



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

CUT N°: 0079037-2021-ANA

INFORME TECNICO N° 0075-2021-ANA-DCERH/WQQ

A : **LUIS ALBERTO DIAZ RAMIREZ**
DIRECTOR
DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS
HIDRICOS

Asunto : Información Complementaria al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0106 (Botadero KM 4) por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Pastaza presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)

Referencia : Oficio N° 260-2021-MINEM-DGAAH-DEAH

Fecha : San Isidro, 06 de setiembre de 2021

Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle lo siguiente:

I) ANTECEDENTES

- 1.1. El 25 de Setiembre de 2019, mediante Oficio N° 382-2019-MEM/DGAAH/DEAH, la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)), remitió a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) el Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) indicado en el asunto a fin de que se emita la opinión técnica en el marco del artículo 81 de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos. Se precisa que el consorcio ECODES-VARICHEM realizó el Plan de Rehabilitación indicado en el asunto.
- 1.2. El 17 de diciembre de 2019, mediante Oficio N° 2747-2019-ANA-DCERH, la DCERH de la ANA remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)), el Informe Técnico N° 1086-2019-ANA-DCERH/AEIGA, que contiene las observaciones al Instrumento de Gestión Ambiental (IGA) indicado en el asunto.
- 1.3. El 20 de mayo de 2021, mediante Oficio N° 260-2021-MINEM-DGAAH-DEAH, la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM)) remitió a la DCERH de la ANA la subsanación de las observaciones del IGA indicado en el asunto.
- 1.4. El 3 setiembre mediante sistema SIGGED se remite Carta S/N° que contiene informe para emisión. El Qco. Miguel Ángel Marcelo Torre con CQP N° 685 (Especialista en Evaluación del IGA) elaboró el proyecto de Informe Técnico en



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

conjunto con la Ing. Susana León Távora (Especialista en Hidrogeología) con CIP N° 165359, para la emisión del informe técnico.

II) ANÁLISIS

2.1. MARCO LEGAL

- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, Decreto Supremo N° 001-2010-AG
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento, Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM
- Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental y su Reglamento, Decreto Supremo N° 039-2016-EM
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias
- Decreto Supremo N° 018-2017-MINAGRI, Reglamento de Organización y Funciones de la ANA
- Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM, Aprueban “Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación”
- Resolución Jefatural N° 106-2011-ANA, Procedimientos de Evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental relacionados con los recursos hídricos
- Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, Reglamento para el otorgamiento de autorización de vertimientos y reúso de aguas residuales tratadas
- Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA. Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales
- Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA, Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo de Natural de Agua
- Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA. Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales”

2.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.2.1. Descripción del proyecto

La Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM) contrata a CONSORCIO ECODES INGENIERÍA-VARICHEM DE COLOMBIA-CEV (en adelante ECODES-VARICHEM), quienes plantean el “Plan de Rehabilitación para el Sitio Impactado S0106 (Botadero km 4), que considera las características del área, la caracterización de sitio impactado, la evaluación de los impactos y/o riesgos para el ambiente y la salud de las personas. Las acciones de remediación y rehabilitación, determinó como alternativa de remediación las tecnologías Bioestimulación enzimática y Solidificación ex situ, además de la remoción de residuos.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

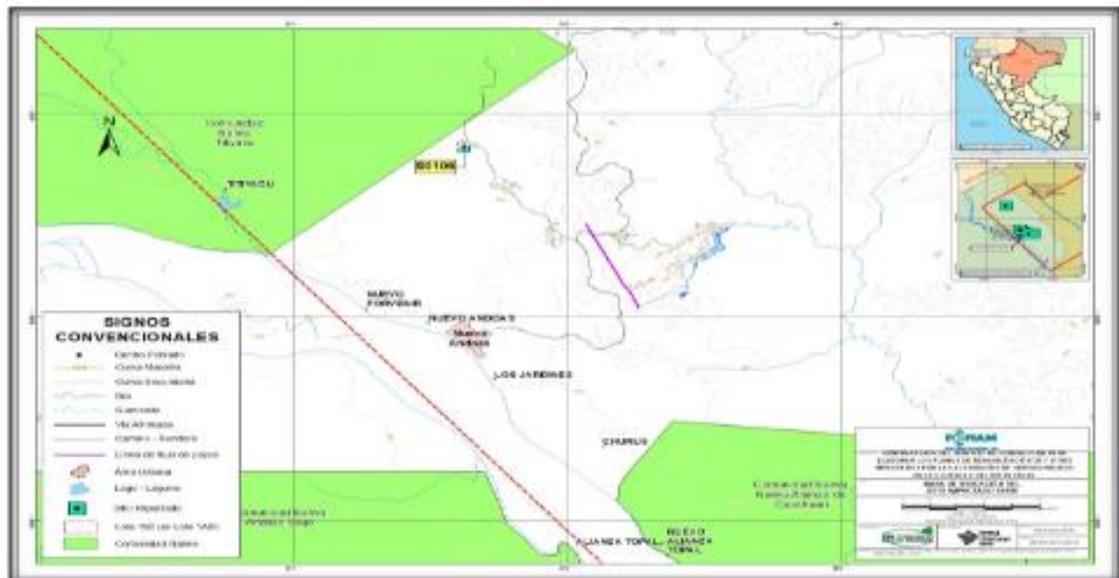
La remoción de residuos implica: Aspectos logísticos y de selección de personal para la extracción de residuos enterrados; Transporte e instalación de personal; Maquinaria y equipos para la extracción de residuos enterrados; Adecuación de la zona para la extracción de residuos enterrados; Excavación y retiro de residuos contaminados y; Cierre y abandono.

La Bioestimulación enzimática más Solidificación ex situ implica: Aspectos logísticos y de selección de personal; Transporte e instalación de personal; Maquinaria, productos y equipos para el desarrollo de las actividades de remediación en la zona de tratamiento; Reconocimiento y adecuación de la zona de remediación; Construcción y adecuación de las celdas de tratamiento para bioestimulación enzimática; Excavación, transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento; Implementación de la técnica de remediación de bioestimulación enzimática; Implementación de la técnica de solidificación ex situ–on site; Finalización de la técnica de remediación y acciones de revegetación y; Cierre y desmantelamiento del campamento base y de la zona de tratamiento.

2.2.2. Ubicación

El proyecto de Rehabilitación del Sitio Impactado S0106 se ubica al norte de la Amazonía Peruana, políticamente en el distrito de Andoas, provincia Datem del Marañón y departamento de Loreto, y geográficamente dentro de la cuenca del río Pastaza. El sitio impactado S0106 (Figura 1) de coordenadas 338115 E y 9 694 180 N (UTM WGS 84, zona 18 Sur) se ubica en el ámbito de intervención del lote petrolero 192 (ex lote 1AB).

Figura 1. Ubicación del Sitio impactado S0106



Fuente: PR del Sitio S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM, (Figura 2-1).

2.2.3. Característica del área

El Sitio S0106 (Botadero km 4), está ubicado en el Lote 192 (Ex lote 1AB), sobre la vía que conduce hacia el campo Capahuarí norte. La comunidad nativa de Titiyacu se encuentra al suroeste, a una distancia en línea recta de 4,5 km. El sitio



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

S0106 (Botadero km 4), está ubicado sobre una terraza alta, en una zona de bosques secundarios. Hacia el noroeste a una distancia de 13,4 km, está ubicada la Batería Capahuarí norte; hacia el sur a una distancia de 415 m, y hacia el oeste a una distancia de 200 m, pasan las líneas de flujo que interconectan al campo Capahuarí norte con la Batería Capahuarí sur.

La geología que domina el sistema hidrogeológico es la de la unidad hidrogeológica “Acuífero” poroso no consolidado, de origen detrítico que está conformado por depósitos aluviales, fluviales, palustres del cuaternario reciente (Holoceno).

Este acuitardo sedimentario está conformado por lodonitas, arcillitas y algunas areniscas pertenecientes a la Formación Ipururo que subyace a la formación Iquitos (formación Nauta). Este acuitardo (Fm. Ipururo) aflora en la zona, delimitando el acuífero detrítico horizontalmente y verticalmente. Por debajo de la formación Ipururo se encuentra la formación Pebas, la cual no aflora en ninguna parte de la zona de estudio ni zonas aledañas, únicamente aflora en la otra margen del río Pastaza.

Según el estudio geofísico, el subsuelo está compuesto por estratos arcillosos con diferentes estados de compactación. Asimismo, hay valores de resistividades con valores altos cerca de la superficie por lo cual se recomienda realizar perforaciones exploratorias en aquellos puntos. También existen resistividades elevadas y ligeramente elevadas a mayores profundidades que indicarían estratos más compactos que se relacionan a la litología de la Fm. Ipururo.

Debido a las elevadas precipitaciones y al momento del registro de los niveles freáticos, éstos se realizaron en mayo (época húmeda), existiría descarga de agua subterránea hacia la quebrada Capahuari en dicha época hidrológica.

Según los cálculos de flujo subterráneo vertical considerando estratos de suelo limoso arcilloso y limoso arenoso y propiedades hidráulicas presentados previamente, arrojan velocidades máximas de 4×10^{-6} m/día, lo que sería 1,14 cm por año.

Con respecto a la hidrología, el río Pastaza tiene su origen en Ecuador y recorre la llanura amazónica hasta desembocar en el Río Marañón. Tiene un ancho de cauce de 1200 metros en promedio, es de forma meándrica donde predominan grandes islas y bancos de arena a lo largo de su cauce. Es necesario mencionar que ninguna de las áreas afectadas se encuentra dentro de zonas de inundación de los ríos Pastaza y Tigre, por lo que las crecientes de los ríos no podrían afectar directamente la saturación del suelo en las áreas del proyecto. En el sitio de estudio existen dos cuerpos de agua superficial estacionarios, denominados Bajiales, los cuales están ubicados al nooeste y a 83 y 109 metros respectivamente del área del sitio impactado.

El clima de la región nor-amazónica se considera ecuatorial húmedo, el cual es un clima de bosque tropical lluvioso, típico de las latitudes bajas, controlados por las masas de aire del trópico ecuatorial que convergen generando una depresión ecuatorial, derivando en lluvias a través de las tormentas de

convección. El suelo del área corresponde a tierra apta para producción forestal de limitado drenaje, calidad agrícola media y baja, el cual tiene una codificación F3w - X; la cobertura vegetal configura los siguientes tipos: bosque colina baja y bosque de terraza baja.

En la Comunidad Nativa Titiyacu, el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de agua potable, desagüe y sistema de disposición de residuos. Además, cuenta con un punto de agua tratada y la captación se efectúa en el río Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, y esta a su vez, destina el agua tratada a la comunidad a través de piletas de agua.

2.2.4. Característica del sitio impactado

Las actividades principales que se desarrollaron anteriormente y las que se realizan en la actualidad:

- En 1971 se da inicio a las operaciones de explotación de crudo en el ex lote 1A, por la empresa Occidental Petroleum Corporation of Peru (Oxy). Se realizaron diversos proyectos de producción y exploración, los cuales contaron con instrumentos ambientales aprobados por la Dirección General de Hidrocarburos, entre estos el PAMA.
- En 1978 se da inicio de operaciones en el ex lote 1B por OXY.
- En 1986 ambos lotes se fusionan y forman el Lote 192 (Ex lote 1AB), que celebran Petróleos del Perú S.A. Occidental Peruana inc., Sucursal del Perú.
- En 2003, se suscribe el contrato de licencia para la explotación de Hidrocarburos en el Lote 192 (Ex lote 1AB), entre Perupetro S.A. y Pluspetrol Norte S. A.
- Desde el 23 de abril hasta el 08 de mayo de 2013, el OEFA verificó la existencia de una serie de botaderos con residuos sólidos de distinta naturaleza y condición, los cuales se encontraban dispersos y sin ningún tipo de protección y almacenamiento.

Características del entorno, fuentes asociadas a las actividades de hidrocarburos

El sitio S0106 (Botadero km 4), está ubicado sobre una terraza alta, este sitio fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera, en el área de influencia directa no hay líneas de flujo de producción de hidrocarburos ni instalaciones asociadas a la industria petrolera; los elementos catalogados como fuentes y focos de contaminación son los siguientes:

- Fuentes asociadas a los contaminantes de preocupación: las fuentes están asociadas a los residuos industriales de diferente tipo y naturaleza que están dispersos y enterrados en la parte alta de la terraza y sobre los taludes perimetrales al Sitio S0106 (Botadero km 4).
- Fuentes asociados a actividades industriales y otros: En inmediaciones al Sitios S0106 (Botadero km 4), no se realizan actividades industriales, ni agrícolas; hacia el sur del sitio impactado a una distancia 415 m, y hacia

el oeste a una distancia de 200 m, pasan las líneas de flujo que interconectan al campo Capahuarí norte con la batería Capahuarí sur.

- **Focos:** Los residuos metálicos que se encuentran dispersos superficialmente y a nivel sub superficial, dependiendo de su naturaleza y de las aleaciones con las que han sido fabricados, como consecuencia de procesos de deposición y lixiviación podrían estar aportando al suelo metales pesados. En la parte baja de la terraza, hacia el oeste existen dos bajiales estacionales, es probable que por procesos de lixiviación los contaminantes de potencial preocupación afecten las aguas superficiales y a los sedimentos.
- **Vías de propagación:** los contaminantes de potencial preocupación de naturaleza inorgánica, pueden propagarse a través de los sustratos de suelo por procesos de movilización, absorción y lixiviación; las corrientes de agua pueden propiciar la movilización de los contaminantes de preocupación por procesos de escorrentía, disolución y lixiviación.

Fuentes de contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental

Se identificaron fuentes de contaminación derivadas de la incorrecta disposición de residuos en el Sitio S0106 (Botadero km 4). La fuente de contaminación identificada en este sitio corresponde a residuos superficiales y enterrados los cuales se encuentran en toda la zona impactada:

- **Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos:** en la zona impactada se identificaron residuos industriales, los cuales se encuentran dispersos superficialmente y enterrados a diversas profundidades.
- **Fugas y derrames visibles:** en la fase de reconocimiento y muestreo no se identificaron fugas ni derrames visibles que afecten a las matrices de suelo, agua y sedimentos. En el área de influencia directa no hay infraestructura petrolera.

En el Cuadro N° 1, se presenta la relación de fuentes de contaminación que contribuyen a la degradación ambiental.

