

7. PROGRAMA DE MONITOREO

7.1. Generalidades

El presente programa de monitoreo constituye el documento técnico de control ambiental, conformado por un conjunto de acciones orientadas a la observación de ciertos parámetros fisicoquímicos, cuyos valores serán vigilados durante la etapa de abandono del proyecto a fin de garantizar la conservación y protección del entorno ambiental. Dichos valores serán mantenidos por debajo de lo establecido en las normas de protección ambiental vigentes, además de confirmarse la preservación de la calidad de los receptores en el ámbito de influencia del proyecto, tomando como referencia los Estándares de Calidad Ambiental. De este modo, podrá realizarse un seguimiento de la calidad de los diferentes componentes ambientales, durante la ejecución del Plan de Abandono parcial para el retiro de equipos de la ex bahía de línea L-1120 de la Subestación Huánuco.

7.2. Objetivos

- Verificar que las medidas de manejo ambiental propuestas sean cumplidas.
- Establecer claramente los aspectos sobre los cuales se aplicará el presente Programa, los parámetros de monitoreo, la frecuencia y las estaciones de monitoreo.

7.3. Alcances

El alcance espacial del programa de monitoreo abarcará el área de influencia del proyecto.

El programa de monitoreo ambiental que se propone, está orientado a verificar el cumplimiento de las medidas propuestas para evitar o mitigar las alteraciones negativas en los elementos ambientales más importantes que puedan ser afectados durante la etapa del abandono.

Los valores de comparación serán los establecidos, entre otros, por los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (D.S. N° 003-2017-MINAM), Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) y Estándares de Calidad de Ambiental para Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

7.3.1. Responsable del programa de monitoreo

Red de Energía del Perú (en adelante REP) es responsable de la implementación y ejecución del programa de monitoreo, supervisando a la empresa contratista durante la ejecución del Plan de Abandono Parcial para el retiro de equipos de la ex bahía de línea L-1120 de la Subestación Huánuco.

7.3.2. Metodología

La metodología a emplear en el programa de monitoreo consistirá en una evaluación periódica de variables, mediante:

- **Inspección visual**, en los casos de monitoreo del programa de manejo residuos sólidos.
- **Instrumentos de medición adecuados para su monitoreo**, tales como el sonómetro, muestreadores de material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}; el muestreo de gases absorbentes, estos equipos estarán debidamente calibrados.

- **Toma de muestras en campo**, que luego se trasladarán a un laboratorio acreditado ante INACAL para el análisis respectivo, en el caso de la evaluación de calidad de aire y suelo.
- **Inspecciones y verificaciones**, en el caso del control de transporte, equipos y personal.

7.4. Monitoreo ambiental

La ejecución de las actividades que comprende el presente programa estará a cargo de la empresa titular; quien ejecutará los monitoreos ambientales a través de un consultora ambiental especializada y acreditada por INACAL para realizar la toma de muestras y análisis respectivos, en los puntos de monitoreos establecidos. En el anexo 8 Mapa de Programa de Monitoreo Ambiental CSL-184900-3-MO-01 se muestra la distribución espacial de las estaciones de monitoreo.

Durante la ejecución del plan de abandono se realizarán los siguientes monitoreos:

7.4.1. Monitoreo de calidad de aire

El monitoreo de la calidad del aire estará sujeto al cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire, aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM. Asimismo, se tomará como referencia el Protocolo de Monitoreo de Calidad del Aire y Gestión de los Datos, establecido mediante Resolución Directoral N° 1404/2005/DIGESA/SA, en función de lo indicado por la segunda Disposición Complementaria Final del DS N° 003-2017-MINAM.

7.4.1.1. Parámetros

El monitoreo de calidad del aire considera la determinación de los parámetros detallados en el siguiente cuadro.

Cuadro 7.4.1.1-1 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para aire

Parámetros	Norma de referencia	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Formato
PM ₁₀	D.S. N° 003-2017-MINAM	100	NE más de 7 veces al año
Monóxido de carbono (CO)		10 000	Media aritmética móvil
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)		200	NE más de 24 veces al año
PM _{2,5}		50	NE más de 7 veces al año
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)		150	Media aritmética
Dióxido de azufre (SO ₂)		250	NE más de 7 veces al año

NE: No Exceder.

Fuente: D.S. N° 003-2017-MINAM

Elaborado por CESEL S. A.

