y ≤ 0 % Disminución de la erosión o conservación del área afectada Regular: > 0 % y ≤ 5 % Incremento bajo del área afectada Deficiente: > 5 % Incremento significativo del área afectada por procesos erosivos	Efectividad	Semestral y después de eventos de precipitación que puedan generar procesos erosivos relevantes
Configuración geomorfológica	Conservar al menos el 95 % de la superficie reconformada en condiciones geomorfológicas acordes con la configuración establecida como referencia al finalizar las	**Indicador:** Porcentaje de superficie reconformada que conserva su configuración geomorfológica **Fórmula:** $\frac{\mathrm{Ac}}{\mathrm{Am}}\mathrm{x}100$ Donde: Ac: área que conserva la configuración geomorfológica de referencia	Excelente:≥ 95 % La superficie conserva su configuración geomorfológica de referencia Bueno: ≥ 90 % y < 95 % Se presentan modificaciones menores en la superficie	Efectividad	Anual, una vez se disponga de superficies reconformadas susceptibles de seguimiento.

	actividades de reconformación (Plan de cierre)	A0: área total reconformada objeto de seguimiento	Regular: ≥ 80 % y < 90 % Se presentan modificaciones que requieren seguimiento Deficiente: < 80 % Se evidencia una modificación importante de la configuración geomorfológica		

ACCIONES A DESARROLLAR

Evaluación de la evolución de los procesos erosivos en superficies reconformadas

- Establecer puntos fijos de observación y registro fotográfico
- Identificar los procesos erosivos y medir su longitud, ancho y profundidad
- Comparar las mediciones entre campañas para establecer si los procesos se mantienen, disminuyen o aumentan

Una disminución del área afectada representa una evolución favorable. Un aumento evidencia progresión de los procesos erosivos y la necesidad de revisar la efectividad de las medidas implementadas.

Evaluación de la conservación de la configuración geomorfológica de las superficies reconformadas

- Realizar levantamientos topográficos o fotogramétricos de las superficies reconformadas y comparar los modelos digitales de elevación entre campañas
- Identificar cambios en pendientes, elevaciones y configuración de las superficies, diferenciando los cambios esperados por operación de aquellos asociados a erosión o pérdida de material

Un porcentaje alto indica que la superficie conserva las características geomorfológicas de referencia. Las áreas que presentan cambios no previstos deberán identificarse y evaluarse.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO
COMPONENTE GEOTECNIA

COMPONENTE AMBIENTALES A MONITOREAR	METAS	DESCRIPCIÓN INDICADOR	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (VALOR DE REFERENCIA)	TIPO DE INDICADOR	FRECUENCIA DE MEDICIÓN

Control de desplazamientos y asentamientos (topografía y puntos de control)	Mantener la rata de desplazamiento en un rango entre muy eficiente ($5x10^{-5}$ – 0 mm/segundo) y eficiente ($5x10^{-3}$ – $5x10^{-5}$ mm/segundo)	**Indicador:** Rata de desplazamiento de puntos de control **Fórmula:** $$RD = \frac{D}{T}$$ $$D = \sqrt[2]{(E - E_0)^2 + (N - N_0)^2 + (C - C_0)^2}$$ Donde: RD: Rata de desplazamiento total por unidad de tiempo T: Unidad de tiempo. D: Desplazamiento E0: Coordenada Este de referencia N0: Coordenada Norte de referencia C0: Elevación de referencia E: Coordenada Este N: Coordenada Norte	Muy eficiente: $5x10^{-5}$ – 0 mm/segundo Eficiente: $5x10^{-3}$ – $5x10^{-5}$ mm/segundo Ineficiente: $5x10^{3}$ – $5x10^{-3}$ mm/segundo	Eficiencia	Anual (medición de puntos de control) Semestral (actualización topográfica).