Cuadro N° 1. Relación de fuentes de contaminación en el sitio S0106

N°	Tipo de residuo	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
1	Regulador para balón de oxígeno	338131	9694313
2	Cilindro metálico en las raíces de un árbol	338125	9694312
3	Chatarra, llantas de caucho de maquinaria pesada	338117	9694310
4	Filtros	338113	9694306
5	Cilindros cortados	338078	9694311



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

N°	Tipo de residuo	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
6	Botellas plásticas y de vidrio	338082	9694283
7	Residuos metálicos	338083	9694265
8	Residuos metálicos	338068	9694268
9	Residuos metálicos oxidados	338065	9694241
10	Bombillas y filtro metálico	338067	9694211
11	Residuos metálicos	338071	9694211
12	Aros de rines de vehículos, filtros	338073	9694215
13	Cilindro metálico entre las raíces de un árbol	338105	9694179
14	Residuos metálicos	338130	9694181
15	Bolsas plásticas	338161	9694191
16	Residuos metálicos	338174	9694191
17	Residuos metálicos	338178	9694190
18	Residuos plásticos	338178	9694201
19	Cilindros con residuos	338256	9694209
20	Residuos metálicos	338195	9694217
21	Residuos metálicos	338197	9694225
22	Residuos metálicos	338203	9694227

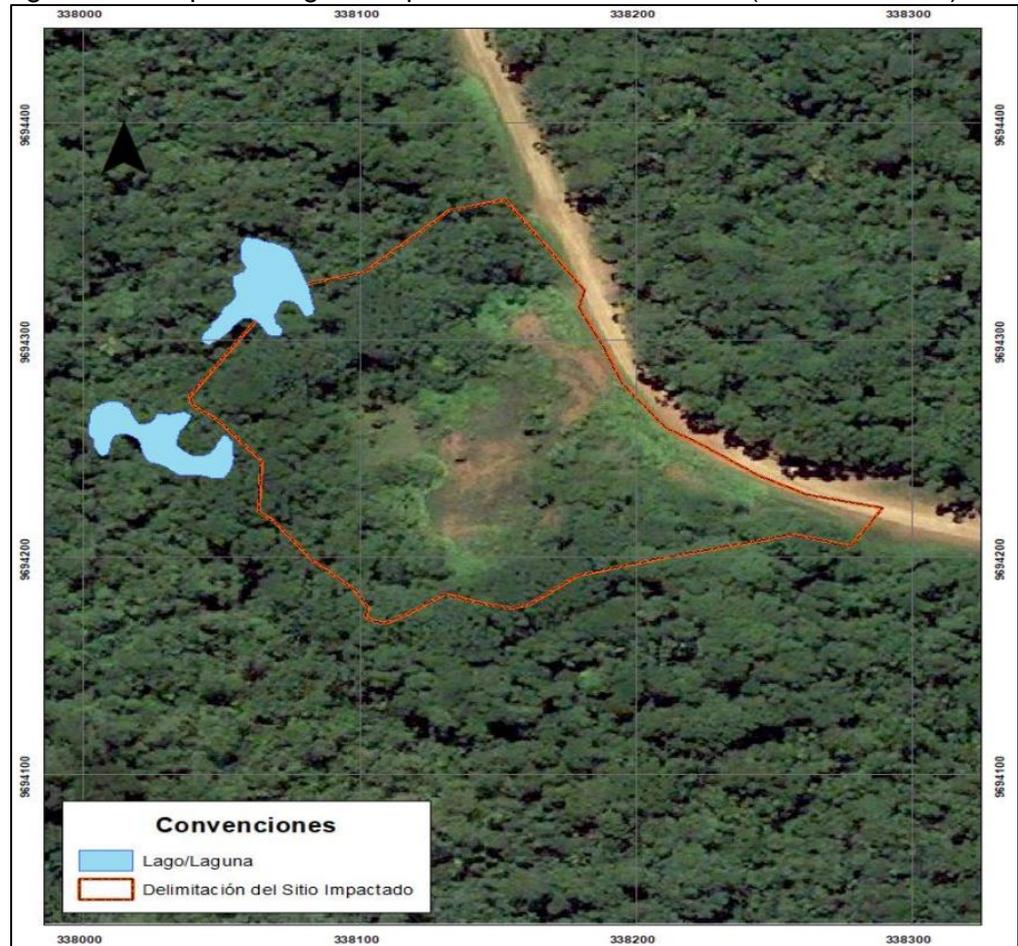
Fuente: PR del Sitio S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 3-5).

2.2.5. Características de componentes

- Hidrología: existen dos cuerpos de agua superficial estacionarios, denominados Bajiales (Figura 2), los cuales están ubicados a 83 y 109 metros respectivamente del área del sitio impactado.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 2. Cuerpos de aguas superficiales del sitio S0106 (Botadero km 4)



Fuente: PR del Sitio S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Figura 2-7).

Calidad de agua superficial: Los resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) - Categoría 4 Subcategoría E; alternatively, fueron comparados con las normas Environmental Quality Guidelines for Alberta, 2014, Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia y Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016) para los parámetros que no contaron con estándares en la norma peruana. Se tomaron dos muestras en época húmeda (S0106-As001 y S0106-As002) y solo una muestra en la época seca (S0106-As002) de agua superficial (Cuadro N° 2). Todas las muestras registraron pH y oxígeno disuelto menor al rango establecido en el ECA-Cat4-E2. Los valores de pH se atribuyen a las actividades bacterianas y descomposición de la materia vegetal en ácidos húmicos; los valores de oxígeno disuelto, se atribuyen a que son cuerpos de agua estancado con mínima velocidad de flujo.

Los demás parámetros evaluados como: aceites y grasas, fenoles, sulfuros, bifenilos policlorados (PCB), hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), compuestos orgánicos volátiles (benceno), HAP (antraceno, benzo[a]pireno y fluoranteno), y metales (arsénico total, bario total, cromo hexavalente, cadmio total, cobre total, mercurio total, níquel total, plomo total y zinc total) no superaron ECA-Cat4-E2; asimismo, las

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

concentraciones de cloruros, compuestos orgánico volátiles (BTEXs), HAP (naftaleno, fenantreno, pireno, y benzo[a]antraceno) no superaron el estándar de Environmental Quality Guidelines for Alberta, 2014; adicionalmente, las concentraciones de benzo(b)fluoranteno y benzo(k)fluoranteno no superaron el estándar de calidad de agua de Puerto Rico; así también, las concentraciones de acenaftileno, acenafteno, fluoreno, benzo(a)antraceno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(g,h,i)perileno e indeno(1,2,3cd)pireno no superaron el estándar Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.

Cuadro N° 2. Puntos de muestreo de agua superficial del sitio S0106

Punto de muestreo	Fecha (época húmeda)	Fecha (época seca*)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción
			Este	Norte	
S0106-As001	08/05/2018	No se realiza	338074	9694319	El cuerpo de agua es estacional, está ubicado en el sector noroccidental del área impactada. El muestreo se realizó solamente en época húmeda
S0106-As002	24/04/2018	09/09/2018	338005	9694260	Cuerpo de agua léntico ubicado en la parte occidental del sitio impactado. El muestreo se realizó en las dos épocas

Fuente: PR del Sitio S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 3-41).

*Solo se realizó el muestreo en época húmeda, debido a que son cuerpos de agua estacionales.

- Calidad de agua Subterránea: en el sitio S0106 se construyó 2 pozos exploratorios: el primero se detuvo a una profundidad de 4,40 m, debido a que se encontró una secuencia de arcillas de 3,40 m de espesor; el segundo pozo se desarrolló hasta una profundidad de 4,40 m, se detuvo a esta profundidad porque se encontró una secuencia de arcillas de 2,60 m de espesor; se indica que esta capa de arcilla actúa como sello impermeable que contiene la migración de los contaminantes hacia sustratos inferiores.
- Calidad de sedimentos: Los resultados fueron comparados con los valores establecidos en Environmental Quality Guidelines of Alberta (Guías de Calidad Ambiental de la provincia de Alberta, Canadá) del año 2014. Alternativamente se comparó con lo establecido en Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) de la provincia canadiense de Nueva Escocia para los parámetros que no contaron con estándares en la Guía de Calidad Ambiental de Alberta. Se tomaron muestras en 3 puntos (Cuadro N° 3) durante la época seca (menos húmeda). La muestra S0106-Sed002 registró mercurio total superior al límite (ISQG) del Environmental Quality Guidelines of Alberta (2014), las otras dos muestras registraron valores dentro del límite de aceptación de la referencia; asimismo, las muestras S0106-Sed001 y S0106-Sed002 registraron concentraciones de HTP superiores al límite establecido en Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.

Los demás parámetros evaluados como: BTEXs, naftaleno, metales (cadmio total) fueron menores a los límites establecido por Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) nova Scotia; asimismo, las concentraciones de HAP (Benzo[a]pireno), metales (arsénico total, cromo total y plomo total) fueron menores al límite de la guía ISQG de Environmental Quality Guidelines of Alberta (2014).

Cuadro N° 3. Puntos de muestreo de sedimentos del sitio S0106

Punto de muestreo	Fecha (época seca)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
S0106-Sed001	08/09/2018	338074	9694319
S0106-Sed002	08/09/2018	338005	9694260
S0106-Sed003	08/09/2018	338143	9694325

Fuente: PR del Sitio S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 3-46).

Por otro lado, los parámetros analizados de la calidad de suelo fueron: benceno, tolueno, etilbenceno, m,p,-xilenos, o-xilenos, xilenos, granulometría, pH, fracción de hidrocarburos F1, F2 y F3, naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo[b]antraceno, criseno, benzo[b]fluoranteno, benzo[k]fluoranteno, benzo[a]pireno dibenzo[a,h]antraceno, benzo[g,h,i]perileno, indeno[1,2,3-cd]pireno, arsénico total, bario total, cadmio total, cromo total, mercurio total, plomo total, bario total real, bario extraíble y TCLP.

Los resultados de los análisis de suelos fueron comparados con el ECA de suelo D.S. N° 011-2017-MINAM o normativa Interin Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991). De la evaluación de los resultados obtenidos, se registraron fracción de hidrocarburos F2 en las muestras S0106-S012-1,50 y S0106-S012-2,30, F3 en S0106-S012-2,30, plomo total en S0106-S005-1,00 y, bario total, cadmio total y plomo total en S0106-S012-1,50, así también, bario total y plomo total en S0106-S012-2,30, bario total y bario extraíble en S0106-S019-0,80 y S0106-S019-1,00 y, bario total, bario extraíble y plomo total en S0106-S019-1,00 que superaron los estándares de referencia. Las demás muestras no registraron concentraciones superiores a los estándares de referencia para todos los parámetros evaluados.

2.2.6. Evaluación de los impactos

Definición del problema

- Origen de la contaminación: se asocia al manejo inadecuado de residuos industriales como piezas metálicas, plásticos, filtros, repuestos de autopartes, cables, vidrios, grasas y lubricantes, los cuales fueron depositados en la superficie y enterrados en el área del Sitio S0106 (Botadero km 4). En los Cuadros N° 4 y N° 5 se presentan las fuentes y focos de contaminación.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Cuadro N° 4. Fuentes de contaminación del sitio S0106

N°	Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
1	Residuos enterrados	338137	9694213
2	Residuos enterrados	333145	9694232
3	Residuos enterrados	338155	9694266
4	Residuos enterrados	338170	9694246

Fuente: PR del Sitio S0106, Consorcio ECODES VARICHEM (tabla 4-1)

Cuadro N° 5. Focos de contaminación del sitio S0106

N°	Fuente	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
1	Suelo con presencia de residuos industriales	338130	9694181
2	Suelo con residuos de soldadura	338178	9694201
3	Suelo con metales ferrosos	338121	9694193
4	Suelo con residuos industriales	338209	9694194

Fuente: PR del Sitio S0106, Consorcio ECODES VARICHEM (tabla 4-2).

- Características naturales generales del sitio Botadero km 4 (S0106): el sitio se localiza en la llanura amazónica del norte del Perú, el área de interés se ubica sobre un terreno plano con taludes hacia los sectores perimetrales, con cotas que varían entre 215 y 235 metros sobre el nivel del mar (msnm). Geomorfológicamente el área se caracteriza por ser una planicie en donde, en algunos sectores, el suelo fue removido para enterrar residuos industriales de diversa naturaleza, el área se caracteriza por la presencia bosques secundarios de terraza baja, con una composición florística heterogénea y una diversidad y riqueza faunística. Se indica que dentro del área impactada y en inmediaciones al área de influencia directa, no existen acuíferos ni bocatomas de agua para uso doméstico o industrial.
- Características de la contaminación. Los contaminantes de potencial preocupación que superaron los estándares de referencia para las matrices de suelo y sedimentos se detallan en los Cuadros N° 6 y N° 7.

Cuadro N° 6. Contaminantes identificados en suelos del sitio S0106

Compuesto	Legislación aplicable	Límite de referencia (mg/kg)	Concentración máxima registrada (mg/kg)
Fracción de hidrocarburos (F2)		1200	7032
Fracción de hidrocarburos (F3)	DS N° 011-2017-	3000	15332
Bario	MINAM	750	6442
Cadmio		1,4	55
Plomo		70	357

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tablas 4-3)

Cuadro N° 7. Contaminantes identificados en sedimentos del sitio S0106

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Compuesto	Legislación aplicable	Límite de referencia (mg/kg)		Concentración máxima registrada (mg/kg)
		ISQG	PEL	
hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia	--	50	3892
Mercurio	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)”	0,17	0,486	0,2

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tablas 4-4)

Contaminantes de preocupación

Para determinar los contaminantes de preocupación (CP) se tomó en cuenta la información disponible del área de estudio, tomando los criterios de la guía ERSA (R.M. N° 034-2015-MINAM). Los parámetros fueron comparados con los niveles de fondo, los estándares nacionales e internacionales y el cálculo de UCL95, el cual fue comparado con los estándares nacionales e internacionales.

A continuación, los contaminantes de preocupación de los componentes:

Matriz suelo: se identificaron como potenciales CP a la fracción de hidrocarburos F2 y F3 y, los metales bario total, cadmio total y plomo total. Debido a que el valor de UCL95 para plomo total fue menor al límite de referencia del ECA para suelos de uso agrícola, no se considera para los cálculos de ERSA.

Matriz sedimentos: los hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), fueron considerados CP, debido a que su concentración fue superior al estándar establecido en Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia; asimismo, el mercurio también fue considerado CP debido a que su concentración supera los valores límites de referencia establecidos por Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014).

En agua superficial no se encontraron CP. Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial estuvieron dentro de los límites reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM; considerando que el arsénico es un elemento tóxico, se comparó con ECA Cat1-A2 (agua para potabilizar con tratamiento convencional), sin embargo, la concentración de arsénico fue inferior al límite de detección del método (< 0,00003).

En agua subterránea: en el sitio S0106 no se tomaron muestra de agua subterránea.

Peligros identificados

- Fuentes primarias:

La fuente primaria de contaminación del Sitio S0106 (Botadero km 4), que está aportando al medio ambiente metales pesados y fracciones de hidrocarburos son de diversa naturaleza y tipo. Resalta los residuos industriales como piezas metálicas, repuestos de vehículos, piezas electrónicas, vidrios, lubricantes, etc., que fueron enterrados en la parte



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

alta de la terraza a una profundidad entre 0,5 y 5,0 m; además hay fracciones dispersas de hidrocarburos F2 y F3 en sitios específicos y puntuales, que, al entrar en contacto con las aguas pluviales, podrían alterar las propiedades fisicoquímicas de las aguas pluviales de infiltración.