7.4.1.2. Método de muestreo

Partículas en suspensión menores a 10 micras (PM₁₀): El método utilizado corresponde a lo descrito en el EPA IO 2.1 y EPA IO 3.1. El método utilizado es por filtración y análisis gravimétrico a través de un muestreador de alto volumen, el cual consta de un cabezal fraccionador de partículas de diámetro inferior a 10 micras del tipo impactación selectiva, y control de flujo volumétrico.

El rango de flujo de medición aceptable para esta metodología es de 1.13 m³/min +/- 10%, para un período de medición de 24 horas +/- 1 hora de acuerdo a lo establecido por la USEPA y un mínimo de 21.6 horas según lo que señala el protocolo de monitoreo de calidad del aire de DIGESA.

Partículas en suspensión menores a 2.5 micras (PM_{2.5}): Al igual que para el PM₁₀, el método utilizado es por filtración y análisis gravimétrico a través de un muestreador de bajo volumen, donde el aire ambiente es introducido en la unidad de bajo volumen a un flujo de 16.7 l/min a través de una abertura situada en el cabezal. El flujo pasa a una cámara donde la velocidad se regula mediante el propio sistema, a su vez pasa a través de una malla diseñada para prevenir el paso de insectos y desechos suspendidos en el aire hasta el sistema de fraccionamiento. Las partículas con diámetro superior a 2.5 micras impactan sobre una placa, sumergida en aceite, a su vez el equipo cuenta con un sistema de filtro para la humedad y aceite, los cuales son contenidos en un frasco de vidrio externo. Las partículas menores a 2.5 micras son retenidas en el filtro.

Monóxido de carbono (CO): para el muestreo de este gas se empleó un tren de muestreo (método dinámico) donde se atrapa el gas en solución captadora; el flujo de muestreo es de 1.5l por minuto por un período de una (01) hora. El análisis se realiza por el método automático de infrarrojo no dispersivo, el cual tiene como base la absorción de radiación infrarroja para el monóxido de carbono, en un fotómetro no dispersivo. La radiación infrarroja es producida en 2 bases y ambos pasan por celdas iguales; una conteniendo un detector selectivo y el otro monóxido de carbono. El CO en la celda, absorbe radiación infrarroja solo a sus frecuencias y el detector es sensible a esas frecuencias. Cualquier cantidad de CO introducida en la celda de muestreo absorberá radiación, lo cual provoca un desplazamiento el cual es detectado electrónicamente y amplificado para producir la señal de salida. Los resultados serán expresados en microgramos por metro cúbico (µg/m³).

Dióxido de azufre (SO₂): Se aplica el método por fluorescencia ultravioleta. En esta técnica se ilumina con luz de 214 nm. A esta longitud de onda, el SO₂ emite fotones de fluorescencia en el visible (350 nm). La intensidad de fluorescencia es proporcional a la concentración de SO₂ de la muestra según la conocida ley de LambertBeer. El equipo de muestreo que se utilizara es el tren de muestreo que consiste en un absorbedor sencillo, una bomba de succión de aire y un medidor de flujo.

Dióxido de nitrógeno (NO₂): Se aplica el método del arsenito de sodio. El muestreo del dióxido de nitrógeno contenido en el aire se realiza mediante un tren de muestreo, provisto de un burbujeador de vidrio poroso por el cual la muestra de aire se somete a través de una solución absorbente alcalina de arsenito de sodio, y el periodo de muestreo es de una (01) hora (Warner, 1981).

Sulfuro de hidrógeno (H₂S): La determinación de este gas se realizó empleando un tren de muestreo que consiste en un sistema dinámico compuesto por una bomba de presión-succión, un controlador de flujo y una solución captadora a razón de flujo de 0.2 l/min, en un periodo de muestreo de 24 horas.

7.4.1.3. Estación de monitoreo

Con fines comparativos de resultados, se ha establecido una (01) estación de monitoreo de calidad de aire, la cual fue evaluada como parte de la línea base ambiental para el presente plan de abandono. Dicha estación de monitoreo se ubica dentro del área donde se encuentran los equipos a retirar de la ex bahía de línea L-1120 de la Subestación Huánuco.

Se considera que un (01) solo punto de monitoreo es representativo, por la magnitud de las actividades a realizar y el tiempo de duración de las actividades de abandono. En el siguiente cuadro se presenta su ubicación en coordenadas UTM y en el anexo 8 se presenta el Mapa de Programa de Monitoreo Mapa CSL-184900-1-MO-01.