ACCIONES A DESARROLLAR

Control de desplazamientos y asentamiento (topografía y puntos de control)

- La frecuencia para las actualizaciones topográficas será semestral y la presentación de los datos obtenidos será por medio de la cartografía (planos) de evolución

Control de desplazamientos (Inclinómetros)

- El inclinómetro mide el cambio de inclinación de un tubo colocado en una perforación dentro del talud. Con ello se calcula la distribución de los movimientos laterales, la profundidad de la superficie de falla y la dirección y magnitud de los desplazamientos
- Puntos: PI-01, PI-02, PI-04 y PMN02 (véase Tabla 10.5 y Figura 10.4 de ubicación de inclinómetros)
- La frecuencia de estas será mensual y los datos medidos se deben presentar en un informe anual donde se indique los resultados de las mediciones mensuales
- El indicador mostrará el porcentaje de variación entre la inclinación medida en el mes más reciente y la inclinación medida en el mes anterior. Esto permitirá detectar cambios significativos en la inclinación de manera relativa.}

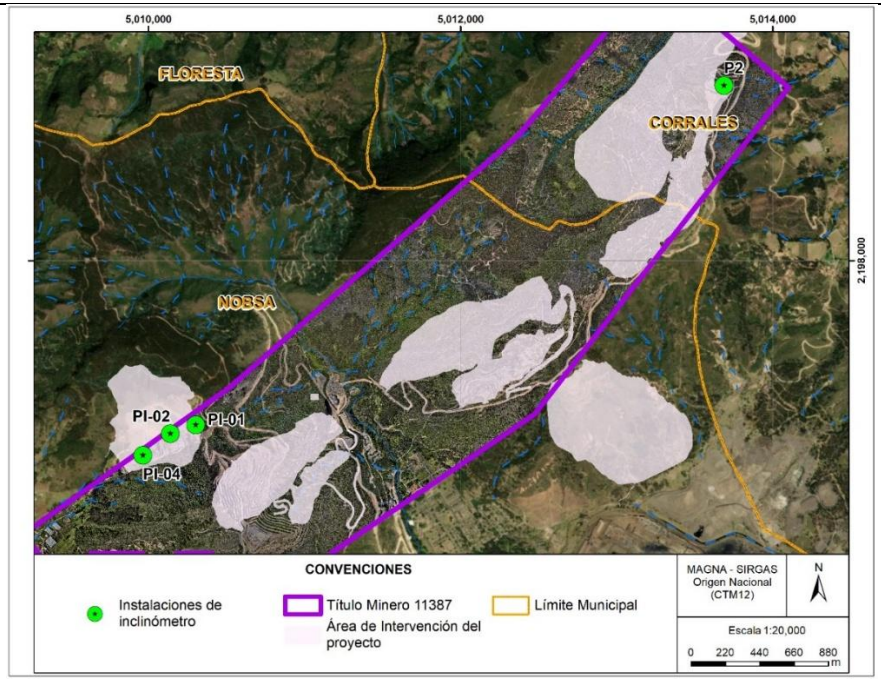
Tabla 10.5 Localización de los inclinómetros

ID	Coordenada CTM – 12 Este	Coordenada CTM – 12 Norte
PI-01	5010303	2196948
PI-02	5010141	2196892
PI-04	5009964	2196754
PMN02	5013683	2199073

Fuente: Mines Solutions S.A.S., 2026

Nota: Las coordenadas de la Tabla 10.5 corresponden al diseño base del proyecto. Debido a la dinámica constructiva y a las condiciones físicas del terreno durante la ejecución, la ubicación definitiva de los equipos podrá ser ajustada. Toda reubicación requerirá obligatoriamente la evaluación y el aval de común acuerdo con el ingeniero geotecnista encargado para garantizar que el nuevo punto cumpla con el objetivo de monitoreo