Fuentes secundarias:

En el suelo: en la parte alta de la terraza del Sitio S0106 (Botadero km 4), fueron enterradas fracciones pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos migraron hacia los sustratos inferiores del suelo. La absorción y fijación de metales pesados como bario, cadmio y plomo en suelo se ha presentado preponderantemente, en los sustratos de la terraza alta en donde han sido enterrados los residuos y en aquellos sectores perimetrales, en donde hay piezas metálicas dispersas superficialmente y enterradas.

En los sedimentos: la concentración de mercurio (0,2 mg/kg) en uno de los tres puntos de muestreo fue mayor al límite ISQG (0,17 mg/kg) pero inferior al límite PEL (0,486 mg/kg) del estándar Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014); las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), en dos de los tres puntos de muestreo fue superior al límite establecido en Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia.

Rutas y vías de exposición

Se identificaron dos principales vías de exposición a la contaminación: Contacto dérmico (directo) e ingestión (directa o indirecta a través de la cadena trófica), para el receptor humano.

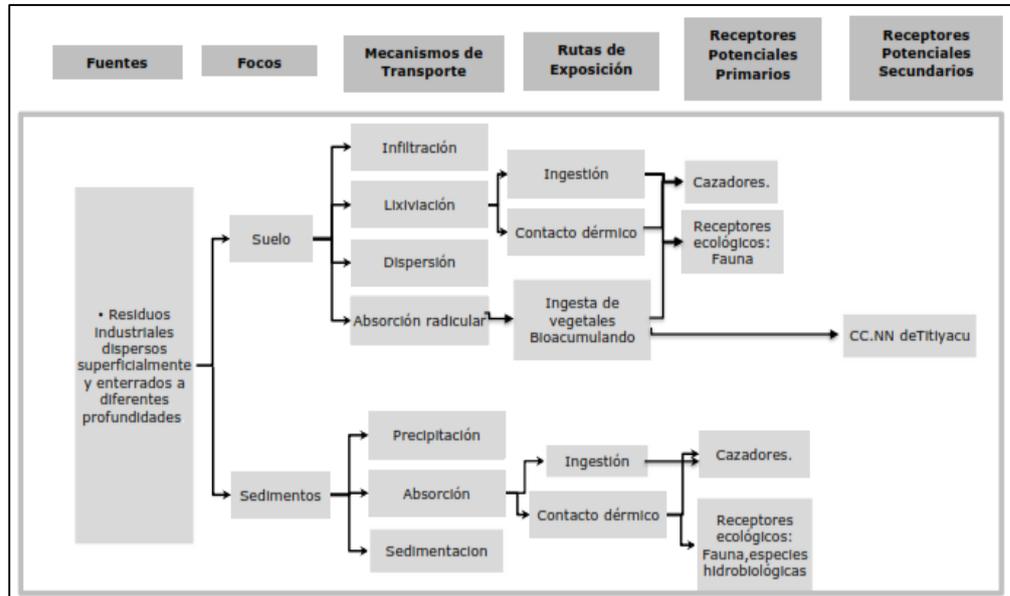
En el caso de los CP identificados en tejidos vegetales, estos serían incorporados al hombre u otro ser vivo a través de la ingesta. El ingreso de estos CP al organismo humano se realiza de la siguiente manera:

- Ingesta y contacto dérmico con partículas de suelo con fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y concentraciones de bario, cadmio y plomo, que se pueden producir accidentalmente en adultos y niños.
- Ingesta de sedimentos con presencia de hidrocarburos totales de petróleo y mercurio.
- Consumo de vegetales con presencia de arsénico y plomo.

No se ha considerado la vía de inhalación de vapores orgánicos, debido a que en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV's debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales de presión y temperatura se volatilizan. Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada tiene cobertura vegetal, y los residuos están enterrados. Así mismo se ha desestimado esta vía de exposición por la posible trituración de materiales y movimiento de suelos, debido a que estos procesos no se desarrollan en el área.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Figura 3. Modelo conceptual del sitio S0106



Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (Figura 4-1)

Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos se entiende como la determinación cualitativa y cuantitativa de un riesgo a la salud humana y el ambiente generado por la presencia actual de contaminantes o su dispersión potencial. Esto involucra la naturaleza, magnitud y la probabilidad de efectos adversos a la salud humana y/o ecosistemas, como resultados de la exposición a contaminantes por diferentes rutas y vías de exposición. Para la determinación de los niveles de riesgo se han considerado el efecto aditivo para la aplicación de fórmulas de determinación de dosis de exposición e índices de peligrosidad.

Para el caso del escenario ambiental, se ha estimado el riesgo ecológico a base de especies expuestas a los CP para las vías de exposición según los peligros identificados a través del modelo conceptual.

En el suelo se encontraron concentraciones de fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3(>C28-C40), Ba y Cd, que superaron los valores de referencia nacional y fueron clasificados como contaminantes de preocupación. Sin embargo, no se está considerando la fracción de hidrocarburos F3, por la falta de valores de referencia para un representante.

En la estimación de riesgo del ecosistema, las concentraciones registradas de F2, F3 y bario en suelo y, HTP y mercurio en sedimentos fueron elevadas, por lo que el riesgo calculado es mayor a 1. Esto indicaría que hay un riesgo no aceptable para el ecosistema, y que se debe reducir o tratar. Las concentraciones de Cd en suelo produjeron un riesgo aceptable.

Riesgo para suelos y sedimentos:

En el suelo se encontraron fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y, metales bario y cadmio, en concentraciones que superaron los valores de referencia nacionales para suelo uso agrícola (MINAM, 2017); en sedimentos, se encontraron hidrocarburos totales de petróleo y mercurio, en concentraciones que superan los valores de referencia internacional (NSE, 2014).

En la explanada del Sitio S0106 (Botadero km 4), fueron enterradas fracciones medianas y pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos migraron hacia sustratos inferiores de suelo hasta una profundidad de 5,0 m. La dispersión de las fracciones de hidrocarburos es específica y puntual y, la absorción y fijación de metales pesados como bario, cadmio y plomo en suelo, se presentó en sectores donde los residuos fueron enterrados.

Los hidrocarburos producen efectos adversos en el suelo, al deteriorar la estructura del suelo por pérdida del contenido de materia orgánica y pérdida de nutrientes como potasio, sodio, nitratos, fosfatos y sulfatos lo que provoca la pérdida de fertilidad. En la parte alta, el suelo que se ha utilizado para tapar los residuos, y este suelo es permeable con bajo contenido de materia orgánica que propicia procesos de infiltración de las aguas pluviales.

El riesgo asociado a los sedimentos en donde se encontraron hidrocarburos totales de petróleo (C9C-40) y mercurio, está relacionado con procesos de dispersión y emulsificación de HTP en la fase acuosa y la formación de enlaces orgánicos de mercurio. Adicionalmente, debe considerarse que la bioturbación producida por la actividad (alimentación, filtración, movimiento) de los organismos bentónicos, puede influir en la remoción y propagación de contaminantes adsorbidos en las partículas de sedimento, sobre todo los hidrofóbicos (fracciones de hidrocarburos F2 y F3), lo cual lo convierte en un riesgo abiótico.

Riesgo para cuerpos de agua:

La dinámica de dispersión y migración de las fracciones medias y pesadas de hidrocarburos depositadas en las celdas, está afectando las aguas que por la acción de las lluvias se han infiltrado a través de fenómenos de dispersión y emulsificación. Las aguas de infiltración han migrado hasta el límite de 5,0 m, de profundidad, a esta profundidad se encuentran las capas autóctonas y continuas de arcilla, que por sus propiedades impermeables están reteniendo el flujo de las aguas pluviales hacia sustratos inferiores, no es de esperarse que las fracciones de hidrocarburos migren hacia las aguas del nivel freático porque el espesor de la capa de arcilla es superior a 1,5 m.

2.2.7. Propuesta de remediación

Propuesta seleccionada de acciones de remediación

Para suelos:

Producto del desarrollo de las distintas etapas de análisis para la selección de la alternativa tecnológica de remediación de suelos, se determinó que en el sitio S0106 (Botadero km 4), para la zona que presenta contaminación con fracciones de hidrocarburos F2 y F3, sea la

Bioestimulación Enzimática y para la zona que presenta contaminación por metales pesados, como bario, cadmio y plomo sea Solidificación ex situ.

En el sitio S0106 existe un área con contaminación mixta de hidrocarburos y metales pesados, por lo cual se propone que primero se aplique la técnica de Bioestimulación enzimática con el fin de tratar y/o degradar los compuestos orgánicos, y seguidamente, se realice un análisis al suelo tratado mediante el procedimiento de lixiviación característica de toxicidad (TCLP), con el objeto de determinar si existe lixiviación por la presencia de metales pesados para continuar con la aplicación del solidificante al suelo e inmovilizar los metales presentes en él. Cabe mencionar que, si el análisis por TCLP indica que no hay toxicidad por la presencia de metales pesados según la norma internacional tomada como referencia, no se recomienda implementar la técnica de solidificación.

Para sedimentos:

Producto del desarrollo de las distintas etapas de análisis para la selección de la alternativa tecnológica de remediación de los sedimentos, se determinó la técnica de Bioestimulación Enzimática.

El sedimento-suelo una vez finalizado el proceso de bioestimulación enzimática, no retornará al lecho, por lo que para la disposición final se aplicará los reglamentos de los estándares de calidad ambiental para suelos de uso agrícola. Por lo que, se debe realizar los análisis de laboratorio para determinar la concentración total del Hg en el sedimento-suelo al igual que su grado de lixiviación.

Superficie y volumen a remediar y rehabilitar

Para suelos:

El volumen y superficie a remediar se determinó con el método composite, en base en la profundidad en la que se encuentra el agente contaminante. En el Cuadro N° 8, se presentan las áreas y volúmenes a remediar del sitio impactado S0106.

Cuadro N° 8. Volúmenes y superficies de suelo a remediar del sitio S0106

Superficie y volumen de suelo a remediar de metales y Fracciones F2 y F3			
Tipo de Contaminación	Superficie (Ha)	Volumen (m ³)	Técnica
Metales pesados	0,16	354,95	Solidificación ex situ
Mixta		201,61	Bioestimulación enzimática + solidificación
Total	0,16	556,57	

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-33)

Se identificaron también áreas donde se encontraron residuos superficiales y enterrados, los cuales se deberán retirar por medio de excavaciones mecánicas y posteriormente ser clasificados de acuerdo con lo establecido por la normatividad vigente. En el Cuadro N° 9, se presentan los volúmenes y superficies de los residuos enterrados.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Cuadro N° 9. Volúmenes y superficies de residuos peligrosos del sitio S0106

Área	Superficie (Ha)	Volumen (m ³)	Técnica
Área total de residuos enterrados		10,34	Disposición Final de Residuos Peligrosos en Relleno de Seguridad en Lima
Área total de residuos superficiales	0,16	129,44	
Total	0,16	119,1	

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-34)

Para sedimentos:

En el Cuadro N° 10, se presenta el volumen y superficie de sedimentos a remediar. El volumen de sedimentos a tratar es de 49,75 m³, a una profundidad promedio 0,5 m.

Cuadro N° 10. Volúmenes y superficies de sedimentos del sitio S0106

Zona contaminada	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Profundidad media (m)	Técnica
Área a rehabilitar	99	49,75	0,5	Bioestimulación enzimática

Fuente: Consorcio ECODES-VARICHEM (tabla 5-35)

2.2.8. Acciones de remediación

A continuación, se describen las acciones de remediación para el sitio S0106 (Botadero km 4): remoción de residuos y las técnicas de bioestimulación enzimática para áreas con presencia de fracciones F2 y F3 y, solidificación (ex situ) para áreas con presencia de cadmio y plomo.

Remoción de residuos:

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después en el sitio impactado. Las acciones se presentan por fases:

- Fase 1. Aspectos logísticos y de selección de personal para la extracción de residuos enterrados:
 - Selección y habilitación del personal calificado
 - Permiso de vertimientos de aguas industrial tratada
 - Permiso para el aprovechamiento forestal
 - Permisos para el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos
 - Permisos según Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278)
 - Permiso o acuerdo con la CC.NN. Titiyacu para el establecimiento de las áreas de acopio y separación de residuos
 - Contratación de los servicios de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS)
 - Contar con una póliza de seguro para las operaciones de transporte de residuos peligrosos según el D.S. 57 del 2004



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- Contar con un plan de contingencia de transporte de materiales y residuos peligrosos
- Fase 2. Transporte e instalación de personal, maquinaria y equipos para la extracción de residuos enterrados
- Fase 3. Adecuación de la zona para la extracción de residuos enterrados
 - Desbosque y desmonte
 - Retiro de capa orgánica del suelo (Manejo de Top Soil)
 - Disposición de material vegetal retirado
 - Despeje y retiro de material vegetal del área
 - Instalación de la zona de acopio y separación de residuos
 - Instalación de la zona almacenamiento de sustancias químicas y de residuos peligrosos
 - Instalación de la zona para manejo de herramientas y equipos
 - Instalación de zona de almacenamiento químico y almacenamiento de residuos peligrosos
 - Muestreo de fauna silvestre e identificación de hábitats sensibles y/o susceptibles en faunas que se puedan identificar en las áreas a intervenir
- Fase 4: Excavación y Retiro de Residuos Contaminados
 - Caracterización de los residuos
 - Acondicionamiento de canal perimetral para manejo y control de aguas de lluvias y/o de escorrentía
 - Los residuos de materiales metálicos serán retirados de manera manual y mecánica
 - Almacenamiento temporal de los residuos en la zona de acopio temporal
 - Transporte de residuos
- Fase 5: Cierre y Abandono
 - Cubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana
 - Disposición final de los residuos en el relleno
 - Movimiento de tierras para reconfiguración y nivelación del terreno
 - Estabilización del terreno en zonas donde existen pendientes (si aplica)
 - Adquisición de las especies vegetales y reforestación de la zona, proceso de revegetación
 - Desmantelamiento del campamento instalado.
 - Transporte de los equipamientos y mano de obra