Cuadro 7.4.1.3-1
Estación de monitoreo de calidad de aire

Estación	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS 84 – Zona 18S		Altitud (m.s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
CA-01	Al interior del área donde se ubica la ex bahía de línea L-1120	364 217	8 901 199	1923

Fuente: Elaboración propia. CESEL S.A. (2019).

7.4.1.4. Frecuencia de monitoreo

Teniendo en cuenta el tiempo de ejecución del abandono de los equipos de la ex bahía de línea L-1120 es corto (30 días), el monitoreo de calidad de aire se realizará una vez, durante la ejecución de las actividades de abandono. Específicamente se realizará cuando se ejecute la actividad de demolición de las fundaciones de equipos y pórticos (actividad que más propicia la dispersión del material particulado).

7.4.2. Monitoreo de ruido ambiental

7.4.2.1. Parámetro

Para efectos de establecer comparaciones entre los resultados de los monitoreos de ruido, se utilizarán los valores establecidos por el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. Nº 085-2003-PCM).

El monitoreo de ruido evaluará el nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq), expresado en decibeles (dB), durante la etapa de abandono del proyecto y solo se realizará en horario diurno porque no habrán actividades nocturnas. Los monitoreos se realizarán tomando como referencia los ECA de ruido para zona industrial, tal como se realizó para la Línea base ambiental.

Cuadro 7.4.2.1-1 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para ruido

Zona de aplicación	Horario	
	Diurno ⁽¹⁾	Nocturno ⁽²⁾
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Fuente: D.S. Nº 085-2003 PCM.

⁽¹⁾ Horario diurno: periodo comprendido entre las 07:01 y las 22:00 horas.

⁽²⁾ Horario nocturno: periodo comprendido entre las 22:01 y las 07:00 horas del día siguiente.

7.4.2.2. Métodos de muestreo

Niveles de presión sonora (NPS)

Se calcularán los NPS a un intervalo de tiempo constante entre cada toma de muestra; seguidamente, se obtendrá el nivel de ruido equivalente para estas mediciones, el mismo que se considerará de manera referencial. Se utilizará la siguiente fórmula:

$$Leq = 10 \log [1/n * \sum 10^{Li/10}]$$

Dónde:

n = Número de intervalo iguales en que se ha dividido el tiempo de medición

Li = Nivel de presión sonora (dB)

Leq = Nivel de presión equivalente del sonido (dB)

El equipo a emplear será un sonómetro o decibelímetro de tipo I (precisión de aproximadamente de ± 1 dB), bajo ponderación "A".

Los métodos y técnicas a emplear estarán en conformidad con las disposiciones transitorias del D.S. N° 085-2003-PCM, que señala la aplicación de los criterios descritos en las normas técnicas siguientes:

- NTP-ISO 1996-1:2007. Acústica – Descripción y mediciones de ruido, Parte I: Índices básicos y procedimientos de evaluación.
- NTP-ISO 1996-2:2008. Acústica – Descripción, mediciones y evaluación del ruido I, Parte II: Determinación de niveles de ruido ambiental.

7.4.2.3. Estación de monitoreo

Con fines comparativos de resultados, se ha establecido una (01) estación de monitoreo de ruido ambiental, la cual fue descrita en la línea base ambiental para el presente plan de abandono. Para el establecimiento del punto de monitoreo de ruido ambiental (RUI-01) se ha tenido en cuenta la localización de potenciales receptores, en este caso las viviendas ubicadas a 40.0 m del perímetro de la S.E. Huánuco. De esta manera se estaría caracterizando las condiciones de ruido en el ambiente, teniendo en cuenta la población que pudiera verse afectada por las actividades de abandono.

En el siguiente cuadro se presenta la ubicación del punto de monitoreo de ruido.

Cuadro 7.4.2.3-1
Estación de monitoreo de ruido ambiental

Estación	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS 84 – Zona 18S		Altitud (m.s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
RUI-01	Parte central posterior de la Subestación Huánuco	364 244	8 901 199	1925

Fuente: Elaboración propia. CESEL S.A. (2019).

7.4.2.4. Frecuencia de monitoreo

Dado el corto tiempo de ejecución de las actividades de abandono, el monitoreo de ruido ambiental se realizará una vez en horario diurno, durante la ejecución de las actividades de abandono.