Figura 10.4 Localización de los inclinómetros



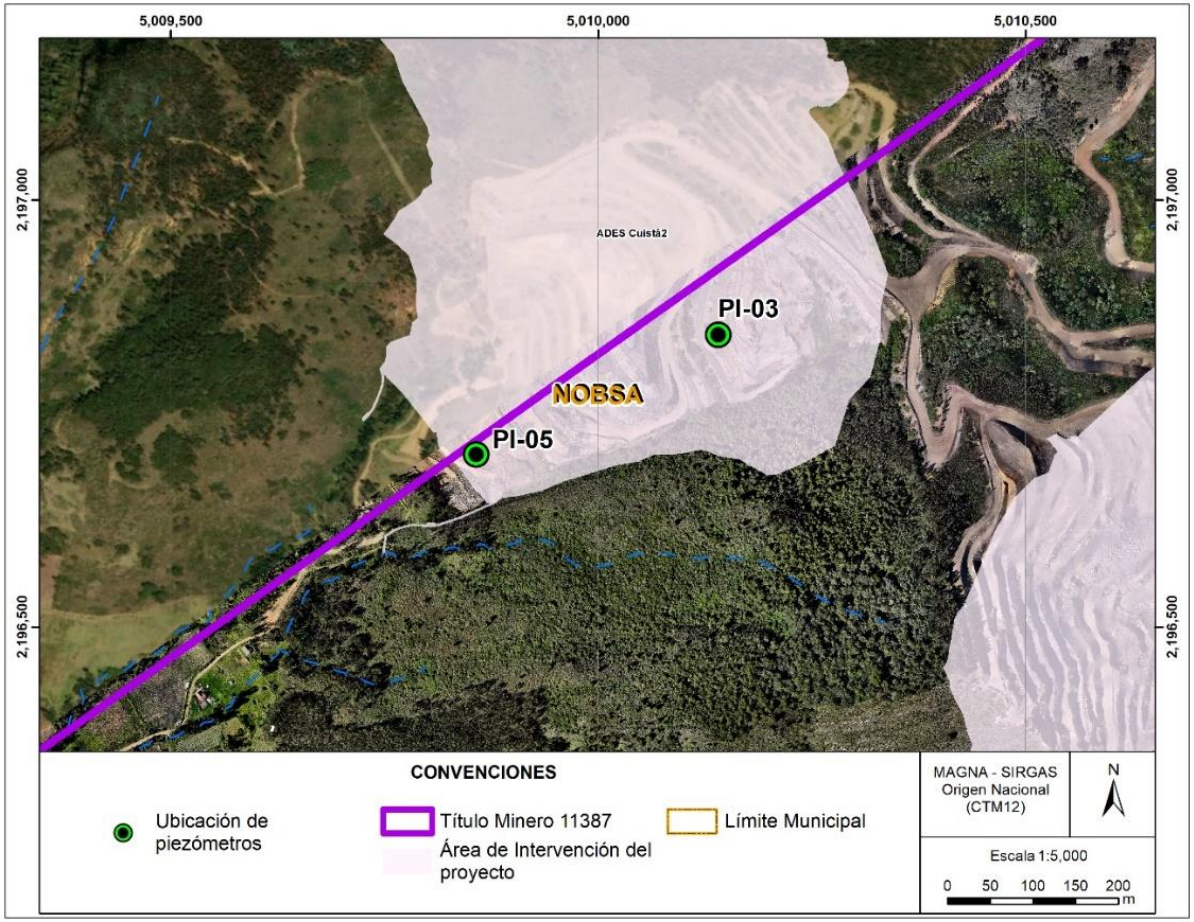
Fuente: Mines Solutions S.A.S., 2026

Control de compactación (ADES y retrollenados)

- Para este control se puede calcular la densidad seca in situ por cualquiera de los dos equipos: cono de arena y/o densímetro nuclear
- A partir de los resultados de densidad in situ, se puede calcular el porcentaje de compactación usando la densidad seca máxima obtenida de un ensayo de compactación proctor
- Este control solo es aplicable en las áreas de disposición de material estéril y se realizara por medio de tres mediciones aleatorias en terrazas conformadas en su estado final con el fin de verificar las condiciones de compactación de forma representativa en todo el ADES
- Los puntos de medición de densidades estarán definidos según el desarrollo de la conformación del ADES, por tal razón estarán controlados por la evolución del ADES y el número de terrazas conformadas en un periodo especifico de un año.