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ

- Fase 1. Aspectos logísticos y de selección de personal
 - Selección y habilitación del personal calificado
 - Gestión de los permisos ambientales para la captación de agua
 - Logística para llevar a cabo los ensayos del control de la técnica de remediación
 - Selección y adquisición de los insumos y equipamiento requerido para la excavación, movimiento y carga de los materiales
 - Selección, capacitación y habilitación del personal local
- Fase 2. Transporte e instalación de personal, maquinaria, productos y equipos para el desarrollo de las actividades de remediación en la zona de tratamiento.
- Fase 3. Reconocimiento y adecuación de la zona de remediación
 - Preparación del terreno
 - Delimitación e instalación del área de acopio y las dos (2) áreas de tratamiento
 - Despeje y retiro de material vegetal del área
 - Recibo y registro del material afectado y su posterior ubicación
 - Extracción de los sedimentos
 - Instalación de la geomembrana en la zona de acopio
 - Instalación del vivero
 - Instalación de un laboratorio portátil en el campamento base
- Fase 4. Construcción y adecuación de las celdas de tratamiento para Bioestimulación enzimática
 - De ser necesario, gestión del permiso ambiental para el desbosque
 - Excavación del material para la construcción de las celdas de tratamiento
 - Construcción de dos (2) zonas de tratamiento: Suelos y Sedimentos
 - Instalación de la geomembrana en las celdas de tratamiento
 - Construcción de las canaletas, para lixiviados
- Fase 5. Excavación, transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento
 - Excavación del suelo contaminado
 - Cubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana y con cobertura vegetal
 - Transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento (bioceldas)

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- Recibo, registro, ubicación y distribución del suelo contaminado dentro del área de tratamiento
 - Homogenización del suelo contaminado.
- Fase 6. Implementación de la técnica de remediación de bioestimulación enzimática
 - Toma de muestra compuesta para medición de los parámetros
 - Medición de parámetros fisicoquímicos in situ
 - Humectación del suelo contaminado
 - Aplicación de los insumos
 - Oxigenación mecánica del suelo contaminado
 - Toma de muestras intermedias para verificación del tratamiento
 - Toma de muestras finales (TCLP e hidrocarburos)
 - Si de la evaluación TCLP, las concentraciones son mayores a las establecidas en la normatividad, se aplica solidificación ex situ – on site
 - Fase 7. Implementación de la técnica de solidificación ex situ – on site
 - Instalación del tamiz vibratorio
 - Instalación de la trituradora
 - Instalación de dos (2) bandas transportadoras
 - Excavación del material contaminado
 - Recubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana
 - Selección de material contaminado
 - Homogenización y secado del material contaminado
 - Separación y trituración del material contaminado
 - Adición de Cal para reducción de humedad del suelo
 - Actividad de mezclado
 - Colección de probetas con la mezcla final
 - Colocación del concreto
 - Impermeabilización
 - Recubrimiento
 - Nivelación, estabilización y recubrimiento de excavaciones
 - Construcción de la estructura para confinar el material solidificado
 - Determinar las propiedades de la mezcla suelo-cemento y del concreto
 - Fase 8. Finalización de la técnica de remediación y acciones de revegetación



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- Ejecución del plan de muestreo de comprobación
- Retiro, recolección, transporte y disposición final de las geomembranas
- Transporte de una parte del suelo limpio hacia el vivero
- Fase 9. Cierre y desmantelamiento del campamento base y de la zona de tratamiento
 - Desmantelamiento de las celdas de tratamiento
 - Recolección, transporte y disposición del material contaminado
 - Transporte e incorporación del suelo limpio a la zona del sitio S0106
 - Ejecución del plan de monitoreo post-ejecución de obra
 - Desmantelamiento y abandono del campamento base instalado
 - Transporte de los equipos, insumos y mano de obra especializada a Lima

2.2.9. Identificación de Impactos ambientales

En el Cuadro N° 11, se presenta un cuadro resumen de la matriz de identificación de impactos ambientales (IIA). Este cuadro muestra la IIA asociados a los recursos hídricos.

Cuadro N° 11. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales asociado a los recursos hídricos.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Medio físico: Recurso Hídrico				
Fases del proyecto	Acciones Impactantes	Caudal de agua superficial	Calidad de Agua superficial	Caudal de agua subterránea
Construcción de campamento base	Captación de agua superficial		C2	
	Generación de efluentes domésticos	C1		
	Generación de residuos sólidos			C3
	Almacenamiento y uso de sustancias peligrosas			C3
Fase 6: Implementación de la técnica de remediación	Captación de agua superficial		C2	
Fase 7: Implementación de La Técnica de Remediación	Captación de agua superficial		C2	
Solidificación ex-situ	Movimiento de tierras		C2	
Fase 5: Excavación, transporte y descarga del material contaminado en la zona de tratamiento.				
Fase 6: Implementación de la Técnica de Remediación	Generación de efluentes líquidos industriales (lixiviados)	C1		
Bioestimulación Enzimática.				
Fase 7: Implementación de la técnica de remediación Solidificación ex-situ				
Fase 8: Finalización de la técnica de remediación y acciones de revegetación				

C1: Alteración de la calidad de agua superficial; C2: Alteración del caudal de agua superficial; C3: Alteración de la calidad de agua subterránea.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, anexo 11, Cuadro Matriz de identificación de impactos).

2.2.10. Manejo ambiental

De acuerdo a los impactos presentados en el Cuadro N° 12, el titular propone las siguientes medidas de manejo ambiental:

Cuadro N° 12. Plan de manejo ambiental asociado a los recursos hídricos

Programa	Medidas
Programa de manejo del recurso hídrico	<p>Aguas de lluvia (de no contacto): Se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área donde se recolectarán las aguas de lluvia. Las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado, tendrán techo removible con materiales plásticos flexibles, y las aguas lluvias discurrirán desde los techos hacia los canales perimetrales. La zona de preparación de suelo solidificado tiene un techado permanente, las aguas lluvias discurrirán hacia los canales perimetrales de la zona de tratamiento. Las zonas de almacenamiento y de tratamiento</p>



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Programa	Medidas
----------	---------

de solidificación Ex Situ tienen techado para evitar el contacto del agua lluvia con el suelo a tratar. Limpieza de los canales de captación de agua. Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos para el material particulado que puede llegar a los canales perimetrales. El almacenamiento temporal de agua de lluvia se realiza en tanques impermeables, herméticos y, accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza. Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno, hacia el terreno evitando que tengan contacto con zonas de tratamiento o material contaminado.

Aguas de contacto (lixiviados):

Se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área excavada y área de tratamiento de Bioestimulación Enzimática; se recolectarán las aguas de lluvia que tengan contacto con material suelo a tratar. Se contempla el uso de motobombas que tendrán la capacidad para retirar toda el agua que se presente en la excavación para ser enviadas a los canales perimetrales. La zona de excavación debe tener la disponibilidad de toldos de lona para cubrir en el momento que se presente la precipitación para evitar el contacto del agua lluvia. Se cuenta con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos para el material particulado que puede llegar a los canales perimetrales. Limpieza de los canales de captación de agua. El almacenamiento temporal de agua de lluvia que tuvo contacto con el área excavada se realiza en tanques impermeables, herméticos y accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza. Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, Polipropileno o Polietileno y serán direccionadas al sistema de tratamiento de agua residuales industriales para tener su disposición final en el reúso de agua para control de polvo.

Durante la remoción de sedimentos, donde se inyecta aire provocando que los hidrocarburos floten y se acumulen en la superficie del espejo de agua, la fase aceitosa dispersa en el espejo de agua se retirará mediante un skimmer y, se bombeará y almacenará en un tanque temporal para separar las fases aceite-agua. La dispersión de la fase aceitosa en los bajiales se controlará mediante la instalación de barreras mecánicas y oleofilicas.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc Subsanción de observaciones).

2.2.11. Inversión y cronograma

- El monto de inversión estimado para la rehabilitación del sitio impactado es de S/. 7 200 420 (siete millones doscientos mil cuatrocientos veinte y 00/100 soles) incluido IGV, para el tratamiento de 606,31 m³ de material contaminado.
- Se estima una duración de 4 meses para la ejecución de las actividades de rehabilitación del sitio.

2.2.12. Del consumo y abastecimiento de agua

Para el presente proyecto se plantea la instalación de un Campamento Base y de casetas temporales en el Área de Obra, es decir un Área Temporal para albergar al personal que trabaja en la remediación (obreros, operadores de maquinaria, supervisores, etc.).

Para el campamento base, en los servicios higiénicos, se utilizará el agua captada de la quebrada Anapaza, donde se incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. El consumo doméstico estimado es de 12,5 m³/día (0,14 L/s) para un máximo de 50 trabajadores que albergará el campamento base.

El punto de captación de agua para consumo humano se ubicará en la margen derecha de la quebrada Anapaza (Cuadro N° 13), hacia el suroeste del Sitio S0106 (Botadero CS-32). La captación de agua se realizará mediante el uso de electrobombas que estarán ubicados en la orilla, soportados en una balsa y anclados a la orilla por dos cables de acero. La línea de conducción será con tuberías de alta densidad HDPD hasta reservorios de aproximadamente 5 000 litros.

Cuadro N° 13. Ubicación de Punto de Captación de Agua para Consumo Humano

Nombre	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
	Este	Norte	
CAP-01	339647	9691853	Margen derecha de la quebrada Anapaza. Para uso de actividades del campamento, lavado de equipo y riego de vías

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 7).

Para las actividades de remediación en el sitio impactado, se utilizará agua captada del afluente sur de la quebrada Capahuari Yacu, estimada en 11,88 m³ /día; 0,14 L/s. El punto de captación se ubicará en la margen derecha del afluente sur de la quebrada Capahuari Yacu, en la parte noroeste del Sitio Impactado (Cuadro N° 14). La captación de agua se realizará mediante el uso motobombas ubicados en la orilla, soportados en una balsa y anclados a la orilla por cables de acero, y para la línea de conducción de agua se usará tuberías de HDPD de alta densidad desde la captación hasta la zona de tratamiento.

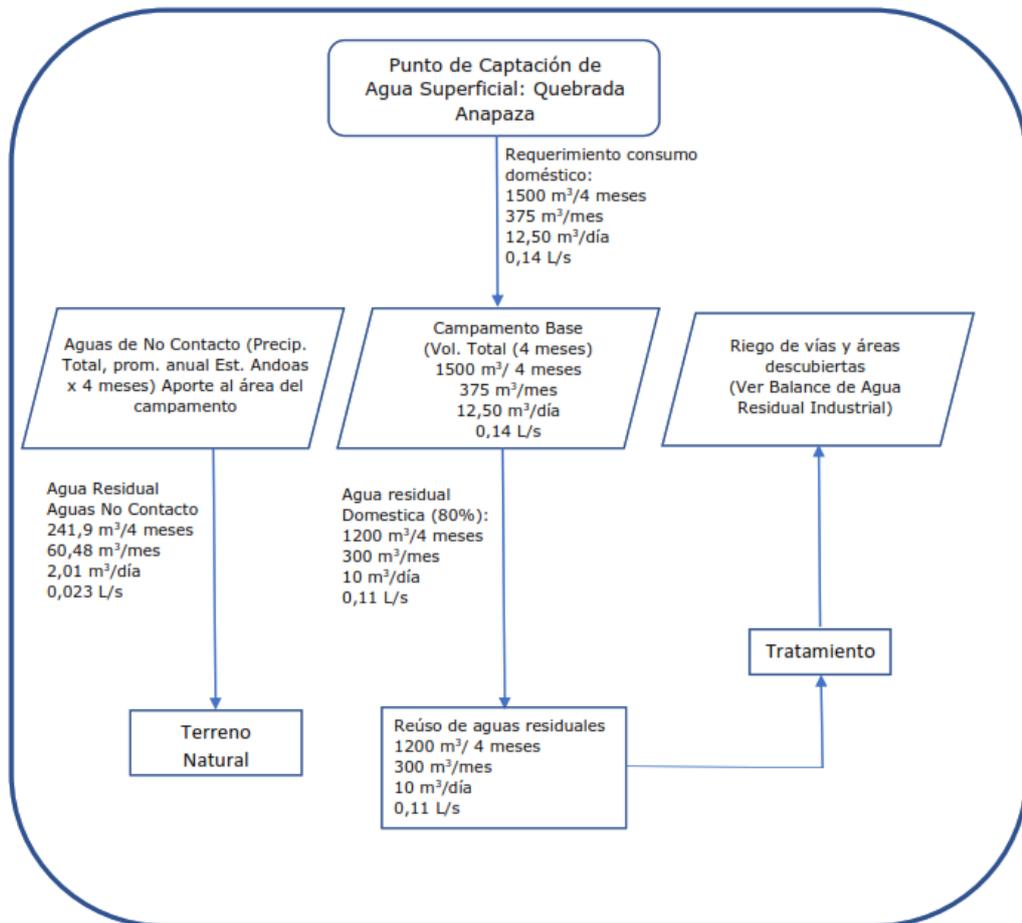
Cuadro N° 14. Ubicación de Punto de Captación de Agua para la Remediación

Nombre	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
	Este	Norte	
S0106-CAP- RE-01	338706	9693498	Margen derecha del afluente Capahuari Yacu. Para uso de actividades de las técnicas de remediación de Bioestimulación Enzimática y Solidificación.

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 8).

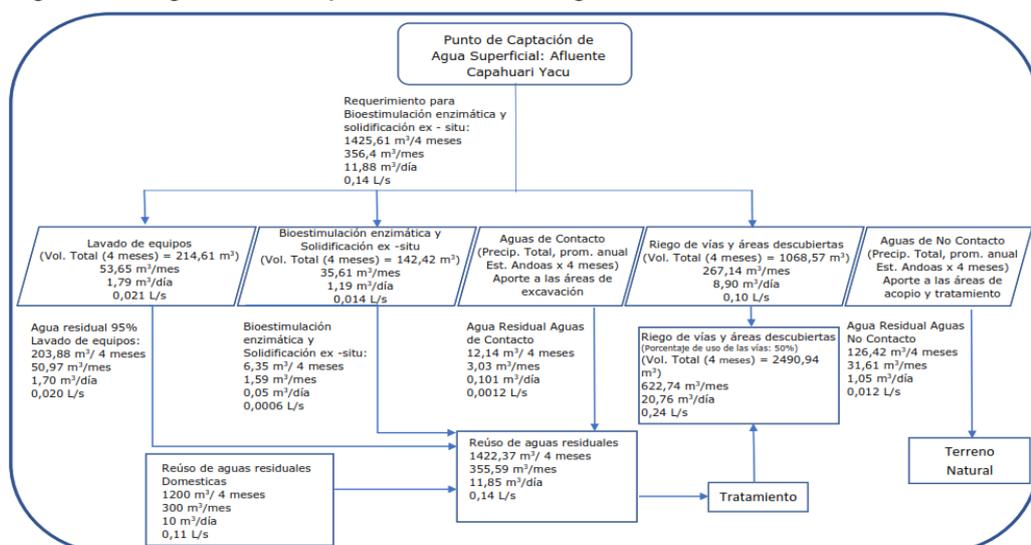
Figura 4 Diagrama de flujo de balance de agua domestico

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, anexo 9, Figura 1).