7.4.3. Monitoreo de calidad de suelo

7.4.3.1. Parámetros

El parámetro de contaminación de suelo a considerar son los establecidos en los ECA para suelo establecido mediante D.S. N° 011-2017-MINAM, ver cuadros siguientes:

A. Parámetros inorgánicos

Cuadro 7.4.3.1-1 Parámetros inorgánicos

Elementos/ parámetros	Und.	ECA Uso de suelo comercial/industrial/extractivos
Arsénico	(mg/kg PS)	140
Bario total	(mg/kg PS)	2 000
Cadmio	(mg/kg PS)	22
Cromo total	(mg/kg PS)	1000
Cromo VI	(mg/kg PS)	1.4
Mercurio	(mg/kg PS)	24
Plomo	(mg/kg PS)	800
Cianuro Libre	(mg/kg PS)	8

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo D.S. N° 011-2017-MINAM.

B. Parámetros orgánicos

Cuadro 7.4.3.1-2 Parámetros orgánicos

N°	Parámetros	ECA Uso del suelo
		Comercial/Industrial/Extractivo mg/kg
1	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10) (mg/kg PS)	500
2	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) (mg/kg PS)	5000
3	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) (mg/kg PS)	6000
4	Benzo(a) pireno (mg/kg PS)	0.7
5	Naftaleno (mg/kg PS)	22
6	Benceno (mg/kg PS)	0.03
7	Tolueno (mg/kg PS)	0.37
8	Etilbenceno (mg/kg PS)	0.082
9	Xileno (mg/kg PS)	11
10	Bifenilos policlorados – PCB (mg/kg PS)	33
11	Tetracloroetileno (mg/kg PS)	0.5
12	Tricloroetileno (mg/kg PS)	0.01

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo D.S. N° 011-2017-MINAM.

7.4.3.2. Método de muestreo

El muestreo de campo se desarrollará conforme a los criterios establecidos R.M. N° 085-2014-MINAM, Guía para el muestreo de suelos. Se ejecutará un muestreo superficial el cual será de 20 cm de profundidad. Considerando que las muestras para hidrocarburos totales de petróleo serán recogidas en frascos de vidrio ámbar y conservadas a 4°C y las muestras para metales serán recogidas en bolsas plásticas de cierre hermético de 1 kilogramo, para su posterior análisis en un laboratorio acreditado por INACAL.

Para el análisis de los parámetros del ECA para suelo, el laboratorio seguirá los métodos de ensayo establecidos en la R.M N° 137-2016-MINAM.

7.4.3.3. Estación de monitoreo

Debido a lo puntual de las actividades, a realizarse en una determinada área de la subestación Huánuco, el monitoreo de calidad de suelo solo se realizará en caso de ocurrencia de algún derrame. El monitoreo de calidad de suelo se realizará inmediatamente después de aplicada las medidas de contingencia.

En el siguiente cuadro se presenta su ubicación en coordenadas UTM.

Cuadro 7.4.3.3-1
Estación de monitoreo de calidad de suelo

Estación	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS 84 – Zona 18S		Altitud (m.s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
SU-01	Dependerá del lugar donde se suscite la contingencia	---	---	---

Fuente: Elaboración propia. CESEL S.A. (2019).

7.4.3.4. Frecuencia de monitoreo

Sólo se realizará en caso ocurra un derrame durante las actividades de abandono del proyecto, realizándose después de aplicada las medidas de contingencia. (Ver capítulo 8.0 del presente plan de abandono).

7.4.4. Monitoreo del control para el transporte de materiales, equipos y personal

7.4.4.1. Objetivo

- Verificar, al inicio de los trabajos, que los vehículos cuenten con la credencial de aprobación de revisión técnica y llevar un registro de estos.
- Llevar un registro de los accidentes que se pudieran suscitar en la zona de trabajo.

7.4.4.2. Instrumentos e indicadores de seguimiento

- Registro de aprobación de revisión técnica de vehículos.
- Registro de los accidentes que pudieran ocurrir en la zona.

7.4.4.3. Frecuencia de monitoreo

El monitoreo y control para el transporte de materiales, equipos y personal se desarrollará semanalmente durante el tiempo que demande las actividades de abandono.

7.4.5. Monitoreo del programa de manejo de residuos sólidos

El monitoreo del programa de residuos sólidos se realizará con el fin de que se verifique el cumplimiento de las pautas de Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Legislativo 1278” y “Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM”.

La supervisión del titular comprende verificar visualmente el adecuado manejo de residuos sólidos en el área de trabajo y presentación del documento de disposición final.

7.4.5.1. Instrumentos e indicadores de seguimiento

El contratista manejará la siguiente documentación:

- Registros documentados y debidamente clasificados de los volúmenes de residuos sólidos que fueron retirados de las instalaciones.
- Certificado y/o constancia del lugar de disposición final de los residuos sólidos peligrosos emitida por una Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS).

El supervisor en medio ambiente de REP verificara que los residuos sean segregados, almacenados y dispuestos según su origen. Para su almacenamiento se cumplirá lo establecido en el Programa de minimización y manejo de residuos sólidos (Cuadro 6.4.2.5-1 Código de colores de los dispositivos de almacenamiento de los residuos).

7.4.5.2. Frecuencia de monitoreo

El monitoreo del programa de manejo de residuos sólidos se desarrollará semanalmente durante el tiempo que demande las labores de abandono.

7.4.6. Cuadro resumen

En los cuadros 7.4.6-1 y 7.4.6-2 se presenta el resumen de cada componente ambiental y estaciones de monitoreo del presente programa.

Cuadro 7.4.6-1
Programa de monitoreo ambiental

Componente a monitorear	Parámetros	Estaciones	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18S		Frecuencia	Normatividad	Responsable de la implementación
				Este (m)	Norte (m)			
Aire	PM ₁₀ , PM _{2.5} , NO ₂ , CO, SO ₂ , H ₂ S	CA-01	Al interior del área donde se ubica la ex bahía de línea L-1120	364 217	8 901 199	Una vez durante la ejecución de las actividades	ECA para aire (D.S. N° 003-2017-MINAM)	REP
Ruido	Nivel de presión sonora continuo equivalente (Leq), expresado en decibeles (dB)	RUI-01	Parte central posterior de la Subestación Huánuco	364 244	8 901 199	Una vez durante la ejecución de las actividades	ECA para ruido (D.S. N° 085-2003-PCM)	
Suelo	Elementos orgánicos e inorgánicos	SU-01	Dependerá del lugar donde se suscite la contingencia	---	---	Sólo se realizará en caso ocurra un derrame	ECA para suelo (D D.S. N° 011-2017-MINAM)	

Fuente: Elaboración propia. CESEL S.A. (2019).

Cuadro 7.4.6-2
Monitoreos complementarios en la etapa de abandono

Componente a monitorear	Frecuencia	Responsable de la implementación
Monitoreo de residuos sólidos	Semanal	REP
Monitoreo del control para el transporte de materiales, equipos y personal	Semanal	

Fuente: Elaboración propia. CESEL S.A. (2019).

7.5. Cronograma y presupuesto estimado

7.5.1. Cronograma estimado

En el cuadro siguiente, se muestra el cronograma de implementación del programa de monitoreo.

Cuadro 7.5.1-1
Cronograma de implementación del programa de monitoreo ambiental

Monitoreos a realizar	Plan de abandono
	30 días
Monitoreo de calidad de aire	Una vez durante la ejecución de las actividades de abandono
Monitoreo de nivel de ruido	Una vez durante la ejecución de las actividades de abandono
Monitoreo de calidad de suelo	Sólo se realizará en caso ocurra un derrame
Monitoreo de residuos sólidos	Semanal
Monitoreo para el control para el transporte de materiales, equipos y personal	Semanal

Fuente: Elaboración propia. CESEL S.A. (2019).

7.5.2. Presupuesto estimado del programa

Se presenta el cuadro de presupuesto estimado para la implementación del programa de monitoreo.

Cuadro 7.5.2-1
Presupuesto estimado de implementación del programa de monitoreo ambiental

Descripción	Frecuencia	Cantidad por estación de monitoreo	Número de veces	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
Monitoreo de calidad de aire	1 vez	1	1	1800	1800
Monitoreo de nivel de ruido	1 vez	1	1	150	150
Monitoreo de calidad de suelo*	1 vez	1	1	3500	3500
Monitoreo de residuos sólidos**	Semanal	---	---	---	---
Monitoreo para el control para el transporte de materiales, equipos y personal**	Semanal	---	---	---	--
TOTAL (S/.)					5 450

Fuente: Elaboración propia. CESEL S.A. (2019).

* Solo se realizará en caso ocurra un derrame.

** El Supervisor Ambiental será el encargado de realizar el monitoreo del programa de minimización y manejo de residuos sólidos y del control del transporte de vehículos, equipos y personal. Los costos del profesional se encuentran en el Capítulo 9.0 Presupuesto de implementación.