- De los tres puntos recomendados de monitoreo se recomienda que uno de los puntos debe estar ubicado en la última terraza conformada y el otro en una terraza intermedia
- En todo caso se recomienda un grado de compactación para los ADES de por lo menos 90%. En caso que no cumpla alguna medición se recomienda tomar medidas para mejorar las condiciones de compactación y repetir la determinación del grado de compactación en ese punto en el siguiente periodo de medición

Figura 10.5 Localización de los piezómetros



Fuente: Mines Solutions S.A.S., 2026

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE HIDROLÓGICO					
COMPONENTE AMBIENTALES A MONITOREAR	**META**	**DESCRIPCIÓN INDICADOR**	**INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (VALOR DE REFERENCIA)**	**TIPO DE INDICADOR**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**
Hidrología	Conocer los cambios en la concentración de contaminantes vertidos	$\frac{\text{No. de monitoreos de calidad del agua realizados}}{\text{No. de monitoreos de calidad del agua programados}} \times 100$	100% ≥ Cumple	Cumplimiento	Anual

ACCIONES A DESARROLLAR

- **Monitoreos de calidad del agua**

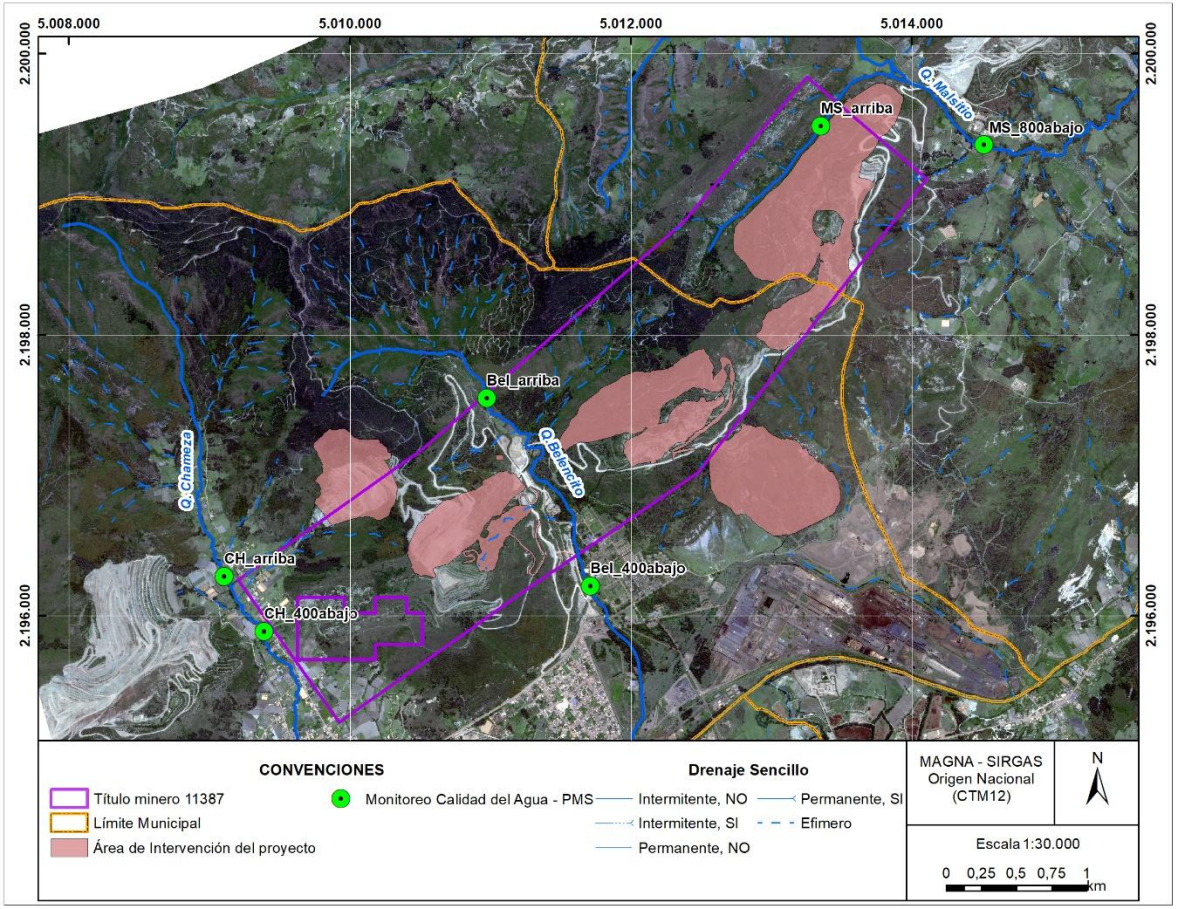
Realizar monitoreos puntuales de calidad del agua de manera anual con base en la metodología planteada por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua, (IDEAM, 2007) en los puntos monitoreados en la línea base del proyecto y los presentados en la Tabla 10.6 y Figura 10.6. Entre los parámetros a tener en cuenta se presenta monitoreos hidrobiológicos tanto para macroinvertebrados, fitoplancton, zooplancton y perifiton, sobre la quebrada Chámeza, Belencito y Malsitio.