Figura 5 Diagrama de flujo de balance de aguas industriales



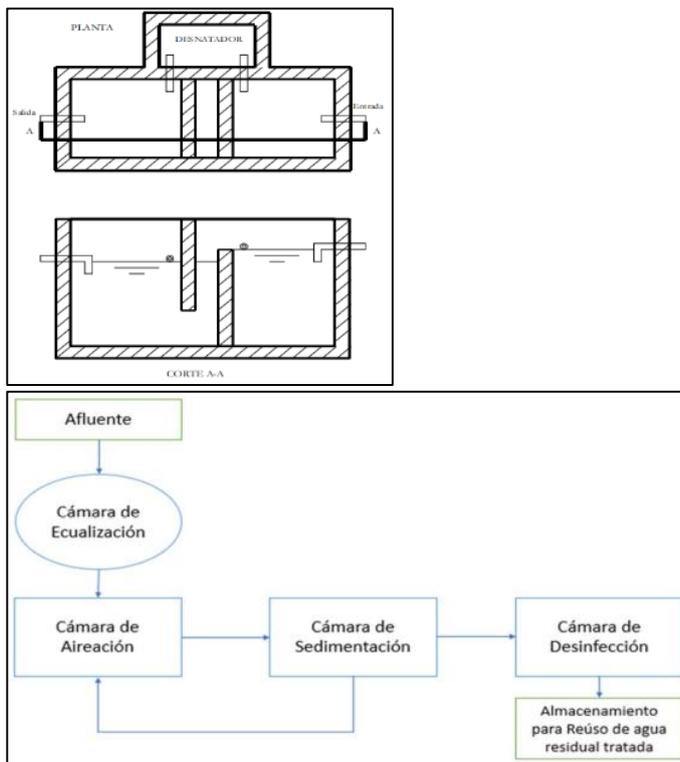
Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, anexo 9, Figura 1)

2.2.13. Del manejo de aguas residuales

– Efluentes domésticos:

En las instalaciones del Campamento Base, las aguas grises provenientes del comedor y cocina serán recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa. Esta trampa retendrá los aceites y grasas antes del su ingreso al Sistema de tratamiento (Figura 6) del PR, en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTARD). La trampa de grasas, que, mediante la sedimentación y flotación, se retendrá y recuperará el aceite, el cual se coleccionará y se almacenará en cilindros para su transporte y disposición final adecuada, según el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

Figura 6. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas



Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 2).

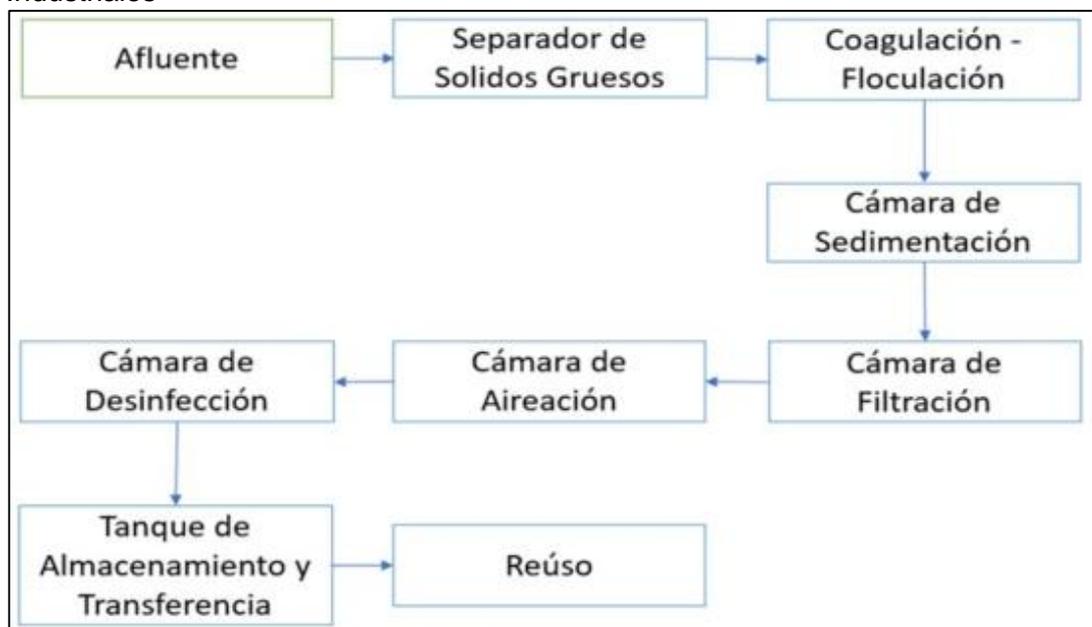
Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas serán almacenados en tanques de 5000 litros. Posteriormente utilizados en control de polvo de las vías de acceso por medio de un camión cisterna; presenta la frecuencia de humectación de vías. Además, plantea el control de calidad de las aguas tratadas para cumplimiento del D.S. N° 037-2008-PCM y las directrices sanitarias de la OMS: análisis de DBO, DQO y nematodos intestinales.

Adicionalmente, menciona que se utilizará letrinas, que serán sin arrastre hidráulico, ubicadas en las áreas cercanas al área de tratamiento con 1,2 m de profundidad máxima, que se construirá en una parte alta o en un área donde el agua discurra y no se anegue, será cubierta y se construirá de forma rectangular o circular y de ser necesario, se construirá canaletas laterales para la evacuación del agua de lluvia, además, se cubrirá cada cierto tiempo con suelo extraído del sitio.

– Efluentes no domésticos:

Proviene de las actividades de remediación como el lavado de equipos y las aguas de contacto de las excavaciones serán llevadas a un sistema de tratamiento (Figura 7), que consiste en: separador de sólidos gruesos, donde elimina sólidos de mayor tamaño; coagulación y floculación, donde se adiciona reactivos químicos que, desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación) y a continuación favorezcan la floculación de las partículas fácilmente sedimentables; cámara de sedimentación, operación eficaz para separar por tamaño y densidad las partículas del agua y posteriormente realizar la decantación; cámara de filtración, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones (sedimentación); cámara de aireación, que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asociarán a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y retiradas del sistema; cámara de desinfección (contacto), con la aplicación de cloro en pastillas; almacenamiento para reúso de agua residual tratada, en tanques de 5000 litros y; disposición final de efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, que serán utilizados para el reúso en control de polvo de las vías de acceso que tienen un ancho promedio de 6 metros que se realizará por un camión cisterna.

Figura 7. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales



Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Figura 3).

2.2.14. Del control y monitoreo ambiental

– Programa de monitoreo componentes

Durante la caracterización de suelo y de la evaluación de otros componentes como sedimentos, los que podrían ser los focos de contaminación, se considera en el programa de monitoreo a los parámetros plomo, cadmio, bario e

hidrocarburos totales de petróleo, algunos de estos fueron considerados contaminantes de preocupación y/o de interés ambiental. Aquellos parámetros que no se encontraron o las concentraciones no fueron significativas en el sitio impactado y/o no determinados como componentes de contaminación como los BTEX, HAP y metales y/o metaloides (arsénico, zinc) entre otros, no serán considerados en el programa de monitoreo durante y post ejecución de las actividades de rehabilitación.

Agua superficial.

El monitoreo durante la ejecución y post ejecución (Cuadro N° 15), se ubican en los bajiales ubicados al noroeste del lugar de la remediación. Los parámetros y frecuencia de monitoreo de las aguas superficiales se presentan en el Cuadro N° 16.

Cuadro N° 15. Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial

Nombre	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
	Este	Norte
S0106-AsPMont-001	338074	9694319
S0106-AsPMont-002	338005	9694260

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 15).

Cuadro N° 16. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo

Parámetros	Medida	Frecuencia	ECA agua Cat4-E2: Ríos de la Selva
Conductividad	uS/cm		1000
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 a 9,0
Temperatura	°C	– Durante remediación: mensual	Δ 3
Arsénico total	mg/L	– Post remediación: semestral por los dos primeros años	0,15
Bario total	mg/L	– Post remediación: anual por tres años	1,0
Cadmio total	mg/L		0,0001
Mercurio total	mg/L		0,0001



PERÚ

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Parámetros	Medida	Frecuencia	ECA agua Cat4-E2: Ríos de la Selva
------------	--------	------------	---------------------------------------

Plomo total mg/L 0,0025

Hidrocarburos totales de petróleo mg/L 0,5

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 14).

Sedimentos

El monitoreo de sedimentos se realizará en los bajiales ubicados al noroeste del sitio S0106 (Cuadro N° 17) y los parámetros, normativa de referencia, así como el período de monitoreo se presenta en la Cuadro 18.

Cuadro N° 17. Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Agua Superficial

Nombre	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
	Este	Norte
S0106-SedPMont-001	338005	9694260
S0106-SedPMont-002	338074	9694321

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 13).

Cuadro N° 18. Parámetros, Frecuencia y Normativa de Referencia para el Monitoreo de Sedimentos

Nombre	Unidad de Medida	Frecuencia	Estándar de Comparación
pH	Unida de pH		
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	mg/kg	– Durante remediación: mensual	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:500 mg/kg
Plomo total	mg/kg	– Post remediación: semestral por los dos primeros años.	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)
Bario extraíble	mg/kg	– Post remediación: anual por tres años.	--
Cadmio total	mg/kg		Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Información complementaria, Tabla 12).

III) OBSERVACIONES EN MATERIA DE RECURSOS HIDRICOS

Luego de evaluar la subsanación de observaciones conforme al Informe Técnico N° 1086-2019-ANA-DCERH/AEIGA del “Plan de Rehabilitación para el Sitio Impactado S0106”, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se tiene lo siguiente:

- 3.1. Observación N° 01.** La tabla 3-22 Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por el Laboratorio y Estándares de Calidad de Agua Superficial del ítem 3.5.1.7.2 “Parámetros de Monitoreo y Metodologías Analíticas”, indica que el límite de detección de Aceites y grasas usando el método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012, es 0,5 mg/L. Al respecto, el método estándar del SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 22nd Ed. 2012, señala en la página 5-38 (5520 Oil and grease) que el límite de detección para el método “5520 B Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method es 10 mg/L. en ese sentido el titular debe aclarar el valor indicado y/o demostrar que este límite no afectó la evaluación de la calidad de las aguas superficiales.

Respuesta:

El titular indica que el valor del límite de detección para Aceites y Grasas del método SWEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B empleado por el laboratorio (aprobado por el INACAL) será corregido; en la Tabla 3-22 se coloca el valor del límite de detección de 1,0 mg/L, valor que utilizó el laboratorio acreditado en los análisis efectuados para el parámetro Aceites y Grasas. Adjunta comunicación del laboratorio donde realizó los ensayos, el que manifiesta que la metodología tiene referencia EPA method 1664 el cual tiene límite de detección 1,4 mg/L y límite de cuantificación 5,0 mg/L, además, indica que el método fue verificado por INACAL, y que de acuerdo a su procedimiento de desarrollo del límite de detección y cuantificación obtuvieron los valores de 1,0 mg/L y 5,0 mg/L respectivamente.

Observación subsanada

- 3.2. Observación N° 02.** La tabla 3.8 “Marco Legal Nacional Vigente para el Proyecto” del ítem 3.5.1.4 “Marco legal, guías y normas”, establece las normas vigentes para el desarrollo del proyecto, como: Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental; DS N° 004-2017-MINAM, Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y se establecen disposiciones complementarias; RJ N° 010-2016-ANA, Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, entre otros documentos.

Al respecto no considera en el marco legal de gestión ambiental, documentos listados abajo, relacionados con la protección del recurso hídrico.

- Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA, Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reuso de Aguas Residuales Tratadas
- Resolución Jefatural N° 007-2015-ANA, Reglamento de Procedimientos Administrativos para Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y de Autorización de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua

- Resolución Jefatural N° 108-2017-ANA, Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del impacto de un vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua

En ese sentido, el titular debe incluir los documentos mencionados arriba como parte de la norma legal nacional vigente, relacionados con la protección del recurso hídrico.

Respuesta:

El titular incluye estas resoluciones en la tabla 3-8 “Marco Legal Nacional Vigente para el Proyecto” como parte del marco legal en el ítem 3.5.1.4.

Observación subsanada

- 3.3. Observación N° 03.** El ítem 3.5.2.2.2 “Puntos y técnicas de muestreo” señala que los laboratorios que realizaron la toma y análisis de muestra están acreditados con la NTP-ISO/IEC 17025:2006. Al respecto, la fecha de muestreo de las aguas superficiales dice 08/05/20018, y las fechas de muestreo de agua subterránea fueron 17/09/2018 y 22/05/2018, sin embargo, en el anexo 6.5, los certificados de acreditación emitidos por Inacal, de los laboratorios utilizados en el proyecto, indican: Certificado de Acreditación de Environmental Testing Laboratory S.A.C con fecha de vencimiento 30/04/2018 y el Certificado de Acreditación de ALS LS Perú S.A.C. con fecha de vencimiento 19/01/2018. En ese sentido, el titular debe presentar los documentos que acrediten la vigencia de la acreditación durante el periodo de ejecución del monitoreo y realización de los ensayos.

Respuesta:

El titular presenta los certificados de acreditación de los laboratorios que realizaron el muestreo y análisis de las muestras: certificado de acreditación de ALS LS Perú S.A.C. por INACAL de fecha 09 de abril de 2018, con fecha de vigencia desde 28 de marzo de 2018 al 27 de marzo de 2022 para la sede de Lima y certificado de acreditación por INACAL de fecha 18 de junio de 2020, con vigencia desde 17 de marzo de 2018 al 16 de marzo de 2022 para la sede de Arequipa. Asimismo, presenta para el laboratorio Environmental Testing Laboratory SAC. el certificado de acreditación por IAS, donde se indica validez hasta el 1 de setiembre de 2020, así como copia del alcance de la acreditación por INACAL con fecha de vigencia entre el 1 de mayo de 2018 al 30 de abril de 2022.

Observación subsanada

- 3.4. Observación N° 04.** El ítem 3.5.2.4.1 “periodos de muestreo”, señala que las muestras de sedimento se recolectaron en la época seca, por ser más representativa y no presentar interferencias, debido a que en época húmeda los ríos son muy caudalosos y puede haber pérdida de muestra por arrastre e interferencia por contaminación por dilución por el gran volumen de agua.

Al respecto, los puntos de muestreo son cuerpos de agua lénticos (bajiales) y como se muestra en la fotografía de la página 001005 del anexo 6.7 (Figura 8), el cuerpo de agua no presenta gran volumen de agua. En ese sentido, el titular debe sustentar el muestreo realizado solo en época seca.

Figura 8. Toma de muestra de agua superficial

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

1. Registro Época Húmeda



Fotografía 1-1. Toma de muestra de Agua Superficial S0106.
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM -Fondo de Contingencia, 2018.

Respuesta:

El titular señala que el muestreo de sedimentos se realizó en época seca (menos húmeda), debido a que en esta época se pueden identificar y caracterizar los sedimentos que por el efecto de las corrientes de agua permanecen la mayor parte del año en el fondo del lecho y cuyo transporte y deposición en el fondo depende principalmente de la dinámica del agua; el muestreo de sedimentos en época húmeda no se realizó debido a que en esta época, los cuerpos de agua estuvieron totalmente anegada y dependiendo de la intensidad de las de lluvias las quebradas se desbordan de su cauce normal arrastrando sedimentos de fondo hacia sectores adyacentes que solo estacionalmente están cubiertos de agua, sin embargo se tomaron muestras de suelo en las áreas que son anegables para determinar la dinámica de migración de los potenciales contaminantes de preocupación a través de los cuerpos de agua. Si bien es cierto los cuerpos de agua del Sitio S0106 son lénticos, el plan de muestreo se diseñó para toda la cuenca considerando los escenarios más críticos para su ejecución y desarrollo.

Observación subsanada

- 3.5. Observación N° 05.** La tabla 3-66 “Datos de las Perforaciones Exploratorias...”, del ítem 3.6.2.1.2, indican que se perforó 2 pozos exploratorio, de 4,4 m cada uno; debido a que se encontró capas continuas de arcilla (3,40 y 2,60 m respectivamente) se procedió a sellar los pozos.

Al respecto, los pozos exploratorios no alcanzaron el nivel de las aguas subterráneas. En ese sentido, para descartar la contaminación del acuífero, el titular debe efectuar el monitoreo de los pozos ubicados en las poblaciones cercanas (Nuevo Andoas, El Porvenir y Los Jardines), obteniendo los niveles piezométricos y las muestras de agua para el correspondiente análisis de



laboratorio. Con la información piezométrica se establecerá la dirección del flujo subterráneo y se analizará si este tiene alguna relación con las aguas subterráneas del Sitio S0106. La información de la calidad del agua ayudará a confirmar tal relación.

Respuesta:

El titular presenta el estudio hidrogeológico donde se incluye la caracterización hidrogeológica desarrollada para el sitio SO106, donde presenta un inventario de las perforaciones exploratorias realizadas en los sitios SO100, SO101, SO102, SO103, SO104, SO105 y SO106, identificando nivel de agua subterráneo solo en 3 puntos, 2 de ellos indican NE a 4 m de profundidad en el sitio SO101 y el otro punto indica un NE a 1 m de profundidad en el sitio SO104, en el sitio SO106 se hallan 2 perforaciones de 4.4m de profundidad los cuales no reportan NE, así mismo se puede observar que la litología atravesadas por estas perforaciones corresponden a suelos limoso arcillosos de la formación Iquitos, también llamado Nauta, los cuales poseen una permeabilidad mala correspondiente a acuitardos según lo indicado en la tabla 12. Por lo descrito anteriormente en el sitio SO 106 no se hace referencia a una dirección de flujo ya que no se identificó nivel de agua subterráneo, por lo cual tampoco se analizó muestras de agua subterránea, sin embargo, el administrado ha desarrollado el cálculo de velocidad de flujo en medios no saturados se puede hacer uso de la Ecuación de Richards que supone un perfil de humedad inicial lineal, mínimo en la superficie del suelo y el máximo en la superficie del nivel freático. Asimismo, se sugiere una variación lineal de la succión en el frente de saturación, máxima en la superficie del suelo y nula en el nivel freático.

Se hizo una simulación de flujo subterráneo vertical considerando estratos de suelo limoso arcilloso, como es el caso de los sitios SO106, en medio no saturado mediante el software Hydrus 1D, arrojando velocidades de flujo máximos de 8×10^{-14} m/día, lo cual resulta prácticamente imperceptible.

```

***** Program HYDRUS*****
Welcome to HYDRUS-1D
Date: 2.12.2020 Time: 16:23:23
Units: L = m , T = days , M = mmol
-----
Length [L]      0.20000E+02 0.20000E+02
W-volume [L]    0.40000E+01 0.40000E+01
In-flow [L/T]   0.00000E+00 0.00000E+00
h Mean [L]     -0.14884E+05 -0.14884E+05
Top Flux [L/T]  -0.79492E-13
Bot Flux [L/T]  -0.79492E-13
-----

```

Observación subsanada

- 3.6. **Observación N° 06.** El ítem 3.7.2 “Interpretación de Resultados de Aguas Subterráneas”, señalan que en los dos pozos que alcanzaron una profundidad de 4,40 m se identificaron capas continuas de arcillas con espesor mayor a 3,40 y 2,60 m, respectivamente, y que estas capas continuas de arcillas actúan como un elemento aislante que evita la migración de los contaminantes hacia el nivel el acuífero, por lo que no fue necesario desarrollar los piezómetros para realizar el monitoreo de la calidad de aguas subterráneas.

Al respecto, se atribuye que el suelo arcilloso evitará que los contaminantes (hidrocarburos y metales caracterizados) migren hacia el acuífero. En ese sentido, a fin de sustentar la no lixiviación de contaminantes (hidrocarburos y metales), el titular debe efectuar el cálculo real de la velocidad de flujo en base a los parámetros de permeabilidad y gradiente hidráulico.

Respuesta

El titular, como se indica en la respuesta a la observación N° 5, ha desarrollado el cálculo de velocidad de flujo en medios no saturados, arrojando velocidades de flujo máximos de 8×10^{-14} m/día, lo cual resulta que la migración de contaminantes prácticamente imperceptible.

Observación subsanada

- 3.7. Observación N° 07.** El ítem 5.5.5.2 “Sedimentos”, menciona que la intervención se realizará en el cauce de la quebrada, adicionalmente se indica que realizarán la técnica de bombeo y desviación de cauce para la extracción de los sedimentos.

Al respecto, el cuerpo de agua que se tratará será un bajial, no una quebrada, por otro lado, se grafica la zona de intervención de los cuerpos de agua, sin embargo, no se proporciona los datos de georreferenciación del tramo de intervención y ubicación de las estructuras hidráulicas. Asimismo, no se detalla el manejo de las aguas para evitar que durante la técnica de inyección de aire comprimido (bombeo de aire) no se contamine el cuerpo de agua.

En ese sentido, el titular debe:

- Precisar la ubicación (coordenadas UTM WGS 84) de la zona de intervención y de los tramos donde se ubicarán las estructuras de regulación de caudal.
- Presentar el manejo de las actividades preventivas para evitar que se contamine el agua superficial durante el proceso de extracción de los sedimentos.

Respuesta:

El titular realiza la corrección del ítem 5.5.5.2 “Sedimentos” y describe la técnica de bombeo para la extracción de los sedimentos, para el cuerpo de agua estacional. No se realizará desviación del cauce, e incorpora la ubicación (Cuadro N° 19) para la extracción de sedimentos en el sitio S0106 (Botadero Km 4).

Cuadro N° 19. Coordenadas de Ubicación de la Extracción de Sedimentos S0106 (Botadero Km 4)

Estación	Cuerpo de Agua	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S	
		Este	Norte
EH-1	Bajial Botadero Km 4	338074	9694319
EH-2	Bajial Botadero Km 4	338005	9694260

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 2).

Asimismo, confirma las actividades de manejo preventivas para evitar que se contamine el agua superficial por la extracción de sedimentos descritas en el ítem 5.5.5.2 “Sedimentos”: instalar un compresor con una capacidad mínima de 375

CFM y 7 bares de presión; la inyección del aire se realizará a través de tubería ranurada de acero de 2” con conexiones y acoples; la inyección de aire comprimido, provocará que los hidrocarburos que están dispersos en la interfase sedimento-agua, por diferencia de densidades floten y se acumulen en la superficie del espejo de agua; la fase aceitosa dispersa en el espejo de agua se retirará mediante el empleo de un skimmer; la fase aceitosa se bombeará y almacenará en un tanque de almacenamiento temporal para separar las fases aceite-agua. La dispersión de la fase aceitosa se controlará mediante la instalación de barreras mecánicas y oleofílicas.

Observación subsanada

- 3.8. Observación N° 08.** La Figura 5.14 “Zonas de acopio y tratamiento del Sitio S0106 (Botadero km 4)” del ítem 5.6.2 “Descripción de las Acciones de Remediación y rehabilitación que correspondan”, muestra la ubicación de la zona de acopio, área de solidificación y zona de tratamiento.

Al respecto, no se indica las coordenadas (del perímetro) de cada uno de los lugares donde se realizarán las actividades. En ese sentido, el titular debe indicar las coordenadas de los lugares donde se realizarán las actividades: almacenamiento temporal, zona de acopio, área de solidificación, zona de tratamiento, etc., proporcionando el plano, además de los archivos shape, donde se visualice claramente todos los cuerpos de agua de acuerdo con el inventario de fuentes de agua y, la delimitación de todos los espacios donde se realizarán las actividades de rehabilitación.

Respuesta:

El titular indica que se modifica la figura 5-14 “Zonas de acopio y tratamiento del Sitio S0106 y actualiza el anexo 6.4.4 donde se encuentra el Plano “S0106-ANA-0BS-09” “Planimetría de las Facilidades de remediación del Sitio Impactado S0106”, que indica (en coordenadas UTM WGS 84) las zonas de los componentes (Cuadros N° 20, 21, 22 y 23); asimismo se observa que las facilidades se encuentran alejados de algún cuerpo de agua; la zona más cercana se encuentra a más de 100 metros de un cuerpo de agua (bajial).

Cuadro N° 20. Vértices y área de la zona de acopio

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m ²)
	Este	Norte	
ZA-1	338239	9694360	2083
ZA-2	338276	9694324	
ZA-3	338244	9694294	
ZA-4	338212	9694331	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 3).

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Cuadro N° 21. Vértices y área de solidificación

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m ²)
	Este	Norte	
AS-1	338309	9694211	479
AS-2	338330	9694205	
AS-3	338326	9694184	
AS-4	338304	9694190	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 4).

Cuadro N° 22. Vértices y área de zona de tratamiento (sedimento)

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m ²)
	Este	Norte	
CS-1	338260	9694224	89
CS-2	338269	9694221	
CS-3	338266	9694212	
CS-4	338257	9694215	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 5).

Cuadro N° 23. Vértices y área Zona de tratamiento (suelo)

Vértice	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Área (m ²)
	Este	Norte	
CU-1	338273	9694221	212
CU-2	338292	9694215	
CU-3	338289	9694205	
CU-4	338269	9694211	

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 6).

Observación subsanada

- 3.9. Observación N° 09.** El ítem 5.7.4.3.1 “Abastecimiento de agua” establece que, para los servicios higiénicos se deberá utilizar el agua captada del río Pastaza, donde se incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. Además, indica que el caudal de agua a captar no altere el caudal ecológico del cuerpo de agua, por ello al momento de identificar el curso de agua próximo deberá registrarse información del caudal, y será usado siempre y cuando supere ampliamente el caudal requerido del campamento. Asimismo, el ítem 5.7.7.3.2

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

“Abastecimiento de Agua para los Servicios Higiénicos”, estima que el requerimiento diario de agua para los servicios será 9,00 m³/día.

Al respecto, se indica que la fuente de abastecimiento agua para el consumo del personal será el río Pastaza, sin embargo, no señala cual será la fuente de agua como suministro para las actividades de remediación, asimismo no se precisa la infraestructura hidráulica para la captación de agua para los servicios del personal y para las actividades de remediación. Por otro lado, se indica la cantidad de agua para los servicios del personal, sin embargo, no se estimó el consumo de agua para la ejecución de las actividades de remediación.

En ese sentido, el titular debe indicar el tramo o ubicación aproximado (georreferenciado) del río Pastaza donde captará agua para consumo humano, además, debe precisar las fuentes de aguas para las actividades de remediación (bioestimulación enzimática y solidificación), y describir la infraestructura hidráulica a emplearse para la captación de agua, además, debe precisar el manejo desde la captación hasta la disposición final en un diagrama de flujos, el cual debe incluir la cuantificación.

Respuesta:

El titular modifica el numeral 5.7.4.3.1 “Abastecimiento de agua” donde indica que, para los servicios higiénico, se utilizará agua captada de la quebrada Anapaza, que incluye consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. El consumo doméstico estima en 12,5 m³/día (0,14 L/s), para un máximo de 50 trabajadores que alberga el campamento base.

La captación del agua para consumo humano se ubicará en la margen derecha de la quebrada Anapaza, en la parte suroeste del sitio S0105 (Cuadro N° 24), esta se realizará mediante el uso de dos motobombas ubicados en la orilla sujetadas por dos cables de acero. La línea de conducción será tuberías HDPD y conducirá el agua hacia un reservorio de aprox. 5000 litros.

Cuadro N° 24. Ubicación del punto de captación de agua para uso doméstico

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
		Este	Norte	
CAP-01	0,14	339647	9691853	Margen derecha de la quebrada Anapaza. Para uso de actividades del campamento, lavado de equipo y riego de vías

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Tabla 7).

Para el abastecimiento de agua para la técnica de remediación, el agua será captada de la quebrada Capahuari Yacu, y estima una demanda de 11,88 m³/día (0,14 L/s), que incluye para el tratamiento de suelo, lavado de equipos y riego de vías para control de polvo

La captación del agua para remediación se ubicará en la margen derecha del afluente quebrada Capahuari Yacu, en la parte noroeste del sitio (Cuadro N° 25), esta se realizará mediante el uso de motobombas ubicados en la orilla sujetadas

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
 “Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

por dos cables de acero. La línea de conducción será tuberías HDPE y conducirá el agua hasta la zona de tratamiento.

Cuadro N° 25. Ubicación del punto de captación de agua para remediación

Nombre	Volumen de Captación (L/s)	Coordenadas UTM WGS84 zona 18S		Descripción del Punto
		Este	Norte	
S0106-CAP-RE-01	0,14	338706	9693498	Margen derecha del afluente Capahuari. Para uso de actividades de la técnica remediación de bioestimulación enzimática y solidificación

Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, Tabla 8).

Asimismo, proporciona los mapas de ubicación de los puntos de captación, así como, los diagramas de flujo de los balances de agua, tanto doméstico como industrial, los que muestran los flujos cuantificados de la demanda de agua por actividad. Aclara que el agua residual del lavado de equipos comprende el 95% y el agua residual del campamento base comprende el 80 % del agua captada.

Al respecto, la descripción de la tabla 7, captación de agua para consumo humano, señala lavado de equipo y riego de vías, estas actividades corresponden a uso industrial. Asimismo, esta tabla, señala nombre del punto de captación, CAP-01, sin embargo, en el mapa de ubicación se menciona Ag-CSUR-03 (Figura 9). Por otro lado, no se proporciona la evaluación de la disponibilidad hídrica de los cuerpos de agua de donde se captará agua para uso doméstico e industrial.

Figura 9. Ubicación del punto de captación



Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Doc. Subsanación de observaciones, anexo 9, Mapa S0106-ANA-OBS-10-1).

En ese sentido, debe corregir la información proporcionada en la tabla 7 “Ubicación de Punto de Captación de Agua para Consumo Humano Uso Doméstico”, el mapa S0106-ANA-OBS-10-1 del anexo 9 y, proporcionar la evaluación de la disponibilidad hídrica, el que debe incluir la comparación del caudal disponible del cuerpo de agua y el requerimiento tanto para consumo humano e industrial.