Tabla 10.6 Identificación y georreferenciación de los puntos de monitoreo calidad del agua

Nombre del Punto	ID_PUNTO_M	Coordenadas origen Único Nacional	
		Este	Norte
Q. Chámeza aguas arriba	CH_arriba	5009107,132	2196279,293
Q. Chámeza aguas abajo 400mt	CH_400abajo	5009389,688	2195886,657
Q. Belencito aguas arriba	Bel_arriba	5010974,626	2197547,27
Q. Belencito aguas abajo 400 mt	Bel_400abajo	5011712,185	2196211,843
Q. Malsitio aguas arriba	MS_arriba	5013349,812	2199484,399
Q. Malsitio aguas abajo 800mt	MS_800abajo	5014512,937	2199353,451

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

Figura 10.6 Ubicación puntos de muestreo agua superficial



Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026

SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE PAISAJISTICO					
COMPONENTE AMBIENTALES A MONITOREAR	**META**	**DESCRIPCIÓN INDICADOR**	**INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (VALOR DE REFERENCIA)**	**TIPO DE INDICADOR**	**FRECUENCIA DE MEDICIÓN**
Paisaje	Conocer el estado de reconformación y revegetalización de las áreas intervenidas y cerradas.	$\%P_{VR} = \frac{UP_{PVR}}{UP_{IMC}} \times 100$ Dónde, $\%P_{VR}$ Paisaje visualmente reconformado UP_{PVR} Unidades de paisaje visualmente reconformadas UP_{IMC} Unidades de paisaje visual autorizadas a intervenir	75% ≥ Alta efectividad 25% ≥ Moderada efectividad < 75% 25% < Baja efectividad	Efectividad	Anual
ACCIONES A DESARROLLAR					
• Realizar inspecciones visuales anuales en las áreas intervenidas y cerradas, con el fin de verificar el estado de reconformación y revegetalización del paisaje. • Identificar y cuantificar las unidades de paisaje visualmente reconformadas y compararlas con las unidades autorizadas a intervenir. • Efectuar registros fotográficos georreferenciados desde puntos de observación definidos, procurando mantener las mismas condiciones de captura para facilitar la comparación temporal. • Evaluar la integración visual de las áreas recuperadas con el entorno paisajístico, considerando la configuración del terreno, la cobertura vegetal y la presencia de superficies expuestas. • Calcular el indicador de efectividad (%PVR) y clasificar los resultados según los rangos establecidos: alta, moderada o baja efectividad.					
SEGUIMIENTO Y MONITOREO A LA CALIDAD DEL MEDIO COMPONENTE SUELOS					

COMPONENTE AMBIENTALES A MONITOREAR	META	DESCRIPCIÓN INDICADOR	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS (VALOR DE REFERENCIA)	TIPO DE INDICADOR	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
Suelo	Garantizar que el 75% de las áreas mejoradas con horizonte A permanezcan en el tiempo	$\frac{\text{m2 de áreas mejoradas con horizonteA que permanencen en el tiempo}}{\text{m2 de áreas mejoradas con horizonte A reutilizado}} \times 100$	Valor esperado ≥ 75% Rangos: Excelente ≥ 75% Bueno: 75 – 65% Regular: 65 – 50% Deficiente ≤ 49 %	Eficacia	Por única vez a los 12 meses posterior a la revegetalización de áreas intervenidas
ACCIONES A DESARROLLAR					
Se realizará una inspección anual a partir de la finalización de la actividad de mejoramiento de áreas verdes con el fin de determinar si las áreas mejoradas por la reutilización de horizonte A del suelo permanecen en el tiempo en buenas condiciones. Para lo cual se llevará un registro fotográfico con fecha.					

Fuente: EYC GLOBAL S.A.S., 2026