Observación no subsanada

3.10. Observación N° 10: El ítem 5.7.7.3.3 "Medidas específicas para el tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas", establece el tratamiento de las



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

aguas grises, las cuales serán recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa. Esta trampa realizará un tratamiento de los desagües provenientes del comedor y cocina, mediante la sedimentación y flotación, donde se retendrá y recuperará el aceite, el cual se coleccionará y se almacenará en cilindros para su transporte y disposición final adecuada según el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

Asimismo, establece el tratamiento de aguas negras, que considera: la cámara de rejas, cámara de equalización, cámara de aireación, cámara de decantación, cámara de contacto, disposición final de efluentes y disposición de lodos; para la disposición final de efluentes señala que estas podrían ser infiltradas en superficie, si se desarrolla un monitoreo previo de control de calidad, para verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de efluentes (DS N° 003-2010-MINAM). Por otro lado, el ítem 5.7.7.3.4. “Desarrollo del plan para manejo de letrinas en campamento de obra” indica que para los servicios de saneamiento se usarán letrinas sanitarias.

Al respecto, no se ha establecido el manejo y disposición final de los efluentes provenientes del tratamiento (trampa de grasa) de las aguas grises. Por otro lado, no se ha definido el tratamiento para las aguas negras, por un lado, establece la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y, por otro lado, indica el uso de letrinas; en el caso de la PTAR, indica la posibilidad de infiltración en superficie de las aguas tratadas, y en el caso de las letrinas, no se ha evaluado si este tipo de tratamiento es aplicable para el suelo de la zona. Adicionalmente el ítem 5.7.7.3 “Desarrollo del plan”, establece que posteriormente al tratamiento, los efluentes serán vertidos al río Pastaza.

En ese sentido:

- En caso de reúso para el control de polvo y/o áreas verdes deberá indicar la estructura de almacenamiento, conducción y sistema de distribución de las aguas a reusar, área destinada al reúso, frecuencia de riego y volumen a emplear, cuadro resumen de la evaluación de la calidad de las aguas de reúso, donde se indique los parámetros a evaluar (considerar D.S. N° 004-2017-MINAM y/o directrices de la OMS sobre calidad microbiológica de las aguas residuales a emplearse en agricultura), frecuencia de monitoreo (Tomar como referencia el formato del anexo 5 de la R.J. N° 224-2013-ANA). Lo presentado deberá guardar relación con el balance de agua solicitado.
- En caso de descarga a un cuerpo de agua, presentar el caudal máximo de aguas residuales a verter ($m^3/año$, m^3/mes y L/s), régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas, determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la “Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua”, aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA. Considerar, que el punto de vertimiento y los puntos de control asociados a la descarga deberán ubicarse dentro del área de influencia ambiental directa del proyecto.

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

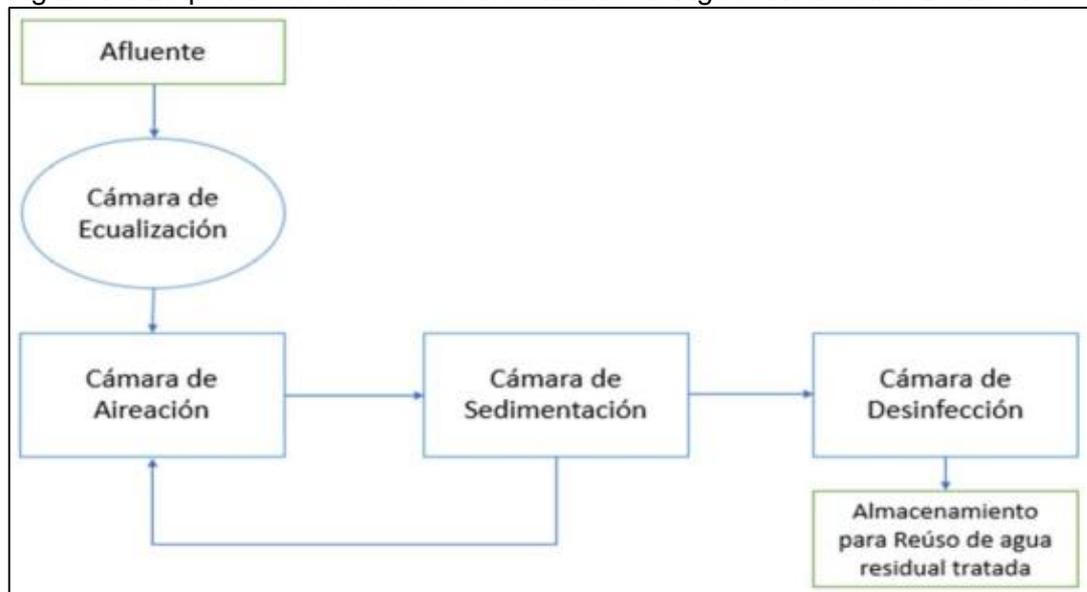
- En caso de infiltración al terreno, precisar el volumen ($m^3/día$) de efluente a tratar e infiltrar, descripción de la Infraestructura de conducción, almacenamiento antes de la infiltración al terreno, test de percolación para cada tipo de terreno y nivel de la napa freática. Además, adjuntar un esquema del sistema de tratamiento.

Respuesta:

El titular modifica el ítem 5.7.7 “Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas” a “Plan de Manejo de Aguas Residuales”, donde incluye los objetivos, modifica el alcance, el desarrollo del plan, que indica, los efluentes domésticos e industriales deberán ser tratados hasta cumplir con los estándares aplicables en la normatividad peruana y posteriormente a su tratamiento, los efluentes serán utilizados en el reúso para riego de vías en el control de polvo, previo cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos, (D.S. N° 037-2008-PCM).

Así también, modifica el ítem 5.7.7.3.2 “Abastecimiento de Agua para los Servicios Higiénicos” que señala, para los servicios higiénicos, utilizará el agua captada de la quebrada Anapaza, y el requerimiento es aproximadamente $12,50 m^3/día$ para un máximo 50 personas. Plantea la instalación de un campamento base y casetas temporales en el área de obra. Señala que las aguas grises provenientes del comedor y cocina deberán ser recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa y, esta trampa retendrá los aceites y grasas antes del su ingreso al Sistema de tratamiento (Figura 10), en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (PTARD). El agua tratada será almacenada en un tanque aproximadamente de 5000 litros.

Figura 10. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas



Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figura 2).

Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas serán reusados en control de polvo de las vías de acceso por medio de un camión cisterna; presenta la frecuencia de humectación de vías. Además, plantea el control de calidad de las aguas tratadas para cumplimiento del D.S. N°

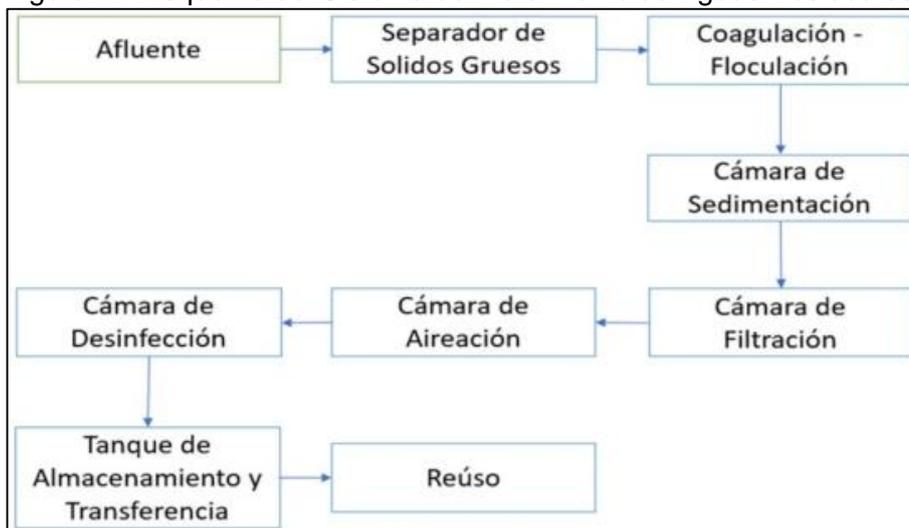
“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

037-2008-PCM y las directrices sanitarias de la OMS: análisis de DBO, DQO y nematodos intestinales.

Con respecto a las letrinas, estas serán sin arrastre hidráulico, ubicadas en las áreas cercanas al área de tratamiento con 1,2 m de profundidad máxima, que se construirá en una parte alta o en un área donde el agua discorra y no se anegue, será cubierta y se construirá de forma rectangular o circular y de ser necesario, se construirá canaletas laterales para la evacuación del agua de lluvia, además, se cubrirá cada cierto tiempo con suelo extraído del sitio.

Así también, incluirá la clasificación de las aguas residuales industriales, el abastecimiento de agua para las actividades de remediación, y las medidas específicas para el tratamiento y disposición de aguas residuales industriales, las que provienen de las actividades de remediación como el lavado de equipos y las aguas de contacto de las excavaciones serán llevadas a un sistema de tratamiento (Figura 11), que consiste en: **separador de sólidos gruesos, donde elimina sólidos de mayor tamaño; coagulación y floculación, donde se adiciona reactivos químicos que, desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación) y a continuación favorezcan la floculación de las partículas fácilmente sedimentables; cámara de sedimentación, operación eficaz para separar por tamaño y densidad las partículas del agua y posteriormente realizar la decantación; cámara de filtración, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones (sedimentación); cámara de aireación, que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asociarán a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y retiradas del sistema; cámara de desinfección (contacto), con la aplicación de cloro en pastillas; almacenamiento para reúso de agua residual tratada, en tanques aproximadamente de 5000 litros y; disposición final de efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, que serán utilizados para el reúso en control de polvo de las vías de acceso que se realizará por un camión cisterna.**

Figura 11. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales



Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio ECODES-VARICHEM (Subsanación de observaciones, Figura 3).

Asimismo, plantea el control de calidad de las aguas tratadas para cumplimiento del D.S. N° 037-2008-PCM: análisis de cadmio, plomo, bario, DBO, DQO, nematodos intestinales e hidrocarburos totales de petróleo.

Observación subsanada

- 3.11. Observación N° 11.** El ítem 5.7 “Plan de manejo ambiental”, en la sección introducción (5.7.1) menciona que los impactos identificados son: contaminación del suelo, posible afectación del agua superficial y/o agua subterránea, sedimentos, afectación a la fauna y a la flora, afectación a especies hidrobiológicas y peces, generación de material particulado y/o emisiones de gases y afectación a los comuneros cercanos a el sitio impactado.

Al respecto, se identifica de manera general los posibles impactos que tendrá el desarrollo de la remediación, dejando de lado, la identificación específica de la probable afectación del ambiente durante el desarrollo de cada actividad. En ese sentido, el titular debe elaborar y presentar una matriz de identificación de impactos, con énfasis en las actividades que involucre la afectación a los recursos hídricos.

Respuesta:

El titular señala que hará referencia en el PR a los anexos de la metodología de evaluación e identificación de impactos y matriz de valoración. Adjunta el anexo 11, donde presenta la metodología de evaluación de impactos, la cual consiste en la identificación de impactos ambientales mediante una Matriz de identificación de Impactos (MII): cuadro de doble entrada del tipo causa-efecto (Acciones del proyecto-factores ambientales), luego, inicia la valorización de los posibles impactos mediante once atributos (definidos por V. Conesa, 2010) y, realiza el cálculo de la importancia del impacto y clasifica de acuerdo a las tablas de clasificación de rangos de impactos negativo y positivos. Finalmente presenta la MII para el sitio impactado S0106, donde considera a las fases: Construcción de campamento base, Implementación de la Técnica de Remediación Bioestimulación Enzimática, Implementación de la Técnica de Remediación Solidificación ex-situ, Excavación, transporte y descarga del material contaminado en la zona de tratamiento y, Finalización de la Técnica de Remediación y acciones de revegetación. Asimismo, presenta la matriz de valoración del sitio impactado S0106, donde los potenciales impactos de alteración de la calidad y caudal de agua superficial obtienen la clasificación de compatibles (no significativas).

Al respecto, las aguas de los bajiales pueden verse afectados durante el retiro de sedimentos. Por otro lado, en la tabla “matriz de identificación de impactos ambientales” señalan potencial impacto al caudal de agua subterránea, en lugar de potencial impacto a la calidad de agua subterránea. En ese sentido, el titular debe considerar el retiro de sedimentos como una actividad que afectaría el cuerpo de agua y establecer las medidas de manejo para protección de los recursos hídricos, tanto para el retiro de sedimento como para las demás actividades. Asimismo, corregir la información de la tabla con respecto al agua subterránea.

Observación no subsanada

- 3.12. Observación N° 12.** El ítem 5.9.3 “Plan de control durante la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación” señala (en ítem 5.9.3.1) que debe registrarse el seguimiento de las diferentes actividades que se ejecutarán en el área impactada, durante: la excavación, almacenamiento temporal del suelo



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

contaminado, separación y trituración, retiro y deposición de la capa orgánica del suelo. Asimismo, en el punto “Acondicionamiento previo” del ítem 5.5.5.1 indica la construcción de canales de drenaje perimetrales por cada biocelda para el manejo de las aguas de lluvia durante la época húmeda.

Por otro lado, el ítem 5.5.5.2 “Sedimentos”, indica que, durante el retiro de sedimentos, los caudales pueden aumentar en época húmeda generando complicaciones al momento de extraer los sedimentos del fondo del lecho de agua, razón por la cual se sugiere realizar esta actividad en época seca (menos húmeda), y en el punto “Construcción de las bioceldas de tratamiento”, se indica la construcción de canaletas de drenaje perimetrales por cada biocelda para el manejo de las aguas de lluvia durante época húmeda. Adicionalmente, en el punto 4.4 de la fase 4 del ítem 5.6.2.1.2 “Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ—on site”, señala que se instalará la geomembrana en las celdas de tratamiento (impermeabilización) en el suelo, para evitar el contacto de suelo contaminado con suelo limpio, también evitará que los lixiviados generados durante el proceso de tratamiento se derramen al suelo y lo contaminen.

Al respecto, el titular no detalla el proceso de captación y disposición final de las aguas de no contacto (agua de lluvia y escorrentía) y aguas de contacto (lixiviación), y el cálculo del caudal para el diseño del sistema de drenaje y almacenamiento de los lixiviados, durante los procesos de excavación y retiro del suelo contaminado, de almacenamiento temporal de suelo contaminado, de tratamiento bioenzimático, de preparación de suelo solidificado, así también durante el retiro de los sedimentos. Asimismo, no establece la prevención para evitar que las aguas de lluvia no tengan contacto con el suelo contaminado durante la preparación, mezclado y trituración.

En ese sentido, el titular debe detallar el proceso y la disposición final de las aguas de lluvia o escorrentía (no contacto); en caso se deriven a un cuerpo de agua, deberá señalar la ubicación en coordenadas UTM (WGS 84 y zona correspondiente) del punto de entrega de estas aguas (señalando el nombre del recurso hídrico) e incluir estaciones de monitoreo aguas arriba y aguas abajo de la descarga, a fin de llevar el adecuado control de la calidad del agua superficial. Por otro lado, debe mostrar el cálculo del caudal del sistema de drenaje, además del manejo y su disposición final, así como los controles antes de su disposición.

Asimismo, debe precisar el sistema de captación y manejo de las aguas de contacto (lixiviados), además debe indicar la disposición final de las aguas de contacto tratadas de cada componente cuando corresponda. En caso se considere la descarga a un cuerpo de agua, se deberá describir la captación, estructura de almacenamiento caudal máximo de aguas residuales a verter ($m^3/año$, m^3/mes y L/s), descripción del sistema de tratamiento, régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, y evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas; determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la “Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua”, aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA. Asimismo, debe establecer un programa de monitoreo post cierre.

Además, debe presentar el balance de agua integral (esquema o diagrama) para cada etapa del proyecto (construcción, operación y abandono), en donde se

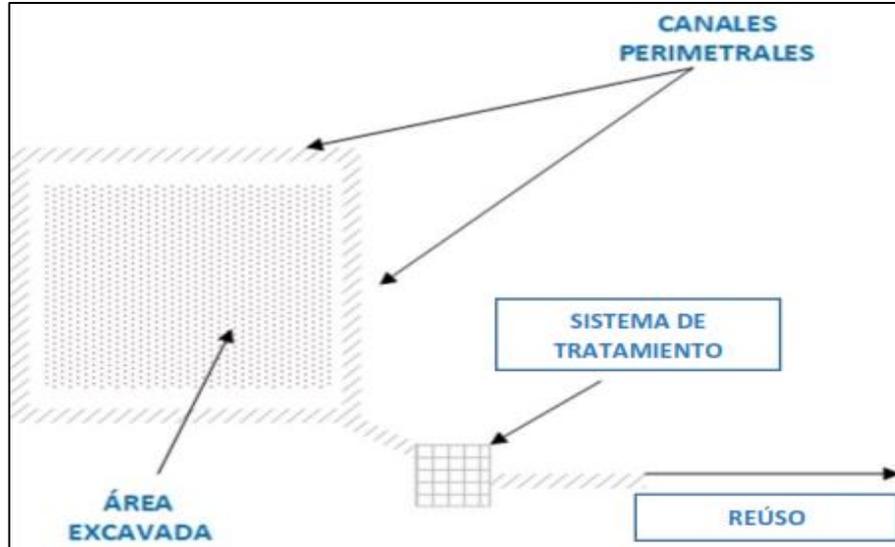
muestre los ingresos y salidas de agua para uso doméstico e industrial, manejo de las aguas de contacto y no contacto de cada componente. El balance de agua deberá guardar relación con la demanda de agua del proyecto y el volumen de efluentes generados.

Respuesta:

El titular modifica el ítem 5.7.7.3.5. Señala con respecto a las aguas no contacto, que para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en el área de acopio y el campamento, se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área donde se recolectarán las aguas de lluvia, las áreas de acopio, material vegetal contaminado y suelo excavado, estarán protegidos con un techado removible con materiales plásticos flexibles para que las aguas lluvias discurran hacia los canales perimetrales, la zona de preparación de suelo solidificado tendrá un techado permanente y los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento; las zonas de almacenamiento y de tratamiento tendrán techo, se monitoreará la probabilidad que las lluvias se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a la climatología de la zona, limpiará los canales de captación de agua con un equipo de bombeo y; las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, polipropileno o polietileno, que cuente al menos con el mismo diámetro nominal de las entradas vertidas hacia el terreno evitando que tengan contacto con zonas de tratamiento o material contaminado.

Incluye en el Ítem 5.7.7.3.6 con respecto a las aguas de contacto, que para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía en las áreas donde se realizará la excavación y extracción de suelos a tratar, se construirán canales perimetrales en los cuatro lados del área excavada y área de tratamiento, se recolectarán las aguas de lluvia que tengan contacto con material suelo a tratar; estos canales están ubicados en sitios diferentes a los canales de las aguas de no contacto; se contempla el uso de dos motobombas (una en funcionamiento y otra en stand by) que tendrán la capacidad para retirar toda el agua que se presente en la excavación para ser enviadas a los canales perimetrales; los canales tendrán una pendiente adecuada para evitar puntos de estancamiento. La zona de excavación debe tener la disponibilidad de toldos de lona para cubrir en el momento que se presente la precipitación para evitar el contacto del agua lluvia. Asimismo, indica que, se monitorea la probabilidad de las lluvias que se presenten en ciertas épocas del año de acuerdo a la climatología de la zona, y se contará con un equipo de bombeo para limpieza de los canales de captación de agua. El almacenamiento temporal de agua de lluvia que tuvo contacto con el área excavada se realiza en tanques impermeables, que evitan pérdidas por goteo o transpiración, y herméticos para evitar contaminación y, accesible y con abertura amplia para realizar la limpieza. Las aguas recolectadas serán evacuadas mediante tubería de PVC, ABS, polipropileno o polietileno, y direccionadas al sistema de tratamiento de agua residuales industriales para tener su disposición final en el reúso de agua para control de polvo (Figura 12).

Figura 12. Esquema del Sistema de Drenaje Pluvial en las Áreas de Excavación–
Vista de Planta



Fuente: PR del Sitio Impactado S0106, Consorcio JCI-HGE (Doc. Información complementaria, Figura 4).

Al respecto, no señala las características de los canales de captación de las aguas de no contacto. En ese sentido, el titular debe proporcionar las características y las consideraciones técnicas para el diseño de los canales de captación y derivación de las aguas de no contacto (lluvias y escorrentías) considerando el periodo de retorno que emplearán y que garanticen que dichas dimensiones serán las adecuadas conforme a la precipitación de la zona.

Observación no subsanada

- 3.13. Observación N° 13.** El ítem 5.7.7.3.5 “Control de Agua de Lluvia y de Escorrentía en el Centro de Acopio Temporal de los Residuos” menciona que se construirá un canal perimetral, con el fin de que las aguas de lluvia y de escorrentía, no se mezclen con el contaminante. Asimismo, se construirá cunetas que rodeen el centro de acopio, que impida el ingreso de agua al canal perimetral. Además, el centro de acopio estará protegido con carpas, y utilizará bombas.

Al respecto, no se detalla la infraestructura de captación de las aguas de contacto (lixiviados), así tampoco se describe el manejo y la disposición final de estas aguas de contacto. Asimismo, no establece con claridad el proceso y/o manejo de las aguas de lluvia (aguas de no contacto) y su disposición final. Adicionalmente, no establece el cálculo del caudal para el diseño del sistema de drenaje y almacenamiento, además de su disposición final.

En ese sentido, el titular debe precisar el sistema de captación y manejo de las aguas de contacto (lixiviados), además debe indicar la disposición final. Precisar la disposición final de las aguas de contacto tratadas de cada componente. En caso se considere la descarga a un cuerpo de agua, se deberá describir la captación, estructura de almacenamiento, caudal máximo de aguas residuales a verter ($m^3/año$, m^3/mes y L/s), descripción del sistema de tratamiento, régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, y evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas; determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la “Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua”, aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA

Asimismo, debe indicar la disposición final de las aguas de escorrentía (no contacto). En caso se deriven a un cuerpo de agua, deberá señalar la ubicación en coordenadas UTM (WGS 84 y zona correspondiente) del punto de entrega de estas aguas (señalando el nombre del recurso hídrico) e incluir estaciones de monitoreo aguas arriba y aguas abajo de la descarga, a fin de llevar el adecuado control de la calidad del agua superficial. Además, deberá sustentar el cálculo del caudal de diseño, presentar el diseño y adjuntar los esquemas correspondientes.

Respuesta:

El titular señala que la Infraestructura de captación, manejo y disposición final de las aguas de contacto y de no contacto se encuentra descrita en respuesta a la Observación N° 12.

Al respecto, la observación 12, no proporcionar las características y las consideraciones técnicas para el diseño de los canales de captación y derivación de las aguas de no contacto (lluvias y escorrentías). En ese sentido, el titular debe proporcionar la información de todo lo solicitado en esta observación.

Observación no subsanada

- 3.14. Observación N° 14.** El ítem 5.9.4.2 “Muestreo de sedimentos durante los trabajos de remediación”, establece el monitoreo del sedimento, antes, durante y después de retirar el sedimento para su tratamiento y, los parámetros son mostrados en la tabla 5-55 “Localización de Puntos de Muestreo para Sedimentos”.

Al respecto, solo se ha considerado el monitoreo de sedimentos durante el proceso de remediación de este componente; los suelos contaminados contenían metales bario y cadmio e hidrocarburos (F2 y F3) y por medio de la escorrentía podrían llegar a los cuerpos de agua y depositarse en los sedimentos.

En ese sentido, el titular debe establecer un programa de monitoreo de sedimentos, el cual debe considerar como mínimo una frecuencia de monitoreo semestral durante los primeros dos años y anual durante los tres años posteriores e incluir los metales (como mínimo, contaminantes de preocupación de sedimentos y suelos) o en su defecto debe sustentar que las aguas de escorrentía provenientes de los suelos rehabilitados y los componentes para el manejo de suelos contaminados (almacenamiento final de suelos rehabilitados) no tendrán dirección de flujo hacia los cuerpos de agua y los sedimentos.

Respuesta:

El titular incluye en el ítem 5.9.4.2.1 “Parámetros y frecuencia de monitoreo” la tabla 5-56, que incluye los parámetros bario, cadmio y plomo. Actualiza el ítem 5.9.4.2 “Muestreo de Sedimentos durante los trabajos de Remediación” Durante el Tratamiento: Se debe tomar muestra de sedimento como control, en el lecho del cuerpo de agua donde se hizo la extracción de los sedimentos, esto con la finalidad de asegurar que en el lecho de la quebrada no quede sedimento con concentración de Hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y metales pesados. Presenta además

“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

la tabla 13 “Muestreo monitoreo post ejecución de obra sedimentos”, que incluye los parámetros HTP y plomo total.

Al respecto, la tabla 5-56 “Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos” (Tabla 12), no menciona la frecuencia de monitoreo, además, señala valores y referencia de comparación no concordantes con los estándares Alberta Tier:

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Capacidad de intercambio catiónico	EPA 9081, Rev. 0 1986	Método de laboratorio para determinar Capacidad de Intercambio Catiónico	-	Referencial
Contenido de materia orgánica	NOM-021-SEMARNAT-2000	Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos. Estudios Muestreos y Análisis.	-	Referencial
Bario Extraíble	Soil Remediation Guidelines for Barite: Environmental Health and Human Health, Alberta Environmental, Feb 2009	-	5,0 mg/Kg	Parámetro relacionado con la actividad desarrollada en la zona
Cadmio Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	0,9 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
Plomo Total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	Digestión ácida de sedimentos, lodos y suelos	2,0 mg/kg	Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014): 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)

Por otro lado, la tabla 13 “Muestreo Monitoreo Post ejecución de obra Sedimentos”, no incluyen los parámetros CP como cadmio y bario, en el programa de monitoreo de sedimentos, además, señala valores de comparación no acordes a la referencia indicada. Adicionalmente, los códigos de los puntos de muestreo no son correspondientes a lo establecido para agua superficial: el código ...001 para sedimento es para agua superficial ...002 y viceversa.

En ese sentido, debe presentar tablas de los programas de monitoreo durante la etapa de remediación y post ejecución de la rehabilitación, el que debe incluir los parámetros CP (bario, cadmio, mercurio y plomo, HTP), frecuencia, estándar de referencia, puntos de muestreo, ubicación georreferenciada; para el monitoreo post ejecución debe confirmar la frecuencia semestral durante los dos primeros años y anual durante los tres años posteriores.

Observación no subsanada

3.15. Observación N° 15. El ítem 5.9.4.3 “Muestreo de agua Superficial durante los **Trabajos** de Remediación”, establece el monitoreo del agua donde se realizarán los trabajos de remediación de sedimentos y durante el tiempo que dure los trabajos de remediación de sedimentos.

Al respecto, no se ha establecido la frecuencia de monitoreo, así también, no se ha considerado el monitoreo del agua superficial post remediación; los suelos y sedimentos contaminados registraron metales bario y cadmio e hidrocarburos, y podrían llegar por medio de la escorrentía y o remoción a los cuerpos de agua. Por otro lado, el ECA para agua Cat4-E2 establece como control, cadmio disuelto. En ese sentido, el titular debe establecer un programa de monitoreo mensual durante el proceso de remediación y un monitoreo post remediación con una frecuencia semestral durante los primeros dos años y anual durante los tres años posteriores. Asimismo, debe incluir al cadmio disuelto como parámetro de control, en las evaluaciones ambientales.

Repuesta:

El titular proporciona las tablas de parámetros y frecuencia de monitoreo en aguas superficiales, el que incluye: Conductividad, oxígeno disuelto, pH, temperatura, As, Ba, Cd, Hg, Pb y HTP. Además, señala los puntos de monitoreo en los dos bajiales, frecuencia mensual y la referencia de comparación Categoría 4 E2: Río de la Selva.

Al respecto, el ECA para agua Cat4 considera cadmio disuelto. Por otro lado, los cuerpos de agua a muestrear (bajiales) son cuerpos lénticos los que no tiene dirección de flujo, por lo que deben ser comparados referencialmente con la subcategoría E1: Lagunas y lagos. En ese sentido, debe agregar el parámetro cadmio disuelto en el programa de monitoreo durante la remediación y post ejecución de la rehabilitación, además, los valores de los parámetros deben ser comparados con la subcategoría E1 del ECA-Cat4. Debe presentar tablas actualizadas de los programas de monitoreo durante la etapa de remediación y post ejecución de la rehabilitación, el que debe incluir los parámetros CP (incluyendo caudal), frecuencia, estándar de referencia, puntos de muestreo, descripción, ubicación georreferenciada; para el monitoreo post ejecución debe confirmar la frecuencia semestral durante los dos primeros años y anual durante los tres años posteriores.

Observación no subsanada

IV) CONCLUSIÓN

4.1. Luego de haber revisado la Subsanación de las observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0106 (sitio 2) por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Pastaza, presentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAH) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), se encuentra que seis (6) de quince (15) observaciones no fue absuelta, por lo que el titular debe presentar información complementaria para emitir la opinión técnica



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

V) RECOMENDACIONES

- 5.1. La información complementaria se deberá presentar en medio digital de formatos PDF y Word, la misma que debe de estar completa (planos, anexos, informes, figuras, gráficos, tablas, etc.) y de fácil manejo para su revisión. Del mismo modo, deberá presentar todos los capítulos actualizados a esta Institución para la verificación de toda la información consignada.

Es cuanto tengo que informo a usted, para los fines pertinentes.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE

WILFREDO QUISPE QUISPE

PROFESIONAL

DIRECCION DE CALIDAD Y EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS