



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Viceministerio de  
Gestión Ambiental



Firmado digitalmente por:  
BRAVO BARRIENTOS Luis  
7914929-AU 20402060658 soft  
Entero: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 07/12/2020 22:34:10-0500

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Magdalena del Mar, 07 de diciembre de 2020

**OFICIO N° 00436-2020-MINAM/VMGA/DGCA**

Señora

**MILAGROS VERÁSTEGUI SALAZAR**

Directora de Evaluación Ambiental de Hidrocarburos

Ministerio de Energía y Minas

Av. Las Artes Sur N°260

San Borja. -

**Asunto : Remisión del levantamiento de observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado SO 112 (Sitio 35) en el marco del Reglamento de la Ley N° 30321**

**Referencia : Oficio N° 713-2020- MINEM/DGAAH/DEAH  
(Registro MINAM N° 2020070823)**

Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente y, a su vez manifestarle que, mediante el documento de la referencia, el Ministerio de Energía y Minas remitió al Ministerio del Ambiente, el Plan de Rehabilitación PR SO 112 (Sitio 35) conformante de sitios impactados por actividades de hidrocarburos ubicado en la cuenca del río Corrientes, de la provincia y departamento de Loreto, a fin de emitir opinión técnica, indicando si subsisten o no las observaciones al mismo, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 17 del Reglamento de la Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental, aprobado con Decreto Supremo N° 039-2016-EM.

En atención a lo señalado, remito a su despacho el Informe N° 00043-2020-MINAM/VMGA/DGCA elaborado por esta Dirección General para conocimiento y fines pertinentes.

Es propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi consideración.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente

**Luis Alberto Bravo Barrientos**

Director General de Calidad Ambiental (e)

Se Adjunta:

- Informe N°00043-2020-MINAM/VMGA/DGCA

LABB/labbb/jjom

Número del Expediente: 2020070823

Esta es una copia autentica imprimible de un documento archivado en el Ministerio del Ambiente, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente web: <http://ecodoc.minam.gob.pe/verifica/view> e ingresando la siguiente clave: **62828d**



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Viceministerio de Gestión Ambiental



PERÚ

Firmado digitalmente por:  
Luis Alberto Bravo Barrientos  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 07/12/2020 15:57:34-0500

MINAM

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

**INFORME N° 00043-2020-MINAM/VMGA/DGCA**

**PARA :** Luis Alberto Bravo Barrientos  
Director General de Calidad Ambiental (e)

**DE :** Jordhy Joel Olortegui Morales  
Asistente en Gestión de la Calidad Ambiental

Firmado digitalmente por:  
ALVA ESTABRIDIS Camila  
Coralí FAU 20492966658 soft  
Motivo: En señal de conformidad  
Fecha: 07/12/2020 19:38:55-0500

**Franco Eduardo Fernández Santa María**  
Especialista en Gestión de la calidad Ambiental



Firmado digitalmente por:  
FERNANDEZ SANTA MARIA  
Franco Eduardo FAU 20492966658 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 07/12/2020 19:17:29-0500

**Héctor Daniel Quiñonez Ore**  
Especialista Legal en Normatividad Ambiental II

**Luis Alberto Bravo Barrientos**  
Director de Calidad Ambiental y Ecoeficiencia

**Camila Corali Alva Estabridis**  
Directora de Control de la Contaminación y Sustancias Químicas

**ASUNTO :** Opinión Técnica referente al Plan de Rehabilitación del Sitio SO112 (Sitio 35)- Levantamiento de Observaciones

**REFERENCIA :** Oficio N° 713-2020-MINEM/DGAAH/DEAH (Expediente N° 2020070823)

**FECHA :** Magdalena del Mar, 07 de diciembre



Firmado digitalmente por:  
OLORTEGUI MORALES Jordhy  
Joel FAU 20492966658 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 07/12/2020 21:15:31-0500

Nos dirigimos a usted, con relación al documento de la referencia, a fin de informar a su despacho lo siguiente:

**I. ANTECEDEN<sup>1</sup>ES**

I.1 Mediante Ley N° 30321, *Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental* se dispone la creación de un Fondo de Contingencia para el financiamiento de las acciones de remediación ambiental de sitios impactados por las actividades de hidrocarburos, que impliquen riesgos para la salud y el ambiente, que ameriten una atención prioritaria y excepcional del Estado, entendiéndose para los efectos de la presente Ley como sitio impactado, los pozos e instalaciones mal abandonadas, suelos contaminados, efluentes, derrames, fugas, residuos sólidos, emisiones, res<sup>2</sup>os o depósitos de residuos.

I.2 El Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental ha destinado la suma de S/. 50 000 000.00 (CINCUENTA MILLONES Y 00/100 NUEVOS SOLES), como capital inicial, para el financiamiento de las acciones de remediación ambiental en el ámbito geográfico de las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, ubicadas e<sup>3</sup> el departamento de Loreto.

<sup>1</sup> Publicada en el diario El Peruano el 7 de mayo de 2015.  
<sup>2</sup> Ley N° 30321, numeral 2.1 Artículo 2°. *Creación del Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental y su ámbito de aplicación.*  
<sup>3</sup> Ley N° 30321, numeral 2.3 Artículo 2°. *Creación del Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental y su ámbito de aplicación.*

Firmado digitalmente por:  
QUIÑONEZ ORE Hector  
Daniel FAU 20492966658 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 07/12/2020 21:10:52-0500





- I.3 El Reglamento de la Ley N° 30321, aprobado mediante Decreto Supremo N° 039-2016-EM establece: *Una vez presentado el Plan de Rehabilitación, la autoridad sectorial competente trasladará dicho documento al (...) Ministerio del Ambiente (...), a fin de que emitan sus respectivas opiniones técnicas, las cuales serán remitidas a la autoridad sectorial competente en un plazo máximo de veinte (20) días hábiles. El incumplimiento de esta disposición será considerada falta administrativa <sup>4</sup>ancionable (...).* Asimismo, indica: *Una vez presentadas las subsanaciones la Autoridad sectorial competente remite dicha subsanación a las entidades opinantes que emitieron observaciones, las que emiten su opinión y la notifican a la Autoridad sectorial competente en un plazo máximo de diez (10) días hábiles, contado a partir del día hábil siguiente de recibida <sup>5</sup>a notificación.*
- I.4 Mediante OFICIO N° 00499-2019-MINAM/VMGA/DGCA de fecha 03 de octubre de 2019, la Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente (en adelante, **MINAM**) remitió a la Dirección de Evaluación Ambiental de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas las observaciones a los Planes de Rehabilitación (en adelante, **PR**) de la Cuenca Corrientes, entre los cuales se incluyó el Informe N° 0080-2019-MINAM/VMGA/DGCA correspondiente al PR del Sitio Impactado SO112 (Sitio 35) (en adelante, **PR SO 112**), ubicado en la cuenca del río corrientes del departamento de Loreto.
- I.5 Mediante el documento de la referencia, la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, remitió al MINAM la información sobre el levantamiento de observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado SO 112 (sitio 35), ubicado en la cuenca del río corrientes del departamento de Loreto, solicitando la opinión técnica correspondiente.

## II. ANÁLISIS

### 2.1. De las competencias del Ministerio del Ambiente y la Dirección General de Calidad Ambiental

- 2.1.1. El MINAM es el organismo rector del sector ambiental, y como tal garantiza el cumplimiento de las normas ambientales. En tal sentido realiza funciones de fiscalización, supervisión, evaluación, control y sanción en materia de su competencia; de conformidad con el literal b) del numeral 5.1 del artículo 5 del Reglamento de Organización y Funciones (en adelante, **ROF**) del Ministerio del Ambiente, aprobado por el Decret<sup>6</sup> Supremo N° 002-2017-MINAM.
- 2.1.2. De acuerdo con el Artículo 68° del ROF del MINAM, la Dirección General de Calidad Ambiental es responsable de formular, proponer, fomentar e implementar de manera coordinada, multisectorial y descentralizada los instrumentos técnicos-normativos para mejorar la calidad del ambiente.
- 2.1.3. Asimismo, el Artículo 69° de la citada norma, señala en el literal a), que la DGCA tiene entre sus principales funciones: *Dirigir la elaboración, aplicación y seguimiento de los instrumentos de planificación y prevención, relacionados con el manejo y reúso de efluentes líquidos, la calidad del aire, ruido, suelo y*

<sup>4</sup> Numeral 17.1 del Artículo 17° Aprobación del Plan de Rehabilitación de la Ley N° 30321.

<sup>5</sup> Numeral 17.4 del Artículo 17° Aprobación del Plan de Rehabilitación de la Ley N° 30321.

<sup>6</sup> *Aprueban el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del Ministerio del Ambiente – MINAM.* Publicado en el diario El Peruano el 28 de abril de 2017.



*radiaciones no ionizantes, en coordinación con los órganos y las autoridades competentes, según corresponda.*

## **2.2. Del levantamiento de observaciones del PR S0112 (Sitio 35)**

### **2.2.1. Literal B. "Isobatas y dirección de flujo subterráneo" del ítem 2.2.2 "Hidrogeología"**

#### **Observación N° 01:**

El PR S0112, no describe completamente las características de la hidrogeología del área de estudio, debe indicar la presencia de acuíferos y sus características hidrogeológicas tales como la granulometría, permeabilidad, porosidad, capacidad de almacenamiento y otros.

Esta información permitirá conocer el comportamiento y destino final de las sustancias químicas de interés para el presente estudio; Asimismo, es importante que todas las inferencias realizadas sean acompañadas con referencia bibliográfica, los cuales respalden dicha información, tales como la inferencia de nivel freático de la zona, siendo esta información prioritaria en la caracterización para las futuras acciones.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N°01:**

Como información primaria, se presenta los resultados de la Tomografía eléctrica realizada en el sitio 112, donde se evidencia la ausencia de algún estrato de saturación de agua que indique la presencia de agua subterránea hasta los 35 m de profundidad aproximadamente. Adicional a lo anterior, con base en los sondeos tanto manuales como mecánicos realizados en el Sitio 112, cuya profundidad de perforación (en algunos casos hasta 4 metros) no se registró presencia de agua subterránea.

Por otra parte, y con base en la Resolución Ministerial N° 108-2020-MINAM, que señala que durante el Estado de Emergencia y la Emergencia Sanitaria por el COVID-19 se prioriza el uso de la información secundaria para la elaboración de la línea base de los instrumentos de gestión ambiental, permitió completar y validar en otros casos la información generada en campo.

Es importante señalar que, para el uso de la información secundaria se siguieron las siguientes premisas o condiciones:

- Uso de información representativa del área de estudio y de IGAs aprobado por la Autoridad. Se considera el mismo ámbito geográfico (Región Loreto, Provincia Datem Marañón) e incluso la misma cuenca hidrográfica, en este caso cuenca Corrientes y en el mismo Lote 192,
- Análisis basado en su relación/compatibilidad, es decir considera las mismas variables
- comparables como unidades temáticas (paisaje, vegetación, suelo, hidrogeología, entre otros), ubicación y características del estudio presentes en el sitio a caracterizar.
- Uso de información reciente (menor de 2 años), en algunos casos se complementa con el uso de bibliografía sobre estudios de determinados temas.
- Uso de puntos de monitoreo en campo claramente definidos (coordenadas)



- La información puede abarcar ámbitos geográficos de comunidades campesinas, nativas, centros poblados, distritos, provincias o regiones que se encuentren relacionados a los factores ambientales necesarios para la elaboración de la línea base.

Bajo la premisa anterior, y con el objetivo de suministrar información específica solicitada por el MINAM, se complementa con el uso de información secundaria, tal como el estudio realizado recientemente (año 2019) en área cercana al Sitio 112. Con base en ello, se tiene información específica como permeabilidad (datos de campo), porosidad, capacidad portante, conductividad eléctrica, etc. todos pertenecientes a la misma unidad hidrogeológica del sitio 112.

2.2.2 Hidrogeología

Este ítem contiene la descripción de las características hidrogeológicas del área de evaluación del sitio S0112 (Sitio 35). El material detrítico fino depositado, subyacente al área caracterizada, es poroso, pero poco a nada permeable.

De acuerdo con los sedimentos y capas de arcilla limosas encontradas (reconocimiento directo en las perforaciones a percusión e indirecto (tomografía) hasta 30-35 m de profundidad), se puede concluir que el material subyacente se comporta como un acuitardo hasta los 35 m, aproximadamente, y a partir de los 35 m como acuicludo.

En el Cuadro 2-Ob-1a, se puede apreciar la calificación del acuífero con respecto al tipo de materiales. En las secciones tomográficas se tiene un mejor panorama del comportamiento de los sedimentos finos desde los 0 hasta 35 m aproximadamente.

Cuadro 2-Ob-1a Clasificación de terrenos por la permeabilidad

Table with 6 columns: Permeabilidad m/día (10^-5 to 10^-1), Calificación (Impermeables to Muy permeable), Calificación del acuífero (Acuicludo to Acuífero excelente), and Tipo de materiales (Arcilla compacta to Grava limpia).

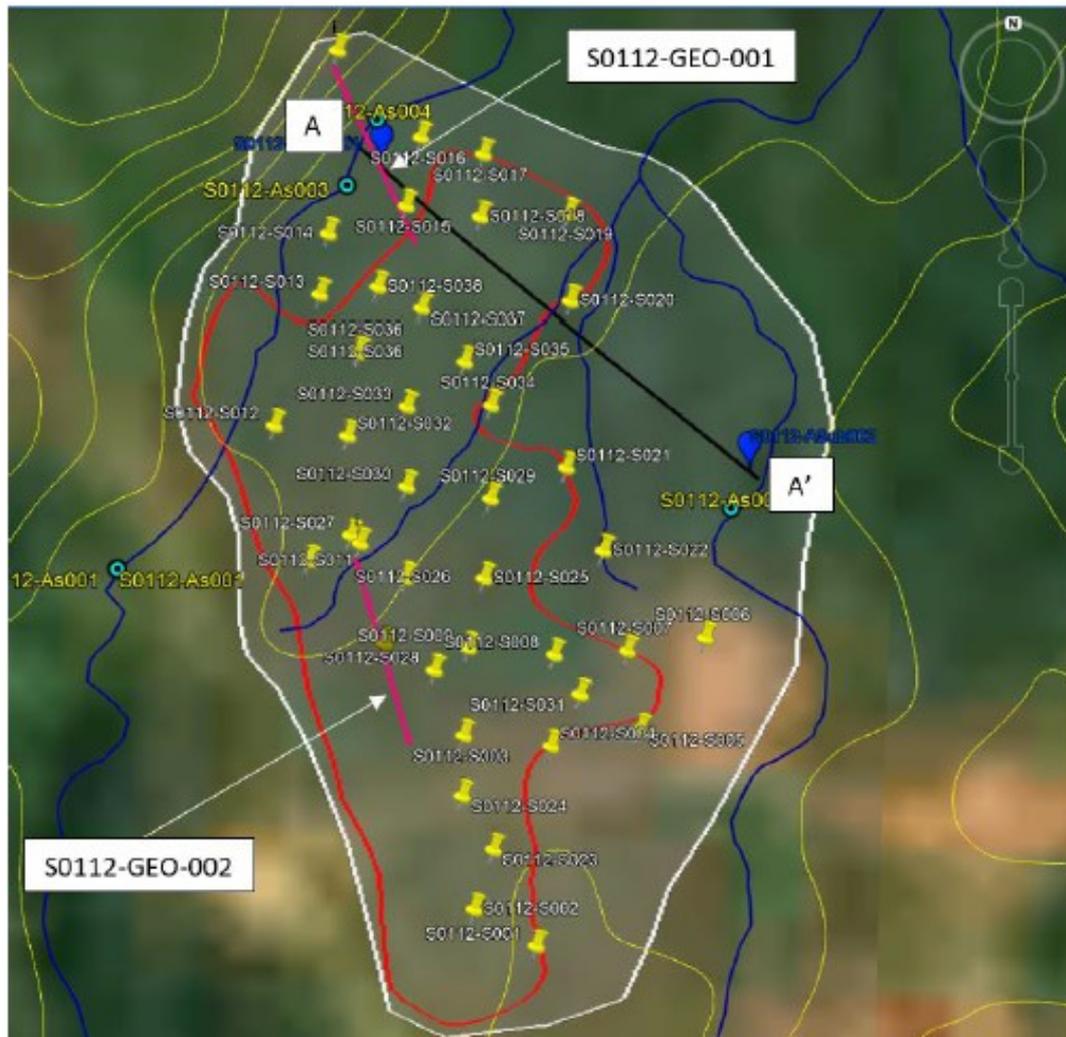
Fuente: Hidrología Subterránea (Segunda edición), Custodio, E., Llamas, M.R. (2001)

La Figura 2-Ob-1a presenta el área de evaluación del sitio S0112 (Sitio 35), donde la línea blanca delimita el área de evaluación geológica-hidrogeológica (área envolvente a todos los registros directos e indirectos obtenidos en campo), la línea roja es la delimitación del sitio impactado, la línea azul representa la red hídrica de dirección norte a sur, las líneas rectas de color fucsia representa el tendido tomográfico, la línea negra es la sección A-A' geológica-hidrogeológica interpretada, los puntos verde y negro representan las estaciones de calidad de agua superficial (temporada seca y húmeda), las chinchetas amarillas representan a las perforaciones usadas para la toma de muestras de suelos y

por último las chinchetas de color azul representan la ubicación de los piezómetros.

En la Figura 2-Ob-1b, se muestra un perfil geológico-hidrogeológico, este perfil fue construido en base a las perforaciones en campo y estudios geofísicos (tomografía eléctrica).

**Figura 2-Ob-1a Área de evaluación del sitio S0112 (Sitio 35)**

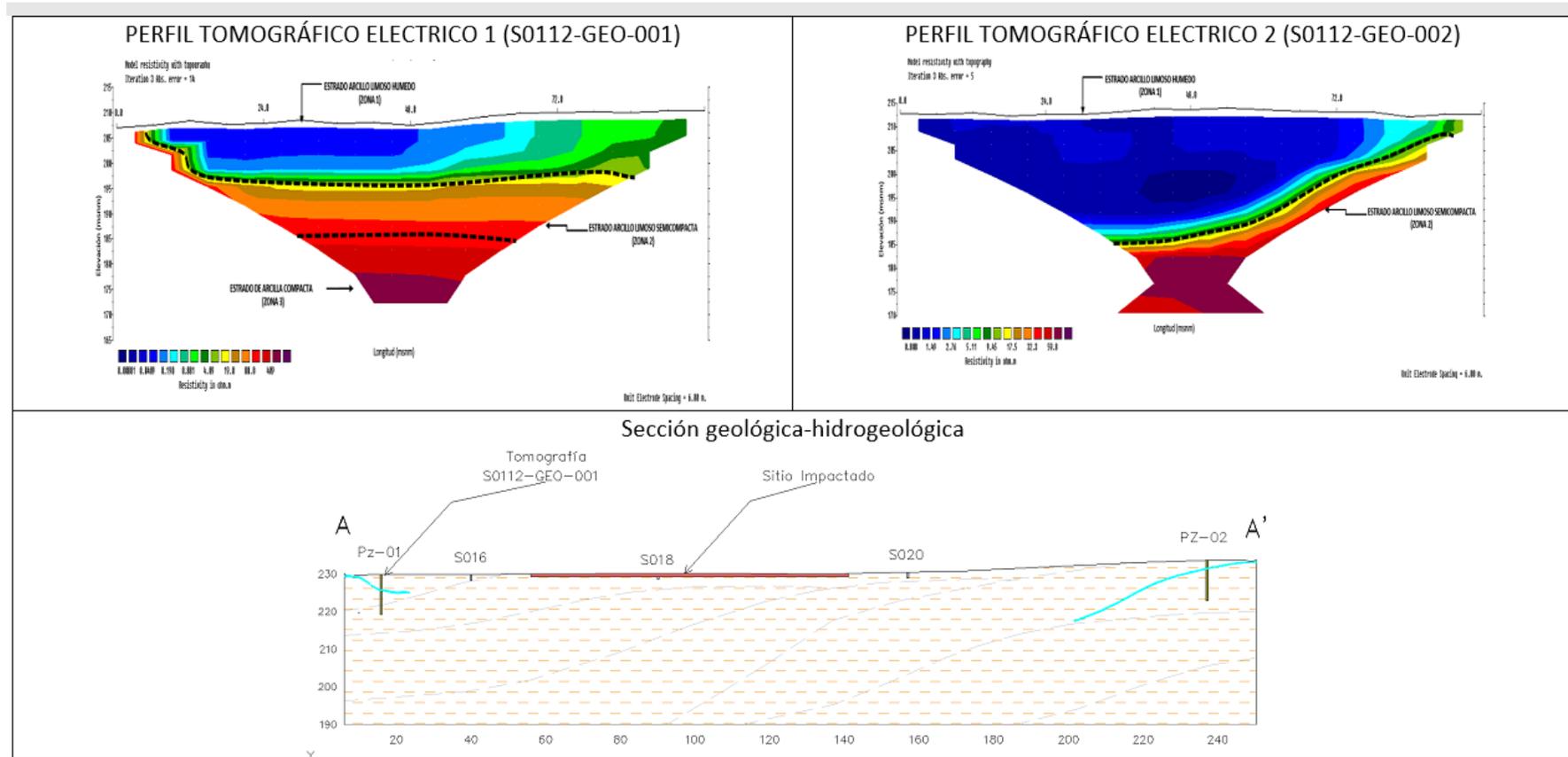


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Figura 2-Ob-1a Perfil litológico del sitio S0112 (Sitio 35)





Según la cartografía a escala regional, el mapa hidrogeológico nacional identifica como acuíferos detríticos al subsuelo de la selva peruana. Dentro del área de evaluación (7 ha aprox.) y profundidad alcanzada (entre 30 y 35 m) no se identificó material detrítico permeable que se comporte como un acuífero; las arcillas y arcillas limosas observadas se comportarían como un acuitardo (ver Cuadro 2-Ob-1a).

### 2.2.2.1 Caracterización hidrogeológica

En este ítem se describirá las características hidrogeológicas definiendo la hidrogeología conceptual. En el sitio S0112 (Sitio 35) se identificaron sedimentos finos (arcillas y arcillas limosas).

### A Unidades hidrogeológicas

Basándose en los depósitos cartografiados en la geología local, información granulométrica de las muestras extraídas de las perforaciones, secciones tomográficas eléctricas e identificación visual en campo, ha sido posible determinar una unidad hidrogeológica predominante.

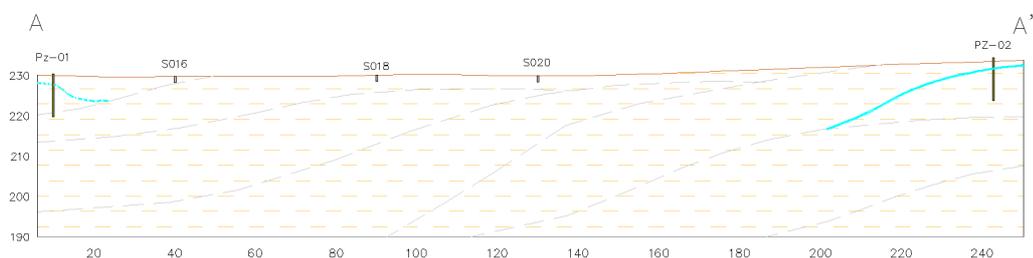
#### • Unidad Hidrogeológica 1 (UH-1)

Esta unidad hidrogeológica está representada por sedimentos finos (arcillas y arcillas-limosas). Donde el contenido característico es la arcilla como material predominante.

Desde el punto de vista hidrogeológico constituye una unidad que se comporta como un acuitardo, poco a nada impermeable. Superficialmente la arcilla se encuentra húmeda debido a la precipitación constante en la selva y la proximidad a pequeños riachuelos.

En la Figura 2-Ob-1b se muestra un perfil hidrogeológico construido en base al perfil litológico (Figura 2-Ob-1a) el cual permitió inferir el comportamiento de las unidades hidrogeológicas del sitio.

Figura 2-Ob-1b Sección A-A', comportamiento hidrogeológico conceptual del subsuelo.



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### B Modelo conceptual y dirección de flujo subterráneo

La hidrogeología conceptual se basa en la información geofísica (época húmeda), sondeos manuales (ambas épocas) y perforación e instalación de piezómetros (época húmeda), las cuales se contrastan con la geología de la



zona. De acuerdo con los ensayos y posterior interpretación de los datos obtenidos en campo, se concluye:

Que el material fino subyacente al sitio S0112 es predominantemente arcilloso generando un ambiente poroso y poco a nada permeable (acuitardo).

En este tipo de substratos (material arcilloso) no existe una dirección de flujo subterráneo, pero se aprecia venas de composición limo - arenas finas (de un centímetro aprox.) que conducen agua infiltrada, estas venas se encuentran intercaladas con las arcillas predominantes, a estas intercalaciones las llamaremos franjas que pueden llegar a tener espesores de 10 centímetros (identificada en los logueos realizados en la construcción de piezómetros). Estas franjas están representadas de color turquesa en la Figura 2-Ob-1b.

Las franjas, no son horizontales y mucho menos paralelas a la superficie del sitio, estas tienen formas sigmoidales (sedimentación característica de los ríos meandriformes). En la Figura 2-Ob-1b, se representa las franjas de color turquesa, dentro de las franjas se encuentran las venas que representarían los canales por donde se moviliza el agua infiltrada que fue interceptada por los piezómetros 1 y 2. Ver Anexo 6.5 / 6.5.5 Construcción de pozos presentado en el PR.

Se procede a señalar que, dadas las condiciones y características del sitio impactado S0112, no existe una pluma de contaminación ni mecanismos de transporte activos.

#### Pruebas de Permeabilidad

Con el fin de complementar el sustento sobre las características hidráulicas del Sitio, se ha realizado la Revisión del Estudio del Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB realizado por Pluspetrol en el año 2019.

Con base en la información presentada y analizada en el citado estudio, y los resultados efectuados en campo de pruebas de permeabilidad vertical (infiltración) utilizando el método de carga variable, se obtuvieron los valores que permitieron calcular la velocidad de infiltración del sitio. Esta información reciente del Plan de Abandono (2019), permite validar lo presentado hasta ahora en los ítems anteriores. Los puntos de monitoreo realizados se ubican en la cuenca corrientes y alrededor o cercanos al sitio 112. En el Cuadro 2-Ob-1b se presenta los datos obtenidos en campo.

#### Cuadro 2-Ob-1b Permeabilidad en campo



Coordenada		Cota (msnm)	Unidad geológica	Permeabilidad (K) (cm/seg)	Permeabilidad
Este	Norte				
366 376	9 695 876	198	Formación Ipururo	1,11 x 10 <sup>-2</sup>	Baja permeabilidad
366 510	9 695 874	255	Formación Nauta inferior	5,31 x 10 <sup>-3</sup>	Baja permeabilidad
366 040	9 696 154	270	Formación Ipururo	1,72 x 10 <sup>-2</sup>	Baja permeabilidad
366 466	9 695 109	268	Formación Nauta inferior	5,31 x 10 <sup>-3</sup>	Baja permeabilidad

Fuente: Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB Pluspetrol, 2019

El procedimiento utilizado consistió en excavar un hoyo cúbico de 30x30x30 cm; llenándosele rápidamente con agua y midiendo su descenso (abatimiento) cada minuto durante los primeros 5 minutos y luego según las características del suelo en periodos de 5 minutos hasta un máximo de 30 minutos; el ensayo de campo termina cuando toda el agua se filtra o se estabiliza en un tiempo prolongado.

### Porosidad

En cuanto a la porosidad, en el PR del S0112, Anexo 6.10 (Folios 01040 a 01056) se presentaron las texturas de las muestras, con predominancia arcillosa resultados de laboratorio.

### Capacidad portante

Este parámetro está directamente relacionado a la constante de almacenamiento (que se define como el agua que puede ser liberada por un prisma vertical del acuífero, de sección igual a la unidad y altura equivalente al espesor saturado del mismo, cuando se produce un descenso unitario del nivel piezométrico) de un acuífero; sobre el sitio S0112 en los 35 metros de profundidad evaluados (resultados de la tomografía eléctrica) no se identificó el nivel freático, además por las características de las arcillas, porosas pero no permeables, el cálculo de este parámetro no es relevante para los objetivos del estudio.

Con base en los anteriormente descrito, y para sustentar que cerca al pozo Dori3 D el nivel de agua se encuentra a una profundidad, mayor a los 15 metros. Se presentan las siguientes conclusiones:

- Los resultados de tomografía en el sitio, señalar la ausencia de algún estrato de saturación de agua que indique la presencia de agua subterránea hasta los 35 m de profundidad aproximadamente
- Los sondeos tanto manuales como mecánicos realizados en el Sitio 112, cuya profundidad de perforación en algunos casos hasta 4 metros no registraron la presencia de agua subterránea.
- Los piezómetros realizados, indican la presencia de intercepto bancos arcillo arenoso saturado de agua, se estaría comportando como un acuífero no significativo confinado.
- Los valores de tipo de textura resultante de las pruebas de laboratorio demuestran que el alto porcentaje de arcilla en el suelo, le concedería una baja permeabilidad.



e) La información reciente del Plan de Abandono (2019), donde presenta los resultados de pruebas de permeabilidad y otras características hidráulicas, permite validar la ausencia de un nivel de agua cercano a la superficie

Dentro del estudio del Plan de Abandono de 2019, también se presenta las características hidrogeológicas las cuales validan las acumulaciones aluviales recientes y sub recientes integrados por arenas, limos y arcillas, con espesores de hasta cuatro metros y con incipiente consolidación, en donde los valores de permeabilidad varían de  $K = 10^{-2}$ – $10^{-4}$  cm/s, calificados como de "permeabilidad baja", considerándoseles como acuitardos o acuicludos, con baja capacidad de almacenamiento.

En el Cuadro 2-Ob-1c, se realiza un ejercicio del posible desplazamiento en distintos materiales (distintas permeabilidades), y como se puede apreciar el máximo desplazamiento sería de 3.15 metros en 10 años.

### Cuadro 2-Ob-1c Desplazamiento hipotético del agua para diferentes permeabilidades y tipos de suelo

Tipo de material de suelo	Permeabilidad	Drenaje	sg/año	Desplazamiento en metros				
				Años				
				1	5	10	20	
Gravas limpias	1.00E+01	Bueno	3.15E+07	3153600.00	15768000.00	31536000.00	63072000.00	
	1.00E+02			31536000.00	157680000.00	315360000.00	630720000.00	
Arenas limpias	1.00E+00			315360.00	1576800.00	3153600.00	6307200.00	
	1.00E-01			31536.00	157680.00	315360.00	630720.00	
Arenas limpias y mezcla de gravas	1.00E-02			3153.60	15768.00	31536.00	63072.00	
	1.00E-03			315.36	1576.80	3153.60	6307.20	
	1.00E-04			31.54	157.68	315.36	630.72	
Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morena glacial, depósitos de arcilla estratificada	1.00E-05			Malo	3.15	15.77	31.54	63.07
	1.00E-06				0.32	1.58	3.15	6.31
	1.00E-07				0.03	0.16	0.32	0.63
Suelos impermeables (arcillas homogéneas)	1.00E-08	Prácticamente impermeable	0.00	0.02	0.03	0.06		
	1.00E-09		0.00	0.00	0.00	0.01		

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

Con respecto a la Ley de Darcy, en el ítem 3.10 Interpretación de resultados (presentado en el PR), se desarrolló con valores de la bibliografía. A continuación, lo solicitado:

Asumiendo que la dirección del flujo fuera de Pz1 a Pz2 el gradiente vendrá dado por:

$$i = 1,27/244 = 0,005$$

La estimación de la velocidad real del agua subterránea vendrá dada por:

$$V_R = \frac{k_e i}{m_e} = \frac{10^{-3} 0,005}{0,05} = 1 * 10^{-4} \text{ m/d}$$

Donde:

Ke = Permeabilidad o conductividad hidráulica específica

me = Porosidad eficaz o cinemática

i= gradiente



Se necesita conocer la permeabilidad específica para el tipo de fluido ke y porosidad eficaz me, además del gradiente.

Por el tipo de material subyacente al sitio S0112 se asume una permeabilidad de 10-3 m/d. (ver Cuadro 2-Ob-1d).

La porosidad eficaz o cinemática no se conoce y de hecho no es posible conocerla. La porosidad total en limos y arcillas es muy alta y se estiman valores del 20 y 30 %, y frecuentemente más.

Pero la porosidad cinemática es mucho menor y en el caso de que el fluido sea petróleo aún menor. Se estimará en un 5 % para esta valoración. (Ver Cuadro 2-Ob-1e).

De acuerdo con las estimaciones, el resultado obtenido es de 1 mm/día, o lo que es lo mismo 0.37 metros en un año, aproximadamente.

### Cuadro 2-Ob-1d Conductividad para materiales arcillosos

Valores estimados de la conductividad hidráulica (m/día)						
Material		Domenico	Smith & W	Freeze	Fetter	Sanders
Sedimentos	arena arcillosa			0,01 a 100	0.001 a 0.1	0.01 a 1
	arcilla	$10^{-8}$ a $4 \cdot 10^{-4}$	$10^{-7}$ a $10^{-3}$		$10^{-8}$ a $10^{-3}$	$10^{-4}$ a $10^{-3}$

Fuente: Sanders (1998) y Custodio y Llamas (1983)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Cuadro 2-Ob-1e Porosidad total y eficaz

Porosidad total (m) y eficaz (m <sub>e</sub> )			
Material		Porosidad total % (m)	Porosidad eficaz % (m <sub>e</sub> )
Sedimentos	arcillas	40 - 60	0 - 5
	limos	35 - 50	3 - 19

Fuente: Sanders (1998) y Custodio y Llamas (1983). Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

En relación en cuanto a las comparaciones de los resultados de la analítica de agua superficial y de agua subterránea, aun cuando la dinámica de ambas matrices son distintas y expresan la ocurrencia de distintos fenómenos (agua superficial = fotografía del momento; agua subterránea = procesos geoquímicos que modulan su composición al pasar por la matriz de suelo) por lo que las comparaciones entre analíticas solo pueden expresar los niveles de calidad para cada matriz, se presenta el siguiente análisis:

En el Anexo 6.11.8, se muestra los resultados del agua extraída de los piezómetros y cursos de agua próximos, cada uno comparado con sus estándares respectivos. Próximo al piezómetro 1 (S0112-ASub001) se evaluaron las estaciones S0112-As003 y S0112-As004 y al piezómetro 2 (S0112-ASub002) la estación S0112-As005.

Las estaciones superficiales evaluadas y comparadas con el ECA para Agua (DS N 004-2017-MINAM) se encuentran dentro de los estándares, a excepción



de los parámetros Oxígeno Disuelto (4.7 mg/L) y el fósforo (0.052 mg/L) que difieren levemente el límite.

Por otro lado, sobre la calidad del agua de los piezómetros se evidencia las excedencias en Mn y Zn. La hipótesis para explicar estas excedencias se fundamenta en el origen geogénico, los valores encontrados no se alejan significativamente del estándar. No obstante, las referencias bibliográficas y técnicas, así como los resultados de la analítica de la matriz suelo, permiten afianzar la hipótesis del origen geogénico de los elementos encontrados. Por otro lado, estos elementos no se corresponden con los parámetros contaminantes de interés identificados para este estudio, de acuerdo con la actividad industrial que en estos espacios se desarrollan.

### **Comentarios a la absolución de la observación N°01:**

La consultora, debe de considerar la información primaria levantada en campo, ya que la evaluación hidrogeológica del sitio, es un estudio sumamente importante para las acciones posteriores de remediación, asimismo, gran parte de la información secundaria utilizada corresponden a estudios regionales y no específicamente del sitio, por lo que deberá de complementar dicho ítem con información del área de estudio.

Asimismo, Los parámetros hidrogeológicos como la permeabilidad, porosidad, entre otros, corresponden a información conceptual e información secundaria. Y no corresponde el alcance de la RM 108-2020-MINAM, pues los trabajos de campo para elaborar el PR 112 corresponden a años anteriores.

**Conclusión:** la observación N° 01 se considera **NO ABSUELTA**

#### **2.2.2. Ítem 2.2.3.2 "Datos Climáticos" del ítem 2.2.3 "Hidrología"**

### **Observación N° 02:**

El PR S0112, describe datos de precipitación de periodo 2000 al 2006, los cuales los muestra a través de promedios mensuales de todos los años, por lo que es recomendable que se muestre la información de forma anual con la finalidad de verificar los años con mayores niveles de precipitación y estos ayuden sean considerados en la elección de tecnologías, periodo de acciones de remediación entre otros.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N°02:**

En atención a la observación se presenta la evaluación y revisión de la información proporcionada por el SENAMHI, quien es la autoridad encargada de proporcionar datos climáticos se presenta en el Anexo 6.11.2 de las estaciones del SENAMHI Arica, Sargento Puño, teniente López, Bartra y Sargento Lores (ver Cuadro 2-Ob-2a), y la información de los monitoreos realizados por la operadora petrolera (Pluspetrol).

### **Precipitación**

Para el análisis meteorológico del Sitio S0112, se utilizó la información disponible de las estaciones teniente López, Bartra, Nuevo Andoas y Puente



Cahuide. El periodo de registro de la información para cada una de las estaciones señaladas se indica en el Cuadro 2-Ob-2a. Los valores representados en cada mes indican la cantidad de precipitación registrada en cada mes, en cada una de las estaciones.

### Cuadro 2-Ob-2a Precipitaciones Mensuales

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
teniente López	208.6	192.5	245.2	262.5	224.0	283.1	229.7	180.6	207.0	239.7	205.6	215.6
Bartra	188.3	171.7	279.7	233.8	227.0	264.5	265.7	213.3	192.7	194.4	226.2	222.3
Nuevo Andoas	181.4	200.6	199.7	129.4	348.5	286.5	259.7	215.9	182.8	226.0	237.2	124.8
Puente Cahuide	191.2	206.5	304.2	276.7	181.9	296.0	192.7	167.1	251.4	232.7	189.9	243.3
Promedio	192.4	192.8	257.2	225.6	245.4	282.5	237.0	194.2	208.5	223.2	214.7	201.5

Fuente: SENAMHI

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

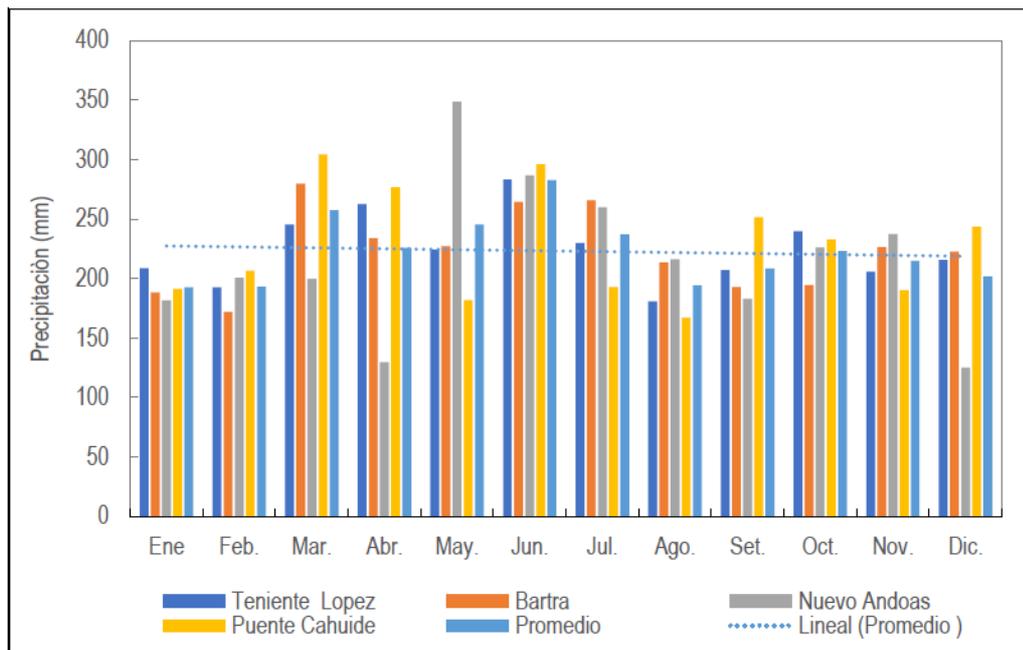
Las precipitaciones del área de estudio indican que se encuentra influenciada por las precipitaciones originadas por los vientos cálidos cargados de humedad proveniente de la evaporación del agua marina del Océano Atlántico. Estos vientos al entrar al continente son nuevamente cargados con el vapor de agua proveniente de la evaporación de los cuerpos de agua (ríos, cochas, etc.), y la transpiración de las plantas de la selva baja. Este vapor de agua es elevado hasta niveles de condensación, donde la temperatura del aire empieza a disminuir progresivamente, siguiendo la gradiente térmica. Esta disminución de la temperatura ocasiona que el aire pierda su capacidad de almacenar el vapor de agua, haciendo que se sature, hasta que este vapor se pierde y cae al suelo en forma de precipitación.

Así podemos observar que las precipitaciones presentan una regularidad y similitud, no existiendo grandes variaciones de registro de las precipitaciones, más allá del 10 a 20 %, entre estaciones, que básicamente responden al comportamiento pluviométrico local registrado. Estas variaciones se repiten como un patrón de comportamiento entre los meses de mayor y menor precipitación, observándose un promedio de 192 mm, para enero y febrero, para los meses más secos del solsticio de verano, aumentando progresivamente en un 30 % hacia el mes de marzo, y con variaciones crecientes del 15 al 50% entre abril y julio. Las precipitaciones medias máximas crecientes que se producen en el mes de junio, son del 50% sobre los meses más secos (Enero Febrero y agosto), coincidentemente con el término del equinoccio de otoño y entrada al solsticio

de invierno, pero es durante el solsticio de invierno donde también se registra valores medio mínimos de precipitación. El comportamiento pluviométrico de los meses de setiembre a diciembre se encuentra en un valor intermedio entre los meses secos y lluviosos. En el Grafico 2-Ob-2a se presenta el comportamiento de las precipitaciones mensuales, donde las precipitaciones de marzo a julio las precipitaciones se encuentran sobre la media anual.

### Gráfico 2-Ob-2a Régimen de precipitaciones medias mensuales

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"



Fuente: SENAMHI  
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

### Precipitaciones medias Anuales

La precipitación media total anual acumulada entre las estaciones analizadas es de 2554 mm, las variaciones inter estacionales está entre las 3 a 5 %, por lo que puede decir que el comportamiento pluviométrico en el área de estudio es el mismo.

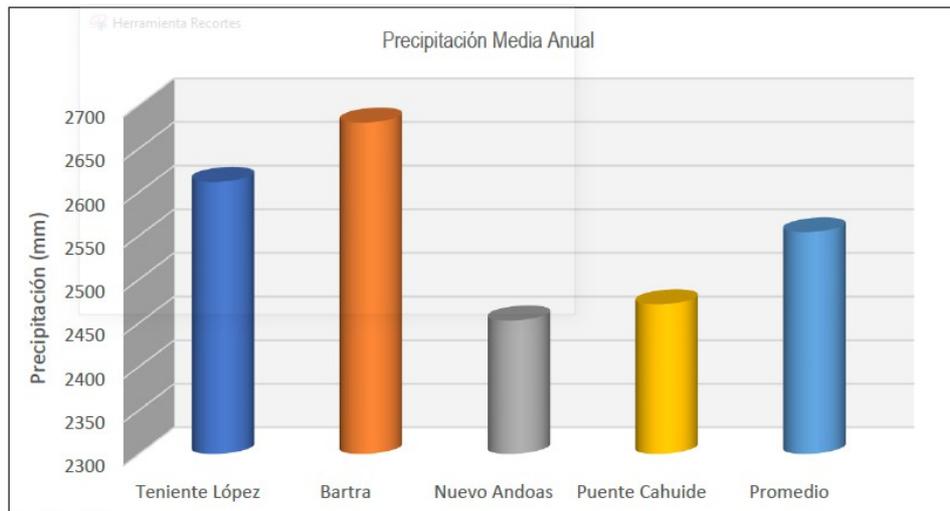
### Cuadro 2-Ob-2b Precipitaciones medias mensuales

Estación	PP Media Anual
teniente López	2611.9
Bartra	2679.6
Nuevo Andoas	2452.9
Puente Cahuide	2471.5
Promedio	2554.0

Fuente: SENAMHI  
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

### Gráfico 2-Ob-2b Precipitaciones medias Anual

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"



Fuente: SENAMHI  
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

La precipitación medial anual (PMA) generada para la zona de estudio de S0112, se ha basado en la estación teniente López, y se ha elegido esta estación por encontrarse lo más cercana a la zona de estudio, esta generación de precipitación se basa en el método de la regresión logarítmica, a partir de la cual se encontró la siguiente ecuación de regresión que tiene un coeficiente de correlación (R2) de 0.70.

$$TMA (°C) = (-317 \times \ln(\text{Elevación}) + 4342.8) \quad (R^2= 0.702)$$

A nivel mensual se observa que la precipitación media total anual para el S0112 es de 2589 mm, la más altas precipitación ocurren en el mes de junio con 272.5; y la precipitación más baja en los meses de agosto con 173.8 (ver Cuadro 2-Ob-c).

**Cuadro 2-Ob-2c Precipitación medias para zona de estudio**

Estación/ Área de estudio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
S0112	200.3	185.0	233.9	251.4	215.6	272.5	221.1	173.8	199.3	230.7	197.9	207.5	2,589.0

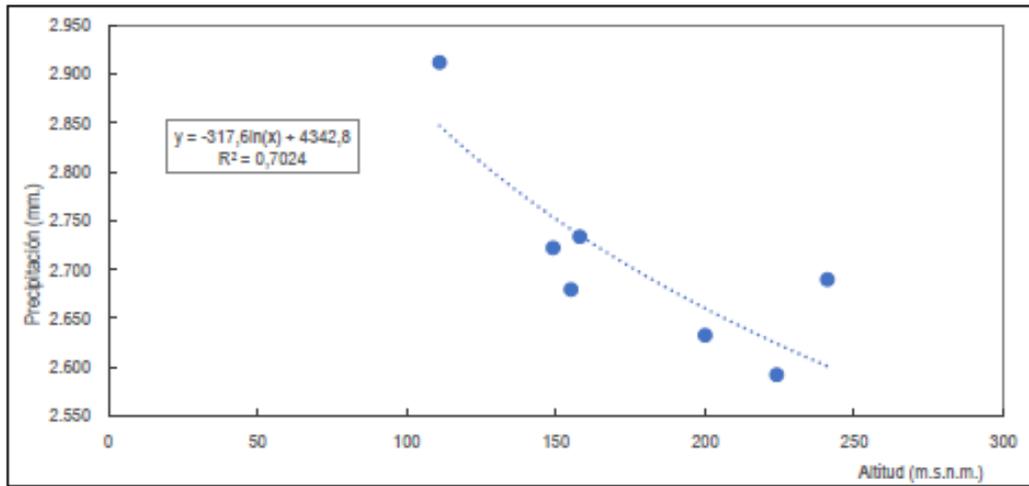
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

En el Gráfico 2-Ob-2c se presenta el grafico de la regresión para el sitio S0112.

**Gráfico 2-Ob-2c Precipitaciones medias Anual**



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"



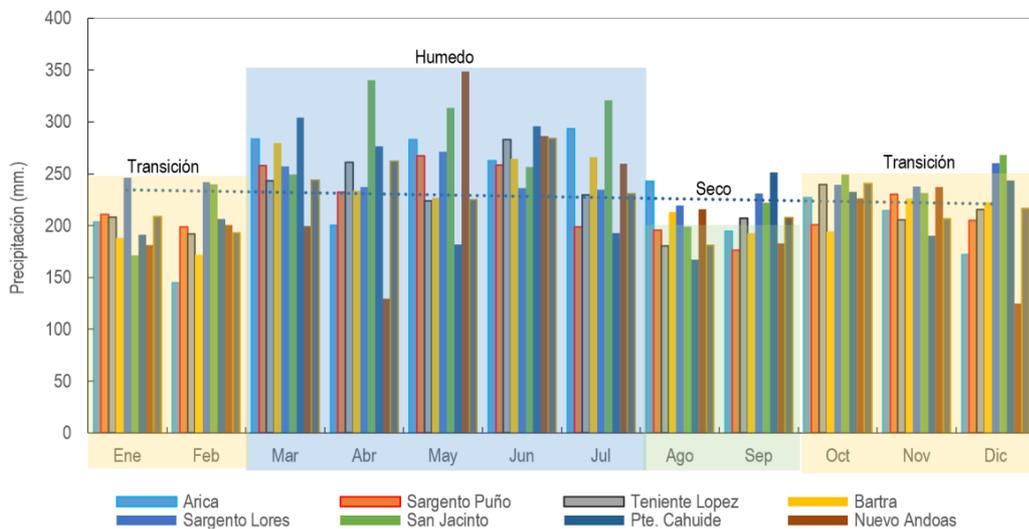
Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

Para determinar el comportamiento o estacionalidad de época del año (húmeda / seca), se ha utilizado el análisis de precipitaciones de las estaciones meteorológicas para determinar las actividades de baja presión que se encuentran influenciadas por el dinamismo y las características de la atmósfera que ocurren en la zona del sitio S0112 (zona ecuatorial) y los lugares de la superficie terrestre. Además, se ejerce una notable influencia la vegetación de la zona el cual responde a diferentes condiciones climáticas y de ahí su interpretación para determinar la estacionalidad de época húmeda / seca.

De la Figura 2-Ob-2d podemos concluir que del mes de marzo a julio se produce la mayor cantidad de precipitación mensual por lo que es época húmeda. Y del mes de agosto a setiembre, al registrarse la menor cantidad de precipitación son meses secos o época seca. Los meses de octubre a febrero son meses de transición.

En la Figura 2-Ob-2d se presenta la estacionalidad que se produce en el Sitio S0112.

Figura 2-Ob-2d Estacionalidad del sitio S0112





Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020

### **Comentarios a la absolución de la observación N°02:**

La consultora, brindó información complementaria sobre datos climáticos, pero este no responde a la observación establecida en el ítem, sobre conocer los datos de manera anual para conocer la variabilidad de los datos.

**Conclusión:** la observación N° 02 se considera **NO ABSUELTA**

#### **2.2.3. Ítem 2.2.4 "Topografía"**

##### **Observación N° 03:**

El PR S0112, deberá de realizar la topografía de detalle o contar con información relevante para las acciones de caracterización y próximas acciones de remediación, siendo información prioritaria para la adecuada ejecución de las tecnologías a ser usadas en la ejecución del PR; asimismo, realiza comentarios muy someros sobre la pendiente del área de estudio. Debe describir las pendientes predominantes en la zona, relacionadas con las unidades fisiográficas en selva, de acuerdo a la clasificación de la ONERN.

##### **Respuesta de la Consultora a la observación N°03:**

En virtud de dar respuesta sobre el análisis de una topografía conceptual, la cual se basó en la generación de curvas de nivel, se precisa que, para producir curvas de nivel con precisión adecuada para la escala de la cartografía del sitio impactado (a nivel de factibilidad, sin haberse desarrollado aún la ingeniería de detalle, fase donde de acuerdo con las bases técnicas para la ejecución del proyecto), le correspondería el levantamiento topográfico a detalle en dicha fase. No obstante, se generaron curvas de nivel de 5 metros considerando previamente los siguientes lineamientos:

- Los Modelos Digitales de Terreno (MDT) brindados por el MINAM denominados ASTER -GDEM, presentan una resolución espacial de 30 metros, los cuales al ser utilizados para la determinación de las curvas de nivel, tiene un desfase, por lo cual, se han convertido en una herramienta no confiable (en selva) para la modelación hidrológica y geomorfológica, se observa que presentan una topografía fallida por las discontinuidades en las curvas con la imagen ráster del Sitio, y, por tanto, no ayudan a modelar el control que ésta ejerce sobre los
- flujos de energía y agua en el terreno; y Al emplear el mapa de información oficial del IGN, las isolíneas de curvas de nivel se interpolan de manera muy gruesa (metodología del software) y está no coincide con la red de drenaje (mostrada en las imágenes satelitales y observadas en campo). Además, las curvas de nivel generadas no guardan relación en tema de cotas frente a la información recogida en campo y cotas referenciales brindadas por el Google Earth.

Teniendo todo esto claro, se procedió con el desarrollo de curvas de nivel, para lo cual se detallan a continuación las características del software y productos usados; al igual que los procedimientos a seguir para su determinación.



## Modelo Digital de Elevación

Para la generación del modelo de elevación digital del sitio S0112, se utilizó el ALOS PALSAR, el cual es un satélite gerenciado por la Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial ALOS, el cual muestra la información topográfica de 12.5 pixel por pixel; es decir que en distancia terrestre es de 12.5 metros por 12.5 metros. El satélite ALOS durante su operación (May 16, 2006 – April 22, 2011) colectó imágenes de Radar en escenas de 50 km x 70 km de todo el planeta cada 45 días aproximadamente a través de su sensor PALSAR (Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar).

Las imágenes PALSAR están disponibles según 3 niveles de procesamiento (1.0-Imagen Cruda, 1.1-Datos comprimidos o 1.5-Imagen expandida) en formato CEOS con una resolución radiométrica de 16 bits.

En forma general sus especificaciones son las siguientes:

- Operador del Satélite : JAXA – Cross Restec
- Fecha de Lanzamiento : enero de 2006
- Resolución espacial de la Imagen : 12.5 m
- Ángulo de Incidencia : 8°.
- Polarizaciones : HH o VV.
- Capacidad de Colección : Escena: 50 km x 70 km
- Mínima área de pedido en archivo : Escena

Su página de descarga de imágenes es la siguiente <https://asf.alaska.edu/datasets/sar-datasets/alos-palsar/> Con relación a las imágenes ráster de Google Earth, se ha utilizado el buscador de usos libre SAS Planet ([https://bitbucket.org/sas\\_team/sas.planet.bin/downloads/](https://bitbucket.org/sas_team/sas.planet.bin/downloads/)), cuya función principal es la descarga imágenes, en alta resolución y georreferenciadas.

SAS Planet es un software de origen ruso que continuamente va mejorando, en temas geoespaciales, se puede encontrar con la interfaz muy amigable para facilitar su uso, una de sus características más resaltantes es que el programa permite visualizar las imágenes disponibles de múltiples servidores, marcadamente mayores de fuentes europeas. Su uso más difundido es visualizar y descargar las imágenes de alta resolución de Google Maps/Earth, Bing Maps y Here Maps, pero también, podemos acceder a las imágenes disponibles en ArcGis Online y las fuentes de Open Street Map.

Para la visualización del Sitio S0112 se ha utilizado un rango de 8.5° por 8.5° en función al sitio de remediación.

## Curvas de nivel

Como se explicó con mayor detalle anteriormente sobre las características del DEM ALOS PALSAR, este fue utilizado para obtener curvas de nivel a las cuales se les hizo las correcciones empleando la información de cursos de agua reconocidos en campo e información recolectada, esta corrección se realiza de manera manual empleando el software Arcgis o autocad.



Civil 3D, este software desarrollado por Autodesk CBP, tiene un módulo que contiene herramientas de creación topográfica, las cuales admiten gran variedad de datos de superficie, incluidos DEM, LIDAR, SHP y topográficos, sobre el cual, se procedió a interpolar las curvas de nivel generadas a partir de cotas recolectadas durante la fase de campo y posterior a ello fueron contrastadas con las curvas de nivel generadas y corregidas inicialmente. Estas últimas se ajustarían a la red hídrica, luego a los datos de campos y cotas referenciales del Google Earth y a los criterios del especialista; ver Anexo 6.3 / 6.3.1: Mapa de ubicación y topográfico del sitio S0112 (Sitio 35) del presente informe.

En lo que respecta a la descripción de pendientes que tipifican el sitio impactado, se indica lo siguiente:

“El Sitio S0112 (Sitio 35) presenta rangos de pendiente que van desde plana o casi a nivel (0-2 %), ligeramente inclinada (2 – 4 %), moderadamente inclinada (4 – 8 %), fuertemente inclinada (8 – 15 %) y empinada (25 – 50 %), sobre las cuales se desarrollan las siguientes unidades fisiográficas: terrazas bajas inundables, terrazas medias plano depresionadas, terrazas medias depresionadas, Lomadas de cimas amplias y colinas bajas fuertemente disectadas en rocas terciarias”, las cuales se detallan en el Anexo 6.2 / 6.2.3 Mapa Geomorfología del sitio S0112.

A continuación, se muestra el Cuadro 2-Ob-3 que contiene lo anteriormente descrito y en donde se aprecia que la pendiente predominante en el área de evaluación es ligeramente inclinada (2%) con un 57.50%.

### Cuadro 2-Ob-3 Unidades fisiográficas

Gran Paisaje	Paisaje	Unidades fisiográficas	Pendiente (%)	Simbología	Superficie	
					Ha	%
Llanura aluvial	Terrazas bajas Holocénicas	Terrazas bajas inundables (Tbi)	0 – 2 %	Tbi/A	6.72	57.50
	Terrazas onduladas Holo-Plesitocénicas	Terrazas medias plano depresionadas (Tmw)	2 - 4%	Tmw/B	3.51	30.06
		Terrazas medias depresionadas (Tmd)	4 – 8%	Tmd/C	0.91	7.82
Colinas Denudacionales	Colinas denudacionales del terciario	Colinas bajas fuertemente disectadas en rocas terciarias (Cb3t)	25 – 50%	Cb3t/F	0.54	4.62
<b>Total</b>					<b>11.69</b>	<b>100.00</b>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE, 2020

### Comentarios a la absolución de la observación N°03:

La consultora, brinda una mayor especificación de la información topográfica del área de estudio, tales como las unidades fisiográficas, pendientes predominantes en la zonas y curvas de nivel.



**Conclusión:** la observación N° 03 se considera ABSUELTA

#### 2.2.4. Ítem 2.2.5 "Climáticas"

##### **Observación N° 04:**

El PR S0112, describe que el área de estudio presenta un clima de selva tropical muy húmeda, específicamente un clima muy lluvioso, cálido, muy húmedo con invierno seco y abundante precipitación durante el año, sin presentar las estadísticas necesarias. El PR

debe describir la caracterización climática del área de estudio tomando como referencias la información de las estaciones meteorológicas representativas disponibles. El Mapa 6.2.6 referido por el PR no incluye la caracterización climática con los valores estadísticos correspondientes.

##### **Respuesta de la Consultora a la observación N°04:**

En atención de la observación de la descripción de la caracterización climática, se ha tomado como referencia el Mapa de Clasificación Climática del Perú, proporcionado por el Senamhi como fuente principal para desarrollar dicha observación.

##### **Caracterización Climática**

La caracterización climática del área de estudio del sitio S0112 se basó en la metodología propuesta por Thornthwaite (1949) y presentada por el SENAMHI en el "Mapa de Clasificación Climática del Perú". El área de estudio se encuentra en la clasificación A(r)A'H4, el cual indica un clima muy húmedo, muy lluvioso con precipitación abundante en todas año y permanentemente húmedo.

Asimismo, la descripción meteorológica y climática se desarrolló con el fin de determinar el potencial para generar cuerpos de agua en forma de escorrentía o sistema de almacenamiento natural a nivel superficial, así como determinar el potencial de aporte y recarga directa hacia el medio subterráneo; y de manera general, establecer la comprensión y relevancia de los factores meteorológicos con la disponibilidad hídrica.

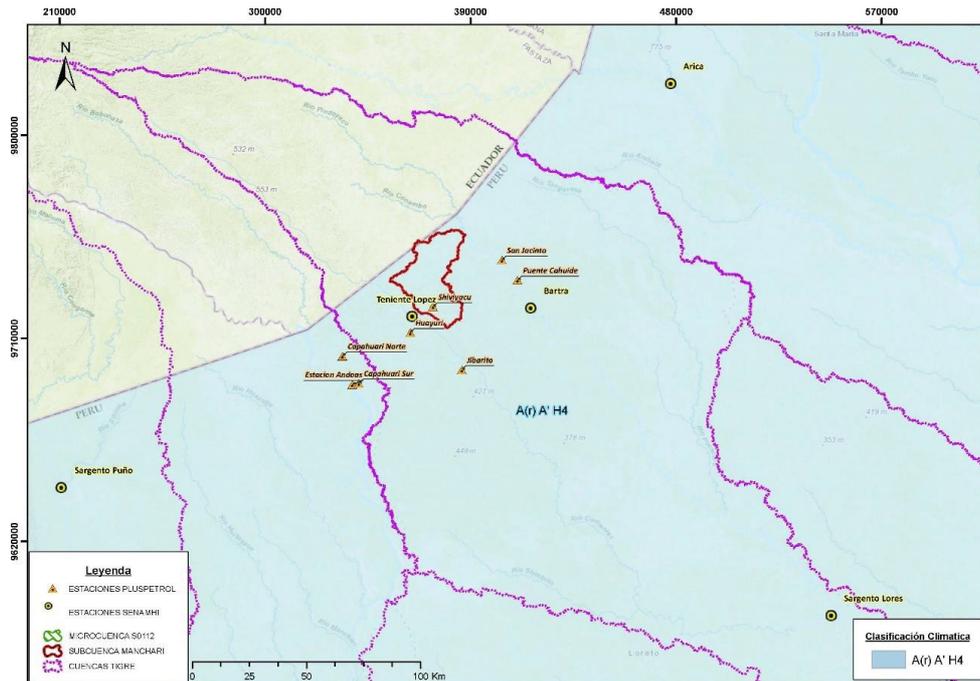
En el Mapa 6.2.6- "Mapa Climático del Sitio S0112", se presenta las estaciones meteorológicas del analizada en el PR y en el área de estudio que corresponden al Senamhi, y las que corresponden a los IGAs de la zona de estudio; concretamente a la información proveniente de los monitoreos ambientales que ha realizado la empresa Pluspetrol en el área de estudio.

En la Figura 2-Ob-4 se presenta la ubicación de la clasificación climática del sitio S0112 con la ubicación de las estaciones del Senamhi y las estaciones de monitoreo de Pluspetrol.

##### **Figura 2-Ob-4 Clasificación climática del área de estudio**



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"



Fuente: Senamhi

Elaboración: Consorcio JCI-HGE, 2020

#### Comentarios a la absolución de la observación N°04:

La consultora, especificó la información correspondiente a la caracterización climática del sitio de estudio.

**Conclusión:** la observación N° 04 se considera ABSUELTA

#### 2.2.5. Ítem 2.2.6 "Suelos"

##### Observación N° 05:

FAO (2009), menciona que es importante que la descripción del suelo sea hecha exhaustivamente; esto sirve como base para la clasificación del suelo y la evaluación del

sitio, así como para realizar interpretaciones sobre la génesis y funciones medioambientales del suelo. Una buena descripción de suelos y el conocimiento derivado en cuanto a la génesis del mismo, son también herramientas útiles para guiar, ayudar en la explicación y regular el costoso trabajo de laboratorio. Asimismo, puede prevenir errores en el esquema de muestreo; recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>.

El PR no describe las unidades edáficas del suelo, no registra la capacidad de uso mayor de tierras y el mapa 6.2.7 referido por el PR no incluye la mencionada información. Debe de considerar el D.S N° 017-2009-AG sobre la Clasificación de Tierras por su capacidad de uso mayor y el D.S N° 013-2010-AG sobre levantamiento de suelos. Debe indicar los resultados de los estudios de granulometría del suelo, indicar el tipo de arcillas del mismo.

##### Respuesta de la Consultora a la observación N°05:



En concordancia con la observación planteada, se indica que el ítem 2.2.6 Suelo del PR, se realizó considerando como base referencial:

- Estudio de Impacto Ambiental EIA 20 pozos desarrollo y Facilidades de producción – Lote 1AB (en adelante EIA 20 pozos), sobre el cual se procedió a realizar la verificación con lo descrito en este documento, frente a la clasificación natural de suelos de la 12va edición del Soil Taxonomy (2014), esto debido a que en el EIA 20 pozos se realizó con la edición 9na del Soil Taxonomy (2003);
- Para la interpretación de las características físicoquímicas del suelo, expresadas en los resultados obtenidos en laboratorio, se utilizó el Anexo N° IV Guía de clasificación de los parámetros edáficos, el cual se presenta en el Reglamento de Ejecución de Levantamiento de Suelos y el Reglamento de Tierras por su capacidad de uso mayor (017-2009-AG).
- Por otra parte, para realizar la descripción, identificación y evaluación de las características de las unidades edáficas de los suelos se realizó chequeos de identificación en el área de evaluación S0112 (Artículo 12, ítem k, sub ítem 3 del "Reglamento para la ejecución de Levantamiento de suelos", aprobado en el Decreto Supremo (D.S. N.º 013-2010-AG); con la finalidad de verificar y comprobar las unidades taxonómicas establecidas en el EIA 20 Pozos.

Todo lo descrito anteriormente se resume en el Cuadro 2-Ob-5.

#### Cuadro 2-Ob-5 Referencias bibliográficas para el ítem de suelos

Tipo de referencia bibliográfica	Descripción	Autor	Año de Publicación / Elaboración
Referencia Bibliográfica	Estudio de Impacto Ambiental EIA 20 pozos desarrollo y Facilidades de producción – Lote 1AB	Plus Petrol	2007
	Keys to soil Taxonomy, ninth edition	Soil Survey Staff	2003
	Keys to soil Taxonomy, twelfth edition	Soil Survey Staff	2014
Tipo de referencia bibliográfica	Descripción	Autor	Año de Publicación / Elaboración
Referencia Institucional	Reglamento de Tierras por su capacidad de uso mayor	MINAGRI	2009
	Reglamento para la ejecución de Levantamiento de suelos	MINAGRI	2010

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

Es necesario indicar que, de acuerdo con la característica del proyecto, el nivel de detalle en el estudio de suelo fue considerando para ello las referencias bibliográficas señaladas anteriormente.

Se menciona además que, de acuerdo con el D.S. 013-2010-AG, el pedón es la mínima unidad de estudio que puede ser clasificada y es en ella en donde se extraen las muestras para el laboratorio; al conjunto de ellos se le denomina polipedón, que representa características similares y sus límites se relacionan a los lugares donde no hay suelo propiamente dicho y/o los pedones presentan características que difieren significativamente. El Polipedon es la mínima unidad de clasificación y de representación cartográfica (mapeo), para su clasificación



se utiliza el Sistema de Clasificación del Soil Taxonomy el cual cuenta con 6 categorías orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie.

Hecha esta salvedad, se indica que el ítem 2.2.6 Suelos del PR del sitio S0112 presenta dos unidades cartográficas de suelos de tipo asociación<sup>1</sup>, su descripción se detalla a continuación:

*"Asociación Bajjal - Aguajal (Bj-Ag), esta unidad cartográfica está formada por las unidades edáficas Bajjal (Aquic Udifluvents) y Aguajal (Typic Epiaquents), en una proporción de 60 -40 %, se presenta en dos (02) fases por pendiente: plana a ligeramente inclinada (0 – 4 %) y moderadamente inclinada (4 – 8 %).*

*Se caracteriza por ser suelos de buen desarrollo genético y con una clasificación de profundidad efectiva de clase moderadamente profundo, textura fina a moderadamente gruesa en profundidad (arcilloso a franco arenoso), lo cual le brinda un drenaje natural muy pobre, presenta un color marrón oscuro a gris negruzco, las modificaciones en el color del perfil se deben a la naturaleza de reducción presente en los horizontes.*

*En cuanto a su composición química, este suelo se caracteriza por una reacción neutra en superficie (pH 7.35) a ligeramente alcalina (pH 7.50); no presenta riesgo de salinidad (1.23 dS/m); la capacidad de intercambio catiónico es muy alta (38.4 a 42.2 meq/100 gr); los niveles de materia orgánica son altos (3.71 a 3.90 %), alto contenido de fósforo disponible (20.6 a 23.3 ppm) y niveles medios de potasio disponible (101.66 ppm), lo cual determina que la fertilidad natural de la capa arable sea media".*

*"Asociación Frontera - Colina (Ft-Co): Esta unidad cartográfica está formada por las unidades edáficas Frontera (Typic Hapludalfs) y Colina (Typic Hapludults), en una proporción de 60 -40 %, se presenta en una (01) fase por pendiente: empinada (25 – 50).*

*Comprende suelos de buen desarrollo genético con una profundidad efectiva de clase moderadamente profunda y una textura media a fina (franco a Arcilloso), lo que le brinda un drenaje natural bueno a algo excesivo, dependiendo de la gradiente del terreno y presenta un color pardo amarillento sobre pardo fuerte.*

*En cuanto a su composición química, este suelo se caracteriza por una reacción extremadamente ácida (pH < 4.0); los niveles de materia orgánica son de alto a medio (3.0 a 2.2 %), bajo contenido de fosforo disponible (< 3 ppm), lo cual determina que la fertilidad natural de la capa arable sea baja (PLUSPETROL, 2007)".*

Cabe mencionar que para la interpretación de la textura de los suelos presentes en el área de evaluación se utilizaron los resultados de granulometría, los cuales se presentaron en el Cuadro 3-34 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época húmeda) y el Cuadro 3-35 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época seca) presentado en el PR (ver Anexo 6.10 Informes de ensayo de laboratorio del PR).

En lo que respecta a la capacidad de uso mayor de tierras (CUM), se hace la mención de que el objetivo general del proyecto es la rehabilitación del sitio impactado por derrame de hidrocarburos y que, según la metodología de



remediación definida en el Sitio S0112 (Sitio 35), este suelo será removido para su tratamiento, y rellenado con el suelo de áreas aledañas (canteras), por lo que, posterior a todas estas actividades se debería realizar un estudio de capacidad de uso mayor de tierras, el cual tendrá el objetivo de definir la aptitud más idónea del suelo con fines de uso y manejo más apropiado futuro por los pobladores locales.

Finalmente, se indica que las arcillas que podrían formar parte del sitio S0112 (Sitio 35) posiblemente serían del tipo caolinitas, tal como lo indica el boletín geológico N.º130, Serie A: Carta Geológica Nacional (Quispesivana Quispe, y otros, 1999).

#### **Comentarios a la absolución de la observación N°05:**

La consultora, especifica la información utilizada, el cual en su mayoría corresponde a información secundaria a niveles regionales; asimismo, la forma como realizan la redacción de su evaluación es incierta tal es el caso de lo siguiente ***"se indica que las arcillas que podrían formar parte del sitio S0112 (Sitio 35) posiblemente serían del tipo caolinitas, tal como lo indica el boletín geológico N.º130, Serie A: Carta Geológica Nacional (Quispesivana Quispe, y otros, 1999), cuyas conclusiones mantienen la incertidumbre, por lo que se deberá de complementar la información, ya que resulta necesario conocer datos propiamente del sitio del estudio y no datos regionales.***

**Conclusión:** la observación N° 05 se considera NO ABSUELTA

#### **2.2.6. Ítem 2.3 "Grupo de interés" del Cuadro 2-10 Población de la CN José Olaya.**

##### **Observación N° 06:**

EL PR S0112, en el cuadro 2-10 "Población de la CN José Olaya" menciona el porcentaje de personas por sexo (mujeres y hombres), en la sumatoria de dichos porcentajes excede el 100%, representando esto un posible error de redacción.

Asimismo, el PR menciona en la actividad agrícola que los suelos de las comunidades tienen bajos niveles de nutrientes; sin embargo, no indica los resultados de los análisis de laboratorio respectivos. El PR debería determinar el nivel de fertilizantes de los suelos, tales como los niveles N-P-K, contenido de materia orgánica, tipo de arcillas. Esto teniendo en cuenta que los pobladores de la zona tienen el hábito de hacer chacras en zonas "nuevas".

##### **Respuesta de la Consultora a la observación N°06:**

En respuesta a la observación de la entidad competente, se procede a corregir error en la redacción del texto, el porcentaje de la población femenina de la CN José Olaya representa el 53.5 %, mientras que los varones suman 46.5 %. El Cuadro 2-10 Población de la CN José Olaya del PR quedaría de la siguiente manera.

#### **Cuadro 2-10 Población de la CN José Olaya**



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Comunidad Nativa	Población Total estimada – Trabajo de Campo (*)	Población Total aproximada	De 0 a 4 años	De 5 a 14 años	De 15 a 29 años	De 30 a 64 años	Más de 65 años	Hombres	Mujeres
José Olaya	500	127	22,83 %	31,5 %	25,98 %	19,69 %	0,0 %	46,5 %	53,5 %

Fuente: Base de Datos Oficial de Pueblos Indígenas u Originarios. Ministerio de Cultura. Actualización: Agosto, 2017.  
(\*) Cifras obtenidas durante las entrevistas a autoridades en las comunidades de estudio.

Continuando con la atención a la observación, se señala que la mayor parte de los suelos

amazónicos son pobres en nutrientes y presentan un bajo potencial de retención, esto se intensifica debido a dinámica de la precipitación en la región (> 2.800 mm).

No obstante, se ha realizado un ensayo agrícola, que incluye NPK, materia orgánica, CIC; etc en el área de los suelos remediados, sin embargo no corresponde realizar una caracterización de los suelos de las CCNN, esta no representa el área afectada del S0112.

Los resultados de calidad agronómica efectuadas y los resultados del laboratorio sobre las muestras de suelos en los sitios impactados son coherentes con la literatura especializada, Ver Cuadro 3-43 Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo para suelo agrícolas presentado en el PR

Cabe señalar que la práctica de la actividad agrícola en la CN José Olaya es muy escasa y se realizan básicamente en chacras familiares, es importante señalar que los suelos del área de evaluación presentan un incipiente desarrollo edafogénico, y de acuerdo con los lineamientos del sistema de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor, en términos generales, pertenecen al grupo de tierras de protección (simbología X), las cuales debido a sus severas limitaciones y baja fertilidad no permiten establecer actividades agrícolas, pecuarias o forestales.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N°06:**

La consultora, realizó las correcciones correspondientes sobre los porcentajes de personas por sexo (mujeres y hombres) y a su vez especificó la información correspondiente al análisis agrícola realizado de Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Materia orgánica, entre otros.

**Conclusión:** la observación N° 06 se considera ABSUELTA

- 2.2.7.** Ítem 3.3 Características del entorno: fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos, focos, vías de propagación, otros aspectos relevantes del entorno de los sitios impactados y el listado de residuos existentes (entiéndase equipos obsoletos, restos de equipos o tuberías y similares).

#### **Observación N° 07:**

El PR, menciona el listado de fuentes potenciales de contaminación en el entorno del sitio S0112, los cuales algunas se encuentran operativas como la tubería (NE), el cual menciona que existe corrosión en el tramo. El PR deberá de

aseguraren la evaluación que estas fuentes potenciales no representen un riesgo a futuro, ya que todo esfuerzo realizado para la rehabilitación del sitio S0112 será insuficiente.

### Respuesta de la Consultora a la observación N°07:

En atención a la presente observación, la tubería (NE) se consideró como fuente potencial de contaminación, el cual se observó durante los trabajos de campo en la fase de reconocimiento aspectos de indicios de corrosión el cual se muestra en el cuadro 3-Ob-7, es decir se identificó como una fuente potencial en el entorno, el cual por las características de corrosión puede liberar contaminantes al medio ambiente, considerado también como una fuente primaria de contaminación.

He de asegurar que esta fuente potencial no represente un riesgo a futuro, depende de varios factores, tales como:

- Mantenimiento periódico de la tubería a cargo de la operadora del lote, de tal manera de eliminar y/o minimizar el peligro.
- Colocación de puntos de respuesta rápida en diferentes sectores del tramo de la tubería, este deberá de contar como mínimo con kit antiderrame.

Para evitar que esta fuente de potencial contaminación en el entorno se convierta en una fuente de contaminación, éste depende de los trabajos de mantenimiento que adopte la operadora del lote.

La evaluación del estado de las facilidades operacionales y su potencial riesgo de liberar contaminantes al ambiente no es parte de los alcances técnicos establecidos para el desarrollo de los Planes de Rehabilitación.

Finalmente, en el Cuadro 3-Ob-7, se muestra la fuente de potencial contaminación la tubería (NE).

Cuadro 3-Ob-7 Fuente potencial de contaminación en el entorno – Tubería (NE)

Fuente potencial	Coordenadas UTM		Tubería con presencia de corrosión
	Este (m)	Norte (m)	
Tubería (NE)	373 728	9 724 733	

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

### Comentarios a la absolución de la observación N°07:



La consultora, menciona dos párrafos que se contradicen:

- Primer párrafo: "se identificó como una fuente potencial en el entorno, el cual por las características de corrosión puede liberar contaminantes al medio ambiente"
- Segundo párrafo: "he de asegurar que esta fuente potencial no represente un riesgo a futuro"

El estudio no plantea ninguna medida que evite un futuro impacto de la fuente potencial identificada y a su vez supone de posibles acciones que deben de adoptar la operadora del lote. Por lo que el estudio deberá evitar y dar la seguridad que el área a ser remediada sea impactada a futuro.

**Conclusión:** la observación N° 07 se considera NO ABSUELTA

**2.2.8.** Ítem 3.5.1.1 Muestreo de suelos; El PR indica que el área del SO 112 es de 5.2 ha y con ello ha determinado el número de puntos de muestreo de identificación y de caracterización, cuyos resultados son presentados en el Cuadro 3-8. En este cuadro se detalla que el número de sondeos según el área es de 23 puntos (fase identificación) y de 42 puntos (fase detalle) y que el número real de sondeos de fase de detalle es de 38.

**Observación N° 08:**

El PR, en el capítulo de muestreo de suelos deberá de especificar el objetivo de muestreo de suelo, según lo descrito en los términos de referencia.

El PR menciona que se tuvo que realizar interpolaciones para determinar los números de puntos de detalle, ya que no se encuentran plasmados en la tabla N° 6 de la Guía de Muestreo de Suelos, sin embargo, la Guía contempla una fórmula para calcular un número mínimo de puntos de muestreo que no estén contemplados en dicha tabla.

El PR, en el cuadro 3-8 "Cálculo del número de sondeos total" brinda información respecto al número de sondeos de detalle siendo cuarenta y dos (42) puntos y un número de treinta y ocho (38) puntos de sondeos reales, ello bajo la justificación de que se mantuvo un número de sondeos por debajo del sugerido, ya que el número planteado se consideró suficiente para lograr los objetivos propuestos; los objetivos que menciona dicho cuadro no se encuentra contemplado en dicho punto.

La Guía de Muestreo para el Muestreo de Suelos señala que "el número mínimo de puntos de muestreo de identificación se determina en función de cada área de potencial interés dentro del predio de estudio" y que "la representatividad del muestreo de caracterización debe justificarse adecuadamente de forma técnica de acuerdo a las características del sitio y para asegurar una calidad mínima de la caracterización se requiere un número mínimo de puntos de muestreo adicionales en torno a los puntos provenientes del muestreo de identificación que hayan superado el ECA para suelos o los niveles de fondo". Por lo tanto, es recomendable no reducir el número de puntos de muestreo, tal como se indica en Cuadro N°3-8.



Asimismo, el PR no describe el análisis de pH y Potencial Redox en los puntos de muestreo, toda vez que dichos parámetros son necesarios para evaluar la capacidad de oxidar o reducir los contaminantes y los procesos de meteorización, formación de diversos suelos y procesos biológicos respectivamente.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N°08:**

En atención a la observación del evaluador se presenta el objetivo del muestreo de suelos, el cual fue plasmado en el Plan de Muestreo presentado, previo a la salida de campo cuyo objetivo es:

- Investigar la existencia de contaminantes en los suelos mediante la toma de muestras representativas en el área de potencial interés y así establecer si superan o no el ECA para suelo o los Niveles de fondo, a fin de determinar el área y el volumen a remediar.

Es importante señalar que, el alcance del PR sigue lo establecido en la RM N°118-2017-MEM/DM, el cual cuenta con una estructura establecida. No es parte de los objetivos desarrollar un Informe de Identificación de Sitios Contaminados o un Plan de Descontaminación de suelos. El OEFA tuvo a su cargo la identificación de los sitios impactados, previo a la aprobación del reglamento de la Ley N° 30321.

Por otra parte, es importante señalar que a la fecha de la elaboración del Plan de Rehabilitación no se contaba con un Informe de Identificación de sitios (responsabilidad de la OEFA), estando al conocimiento tanto el Grupo técnico Ambiental (GTA) como la Junta de Administración (JA) de esta limitante, siendo partícipes de todo el proceso de elaboración y entrega de los Planes de remediación.

No obstante, se procedió a la determinar de la cantidad de puntos de identificación de suelo con base al tamaño de la poligonal del sitio 112, tal como lo establece la guía de suelos (RM N° 085-2014-MINAM) con este último valor, se establece los puntos requeridos para la caracterización, considerando para ello el peor escenario, es decir, que todos los puntos de identificación hubieran presentado excedencias.

La información de la OEFA sirvió como base para la definición de las poligonales durante el desarrollo del Modelo Conceptual Inicial, y de allí los lineamientos para el muestreo de caracterización.

"Por otro lado, de conformidad con lo establecido en el artículo 13° y en la Primera Disposición Complementaria (\*) Transitoria del DS N° 039-2016-EM publicado el 26 de diciembre de 2016, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30321, el cual señala que luego de concluido la priorización de los sitios impactados a remediar la Junta de Administración emitirá una Acta de aprobación del listado de sitios impactados la misma que será publicada en el Diario Oficial el Peruano, así como en el portal del Fondo Nacional del Ambiente – FONAM, del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA y del Ministerio de Energía y Minas-MINEM. El FONAM, en cumplimiento de lo indicado adjuntó el Anexo N°01 con la lista de los 32 sitios priorizados".



(\*) Primera: Los actos de la Junta de Administración del Fondo de Contingencia para la Remediación Ambiental anteriores a la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento mantendrán sus efectos.

En relación con la determinación del número de puntos de muestreo de detalle, a continuación, se precisa los pasos que se siguieron para su cálculo.

En la figura 3-Ob-8a se muestra el Área de Potencial Interés (API) el cual es conformado por las subáreas de: transporte, fuente, validación y potencialmente impactada, las subáreas se muestran en el cuadro 3-Ob-8.

1. El área de potencial interés suma 52 190.2 m<sup>2</sup>, es decir 5.2 hectáreas para ello empleamos la tabla N° 5 de la Guía para muestreo de suelos. Se realizó una interpolación para determinar la cantidad de sondeos que no estaban plasmadas específicamente en dicha tabla, se tiene el siguiente resultado, el cual también se muestra en el folio 00093 del Plan de Rehabilitación (Ver cuadro 3-7 presentado en el PR).

Cuadro3-7 Estimación del número de sondeos de identificación por sitio: época húmeda

Sitio - Código OEFA	Área (ha)	Número de puntos de muestreo
S0112 (Sitio 35)	5,2	23

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

2. Se consideró el peor escenario que los 23 puntos de identificación calculados a nivel de gabinete excedieron los estándares para calidad de suelo, en relación con ello se empleó la ecuación ( $N=1.75X+2$ ), en el cual "N" viene hacer el número mínimo de puntos de muestreo de detalle y "X" son la cantidad de puntos de muestreo del MI que superaron los ECA suelos o Niveles de Fondo, se consideró teóricamente veintitrés (23) puntos que superaron, en relación a ello la cantidad mínima de puntos de muestreo de detalle resulta cuarenta y dos (42) puntos. En ese sentido, se actualiza el Cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total, reemplazándose por lo siguiente.

**Cuadro 3-8 Cálculo del número de sondeos total**

Código OEFA	Área (ha)	Número sondeos según área (Total)	Número sondeos a detalle	Consideraciones Técnicas
S0112 (Sitio 35)	5,2	23	42	Se tomó en consideración el número de sondeos establecido en la Guía para el Muestreo de Suelos,

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Nota 1. Se realizaron 38 sondeos en la época húmeda, posterior en la época seca se complementaron desarrollan 9 sondeos, es decir se realizaron en total 47 sondeos, cumpliendo en exceso el número mínimo de sondeos de detalle calculado.

3. En la segunda salida a campo (época seca), se adicionaron sondeos (complementarios) en las áreas límites del polígono donde se encontró excedencias de algún contaminante de preocupación, esto con el objeto de afinar la delimitación poligonal. Asimismo, se realizaron sondeos manuales al



costado de los piezómetros, para determinar el origen de algunas excedencias identificadas. En el folio 00094, se muestra el cuadro 3-9 del PR, señalándose lo siguiente: código del sitio, área (ha), número de sondeos adicionales y las consideraciones técnicas.

Cuadro 3-9 Sondeos complementarios

Table with 4 columns: Código OEFA, Área (ha), Número sondeos adicionales (Total), Consideraciones técnicas. It lists data for site S0112 (Sitio 35) with an area of 5.2 ha and 7 additional soundings.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Asimismo, para complementar se desarrolla la explicación a cada una de las áreas que en su conjunto forman parte del Área de Potencial Interés (API).

Los puntos S0112-S005-1.20 y S0112-S006-0.60 ubicados en el área fuente: el cual es el polígono que engloba el lugar donde potencialmente se originó el evento que dio lugar a la contaminación del sitio; por ello se decidió tomar muestras en estas dos áreas. (Ver Figura 3-Ob-8a).

Los puntos S0112-S007-1.20, S0112-S008-1.20, S0112-S031-0.60, S0112-S031-5.10 y S0112-S004-1.20 ubicados en el área de transporte: cuyo polígono engloba el área donde los posibles contaminantes se han transportado y/o migrado hacia el área potencial de interés (API). (Ver Figura 3-Ob-8a).

Los puntos S0112-S018-1.20, S0112-S015-1.20, S0112-S014-1.20, S0112-S013-1.20, S0112-S038-1.20, S0112-S038-2.40, S0112-S037-0.90, S0112-S037-2.10, S0112-S020-1.20, S0112-S036-2.10, S0112-S036-5.10, S0112-S035-0.90, S0112-S035-1.50, S0112-S034-3.30, S0112-S033-0.90, S0112-S033-2.10, S0112-S032-5.10, S0112-S032-2.10, S0112-S012-1.20, S0112-S021-1.20, S0112-S029-0.6, S0112-S029-4.8, S0112-S030-0.90, S0112-S030-4.50, S0112-S027-0.90, S0112-S027-3.30, S0112-S027-5.70, S0112-S011-1.20, S0112-S026-2.10, S0112-S025-4.50, S0112-S025-5.70, S0112-S009-1.20, S0112-S010-1.20, S0112-S044-0.60, S0112-S044-1.50, S0112-S028-0.60, S0112-S028-6.30, S0112-S003-1.20, S0112-S024-0.30, S0112-S024-4.5, S0112-S002-1.20, S0112-S023-0.60 y S0112-S023-3.30, ubicados en el área potencialmente impactada: cuya poligonal comprende los contaminantes o se tiene la certeza de su presencia y sobre la cual se han efectuado las labores de muestreo. En este sentido, esta área también contempla el punto histórico S-56. (Ver Figura 3-Ob-8a).

Los puntos S0112-S016-1.50, S0112-S017-0.90, S0112-S019-1.20, S0112-S002-1.20 y S0112-S001-1.20 ubicados en el área de validación: representan aquella área donde no se tiene evidencia o se presume la presencia de posibles contaminantes, por lo que se requirió validar con mayor precisión. En este sentido, se registraron excedencias para la estación S0112-S001-1.20 (fracción de hidrocarburos F2 y F3), S0112-S002-1.20 (Naftaleno, Benceno y fracción de



hidrocarburos F2), S0112-S019-1.20 (fracción de hidrocarburos F2) y S0112-S017-0.90 (fracción de hidrocarburos F2 y Plomo). Ver Figura 3-Ob-8a.

Es preciso mencionar que los sondeos que se encuentran fuera de las áreas fuente, transporte, validación y potencialmente impactada, son aquellos que se realizaron en la época seca, el cual fue complementario, para definir la poligonal a remediar, así como también se ubicaron próximos a los piezómetros para definir el origen geogénico.

En el siguiente cuadro, se concluye las subáreas que forman el área de potencial interés (API) sobre el cual se realizaron los sondeos de caracterización. Asimismo, se acuerdo a lo precisado en la Guía para Muestreo de Suelos el área de potencial interés viene hacer la "Extensión de terreno sobre el que se realizarán efectivamente las labores de muestreo" considerando ello para el presente estudio". Aclara que el área a remediar no es lo mismo que el área de potencial interés.

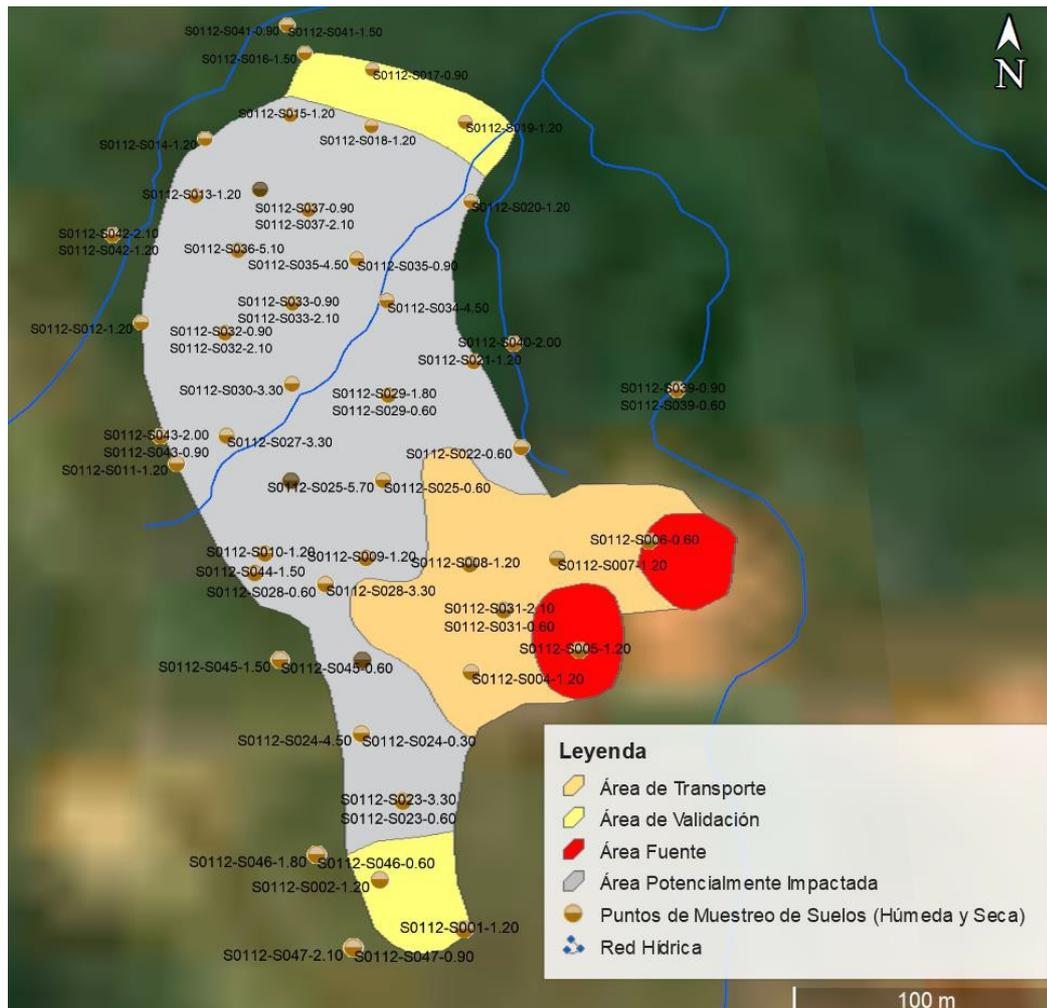
### Cuadro 3-Ob-8 Área de Potencial Interés

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )
Fuente	2898.9
Transporte	8727.6
Validación	5034.8
Potencialmente Impactada	35528.9
<b>Total (m<sup>2</sup>) *</b>	<b>52 190.2</b>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020  
\*En hectáreas el API es 5.2 ha.

**Figura 3-Ob-8a Mapa de delimitación del Área de Potencial Interés sitio S0112 (sitio 35)**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

Por otra parte, para la toma de muestras de fondo, se siguieron los criterios técnicos para la selección de los puntos para la captación de muestras de fondo son los indicados en la Guía para muestreo de suelos (MINAM):

- El sitio de muestreo deberá estar fuera del sitio en estudio y no debe estar demasiado alejado del mismo
- El sitio de muestreo deberá presentar una orografía y geología similar al sitio en estudio y debe de estar en la misma área climática y de vegetación
- Las muestras deben ser compuestas, recolectadas en un mínimo de tres áreas diferentes con características similares al área de estudio
- La ubicación y número de las muestras de fondo fue a través de un acuerdo en campo (sustentado en actas), entre PROFONANPE, la empresa de Supervisión y la Consultora. En tal sentido, se tomaron 3 muestras simples por cada sitio del mismo sector, obteniendo 4 muestras compuestas de fondo (12 muestras simples de 4 sitios).

Para finalizar, es importante aclarar que el área total estudiada (área de potencial interés) después de haber realizado el análisis de los resultados obtenidos del laboratorio y de aplicar la evaluación respectiva del ERSA, se obtiene un área final a remediar de 4.4 ha aproximadamente.



Es importante señalar que, los eventos ocurridos poseen una antigüedad en promedio mayor de 20 años, donde los procesos o efectos que podrían tener las variables indicadas han actuado, de hecho, la mayor parte de los elementos de hidrocarburos se encuentran meteorizados (fracciones de F2 y F3)

Este tipo de análisis de las variables como pH, potencial redox, etc son más útiles en derrames recientes donde aun se podría inferir, bajo estos valores, la migración (movilidad) y la capacidad de atenuación natural que tendría el suelo sobre estos materiales. Para los fines del presente estudio, los valores de información secundaria son suficiente para una caracterización del sitio.

Por otra parte, la técnica de remediación propuesta consiste en la extracción del suelo contaminado (que representa riesgo, según los resultados del ERSA).

En lo que respecta al análisis de potencial de hidrogeno (pH), este se incluye en el ítem 2.2.6 Suelos del PR y a modo de resumen se presenta a continuación:

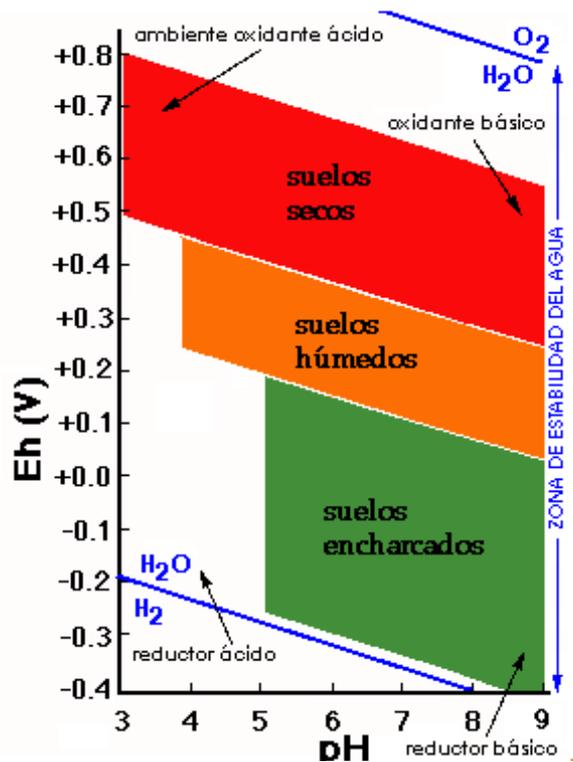
*"El sitio S0112 (sitio 35) presenta dos unidades cartográficas de suelo de tipo asociación, la primera de ellas se denomina Asociación Bajjal-Aguajal, la cual se caracteriza por presentar una reacción neutra en superficie (pH 7.35) a ligeramente alcalina (pH 7.50); y la segunda unidad nombrada Asociación Frontera-Colina cuenta con suelos de reacción extremadamente ácida (pH < 4.0)".*

Aunque las bases técnicas no especifican el desarrollo del análisis de pH y potencial redox, se realiza un análisis del potencial redox del suelo, este se define como:

*"El estado de oxidación-reducción de las superficies edáficas, esta propiedad permite caracterizar rápidamente la estabilidad de numerosos compuestos que pueden verse envueltos en reacciones de oxidación y de reducción. Es una propiedad que se encuentra muy ligada a los valores de pH, agua y atmósfera del suelo" (Jiménez Ballesta, 2017).*

La asociación Bajjal-Aguajal presenta un drenaje natural muy pobre el cual se contrasta con la coloración de las muestras obtenidas en campo (marrón oscuro a gris negro), en el primer horizonte se tienen procesos de aireación debido a las condiciones ambientales propias del lugar, y conforme aumenta la profundidad esta coloración se torna de color gris (ambiente reductor debido a los anegamientos temporales a lo largo del año) probablemente se deba al empobrecimiento en hierro del horizonte afectado. Considerando todo lo descrito anteriormente y haciendo uso del Gráfico 3-Ob-8b, se infiere que el potencial redox de los suelos presentes varía de - 0.3 a +0.3.

Adicionalmente se indica que se realizaron ensayos de lixiviación para poder determinar la disponibilidad de los compuestos químicos, considerando aquellos que se relacionan a los eventos de derrames de hidrocarburos y a la excedencia del estándar de calidad ambiental de calidad de suelo (ECA Suelo); los resultados muestran que no se ocurren procesos de lixiviación con relación a los compuestos químicos anteriormente mencionados (ver Anexo 6.10 / 6.10.7 Informe de Ensayos de Lixiviación) realizados a las muestras de suelos del sitio S0112.

**Figura 3-Ob-8b Relación de potencial redox y pH en cultivos**

Se presenta el objetivo del muestreo de sedimentos, plasmado en el Plan de Muestreo presentado, previo a la salida de campo:

- Investigar la existencia de contaminantes en los sedimentos a través de muestras representativas con el fin de establecer si supera o no la normativa internacional de Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canada ISGG Agua dulce).

Consideraciones técnicas (Guías, lineamientos, protocolos, etc.)

- Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (Canada).

Los criterios considerados fueron los mismos que en el caso de agua superficial, y siguiendo los lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) así como la normativa canadiense – CEQG (Guías de Calidad Ambiental de Canadá: \*Sedimentos para Agua Dulce (Sediment for Freshwater)).

#### **Comentarios a la absolución de la observación N°08:**

La consultora, brindó información complementaria por lo que se comenta lo siguiente:

- En la estructura establecida en el RM 118-2017-MEM/DM, menciona en la caracterización del sitio impactado, realizar un diseño del plan de muestreo en detalle y alcance.



- Por otra parte, menciona que **“a la fecha de la elaboración del Plan de Rehabilitación no se contaba con un Informe de Identificación de sitios (responsabilidad de la OEFA), estando al conocimiento tanto el Grupo técnico Ambiental (GTA) como la Junta de Administración (JA) de esta limitante, siendo participes de todo el proceso de elaboración y entrega de los Planes de remediación”**, Es responsabilidad de la consultora como parte de caracterizar el sitio identificado, dar cumplimiento a la Guía de Muestreo de suelos (GMS), el cual brinda etapas de los tipos de muestreo. La GMS no considera escenarios “supuestos”, sólo utiliza el área de potencial interés para la fase de identificación y en la fase de caracterización considera los puntos de muestreo de la FI que superan los ECA para Suelo.
- Asimismo, precisar que la consultora consideró teóricamente que los veintitrés (23) puntos de identificación superaron el ECA, pero estos puntos no existen en la práctica (no adjunta ni los códigos ni resultados); resaltar que el objetivo de muestreo de detalle según la **Guía de Muestreo de suelos es “obtener muestras representativas de suelo para determinar el área y volumen (la distribución horizontal y vertical) del suelo contaminado en las áreas de interés determinadas a través de la fase de identificación”**, y al no existir estos veintitrés (23) puntos de identificación, no se está dando cumplimiento al objetivo del muestreo de detalle.
- El muestreo no se trata de establecer puntos en base a cantidades, se trata de establecer número de puntos en cumplimiento de los objetivos y soporte técnico que respalde un adecuado resultado.

**Conclusión:** la observación N° 08 se considera NO ABSUELTA

#### 2.2.9. Item 3.5.1.1 “Muestreo de agua subterránea”

##### **Observación N° 09:**

El PR, en el capítulo de muestreo de agua subterránea deberá de especificar el objetivo de muestreo, según lo descrito en los términos de referencia.

##### **Respuesta de la Consultora a la observación N°09:**

En atención a la observación del evaluador se presenta el objetivo, plasmado en el Plan de Muestreo presentado, previo a la salida de campo:

Investigar la presencia de contaminantes en las aguas subterráneas a través de muestras representativas de acuerdo con el manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados muestreo de aguas subterráneas, con el fin de establecer si supera o no los estándares de calidad indicados en la normativa internacional Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines.

##### **Comentarios a la absolución de la observación N°09:**

La consultora, especificó la información correspondiente al objetivo de muestreo de agua subterránea.



**Conclusión:** la observación N° 09 se considera ABSUELTA

#### 2.2.10. Ítem 3.5.1.3 "Muestreo de agua superficial".

##### **OBSERVACIÓN N.º 10**

El PR, en el capítulo de muestreo de agua superficial deberá de especificar el objetivo de muestreo, según lo descrito en los términos de referencia.

El PR, deberá de considerar el parámetro Sólidos Suspendidos Totales (SST), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMENT) del Gobierno de México, menciona que, los SST tienen su origen en las aguas residuales y erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana; hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipal, así como áreas con deforestación severa (México. Gerencia de Calidad del Agua, junio, 2019).

##### **Respuesta de la Consultora a la observación N°10:**

En atención a la presente observación, en los Términos de referencia se precisa que se debe plasmar dentro del Plan de Muestreo el objetivo de muestreo, ello no aplica dentro del Plan de Rehabilitación, ya que este cuenta con una estructura indicada en los Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación aprobado mediante Resolución Ministerial N° 118–2017–MEM/DM. Sin embargo, a efectos de la observación se cita el objetivo plasmado en el Plan de Muestreo presentado, previo a la salida de campo:

- Investigar la presencia de contaminantes en las aguas superficiales a través de muestras representativas de acuerdo con el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, con el fin de establecer si supera o no los estándares de calidad indicados en la normativa nacional el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 4, Subcategoría E2.

En atención a la observación del evaluador se indica lo siguiente:

El análisis del parámetro, sólidos suspendidos totales (SST), no fue contemplado en las bases técnicas para la ejecución del estudio. Por otro lado, la planificación y alcances de la caracterización de los sitios impactados fue desarrollada en el documento "Plan de Muestreo", el cual fue presentado ante el Grupo Técnico Ambiental (GTA) donde estuvieron presentes los entes opinantes.

En consecuencia, de lo anterior, y en atención a la válida inquietud del evaluador, se propone la incorporación del siguiente análisis en el PR, en los ítems 3.5.1.3 Muestreo de agua superficial, en el cual se desarrolla un sustento para que el lector pueda canalizar el análisis de SST con los datos de turbidez medidos en campo.

##### **Sólidos Suspendidos Totales (SST)**

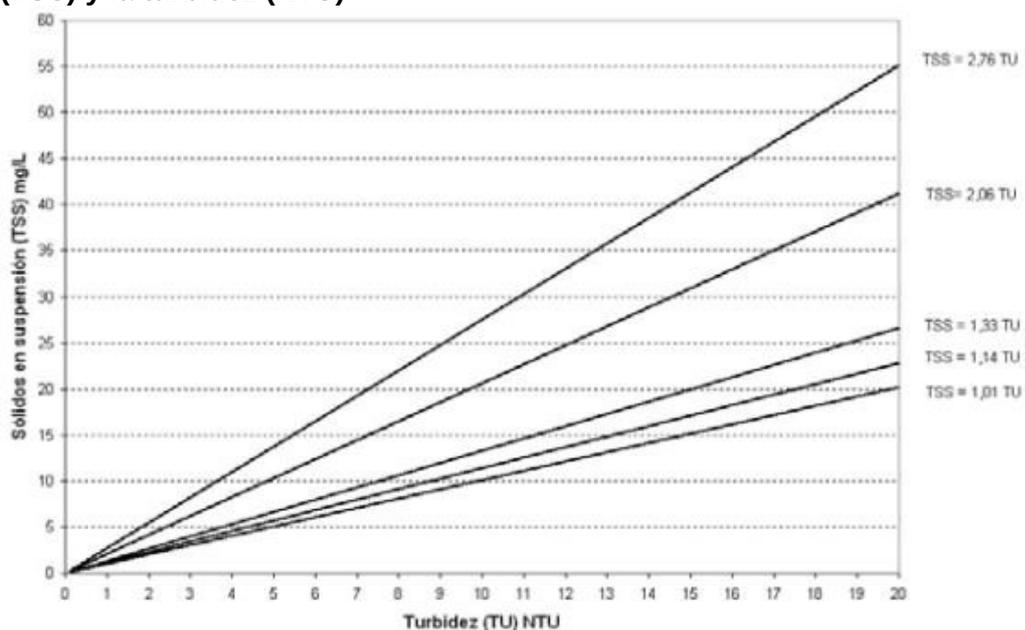


Es un parámetro que indica la cantidad de sólidos (medidos habitualmente en miligramos por litro-ppm) donde ocurre un fenómeno de disminución de la transparencia de un líquido por la presencia de sustancias insolubles en suspensión y que pueden ser separados por medios mecánicos. La forma estándar cómo se determina los sólidos suspendidos es por el método gravimétrico, son una medida cuantitativa, que se determinan mediante filtración y pesado. La secuencia es tomar la muestra, filtrarla, secarla y pesarla, proceso que puede durar en el mejor de los casos no menos de 2 horas, haciéndolo imposible de obtener como dato instantáneo. Por otro lado, requiere su preservación a baja temperatura, antes del análisis en laboratorio.

La turbidez, compuesta tanto por partículas coloidales como insolubles de mayor tamaño, se determina mediante el método de luz dispersa, que tiene su fundamento en el efecto que se denomina absorción. Así, cuando un haz de luz visible atraviesa un sistema, que contiene partículas dispersas, la intensidad del haz disminuye, ya que una parte de este se transforma en otras formas de energía. La relación entre la luz que entra y la luz que sale es el valor de la turbidez, por lo que este parámetro es una medida orientativa de la carga de sólidos suspendidos presentes en un determinado fluido.

Al no contar con los datos de SST se puede inferir este parámetro a partir de la turbidez medida en campo, teniendo en cuenta que, aunque los sólidos en suspensión causan turbidez, medir la turbidez no es lo mismo que medir los sólidos en suspensión. No obstante, múltiples y numerosos estudios (algunos datan de los años 70)<sup>2</sup> refieren la existencia de una relación lineal entre estos dos parámetros (tal y como se muestra en la siguiente figura), relación que ha sido útil en especial en determinar o estimar procesos de colmatación de acuíferos como, por ejemplo.

**Figura 3-Ob-10 Correlación encontrada entre los sólidos en suspensión (TSS) y la turbidez (NTU)**



Fuente: Murillo, J. M., 2009. Turbidez y sólidos en suspensión de las aguas de escorrentía susceptibles de ser utilizadas en la recarga artificial del acuífero granular profundo subyacente a la ciudad de San Luis de Potosí (México).

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.



En el mismo artículo donde se toma el ejemplo de la relación lineal (Murillo, 2009) se menciona que se consultaron diferentes publicaciones (Packman et al., 1999; Lewis et al., 2002; Holliday et al., 2003; Marquis, 2005; Randerson et al., 2005; Fenton, 2006), que también ponen de manifiesto que entre sólidos en suspensión (TSS) y turbidez (TU) existe una correlación de tipo lineal. No obstante, la ecuación que combina ambos factores en cada uno de los estudios analizados es diferente. Holliday et al. (2003) (cit. Por Murillo, 2009) advierte que no se trata exactamente de una correlación de tipo lineal, sino potencial ( $TU = aTSS^b$ ), pero con un exponente "b" que es aproximadamente igual a la unidad.

En los trabajos anteriormente mencionados se observa (Figura 3-Ob-10) que, siempre que la turbidez es baja o muy baja, el contenido en sólidos en suspensión es reducido, aunque ligeramente superior al valor que toma la turbidez, pero sin diferir mucho de ésta. Sin embargo, cuando el valor de la turbidez es alto o muy alto, la discrepancia entre uno y otro factor es muy elevada.

Asimismo, y sin perjuicio de lo señalado por el evaluador, no se ha efectuado el estudio

experimental para el sitio S0112. Sin embargo, es importante mencionar que los valores de turbidez registrados en la época húmeda y seca registran valores mínimo de 7.2 y máximo 39 NTU; en el D.S. 004-2017-MINAM, categoría 4: Conservación del ambiente acuático, subcategoría E2:Rios Selva, el estándar para sólidos Suspendidos Totales precisa ( $\leq 400$  ppm), la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) del Brasil, cuyos ambientes de aplicabilidad son semejantes al sitio S0112, en su regulación 357/05 para ríos de selva (clase II) refiere un límite de turbidez hasta 100 NTU<sup>3</sup>, en relación a lo registrado en este sitio, éstos valores no superan respecto a éste límite, cumpliéndose la premisa anterior.

Si bien la validación de una relación lineal entre los SST y la turbidez requiere de experimentación que permita calibrar la función matemática que la determina, todos los indicios de estudios científicamente bien fundamentados indican que se pueden hacer los análisis e interpretaciones necesarios a efectos de las determinaciones de potenciales rutas de migración a partir de los resultados de turbidez.

Adicionalmente, en relación con lo indicado también por el evaluador: "... Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales recomienda parámetros mínimos para el monitoreo de la calidad de las aguas y para la categoría 4 Ríos, Lagunas y lagos incluye a los Sólidos Suspendidos Totales.", es pertinente comentar que el alcance del levantamiento en campo está orientado a una caracterización del entorno ambiental asociado o relacionado con el sitio impactado, y no a un monitoreo ambiental, cuyos fines y alcances son distintos.

Por otra parte, con base en la información secundaria (Estudio del Plan de Abandono en Función al Vencimiento del Contrato del Ex Lote 1-AB realizado por Pluspetrol, 2019), el valor de sólidos suspendidos totales (TSS) registrados fueron entre 8.46; 27.29 y 19.88 mg/L, que no sobrepasan el valor límite establecido en el ECA-Agua, Categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la Selva":  $\leq 400$  mg/L.



A forma de conclusión se quiere destacar que, aun cuando no estuvo contemplado en las bases técnicas y a que en efecto no se tomaron muestras para la determinación de los SST, los resultados de turbidez pueden dar una orientación acerca del estatus de este parámetro. Asociar el contenido de sólidos en suspensión a una potencial migración de contaminantes que tienen como fuente un sitio impactado, con un contaminante meteorizado y con una data mayor a 10 años de su ocurrencia no parece muy acertado, más cuando las determinaciones en agua superficial reflejan una fotografía del momento y no siempre es correcto asociar esta información a eventos muy anteriores.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N°10:**

La consultora, detalló la importancia de contar con la medición de Los Sólidos Suspendidos Totales (SST). Los SST responden a su relación con la migración de los contaminantes en la matriz agua, las partículas suspendidas en las aguas ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas que contienen las aguas ocasionando de esta manera alteración de la calidad de agua destinadas a la conservación del ambiente. Asimismo, es necesario contar con información primaria en relación a los monitoreos y específicamente en el área de estudio. En adición a ello, el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos superficiales considera dentro de los parámetros mínimos para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, en la categoría 4 (Ríos, Lagunas y lagos), a los Sólidos Suspendidos Totales (SST), asimismo, aclarar que, como parte de una correcta caracterización del sitio, los monitoreos deben ser realizado en cumplimiento de los diferentes protocolos aplicables.

La consultora plantea que los resultados del parámetro Turbidez puede ser una medida orientativa de la carga de sólidos suspendidos, lo cual no es factible técnicamente, toda vez que la connotación de turbidez es diferente del parámetro SST

**Conclusión:** la observación N° 10 se considera NO ABSUELTA

#### **2.2.11. Ítem 3.5.1.4 "Muestreo de sedimentos"**

##### **OBSERVACIÓN N.º 11**

El PR, en el capítulo de muestreo de sedimentos deberá de especificar el objetivo de muestreo, según lo descrito en los términos de referencia.

El PR, deberá detallar de manera específica cuales son los lineamientos de la Agencia de

Protección Ambiental (EPA) que han sido utilizados para el muestreo de sedimentos, debido que la revisión bibliográfica nos ofrece algunas guías tales como los Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses (EPA), Sediment Assessment Methods (Nueva Zelanda), Protocols Manual for Water Quality Sampling in Canada (Canada), entre otros.



En atención a la observación del evaluador se presenta a continuación el objetivo del muestreo de sedimentos, plasmado en el Plan de Muestreo presentado, previo a la salida de campo:

- *Investigar la presencia de contaminantes en sedimentos a través de muestras representativas con el fin de establecer si supera o no los estándares de calidad ambiental indicados por la normativa internacional de Canadian Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic Life (Estándares Canadá ISGG Agua dulce).*

Para el muestreo de sedimentos se empleó los lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), descritos en el Sediment Sampling de la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), se detalla los lineamientos usados:

- Los puntos de muestreo de sedimentos se realizaron cercanos a los puntos de monitoreo de agua superficial.
- Previo al inicio de la toma de muestras, se observaron las precauciones de seguridad adecuadas al recolectar las muestras de sedimentos.
- La toma de muestras se realizó con una pala de mano (material de acero inoxidable), se llenaron en frasco vial ámbar (tapón de rosca, recipiente de vidrio) y bolsa plástica usado para este fin. Los procedimientos de muestreo de sedimento se desarrollaron en el Plan de muestreo de la época húmeda. (Ver folio 00088 y 00089 del Plan de muestreo, el cual fue avalado por el grupo técnico ambiental).
- Al considerarse el análisis de BTEX para los sedimentos, estas muestras se recolectaron de manera de minimizar la perturbación de la muestra, es decir, la alícuota se recolectó de la misma pala de mano (material acero inoxidable) y se introdujo al frasco y sello de acuerdo con las recomendaciones del EPA, se realizó lo antes posible sin exceder los 30 minutos.
- Se almacenaron las muestras en una conservadora con temperatura  $\leq 6^{\circ}\text{C}$ , para evitar condiciones que puedan alterar las propiedades de la muestra, dicha conservación se mantuvo de inicio hasta la entrega a laboratorio.
- Se llenaron las fichas de muestreo de sedimentos y la cadena de custodia, el cual acompaña a la muestra recolectada.

Las muestras se sellaron bajo custodia durante el almacenamiento y posterior envío al laboratorio (Lima), el cual fue acompañado por un monitor ambiental desde el sitio S0112 hasta el laboratorio.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 11:**

La consultora, especificó la información correspondiente al muestreo de sedimento.

**Conclusión:** la observación N° 11 se considera ABSUELTA

#### **2.2.12. Ítem 3.5.1.5 "Caracterización Biológica"**

##### **OBSERVACIÓN N.º 12**

El PR, en el capítulo de caracterización biológica deberá de especificar el objetivo de muestreo, según lo descrito en los términos de referencia.



El PR, no menciona las consideraciones técnicas (guías, lineamientos, protocolos, etc.), por medio del cual se realizó la caracterización biológica, asimismo es preciso indicar que según la información bibliográfica al nivel nacional se cuenta con la Guía de Inventario de la Flora vegetación, Guía de inventario de la fauna silvestre y los Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas, por lo que el PR deberá de argumentar y describir las consideraciones técnicas utilizadas en este proceso de caracterización.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 12:**

En atención a la observación del evaluador se incorpora el objetivo del muestreo en el ítem 3.5.1.5 Caracterización Biológica, quedando de la siguiente manera:

#### **"3.5.1.5 Caracterización biológica**

El objetivo de la caracterización biológica, para efectos del Plan de Rehabilitación y sus alcances como un IGA complementario, es el levantamiento de información biológica, a partir de la validación de información secundaria o de la evaluación directa a través de distintos métodos y aproximaciones, estimaciones, inferencias de carácter cualitativos, de especies de fauna y flora que se ubiquen en el sitio impactado o en su entorno inmediato y que pudieran hacer uso o transitar por este, y/o adicionalmente ser parte de la dieta o costumbres de las CCNN, pudiendo ser vías de transporte de contaminantes a estas comunidades nativas o directamente afectados como posibles receptores ecológicos.

En el área del sitio, se estableció un número determinado de unidades muestrales (transectos) sobre los cuales se realizó la evaluación de fauna y flora considerando los siguientes componentes:

- Vegetación
- Aves
- Mamíferos mayores y menores
- Reptiles
- Hidrobiología
- Necton"

Por otro lado, se propone el uso de las siguientes metodologías4:

- La metodología empleada para el muestreo vegetal con uso potencial por parte de la población, es decir, aquellas que son empleadas con fines medicinales, alimenticios u otros, se basó en la búsqueda intensiva de especies usadas por las comunidades nativas (Phillips & Gentry 1993 y Tardío & Pardo-de-Santayana, 2008) considerando un diseño de muestreo empleando transectos correspondientes a cada una de las dos (2) unidades de vegetación cuyas dimensiones fueron adaptadas a las dimensiones reducidas del sitio impactado S0112 (MINAM, 2015). La búsqueda intensiva de las especies de interés se realizó en estratos herbáceos, arbustivos y arbóreos con acompañamiento de apoyos locales.

- Respecto a fauna, las comunidades de aves, mamíferos, reptiles y anfibios fueron evaluadas en transectos de búsqueda de aproximadamente 100 metros



de longitud en el Sitio Impactado S0112, cuyas dimensiones reducidas responden a la baja extensión del área impactada. Consideramos que el sitio presenta un área muy pequeña para realizar evaluaciones biológicas con metodologías estandarizadas diseñadas para el recorrido de ambientes con tipos de vegetación de amplia extensión (mayores a 1km), por lo que esta área reducida se emplearon los criterios de búsqueda intensiva y registros oportunistas de las especies de animales potencialmente empleadas por la población. Parte de los objetivos del estudio corresponden a registrar las especies sensibles a la exposición a agentes contaminantes, por lo que el muestreo si concuerda con el enfoque de determinar la presencia de especies que podrían intervenir en una eventual exposición a agentes contaminantes dentro de los sitios impactados indistintamente de la temporalidad o determinación de abundancias.

Por otro lado, como se indicó en el Plan de Muestreo, sección de la caracterización biológica (3.5.2.5) etapa de campo – A. vegetación, y en el informe del Plan de Rehabilitación, las metodologías consideradas fueron de tipo aleatorio estratificado, que requiere la estratificación del área a evaluar y donde la selección de las muestras es aleatoria, pero solo al interior de cada estrato o unidad de vegetación. Parte de los objetivos del estudio es registrar las especies sensibles a la exposición a agentes contaminantes, la temporalidad de muestreo se torna no significativa, ya que la finalidad no es medir abundancia y riqueza general de especies de flora, sino registrar las especies que podrían intervenir en una eventual exposición a agentes contaminantes dentro de los sitios impactados. Por ello, se analizó la información de campo de acuerdo con la biología de cada especie, indistintamente de la temporalidad.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N°12:**

La consultora, especificó la información correspondiente a la caracterización biológica.

**Conclusión:** la observación N° 12 se considera ABSUELTA

#### **2.2.13. Ítem 3.6.1.1 “Suelos”**

##### **OBSERVACIÓN N.º 13**

El PR, menciona que el Área de Potencial interés (API) es de 5.3 hectáreas, lo cual corresponde a un total de 23 puntos de muestreo, según se encuentra detallado en el cuadro 3-7 del PR, considerando ello en el cuadro 3-11 Ubicación de sondeos manuales, solo menciona 22 puntos de muestreo.

El PR, en el acápite A. “Sondeos Manuales” menciona que se realizaron 22 sondeos manuales a 1.2 metros de profundidad, lo cual no concuerda con lo descrito en el cuadro 3-11, por lo que los puntos S0112-S006, S0112-S016, S0112-S017 y S0112-S022 se encuentran a diferentes profundidades, por lo que es preciso que el PR describa si las muestras fueron tomadas a diferentes profundidades y los criterios de los mismos.

Por otro lado, el Cuadro 3-11. Menciona que el punto de muestreo S0112-S022 se realizó a una profundidad de 0.3 m, lo cual no concuerda con lo descrito en el Anexo 6.4, mapa 6.4.1, el cual menciona una profundidad de 0.6 m, por lo que



se deberá de alinear dicha información considerando en ambos casos la profundidad correcta.

Asimismo, el PR, indica que el "número de muestras duplicadas correspondió a un 5 % del total de muestras de suelo." Sin embargo, el valor de muestras para el control de la calidad analítica, debe de ser del 10% de las muestras analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, de acuerdo a la Guía para Muestreo de Suelos, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 0818-2014-MINAM.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 13:**

En atención a la observación, de acuerdo con lo explicado en la observación N° 8 respecto a la cantidad de puntos de muestreo de suelos, treinta y ocho (38) punto se realizaron en la época húmeda, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

- Sondeo manual, se realizaron 22 sondeos.
- Sondeo con equipo, se realizaron 16 sondeos.

Se realizaron 38 sondeos en la época húmeda, posterior en la época seca se complementaron desarrollan 9 sondeos, es decir se realizaron en total 47 sondeos, cumpliendo en exceso el número mínimo de sondeos de detalle calculado. Los criterios considerados para el muestreo a diferente profundidad, responde a los resultados de los PID y las evidencias organolépticas en cada sondeo efectuado. En los cuadros 3-Ob-13a y 3-Ob-13b se muestran por sondeo realizados, la profundidad de muestreo, coordenadas, fecha de muestreo, evidencia física/organoléptica y registro PID. Asimismo, se corrige la profundidad de la estación S0112-S022.

En los siguientes cuadros 3-Ob-13a y 3-Ob-13b, se muestran las ubicaciones de sondeos manuales y con equipos, respectivamente:

### **Cuadro 3-Ob-13a Ubicación de sondeos manuales**



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Código	Profundidad de Muestreo (m)	Coordenada UTM WGS84		Fecha de Muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0112-S001	1,2	373 611	9 724 229	30/05/2018	Si	0
S0112-S002	1,2	373 578	9 724 247	30/05/2018	No	0
S0112-S003	1,2	373 570	9 724 336	30/05/2018	No	0
S0112-S004	1,2	373 615	9 724 332	30/05/2018	No	0
S0112-S005	1,2	373 660	9 724 342	30/05/2018	No	0
S0112-S006	0,6	373 691	9 724 390	30/05/2018	No	125
S0112-S007	1,2	373 652	9 724 382	30/05/2018	No	0
S0112-S008	1,2	373 615	9 724 379	29/05/2018	Si	117
S0112-S009	1,2	373 571	9 724 381	29/05/2018	Si	121
S0112-S010	1,2	373 528	9 724 382	29/05/2018	Si	95
S0112-S011	1,2	373 488	9 724 423	29/05/2018	Si	73
S0112-S012	1,2	373 468	9 724 492	29/05/2018	Si	50
S0112-S013	1,2	373 489	9 724 559	29/05/2018	No	0
S0112-S014	1,2	373 492	9 724 590	29/05/2018	No	0
S0112-S015	1,2	373 532	9 724 606	29/05/2018	No	0
S0112-S016	1,5	373 538	9 724 641	29/05/2018	No	12
S0112-S017	0,9	373 571	9 724 634	29/05/2018	Si	76
S0112-S018	1,2	373 571	9 724 602	29/05/2018	Si	0
S0112-S019	1,2	373 616	9 724 605	30/05/2018	Si	17,9
S0112-S020	1,2	373 618	9 724 560	30/05/2018	No	107
S0112-S021	1,2	373 618	9 724 475	30/05/2018	Si	104
S0112-S022	0,6	373 638	9 724 433	30/05/2018	No	16,1

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

Cuadro 3-Ob-13b Ubicación de sondeos con equipos



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Código	Profundidad de muestreo (m)	Coordenada UTM WGS84		Fecha de muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
S0112-S023	0,9	373 587	9 724 278	19/06/2018	Si	4
	3,3	373 587	9 724 278	19/06/2018	No	6,4
	5,1	373 587	9 724 278	19/06/2018	No	0
S0112-S024	0,3	373 570	9 724 305	19/06/2018	No	0
	2,1	373 570	9 724 305	19/06/2018	Si	4
	4,5	373 570	9 724 305	19/06/2018	No	0
S0112-S025	0,6	373 578	9 724 417	18/06/2018	Si	0,2
	4,5	373 578	9 724 417	18/06/2018	Si	7,7
	5,7	373 578	9 724 417	18/06/2018	No	0
S0112-S026	0,9	373 538	9 724 416	15/06/2018	Si	0,9
	2,1	373 538	9 724 416	15/06/2018	Si	5,6
	6,3	373 538	9 724 416	16/06/2018	No	0
S0112-S027	0,9	373 509	9 724 437	15/06/2018	Si	7,7
	3,3	373 509	9 724 437	15/06/2018	Si	4,4
	5,7	373 509	9 724 437	16/06/2018	Si	0
S0112-S028	0,6	373 554	9 724 369	16/06/2018	Si	2,6
	3,3	373 554	9 724 369	16/06/2018	Si	9,2
	6,3	373 554	9 724 369	16/06/2018	No	1,7
S0112-S029	0,6	373 580	9 724 458	12/06/2018	No	0
	1,8	373 580	9 724 458	12/06/2018	Si	6
	4,8	373 580	9 724 458	12/06/2018	No	1,2
S0112-S030	0,9	373 537	9 724 463	14/06/2018	Si	5,4
	3,3	373 537	9 724 463	14/06/2018	No	2,6
	4,5	373 537	9 724 463	14/06/2018	Si	3,8
S0112-S031	0,6	373 629	9 724 359	18/06/2018	No	1,6
	2,1	373 629	9 724 359	18/06/2018	Si	6,3
	5,1	373 629	9 724 359	18/06/2018	No	0
S0112-S032	0,9	373 506	9 724 488	14/06/2018	Si	1,5
	2,1	373 506	9 724 488	14/06/2018	Si	1,6
	5,1	373 506	9 724 488	14/06/2018	No	0,1
S0112-S033	0,9	373 536	9 724 504	14/06/2018	Si	4,8
	2,1	373 536	9 724 504	14/06/2018	No	0
S0112-S034	0,9	373 579	9 724 506	13/06/2018	No	0,8
	3,3	373 579	9 724 506	13/06/2018	No	0,2
	4,5	373 579	9 724 506	13/06/2018	No	0
S0112-S035	0,9	373 565	9 724 528	12/06/2018	Si	0
	1,5	373 565	9 724 528	12/06/2018	Si	2,8
	4,5	373 565	9 724 528	12/06/2018	No	0
S0112-S036	0,9	373 510	9 724 531	13/06/2018	No	0
	2,1	373 510	9 724 531	13/06/2018	No	1
	5,1	373 510	9 724 531	13/06/2018	No	0
S0112-S037	0,9	373 542	9 724 554	12/06/2018	No	1,8

Código	Profundidad de muestreo (m)	Coordenada UTM WGS84		Fecha de muestreo	Evidencia Física/ Organoléptica	Registro PID
		Este (m)	Norte (m)			
	2,1	373 542	9 724 554	12/06/2018	Si	4,3
	4,5	373 542	9 724 554	12/06/2018	No	0
S0112-S038	1,2	373 519	9 724 564	4/06/2018	No	21,6
	2,4	373 519	9 724 564	4/06/2018	Si	30,3
	5,4	373 519	9 724 564	4/06/2018	No	0

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

Finalmente, en relación con las muestras duplicadas se precisa lo siguiente:

En la Guía para muestreo de suelos, en el ítem 1.3.1 Muestreo de Identificación (MI), indica entre tantas consideraciones, al momento de la formulación del muestreo identificación lo siguiente:

Para el control de calidad analítica se debe duplicar el 10% de las muestras a ser analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, y 5% para superficies mayores a 20 ha, que deben ser analizadas en otro laboratorio acreditado.



La identificación estuvo a cargo del OEFA y se aclara que estas muestras duplicadas solo corresponden a esta fase de identificación de acuerdo a lo precisa en la Guía para Muestreo de Suelos.

Sin perjuicio de lo señalado líneas arriba, no correspondió considerar analizar muestras duplicadas para la fase de caracterización ya que en la Guía para muestreo de suelos no precisa el porcentaje para muestras duplicadas en muestreos para esta fase, más si es taxativo en la indicación del 10% de muestras para superficies menores a 20 ha, para la fase de identificación (ítem 1.3 Muestreo de suelos, subítem 1.3.1 Muestreo de identificación (MI)).

En virtud del desarrollo del Plan de Rehabilitación, se consideró representativo el valor de 5% del total de las muestras en época húmeda, a pesar de no ser una exigencia en este tipo de estudios y en la fase en la que nos encontramos.

Sin embargo, desde el presente estudio se debe enfocar desde una perspectiva integral, es decir, aunque cada sitio es un producto, no se debe dejar de considerar los 12 sitios restantes, los cuales se ubican bajo características muy similares, bajo la misma afectación antrópica y en la misma cuenca, al tomar esta premisa, sustentamos que en realidad se está realizando un muestreo de 30,5 ha (área de todos los sitios) y no el tamaño muestral de un solo sitio. En tal sentido no es necesario realizar el 10% indicado en la observación sino el 5 % de control de calidad.

Bajo lo anterior, se sustenta con mayor detalle bajo los siguientes argumentos:

- Se considera el entorno ambiental (ecosistemas) para la cuenca de río Corrientes prácticamente similar para todas las ubicaciones de los 13 sitios impactados que comprendió el proyecto
- Los análisis de muestras duplicadas fueron manejados con un único protocolo de muestreo y de traslado de muestras
- Se utilizó un único laboratorio (acreditado por INACAL) para el análisis de las muestras duplicadas
- La sumatoria de las Áreas Potenciales de Interés (API) evaluadas en los 13 sitios impactados comprende una superficie total de 30.5 ha, las cuales se discriminan a continuación:

### **Cuadro 3-Ob-13c Áreas Potenciales de Interés (API) evaluadas en los 13 sitios impactados**



Sitio impactado	Superficie API (ha)
S0107	1.2
S0108	1.6
S0109	0.8
S0110	2.6
S0111	0.4
S0112	5.2
S0113	1.9
S0114	5.2
S0115	6.6
S0116	1.1
S0117	0.7
S0118	2.9
S0119	0.3
<b>TOTAL</b>	<b>30.5</b>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

Considerando la totalidad de las muestras, independientemente de las superficies de los sitios impactados, estadísticamente, para un número total de muestras (N muestral) de seiscientos noventa y tres (580) (donde se excluyen las muestras duplicadas), con un nivel de confianza del 99 %, el número de muestras representativas (en este caso para duplicados) es de aproximadamente siete (7), mientras que el número total de muestras duplicadas tomadas en campo y analizadas fue de treinta y seis (36), tomando en cuenta todos los sitios impactados. Nota: es importante indicar que este ejercicio de representatividad estadística se efectúa con la exclusiva finalidad de presentar al evaluador, en atención a la observación efectuada, que la submuestra tomada de 36 duplicados, para el control de la calidad analítica, resulta numéricamente representativa del universo de puntos de muestreo contemplados para toda el área de estudio que comprende los 13 sitios impactados.

Bajo las premisas y consideraciones anteriores consideramos que el número de muestras duplicadas serían suficientes para el control de la calidad analítica de los ensayos realizados por el laboratorio a cargo de los análisis del total de muestras de caracterización de los sitios impactados para la cuenca del río Corrientes.

Finalmente, se considera el 5 % de contramuestras como representativo considerando que se trata de trece sitios impactados (con más de seiscientos muestras de suelo) y con áreas de características similares afectadas por una misma actividad antrópica. Por ello el proyecto tomó la decisión de establecer este % de contramuestras, en acuerdo con FONAM (ahora PROFONANPE) y la empresa de Supervisión. Igualmente se indica que en el Plan de Muestreo aprobado para la caracterización de los sitios impactados manifestaba este porcentaje para muestras duplicadas y así fue presentado y validado por FONAM (ahora PROFONANPE), la empresa de Supervisión, el Grupo Técnico Ambiental.

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 13:**

La consultora, debe considerar lo Comentado por la DGCA del MINAM en la absolución de la observación N°08 que se refiere a determinación de puntos de



muestreo (Fase identificación y Fase de detalle) según la Guía de Muestreo de Suelo.

**Conclusión:** la observación N° 13 se considera NO ABSUELTA

#### 2.2.14. Ítem 3.6.1.3 "Agua superficial"

##### **OBSERVACIÓN N.º 14**

El PR, indica que la medición de caudal se realizó por tres métodos diferentes (correntómetro, volumétrico y flotador), por lo que se deberá de considerar lo siguiente

- Detallar los resultados de los tres métodos usados.
- Describir el criterio por cual realizó la elección del valor de caudal del método elegido o que otro criterio han sido usados para la determinación de los valores indicados en el cuadro 3-16.
- Detallar el significado de los guiones en el cuadro mencionado.

##### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 14:**

En atención a la observación N°14, se detalla los criterios y la metodología aplicada para el desarrollo de la determinación de caudales para el sitio S0112.

##### ❖ OBJETIVO

Establecer los lineamientos para la medición del caudal en las corrientes de agua natural o artificial.

##### ❖ ENTRADAS

###### ➤ Planillas de campo y documentación

- Registro de sección del cauce para determinación de caudales.
- Bitácora de campo
- Análisis de Riesgo: Caudales.

###### ➤ Materiales, herramientas y equipos

Para la Medición de Caudal en Cauces de Agua:

- Correntómetro,
- Cronómetro,
- Cinta métrica de al menos 50m,
- Varilla de unos 2 m o más,
- GPS,
- Musleras o botas de caña alta (para cuando se va a cruzar a pie un cauce de agua),
- Cuerda y aditamentos de seguridad (si se va a cruzar a pie un cauce de agua),
- Chaleco salvavidas (si se va a cruzar a pie un cauce de agua),
- Guantes de cuero o de hilo,
- Formato para Medición de Caudales.

###### ➤ Lineamientos generales



Para el sitio S0112 se ha elegido el método para la medición de caudal Correntómetro según observe las condiciones en campo y del cauce, para lo cual se ha aplicado este método por que se ha realizado un seccionamiento sobre el punto los puntos de aforo, sobre el cauce de la quebrada S0112.

➤ Para Método del Correntómetro:

- Evitar zonas de turbulencia y/o remolinos, cascadas con presencia de vegetación acuática, pedregosas
- Al sumergir un correntómetro el agua, la corriente debe llegar en forma perpendicular a las hélices del equipo.
- En el tramo recto elegido para la medición no debe presentarse confluencia alguna con otra corriente de agua.
- La elección del método para medir caudal dependerá de la profundidad y de la accesibilidad al cuerpo de agua; y de los riesgos a la integridad física que la medición conllevará.
- En caso no pueda medirse el caudal o se encuentre seco, deberá reportarse el motivo en el campo observaciones del Formato "Planilla de Calculo Caudales-Campo".
- Corresponde a trabajo de gabinete, el ingreso de datos del formato Planilla de Calculo Caudales-Campo.
- El método del correntómetro sólo se emplea si es posible cruzar a pie o en embarcación.
- El método de correntómetro no es posible usarlo si la profundidad del agua no cubre todas las hélices o donde la corriente de agua no las mueva; asimismo, si el lecho del agua contiene malezas o materiales que pudieran evitar el movimiento de las hélices.

❖ DESARROLLO

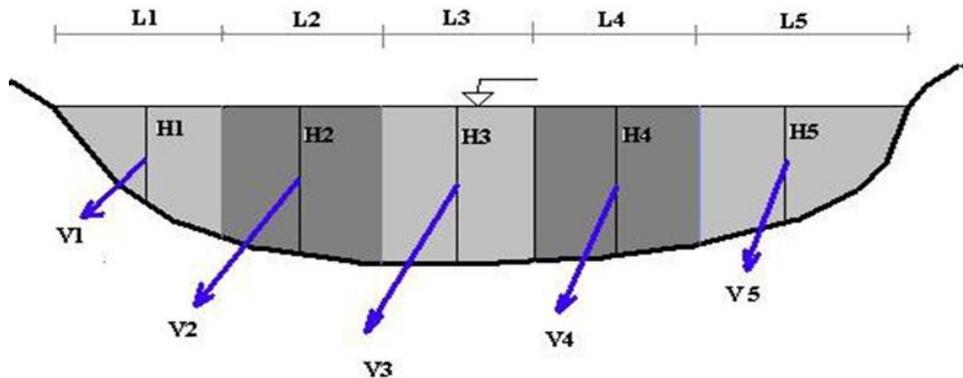
➤ Método del Correntómetro

Para desarrollar este método se deben realizar secciones en los que se calculan los caudales parciales que luego se sumarán para hallar el total. Para ello es necesario contar con los siguientes datos:

➤ Ancho:

Situarse en la orilla del agua y con una cinta métrica medir el ancho total del cauce. Utilizar un distanciómetro, si el cauce es mayor a 20 m y se emplea un bote. Anotar los datos en el Formato.

**Figura 3-Ob-14 Distribución de ancho del cauce a medir**



Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

➤ **Segmento:**

Dividir el ancho total en partes iguales (segmentos), según los siguientes criterios:

**Cuadro 3-Ob-14a Criterio de División de segmentos del cauce**

Ancho Total	Criterio
≤ 1m	Dividir en 3 partes iguales
> 1m y ≤ 5m	Dividir en 4 partes iguales
> 5m y ≤ 100m	Dividir en 5 partes iguales
> 100m	Dividir en 8 partes iguales

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

Asimismo, se debe indicar la cantidad y la profundidad de los segmentos.

➤ **Profundidad:**

Empleando el profundímetro del correntómetro graduado o varilla, medir la profundidad del agua en el punto medio del primer segmento y hacer lo mismo hasta completar todos los segmentos. Para la medición de la velocidad se deberá seguir los siguientes pasos:

- Configurar el correntómetro en m/s,
- Ingresar al río y posicionarse en el punto medio de cada segmento,
- Sumergir el correntómetro por la parte de las hélices
- Verificar en el display que la lectura sea estable
- Anotar las velocidades de las hélices deben ubicarse según las profundidades:

**Cuadro 3-Ob-14b Criterio de profundidad del cauce**

Profundidad Total	Criterio
≤ 1m	Ai 60% de la profundidad*
> 1m	Ai 20% de la profundidad*

Elaboración: Consorcio JCI-HGE /PROFONANPE, 2020.

\*Medido desde la superficie del agua hacia abajo.



➤ **Área y Caudal**

- Como trabajo de gabinete, ingresar todos los datos del formato y en la Planilla de Cálculo.
- La Planilla calcula el área y el caudal con las siguientes fórmulas:

$$A = b \times h \quad \text{y} \quad Q = A \times v$$

Donde:

A = área o sección (m<sup>2</sup>)

b = ancho del segmento (m)

h = profundidad correspondiente al segmento (m) Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s o l/s o m<sup>3</sup>/día)

v = Velocidad (m/s)

Tomar en cuenta lo siguiente:

El sensor se ubicará horizontalmente, siendo lo más importante que el sistema de sujeción del sensor utilizado (sensor del correntómetro) evite el movimiento brusco de la hélice durante las mediciones y no interfiera el flujo del agua.

➤ **Condiciones Atmosféricas Adversas**

Se suspenderán cuando observe que las condiciones no son adecuadas para realizar la actividad, por condiciones ambientales o por la geometría del lugar a explorar.

➤ **Comunicación de Resultados**

- Informar al jefe del proyecto y en su caso al Cliente sobre las condiciones detectados durante la inspección. El supervisor deberá tomar las medidas correctivas de acuerdo a las condiciones y/o prácticas subestándares presentados.
- Hacer recomendaciones en caso sea necesario corregir condiciones o prácticas subestándares.

❖ **HERRAMIENTAS**

Materiales, equipos y software en general:

- GPS marca GARMIN.
- Laptops.
- Cámaras digitales.
- Software ArcGis v10.5. Interpretación de datos SIG.
- Equipo hidrológico:
- Correntómetro FloWatch
- Pizarra acrílica
- GPS
- Wincha de 50 metros
- Flexómetro de 5 metros
- Jarra de 1 litro
- Cámara fotográfica
- Fichas de registro de campo

Cuadro 3-Ob-14c Correntómetro utilizado

Equipo	Descripción	Foto
Correntómetro Flow Water		

Elaboración: Consorcio JCI-HGE, 2020

En atención a la observación sobre el Cuadro 3-16 Caudales aforados en el sitio S0112 (Sitio 35) (época húmeda y seca) con relación a los guiones de mención de los aforos S0112-AF-03 y S0112-AF-04, que dichos datos no se registraron velocidad por lo que no se pudo determinar el caudal, puesto que el flujo se encontraba estático, esto se debió a que en la verificación de campo existía aportantes muy pequeños por lo que no se registró movimiento de rotación sobre el correntómetro de la hélice, lo cual nos indicaba que por la poca pendiente del lugar de dicho aportante este se encontraba sin movimiento de flujo.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N°14:**

La consultora, especificó la información correspondiente a la medición de caudales.

**Conclusión:** la observación N° 14 se considera ABSUELTA

#### **2.2.15. Ítem 3.6.1.3 Peces**

##### **OBSERVACIÓN N.º 15**

El PR, describe que se realizó el muestreo de peces aguas arriba y aguas abajo (2 puntos de muestreo), asimismo indica que dichos puntos se encuentran en el anexo 6.4, mapas 6.4.5, lo cual no concuerda con lo descrito en dicho mapa ya que solo menciona un punto de muestreo (Aguas Abajo), por lo que el PR deberá de realizar los ajustes a dicho mapa.

##### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 15:**

En atención a la observación del evaluador se indica que se corrigen los Anexos 6.4.5 y 6.4.6: Mapa de ubicación de puntos de muestreo de biología e hidrobiología del Sitio S0112 (Sitio 35) - Época húmeda y Época seca, incorporando ambos puntos de muestreo para peces, de acuerdo con las coordenadas presentadas en el PR, las cuales se ajustaron (a las coordenadas que se presentan en los referidos mapas) y que se muestra corregida a continuación:



Cuadro 3-24 Ubicación de estaciones de muestreo de peces

Código estación	Código de muestreo	Coordenada UTM WGS84		Hora	Sub componente	Estado trófico	Sustrato inorgánico (%)	Ubicación	Cobertura Veg. ribereña (%)	Conservación de hábitat
		Este(m)	Norte (m)							
S0112-Hb-001	S0112-Hb-Pec1-001	373 392	9 724 424	11:20	Necton	eutrófico	Arena 20, Limo 70, grava 10	Aguas amba	80	Medianamente perturbado
	S0112-Hb-Pec1-002	373 687	9 724 791	11:20	Necton	eutrófico	Arena 20, Limo 70, grava 10	Aguas amba	80	Medianamente perturbado

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / Profonampe-Fondo de Contingencia, 2020

Es importante indicar que se logró captura efectiva de muestras de Necton en el S0112 únicamente en el punto S0112-Hb-Pec1-001.

Los mapas corregidos se anexan a este informe de levantamiento de observaciones como:

- Anexo 6.4.5: Mapa de ubicación de puntos de muestreo de biología e hidrobiología del Sitio S0112 (Sitio 35) - Época húmeda
- Anexo 6.4.6: Mapa de ubicación de puntos de muestreo de hidrobiología del Sitio S0112 (Sitio 35) - Época seca

#### **Comentarios a la absolución de la observación N°15:**

La consultora, realizó los ajustes correspondientes a los códigos de muestreo.

**Conclusión:** la observación N° 15 se considera ABSUELTA

#### **2.2.16. Ítem 3.6.2 "Resultados de campo (época seca)"**

##### **OBSERVACIÓN N.º 16**

El PR, menciona en el cuadro 3-8 que se realizarán 38 sondeos para el muestreo de detalle, dicho valor no se ve reflejado al realizar la sumatoria del número de sondeos realizados en ambas épocas, ya que en la época húmeda se realizó 16 sondeos (Cuadro 3-13) y en la época seca 9 sondeos (Cuadro 3-25), dando un total de 25 sondeos de detalle (diferentes profundidades), el PR deberá detallar dichas diferencias entre el número de sondeo planificado y el número de sondeo ejecutado en campo.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N°16:**

En atención a lo observado, en la observación N°13 y 8 se precios lo siguiente. En la época húmeda se realizaron treinta y ocho (38) sondeos, distribuyéndose de la siguiente manera.

- Sondeo manual, se realizaron 22 sondeos.
- Sondeo con equipo, se realizaron 16 sondeos.



Es decir, en total se realizaron 38 sondeos.

Finalmente, en la época seca se realizaron 9 sondeos manuales complementarios, es decir, en total se realizaron 47 sondeos a detalle.

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 16:**

La consultora, debe considerar lo Comentado por la DGCA del MINAM en la absolución de la observación N°08 que se refiere a determinación de puntos de muestreo (Fase identificación y Fase de detalle) en cumplimiento a la Guía de Muestreo de Suelo.

**Conclusión:** la observación N° 16 se considera NO ABSUELTA

### **2.2.17. Ítem 3.6.3 "Resultados de laboratorio"**

#### **OBSERVACIÓN N.º 17**

El PR SO 112 indica la instalación de estaciones de muestreo de suelos para la época húmeda y época seca con la finalidad de ver el comportamiento de sustancias químicas presentes en la referida matriz ambiental y que corresponden a resultados de la Fase de Identificación detallado en el acápite Muestreo de Suelos del PR SO 112. Suponemos que los resultados del Cuadro 3-33 "Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época húmeda)" y Cuadro 3-34 "Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo (época seca)", corresponden a la etapa de identificación. De ser así, el PR debe presentar resultados del muestreo detallado de la Fase de Caracterización para estar acorde con la Guía para el Muestreo de Suelos, o indicar los criterios por lo que sólo se ha ejecutado la fase de identificación.

El cuadro 3-43 "Resumen de los resultados de laboratorio muestras de suelo para calidad agrícola o suelo agrícola" del PR, describe los Resultados de laboratorio de muestras de suelo para calidad agrícola, dichos puntos de muestreo no describen coordenadas, ni los objetivos de la medición, lo cual es fundamental para un mayor entendimiento de los resultados descritos.

El PR, no describe los resultados de cromo total, según lo estipulado en los términos de referencia, el cual si no se cuenta con regulación nacional deberá de ser comparado con normas internacionales (Canadá); por lo que en el PR deberá detallar dichos resultados.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N°17:**

En atención a la presente observación, las 47 muestras caracterizadas en la matriz suelo, de los cuales en la época húmeda se muestrearon un total de 38 muestras y en la época seca 9 muestras, la finalidad era investigar la presencia de contaminantes en los suelos mediante la toma de muestras representativas dentro de las áreas fuente, transporte, validación y área de potencial interés y siguiendo los criterios de ubicación en base a la topografía del terreno medios de transporte suelo y agua, una vez obtenidos los resultados analíticos se compararon con el ECA suelo y/o los Niveles de fondo.



De acuerdo con lo detallado en la observación N° 8 en cuanto al cálculo de la cantidad de puntos de muestreo de detalle, no se desarrolló un informe de identificación de sitios contaminados ya que ello correspondió al OEFA, todos los resultados presentados en los cuadros 3-33 y 3-34, corresponden a la caracterización en el sitio S0112.

Con relación a las muestras de suelo para calidad agrícola o suelo agrícola, se detalla lo siguiente:

En el Sitio S0112 (Sitio 35) se realizó chequeos de identificación (barrenos) para realizar la descripción, identificación y evaluación de las características de los suelos definidos en la referencia bibliográfica del EIA 20 pozos desarrollo y Facilidades de producción – Lote 1AB (PLUSPETROL, 2007).

Con respecto a los criterios de los puntos de muestreo se informa que dentro del área de evaluación se realizaron 04 muestreos de suelo, considerando las características diferenciales de la zona (tales como pendiente, relieve, tipo de cobertura, geología, entre otros); la profundidad fue establecida a criterio del especialista en campo ciñéndose al cambio de propiedades físicas (color, textura, entre otros) conforme aumentaba la profundidad del muestreo en el suelo; su ubicación se detalla en el Cuadro 3-Ob-17a.

#### Cuadro 3-Ob-17a Ubicación de los muestreos de suelo para caracterización

Código de la muestra	Coordenadas (wgs84)		Profundidad de muestreo
	Este	Norte	
S0112-SCA-019	373 570	9 724 305	0.30
S0112-SCA-020	373 529	9 724 656	0.90
S0112-SCA-021	373 568	9 724 221	0.90

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

En concordancia con lo descrito anteriormente, el sitio S0112 (Sitio 35), comprende dos unidades cartográficas de suelo de tipo asociación, las cuales se describen a continuación

- Asociación Bajjal - Aguajal (Bj-Ag), esta unidad cartográfica está formada por las unidades edáficas Bajjal (Aquic Udifluvents) y Aguajal (Typic Epiaquents), en una proporción de 60-40 %, se presenta en dos (02) fases por pendiente: plana a ligeramente inclinada (0 – 4 %) y moderadamente inclinada (4 – 8 %) (Ver Anexo 6.2 / Mapa 6.2.7: Mapa de suelos del sitio S0112 (Sitio 35).

Se caracterizan por ser suelos de buen desarrollo genético y con una clasificación de profundidad efectiva de clase moderadamente profundo, textura fina a moderadamente gruesa en profundidad (arcilloso a franco arenoso), lo cual le brinda un drenaje natural muy pobre, presenta un color marrón oscuro a gris negruzco, las modificaciones en el color del perfil se deben a la naturaleza de reducción presente en los horizontes.

En cuanto a su composición química, este suelo se caracteriza por una reacción neutra en superficie (pH 7.35) a ligeramente alcalina (pH 7.50); no presenta riesgo de salinidad (1.23 dS/m); la capacidad de intercambio catiónico es muy alta (38.4 a 42.2 meq/100 gr); los niveles de materia orgánica son altos (3.71 a 3.90 %), alto contenido de fósforo disponible (20.6



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

a 23.3 ppm) y niveles medios de potasio disponible (101.66 ppm), lo cual determina que la fertilidad natural de la capa arable sea media.

- Asociación Frontera - Colina (Ft-Co), Esta unidad cartográfica está formada por las unidades edáficas Frontera (Typic Hapludalfs) y Colina (Typic Hapludults), en una proporción de 60 - 40 %, se presenta en una (01) fase por pendiente: empinada (25 - 50%).

Comprende suelos de buen desarrollo genético con una profundidad efectiva de clase moderadamente profundo y una textura media a fina (franco a Arcilloso), lo que le brinda un drenaje natural bueno a algo excesivo, dependiendo de la gradiente del terreno y presenta un color pardo amarillento sobre pardo fuerte.

En cuanto a su composición química, este suelo se caracteriza por una reacción extremadamente ácida (pH < 4.0); los niveles de materia orgánica son de alto a medio (3.0 a 2.2 %), bajo contenido de fósforo disponible (< 3 ppm), lo cual determina que la fertilidad natural de la capa arable sea baja (PLUSPETROL, 2007).

Finalmente, en relación con los resultados del parámetro cromo total, en el Cuadro 3-Ob-17b, se muestran los resultados.

Cuadro 3-Ob-17b Parámetros para la matriz suelo analizados

Table with columns for 'General Soil Quality' and 'Units of Analysis'. It lists various soil parameters such as pH, C, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, and Cr across different soil types and locations.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Table with columns for 'Cauda Soil Quality', 'ECA-Suelo', 'VEMA', 'Unidad de Análisis', 'Temporada', 'Código de muestra', and various chemical elements like Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo, etc.

Fuente: AGO Peru S.A.C.
Nota: La comparación inicial de todos los resultados se realizó con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Suelo), en caso algún parámetro no cuente con estándar, empleamos los estándares de Cauda Soil Quality. Finalmente si en este norme no hay estándar calculamos los VEMA, para este último se tuvo en cuenta lo siguiente: DUEP Datos de Referencia, PC=Peso corporal (72 kg, que es el peso estándar para un niño) y T= Tasa de ingesta (200 mg x día) las magnitudes obtenidas por este método dan mucho de las magnitudes que regularmente se presentan para elementos o contaminantes equivalentes.

Legenda:
No cumple los Estándares: ECA-Suelo o Soil Quality Guatemalteco
Cumple los Estándares: ECA-Suelo o Soil Quality Guatemalteco
(1) Promedio no medido
(2) No hay estándar de comparación

(1) Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) / Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health
(2) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons 2010 / Table 1: Soil Quality Guidelines for Carcinogenic and Other PAHs, from CCME
(3) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons 2010 / Table 2: Soil Quality Guidelines for Carcinogenic and Other PAHs, from CCME.

Elaboración: Consorcio JCIHGE / PROFONANPE, 2020.

Comentarios a la absolución de la observación N° 17:

La consultora, debe considerar lo Comentado por la DGCA del MINAM en la absolución de la observación N°08 que se refiere a determinación de puntos de muestreo (Fase identificación y Fase de detalle) según la Guía de Muestreo de Suelo.

Conclusión: la observación N° 17 se considera NO ABSUELTA

2.2.18. Interpretación de los resultados, Ítem 3.7.1 "Suelos"

OBSERVACIÓN N.º 18

El PR, menciona que se realizaron las comparaciones de los parámetros de los contemplados en el ECA de suelo, con la normativa de Canadá y Ecuador, asimismo en el cuadro 3-45 realizó las comparaciones con dichas normas, pero no precisa ni describe el número de norma utilizada ni el año de aprobación, lo cual se requiere para verificar si estas se encuentran vigentes a la actualidad.

Por otro lado, es necesario que la comparación se realice de manera individual por punto de muestreo, o especificar motivo por el cual se ha realizado promedios de los datos de cada parámetro y estos ser comparados con las diferentes normas en el cuadro 3-45 del PR.

Respuesta de la Consultora a la observación N° 18:

En atención a presente observación, se precisa lo siguiente:

Todas las muestras de suelo presentados en la época húmeda y seca, prevaleció la comparación inicial el ECA-Suelo (D.S. 011-2017-MINAM), si en esta normativa nacional no presenta estándares para algunos parámetros, se utiliza una normativa Internacional, si finalmente en esta última normativa no se cuenta con estándares, se calcularon los VEMA.

Aclara que no se realizaron promedio de los datos de cada parámetro. Asimismo, la elaboración del cuadro 3-45, Estadística de valores no contemplados en normas peruanas sitio S0112 (Sitio 35), el desarrollo es referencial no incide para determinar excedencias ni en el ERSa, es decir es un



análisis particular que se hizo con la finalidad de verificar la ocurrencia espacial conjunta.

En el Cuadro 3-Ob-17b de la observación N°17, se muestran los parámetros para la matriz suelo analizados.

Atendiendo la solicitud de información de las normas, a continuación, se indica para cada matriz:

#### Suelo

- ECA -Suelo, diciembre 2017.
- Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health, septiembre 2007

#### Sedimento

- Estándares Canadá ISQG Agua dulce, 2003.
- Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (Nova Scotia Environmental), 2014.
- Dutch Target and Intervention Values, 2000.

#### Agua superficial

- ECA-Agua, 2017
- Environmental Quality Guidelines for Alberta Surface Waters, 2014
- Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (Nova Scotia Environmental), 2014.
- Ministerio del Ambiente – Ecuador: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, Tabla 3, 2002.
- Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico, 2016.

#### Agua subterránea

- Alberta Tier 1 soil and Groundwater Remediation Guidelines, 2016
- Dutch Target and Intervention Values, 2000
- Ministerio del Ambiente – Ecuador: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, Tabla 3, 2002.

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 18:**

La consultora, especifica las normativas utilizadas en la comparación de resultados de los diferentes componentes muestreados.

**Conclusión:** la observación N° 18 se considera ABSUELTA

### **2.2.19. Interpretación de los resultados, Ítem 3.7.1 "Suelos"**

#### **OBSERVACIÓN N.º 19**

El PR, describe que se analizaron 87 muestras de suelo, de las cuales 69 muestras se captaron en época húmeda y 18 muestras en época seca, dicho total no guarda coherencia con lo descrito en el punto D. "Muestras duplicadas" (3.6.1.1), el cual menciona 88 muestras enviadas al laboratorio.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 19:**



En atención a lo observado se corrige el ítem D. Muestras Duplicadas, reemplazándose por lo siguiente:

#### **D. Muestras Duplicadas**

El número de muestras duplicadas correspondió a un 5 % del total de muestras de suelo. En ese sentido, del total de 87 muestras enviadas al laboratorio AGQ, 5 muestras adicionales fueron enviadas al laboratorio SGS para su respectivo análisis.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 19:**

La consultora, realizó las modificaciones correspondientes de la redacción de números de muestras.

**Conclusión:** la observación N° 19 se considera ABSUELTA

#### **2.2.20. Ítem 3.7.6.1 "Descripción", literal A. "Riqueza de especies con uso potencial"**

#### **OBSERVACIÓN N.º 20**

El PR, menciona en el registro de flora, que se identificaron ocho especies correspondientes a siete familias y seis ordenes, al constatar esta información con lo descrito en el cuadro 3-49, se puede visualizar ocho especies correspondiente a siete familias y cinco órdenes, siendo inconsistente el número de ordenes descrito con lo detallado en el cuadro en mención, por lo que el PR deberá de especificar dicha inconsistencia.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 20:**

En relación con la observación N°20, se menciona inconsistencia, por lo que se verificó corrigiendo el detalle del cuadro correspondiente en el ítem 3.7.6.1. Flora, mencionando que los registros obtenidos en campo fueron de ocho (08) especies, incluidos en siete (07) familias y en cinco (05) órdenes. Sin embargo en el cuadro en mención, se ha incluido información secundaria del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Perforación de 20 Pozos de Desarrollo y Yacimientos: Carmen Noreste, Huayurí Norte, Huayurí Sur, Shiviycu Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuarí Sur Lote – 1AB (aprobado por R.D. 394-2008-MEM/AAE), que presenta una contribución de 62 especies con uso potencial distribuidas en 27 familias botánicas en los bosques de colinas bajas cercanos al sitio S0112 (Cuadro 3-Ob-20).

#### **Cuadro 3-Ob-20 Lista de especies de flora registrada con uso potencial e importancia en conservación**

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de conservación			Maderable		Derivados de madera y otros Usos	Registro
			IUCN	DS N°943-2006-AG	CITES	Categoría de Madera	Valor (S/.)		
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Casho	-	-	-	-	-	Medicinal	Registro S0112
Annonaceae	<i>Anaxagorea sp.</i>	Espintana	-	-	-	E	1	Madera aserrada	Información secundaria
Annonaceae	<i>Duguetia quitarensis</i>	Tortuga Caspi	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Annonaceae	<i>Guatteria sp.</i>	Carahuasca	-	-	-	-	-	Vivienda	Información secundaria
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i>	Aguaje	-	-	-	-	-	Frutos, Alimento, Bebida	Registro S0112
Apocynaceae	<i>Aspidosperma nitidum</i>	Remo caspi	-	-	-	E	1	Construcción de remos	Información secundaria
Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i>	Leche huayo	LC	-	-	-	-	Latex	Información secundaria
Apocynaceae	<i>Parahancornia peruviana</i>	Naranja podrido	-	VU	-	-	-	Frutos, Alimento, Bebida	Información secundaria
Aquifoliaceae	<i>Ilex guayusa</i>	Huayusa	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i>	Ungurahui	-	-	-	-	-	Frutos, alimento, bebida, aceite	Información secundaria
Bignoniaceae	<i>Mansoa alliacea</i>	Ajo sacha	-	NT	-	-	-	Maderable	Registro S0112
Boraginaceae	<i>Cordia allodora</i>	Chullachaqui	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>	Chuchuhuasi	LC	NT	-	-	-	-	Información secundaria
Chrysobalanaceae	<i>Licania brittoniana</i>	Apacharama	-	-	-	E	1	-	Información secundaria
Chrysobalanaceae	<i>Licania sp.</i>	Parinari	-	-	-	-	-	Vivienda	Información secundaria

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de conservación			Maderable		Derivados de madera y otros Usos	Registro
			IUCN	DS N°943-2006-AG	CITES	Categoría de Madera	Valor (S/.)		
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Lagarto caspi	LC	-	-	C	4	Chapas decorativas	Información secundaria
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	Azúfre caspi, Brea	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	Yaoushapana	LC	-	-	E	1	Madera aserrada	Información secundaria
Combretaceae	<i>Terminalia amazonia</i>	Yaoushapana	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Euphorbiaceae	<i>Hevea brasiliensis</i>	Shiringa	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Hypericaceae	<i>Vismia macrophylla</i>	Pichirina	LC	-	-	E	1	-	Información secundaria
Lauraceae	<i>Aniba sp.</i>	Moena	-	-	-	C	4	Madera aserrada	Información secundaria
Lauraceae	<i>Nectandra sp.</i>	Moena blanca	-	-	-	C	4	-	Información secundaria
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i>	Moena negra	LC	-	-	C	4	-	Información secundaria
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	Cuchimoena	-	-	-	E	1	Madera aserrada	Información secundaria
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	Moena canela	-	-	-	C	4	-	Información secundaria
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i>	Moena amarilla	LC	-	-	C	4	-	Información secundaria
Lecythidaceae	<i>Eschweilera sp.</i>	Machimango	-	-	-	E	1	Vivienda, puertas marcos, ventanas	Información secundaria
Leguminosae	<i>Amburana cearensis</i>	Ishpingo	EN	-	-	C	4	Madera aserrada	Información secundaria
Leguminosae	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Tornillo	-	-	-	C	4	Madera aserrada	Información secundaria
Leguminosae	<i>Erythrina sp.</i>	Amasisa	-	-	-	-	-	Medicinal	Registro S0112
Leguminosae	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Azúcar huayo	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de conservación			Maderable		Derivados de madera y otros Usos	Registro
			IUCN	DS N°043-2006-AG	CITES	Categoría de Madera	Valor (S/.)		
Leguminosae	<i>Inga aria</i>	Shimbillo colorado	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Leguminosae	<i>Inga edulis</i>	Guaba	LC	-	-	-	-	Alimentario	Registro SO112
Leguminosae	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	-	-	-	-	-	Frutos, alimento, bebida	Información secundaria
Leguminosae	<i>Machaerium inundatum</i>	Aguano	LC	-	-	E	1	-	Información secundaria
Leguminosae	<i>Myroxyton balsamum</i>	Estoraque	-	-	-	E	1	Madera aserrada	Información secundaria
Leguminosae	<i>Schizolobium sp.</i>	Pashanco	-	-	-	E	1	Tripley-muebles	Información secundaria
Leguminosae	<i>Vatairea guianensis</i>	Mari mari	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Leguminosae	<i>Pterocarpus sp.</i>	Palisangre	-	-	-	D	2	-	Información secundaria
Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i>	Huimba	-	-	-	E	1	Madera aserrada	Información secundaria
Malvaceae	<i>Mafisia bicolor</i>	Zapotillo	-	-	-	-	-	Frutos, alimento	Información secundaria
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Topa	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao de monte	-	-	-	-	-	Alimentario	Registro SO112
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	VU	VU	II	B	30	Madera aserrada	Información secundaria
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	VU	VU	II	A	50	Maderable	Registro SO112
Meliaceae	<i>Guarea sp.</i>	Requia	-	-	-	E	1	Vivienda, puertas marcos, ventanas	Información secundaria
Moraceae	<i>Ficus anthelminthica</i>	Ojé	LC	-	-	E	1	-	Información secundaria
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Oje	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de conservación			Maderable		Derivados de madera y otros Usos	Registro
			IUCN	DS N°043-2006-AG	CITES	Categoría de Madera	Valor (S/.)		
Moraceae	<i>Ficus trigona</i>	Renaoc	LC	-	-	D	2	-	Información secundaria
Moraceae	<i>Naucleopsis krakovii</i>	Motelo chaqui	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Moraceae	<i>Perebea guianensis</i>	Chimicua	LC	-	-	E	1	-	Información secundaria
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i>	Cumala colorada	-	-	-	C	4	Madera aserrada	Información secundaria
Myristicaceae	<i>Otoba glycyarpa</i>	Aguanillo	LC	-	-	E	1	-	Información secundaria
Myristicaceae	<i>Virola peruviana</i>	Cumala blanca	LC	-	-	C	4	Madera aserrada, corteza	Información secundaria
Myrtaceae	<i>Campomanesia lineatifolia</i>	Papelillo	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Nyctaginaceae	<i>Neea parviflora</i>	Palometa huayo	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Oleaceae	<i>Minqvaria guianensis</i>	Huacupú	NT	-	-	-	-	-	Información secundaria
Polygonaceae	<i>Triplaris poeppigiana</i>	Tangarana	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Capirona	-	-	-	D	2	-	Información secundaria
Rubiaceae	<i>Chimarrhis hookeri</i>	Purra caspi	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Rutaceae	<i>Citrus limon</i>	Limón	-	-	-	-	-	Alimento	Registro SO112
Sapindaceae	<i>Talisia sylvatica</i>	Pinshacayyo	LC	-	-	-	-	-	Información secundaria
Sapotaceae	<i>Lucuma sp.</i>	Caimitillo	-	-	-	-	-	Madera aserrada, frutos, alimento	Información secundaria
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla colorada	-	VU	-	E	1	-	Información secundaria
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.</i>	Quinilla	-	-	-	E	1	-	Información secundaria

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de conservación			Maderable		Derivados de madera y otros Usos	Registro
			IUCN	DS N°043-2006-AG	CITES	Categoría de Madera	Valor (S/.)		
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Marupa	LC	-	-	E	1	Madera aserrada	Información secundaria
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Cetico	-	-	-	-	-	Hojas, pulpa para papel	Información secundaria
Urticaceae	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uvilla	LC	-	-	-	-	Frutos, alimento, bebida	Información secundaria
Urticaceae	<i>Pourouma sp.</i>	Uvilla	-	-	-	E	1	-	Información secundaria

Lista roja de la IUCN (2020-2): LC (Preocupación menor), NT (Casi amenazado), VU (Vulnerable), EN (En peligro).

DS N°043-2006-AG (Categorización de especies Amenazadas de Flora Silvestre): NT (Casi amenazado), VU (Vulnerable).

CITES (26 noviembre 2019): Apéndice II

Categoría y valor de madera según R.M. N° 107-2000-AG

Fuente: EIA Proyecto de Perforación de 20 Pozos de Desarrollo y Yacimientos: Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviyaou Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuari Sur Lote - 1AB (aprobado por R.D. 394-2008-MEM/AE) - Folios 0532 al 0534 (Derivados de madera, otros usos e información secundaria)

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2020.



### **Comentarios a la absolución de la observación N° 20:**

La consultora, realizó las aclaraciones correspondientes en relación a la flora identificada en el área de estudio.

**Conclusión:** la observación N° 20 se considera ABSUELTA

### **2.2.21. Ítem 3.7.7.1 "Fitoplancton", literal A. "Composición de especies"**

#### **OBSERVACIÓN N.º 21**

El PR, en el punto A del ítem 3.7.7.1, realiza una descripción de la misma época, entendiéndose que hay un error de redacción, debido que los párrafos descritos corresponden a la época seca y época húmeda, como se registra en el cuadro 3-53 "Número de especies de fitoplancton por estación de monitoreo" el PR, por lo que deberá de realizar las modificaciones necesarias para la corrección correspondiente.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 21:**

En atención a la observación del evaluador se indica lo siguiente:

Se corrige el texto al que se hace referencia en la observación, quedando de la siguiente manera:

#### 3.7.7 Hidrobiología

##### 3.7.7.1 Fitoplancton

##### A. Composición de especies

En la época húmeda, se determinaron 14 especies de fitoplancton, destacando el Phylum Bacillariophyta con 6 especies representando el 46,15 % de dominancia, seguida por las Euglenophyta con 3 especies (23,07 %). La estación de monitoreo mejor representada fue S0112-HB-FIT1-001 con 13 especies, mientras que la estación S0112-HB-FIT1-002 registró 7 especies de fitoplancton.

En la época seca, se determinaron 13 especies de fitoplancton, destacando el Phylum Bacillariophyta con 6 especies representando el 57,14 % de dominancia, seguida por las Cyanobacteria y Euglenophyta con 3 especies cada uno (21,43 %). En ambas estaciones de monitoreo se registró el mismo número de especies de fitoplancton, para la época seca.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 21:**

La consultora, realizó las correcciones de redacción en el desarrollo del punto **A. Composición de especies.**

**Conclusión:** la observación N° 21 se considera ABSUELTA

### **2.2.22. Ítem 3.8 "Delimitación del sitio impactado (técnico y topográfico) y estimación de áreas y volúmenes" El PR del Sitio S0112 ha efectuado los cálculos para**



determinar el volumen de suelo contaminado por las fracciones F2 y F3 y ha determinado como resultado un volumen total de 293 469.35 m<sup>3</sup> de suelo contaminado aproximadamente, conforme se puede apreciar en el cuadro 3-70.

## **OBSERVACIÓN N.º 22**

El PR debe considerar, para el cálculo del volumen total de suelo contaminado, la siguiente información: i) tipo y cantidad de arcilla presente en el sitio S0112; ii) cantidad de materia orgánica presente en el Sitio S0112; iii) presencia de óxidos de hierro o manganeso en el Sitio S0112; iv) estimar cantidad de contaminantes adsorbidos a las arcillas o materia orgánica.

Asimismo, la delimitación realizada del sitio es muy sesgadas, debido a que no existe puntos de muestreo fuera del perímetro de la delimitación del sitio impactado (figura 3- 29 y figura 3-30), que corrobore la extensión de las excedencias de los diferentes puntos de muestreo realizado en ambas épocas, toda vez que los resultados obtenidos de las muestras exceden la normativa. Genera incertidumbre delimitar un área solo con puntos de excedencias y sin ningún punto de referencia que delimite el sitio el cual cuya concentración debe de estar por debajo de la norma (ECA de suelo) para una adecuada estimación del área y volumen a ser remediado.

Es preciso recalcar que se requiere realizar la evaluación a detalle de los puntos de muestreo con excedencias, con la finalidad de determinar la extensión de los mismos, para una adecuada delimitación del sitio impactado, así como el área y volumen a ser remediados.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N°22:**

En atención a la observación N°22 que presenta el evaluador, se señala lo siguiente:

Es importante señalar que para estimar el volumen de suelo contaminado no se requiere determinar el tipo de arcilla, contenido de materia orgánica o los datos de óxidos de hierro o manganeso. Para esta etapa de factibilidad se determina la superficie contaminada (horizontal y verticalmente) con base en los resultados de laboratorio principalmente, además de la caracterización en campo (evidencias en campo, Modelo Conceptual, etc).

Para sustentar lo anterior, la figura siguiente representa las isoconcentraciones según la profundidad encontrada para los parámetros de fracciones de hidrocarburos F2 y F3. Los puntos que no presentaron excedencias permitieron la delimitación final de la poligonal.

Por otra parte, de acuerdo con estudios del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) las arcillas son dominantes en los suelos de la selva, lo cual resulta coherente por la formación geológica que corresponde a depósitos aluviales recientes (cuaternario), producto de las dinámicas de sedimentación. De las arcillas, son la caolinita y la montmorillonita las que comúnmente se encuentran en estos ambientes de selva.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Para los fines del presente estudio es relevante considerar que se trata de sitios impactados con más de 10 años de antigüedad, meteorizados y lavados, por lo cual no parece pertinente realizar una discriminación en cuanto al tipo de arcilla, y que el tipo y cantidad de arcilla, o la cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro o manganeso o la estimación de la cantidad de contaminantes adsorbidos a las arcillas o materia orgánica en el este sitio impactado, no tienen influencia sobre los volúmenes de suelo a tratar.

Figura 3-26 Modelamientos de Isoconcentraciones - Fracción de hidrocarburos F2

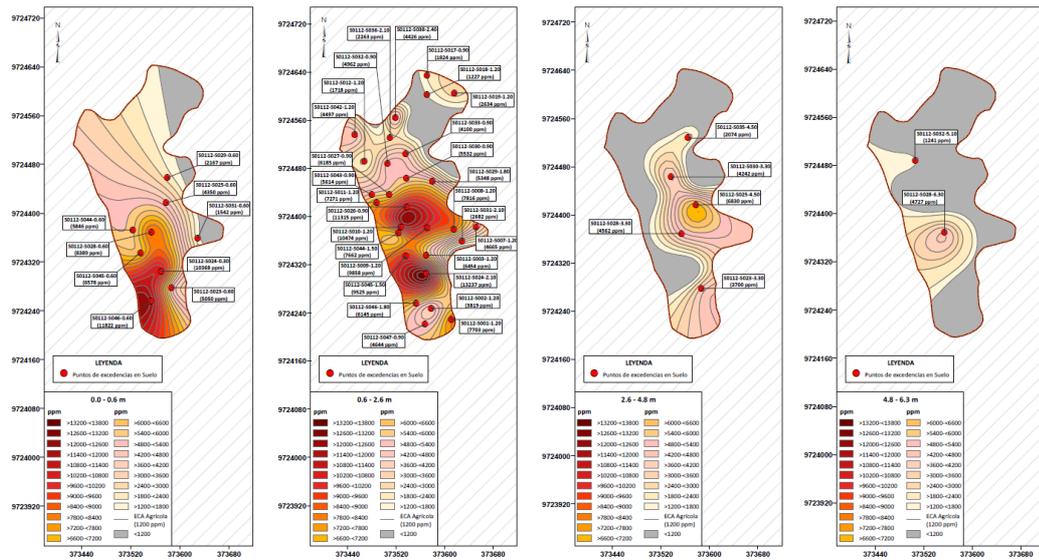
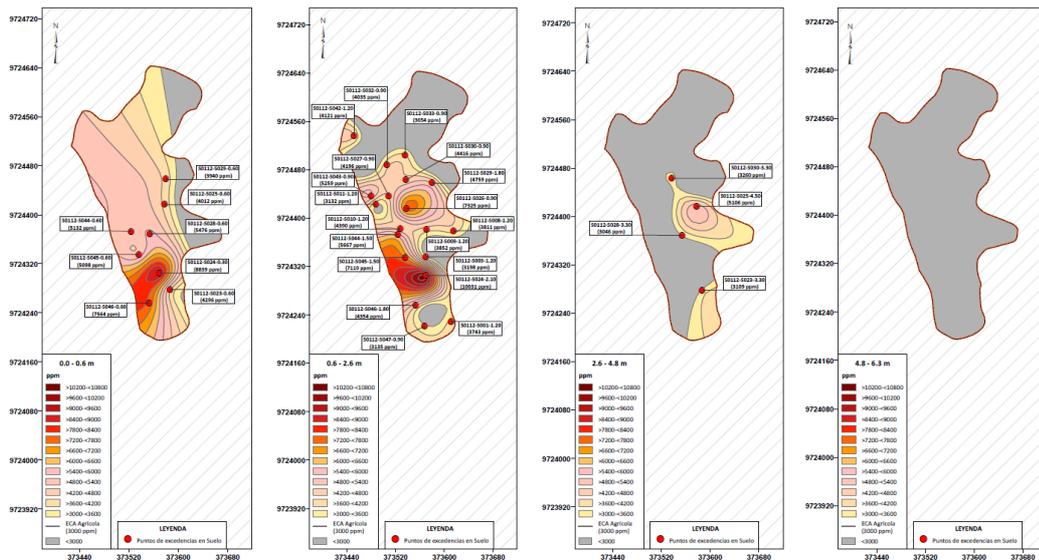


Figura 3-27 Modelamientos de Isoconcentraciones - Fracción de hidrocarburos F3



Los ensayos de TCLP (lixiviados) realizados a las muestras de suelo arrojaron la no lixiviación de metales, lo cual se explica de dos maneras: los metales ya no están en la matriz de suelo en el sitio impactado y fueron lavados del



contaminante, percolaron al subsuelo o trasladados superficialmente por escorrentía y transportados a otra matriz ambiental (agua superficial o subterránea); los metales están fuertemente adsorbidos a las arcillas y a la materia orgánica, formando complejos insolubles y no biodisponibles.

La aplicación de tecnologías de remediación en selva, dadas las complejas condiciones ambientales de estos ecosistemas y a la dificultad de acceso, deben ser aplicadas al pool de contaminantes con una composición similar. Básicamente se consiguen compuestos orgánicos (fracciones de hidrocarburo, BTEX, HAPS y Aceites y Grasas) e inorgánicos (metales pesados, metaloides u otros elementos) y los tratamientos o tecnologías propuestas van orientados a dar solución (desactivar el riesgo) a estos grupos de contaminantes.

Los resultados de calidad agrícola para el sitio impactado S0112 (sitio 35) fueron efectuados y se presentaron en los anexos del PR, específicamente en el Anexo 6.10.3. Se presentan en estos resultados el contenido de microelementos como el Hierro, el Zinc, el Manganeso y Cobre, así como también el contenido de materia orgánica, relación C/N y la CIC.

Finalmente, las tecnologías de remediación no son tan dependientes del tipo de arcilla, más si de textura y de la humedad en el suelo a ser tratado, entre otras cosas. Durante la etapa de desarrollo de las pruebas piloto y de la ingeniería de detalle se focalizará un análisis del suelo que permitan ajustar las especificaciones de la formulación en la aplicación de la técnica de remediación por desorción térmica. Consideramos que seguramente hay una interpretación equivocada en el desarrollo de la observación, con relación a la estimación de contaminantes adsorbidos a las arcillas o materia orgánica.

Por otra parte, el evaluador señala que la delimitación realizada en el Sitio S0112 se encuentra muy sesgado, debido a que no existe puntos de muestreo fuera del perímetro de la delimitación del sitio impactado. No obstante, en la observación N°08 se explicó la cantidad de puntos de muestreo de detalle, precisando que los sondeos realizados en la época húmeda se encuentran dentro del Área de Potencial Interés y que en la época seca se realizaron sondeos próximos a la perimetral del área y/o próximos a las excedencia de esta primera campaña con la finalidad de definir la poligonal (Ver Figura 3-Ob-8a Mapa de delimitación del Área de Potencial Interés sitio S0112 (sitio 35), presentado en la observación N°08). A su vez, se realizaron sondeos (época seca) próximos a los piezómetros para determinar el origen geogénico.

Téngase en cuenta que, la caracterización del sitio impactado se efectúa con base en un modelo conceptual que se desarrolla a partir de:

- Información levantada durante el reconocimiento
- Revisión de la información histórica del sitio (OEFA, Pluspetrol, etc.)
- Evaluación, interpretación y análisis por equipo de expertos de la consultora
- Punto de localización del sitio impactado y poligonal suministrada por FONAM (ahora PROFONANPE)

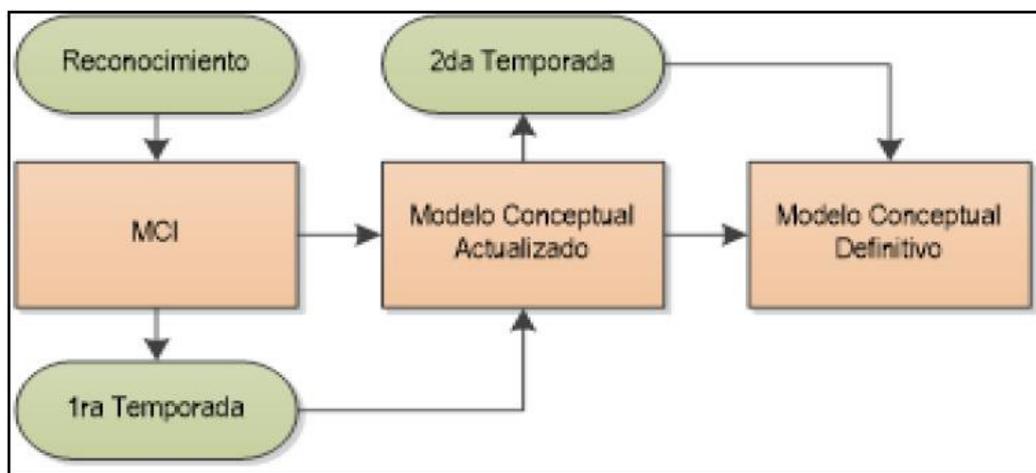
La caracterización del sitio impactado se focaliza en el Área de Potencial Interés (API), que para efectos del Plan de Rehabilitación comprende la suma de las

diferentes áreas que determinan, a modo de hipótesis preliminar (modelo conceptual sinóptico), véase la Figura 3-Ob-8a de la Observación N°08:

- Área fuente
- Área transporte
- Área validación
- Área potencialmente impactada

La caracterización contempló el levantamiento de información durante dos épocas (húmeda y seca). La información levantada en campo y procesada en laboratorio sirvió como base para la delineación del sitio impactado, como se observa en su forma definitiva (ver Figura 3-Ob-22).

**Figura 3-Ob-22 Proceso del modelo conceptual**



A partir del análisis e interpretación de los resultados de la caracterización durante la época seca, sumado a la determinación de criterios técnicos que permitieran entender lo ocurrido y lo que dio origen al sitio impactado (barreras naturales: como ríos, pendientes, etc.; barreras antrópicas: carretera, dique, etc.) se definió la poligonal resultante.

La determinación del volumen de suelo contaminado (que no es igual que el volumen a remediar) se efectúa a partir de la aplicación de herramientas de interpolación para el análisis espacial, que tiene como resultado el modelo de isoconcentraciones. Esta es el volumen potencial (mayor volumen) de suelo contaminado.

Con el análisis de ERSa se determinan los niveles de remediación objetivo. Se acordó el uso del nivel de ECA para suelo agrícola para la remediación. Con esta información se ejecuta un nuevo análisis espacial, donde se determinan, de los contaminantes de preocupación identificados (que no son necesariamente todos los que presentaron excedencias), las superficies (por cada profundidad de intervención) de suelo contaminado que serán objeto de remediación. Para el caso del S0112, los contaminantes de preocupación que generan un riesgo a la salud humana y al ambiente son las fracciones de hidrocarburos, F2, F3, algunos Haps y BTEX.



Las tecnologías de remediación, al tratarse de ambientes de selva, con una considerable dificultad para la implantación y ejecución de un proceso de remediación, deben (de acuerdo con el criterio de la consultora) estar orientados al tipo de contaminantes encontrados con mayor ocurrencia (los que representativamente se expresan en la poligonal definida). En el caso del S0112 se determinó que la fuente de contaminación es orgánica, básicamente para las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, algunos puntos con Haps (naftaleno, benzo-a-antraceno, benzo-b-fluoranteno, fenantreno y fluoreno) y BTEX (Benceno), también de composición orgánica y también se consideran contaminantes de preocupación con riesgo a la salud y al ambiente.

Se presentan algunos puntos con excedencias en metales, en los cuales, algunos de ellos (en especial el B, Se y TI) se corresponden con un origen geogénico, lo cual se confirma con los resultados de los análisis de fondo. En otros casos, se evidencia Pb (4 muestras), Ni (4 muestras), Cr (8 muestras) y V (6 muestras), con excedencias, de un total de 83 muestras en 47 puntos de muestreo. Cuando se evalúa la concurrencia de estos hallazgos de estos metales con las fracciones F2 y F3 (de las que se presume es su fuente) se reducen las cantidades de la siguiente manera: Pb (3 muestras), V (1 muestra), Ni (2 muestras) y Cu (2 muestras). Esto pudiera indicar que ciertas excedencias no tienen como fuente el mismo evento o que distintos procesos de lavado, transporte o migración de estos metales han tenido lugar en el mismo sitio impactado. Sin embargo, estos metales (aparte de los considerados como de origen geogénico), dadas sus concentraciones y ocurrencia, no se consideran contaminantes de preocupación ni tienen incidencia de riesgo sobre la salud humana o el ambiente. Por lo anterior, y aun cuando se presentaron ciertas excedencias fuera de la poligonal resultante para el sitio impactado S0112, estas no incidieron en la determinación de dicha poligonal, ya que su forma se delineó con base en los contaminantes predominantes de origen orgánico, específicamente las fracciones de hidrocarburos F2 y F3.

En relación con el cálculo del área y volumen a remediar, este análisis se desarrolla en el ítem 4 Evaluación de los impactos y/o riesgos para el ambiente y la salud de las personas.

Finalmente, se cuenta con un mapa de excedencia de muestreo de suelos ambas épocas, el cual se muestra en el anexo 6.4 / Mapa 6.4.1.1 – Mapa de excedencias de suelo del sitio S0112 (Sitio 35)-época húmeda y seca.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 22:**

La consultora realizó las aclaraciones correspondientes al cálculo del volumen total de suelo contaminado, así como los criterios que involucran en el cálculo del volumen, en adición a ello deberá de considerar lo Comentado por la DGCA del MINAM en la absolución de la observación N°08 que se refiere al tipo de muestreo realizado.

**Conclusión:** la observación N° 22 se considera ABSUELTA

#### **OBSERVACIÓN N.º 23**

EL PR, muestra los resultados de los diferentes puntos de muestreo de suelo, los cuales también se ven reflejados en el anexo 6.4.1, mapa 6.4.1 "mapa de



ubicación de puntos de muestreo de suelos y niveles de fondo del sitio S0112 (sitio 35) - época húmeda", en el cual se visualiza la excedencia de metales en los puntos S0112-S021, S0112-S009, S0112-S017 y S0112-S018, por lo que el PR deberá de describir si se ha realizado el cálculo del volumen a remediar con excedencias de metales o estos son parte del volumen determinado para las fracciones de hidrocarburo.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 23:**

En atención a lo indicado por el evaluador se indica lo siguiente:

Los sitios impactados se ubican en sitios de difícil acceso, en ambientes complejos y con un equilibrio dinámico donde cualquier intervención no planificada redundaría en mayores perturbaciones y en la posible activación de procesos de transporte, transformación, meteorización, que se desean evitar. Para la selección de tecnologías de remediación, entre otras cosas, se evalúa la presencia de contaminantes con mayor ocurrencia, los que en definitiva delinearán la caracterización y el análisis de riesgo.

De acuerdo con estos resultados se proponen metodologías de remediación que vayan orientadas a incidir sobre grupos de contaminantes, en este caso del sitio S0112, los componentes orgánicos y muy específicamente las fracciones de hidrocarburos F2 y F3. En este sentido se planteó la tecnología aplicar para el volumen de suelo impactado, basado en el tratamiento de contaminantes orgánicos, bajo la aplicación de Desorción Térmica.

Los metales encontrados en 4 puntos de muestreo (como se indica en la observación) versus un universo de 47 puntos de muestreo, fueron encontrados a una profundidad cercana o superior a 1 metro. Lo cual está un poco más abajo de la profundidad de remediación (requerida para la desactivación del riesgo) y no es parte del volumen estimado de suelo a ser remediado.

Como premisa para el sitio S0112 se tiene:

- El evento que dio origen al sitio impactado ocurrió hace más de 15 años
- Los contaminantes mayoritariamente son F2 y F3. Son fracciones meteorizadas, recalcitrantes de petróleo - El tipo de suelo arcilloso dificulta la movilidad de este tipo de contaminantes incluso de metales, los cuales se encuentran en complejos o ligandos químicos conjuntamente con la materia orgánica o adheridos a las arcillas, entre otros procesos que pudieron tener lugar en la medida en que se lavaban los metales del petróleo derramado - Se considera la existencia de una capa impermeable de arcillas a > 12-15 m de profundidad, lo que hace que este material (orgánicos e inorgánicos) prácticamente esté encapsulado en este sitio
- Efectivamente, por procesos de regeneración y sucesión natural pueden desarrollarse especies de porte arbóreo que puedan desarrollar raíces a más de un metro. No obstante, las fracciones de hidrocarburo no son asimiladas a través del sistema radicular de árboles, como sí podría ocurrir con algunos metales. Y en caso de hacerlo, efectivamente serían unos receptores pasivos. Pero se reitera, son contadas especies vegetales (la bibliografía refiere por ejemplo a "Eichornia" o Lirio de agua, planta acuática que puede subsistir en crudo) que pudieran incorporar contaminantes orgánicos en su tejido a partir de



la absorción radicular. Por otro lado, hay factores importantes que inciden en la penetración del contaminante son su peso molecular e hidrofobicidad (típica característica de los hidrocarburos) que determinan que estas moléculas atraviesen o no las membranas celulares de la planta. Después de cruzar la membrana, los contaminantes son distribuidos a través de toda la planta<sup>5</sup>.

- Al desactivar el riesgo por la reducción de los niveles de exposición se corta la ruta de exposición a receptores humanos y la fauna (receptores ecológicos)
- Se proponen esquemas de monitoreo a distintas matrices ambientales que pueden ayudar a comprobar los resultados de la remediación.

Los valores encontrados de concentración para los metales: Pb, Cd y Ba no son preocupantemente elevados, en efecto, para el caso del Bario, un único punto de muestreo con excedencia de un total de 47 puntos de muestreo no resulta representativo, como ocurre también para el Cd, donde junto a al Pb (los cuales manifiestan una movilidad potencial equivalente) en los que la concentración supera ligeramente los estándares de calidad para estos parámetros.

Finalmente, el volumen de suelo a remediar se determina con los valores de caracterización y quizá lo mas importante, el resultado del análisis ERSA. Este análisis permite determinar que elemento representa riesgo y requiere una acción o intervención.

En tal sentido, para el S0112 se determino un Riesgo Probable para el componente abiótico (ecológico) específicamente para las Fracción de Hidrocarburos F2, Fracción de Hidrocarburos F3; seguido de los HAP's (benzo (b) fluoranteno y benzo (a) antraceno) para la matriz suelos. El resto de los elementos no presentaron riesgo a la salud y al ambiente por lo tanto no amerita remediación.

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 23:**

La consultora, especificó la información correspondiente al volumen de hidrocarburo.

Conclusión: la observación N° 23 se considera ABSUELTA

### **2.2.23. Ítem 3.9 "Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial"**

#### **OBSERVACIÓN N.º 24**

El PR, menciona que se realizaron puntos confirmatorios de suelo según lo descrito en la figura 3-33, por lo que deberá describir y/o mostrar los resultados de dichas muestras, toda vez que dichos puntos de monitoreo no figuran en el PR ni en los Anexos, por lo que es necesario conocer los niveles de concentración de los diferentes puntos los cuales son de soporte para la delimitación del área impactada.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 24:**

En atención a lo observado, el término usado de puntos confirmatorios alude a las excedencias obtenidas en la época húmeda presentados para las diferentes matrices ambientales considerados en el presente Plan de Rehabilitación.



En ese sentido, los resultados excedidos de las referidas matrices se muestran en lo cuadros del ítem 3.6.3 Resultados de laboratorio.

Finalmente, en la época seca se realizaron sondeos manuales complementarios para ajustar el polígono considerado en el modelo conceptual inicial, estos puntos se ubicaron próximos (aguas abajo) de los puntos confirmatorios (excedidos) en la época húmeda, con la finalidad de ajustar el polígono respecto a la matriz suelo.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 24:**

La consultora, aclaró el término utilizado como puntos confirmatorios.

**Conclusión:** la observación N° 24 se considera ABSUELTA

**2.2.24.** Ítem 4.1 "Definición del problema. Para los contaminantes identificados se debe evaluar", literal A) Origen de la contaminación y proceso contaminante

#### **OBSERVACIÓN N.º 25**

El PR, menciona que el pozo SHIV-26, es una fuente potencial de contaminación de crudo toda vez que forma parte de las instalaciones en la extracción de crudo de la Batería Shiviycu, al respecto las tecnologías de remediación deberán de contemplar medidas para evitar el riesgo permanente del pozo posterior a la remediación, debido a que existe antecedentes de derrames de crudo en la zona.

Asimismo, el PR deberá fundamentar cual fue el criterio por medio del cual no se ha realizado muestreo en las áreas identificadas como poza (cuadro 4-1), toda vez que la vegetación que ha crecido es en los alrededores según lo mencionado en el PR, ya que esta área podría continuar siendo un posible riesgo al área delimitada como impactada.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 25:**

En atención a la presente observación las fuentes potenciales de contaminación de Pozo SHIV-26, posible poza de producción 1 y posible poza de producción 2 (cocha), se muestran en la figura 4-Ob-25.

En atención a la observación es importante señalar que el objetivo del presente estudio es la remediación de suelos contaminados por actividades de hidrocarburos producidas por eventos ocurridos en mas de 10 años (ver lineamientos de Resolución Ministerial N° 118-2017-MEM/DM RM). En tal sentido, es responsabilidad de la operadora actual, contemplar medidas para evitar futuros eventos de contingencias (derrame por ruptura de tuberías, problemas de pozos, etc).

Respecto a la fuente posible poza de producción 2 (cocha), se aclara que es una zona inundable con aguajal, no se realizó el muestreo de suelos debido que se evidenció que el acceso existente funciona como una barrera que impide su conexión con el sitio impactado, por lo tanto, la poligonal del sitio S0112 no tiene relación. El segundo motivo es que la Poligonal del sitio S0112 entregada por el OEFA no incluye el área donde se encuentra la poza de producción 2 ni la poza

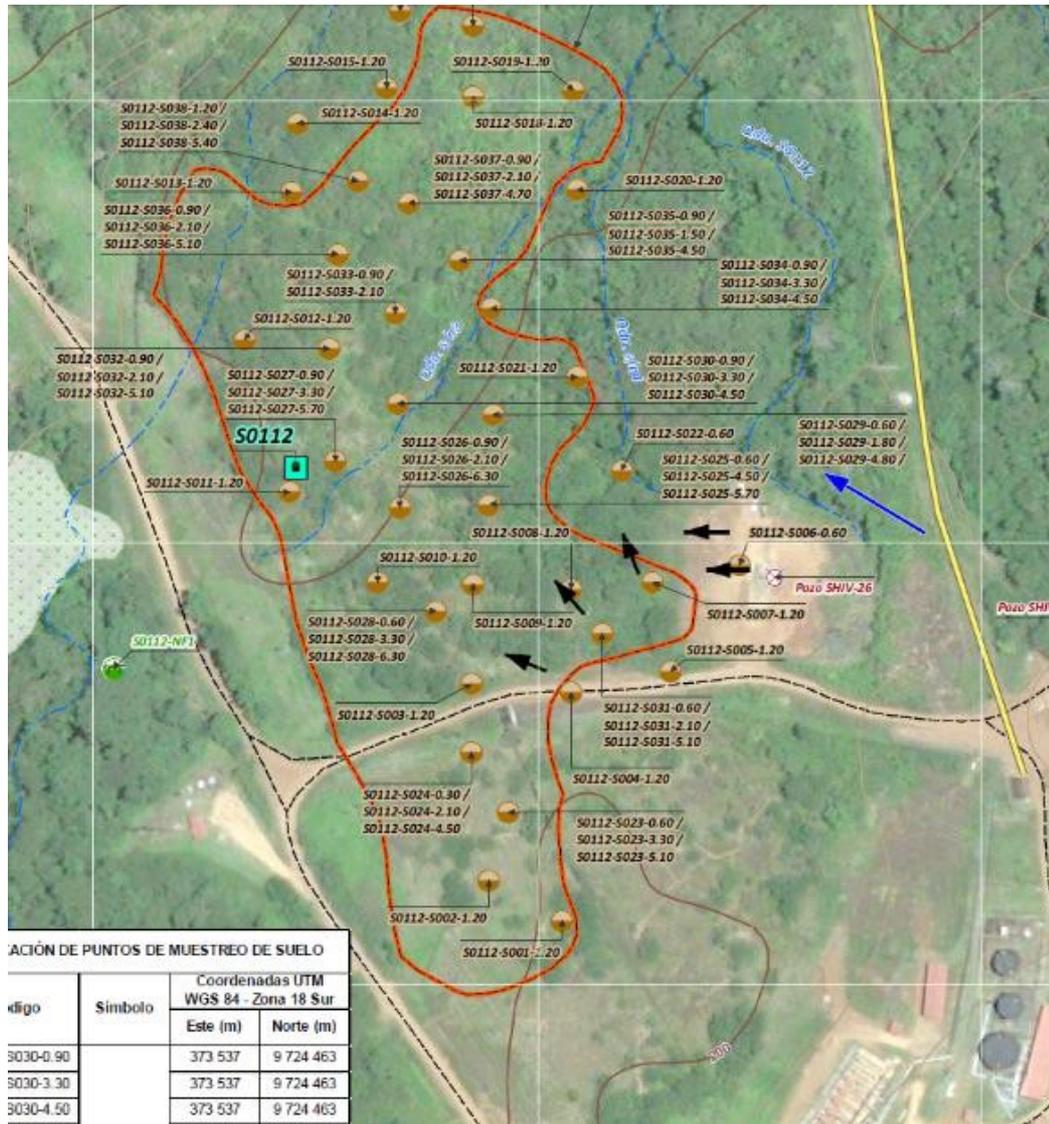
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
 "Año de la Universalización de la Salud"

de producción 1 sin embargo, si se realizó un punto de muestreo en este última (figura Figura 4-Ob-25a Puntos de muestreo de suelos vs puntos de excedencias), sin presentar excedencias.

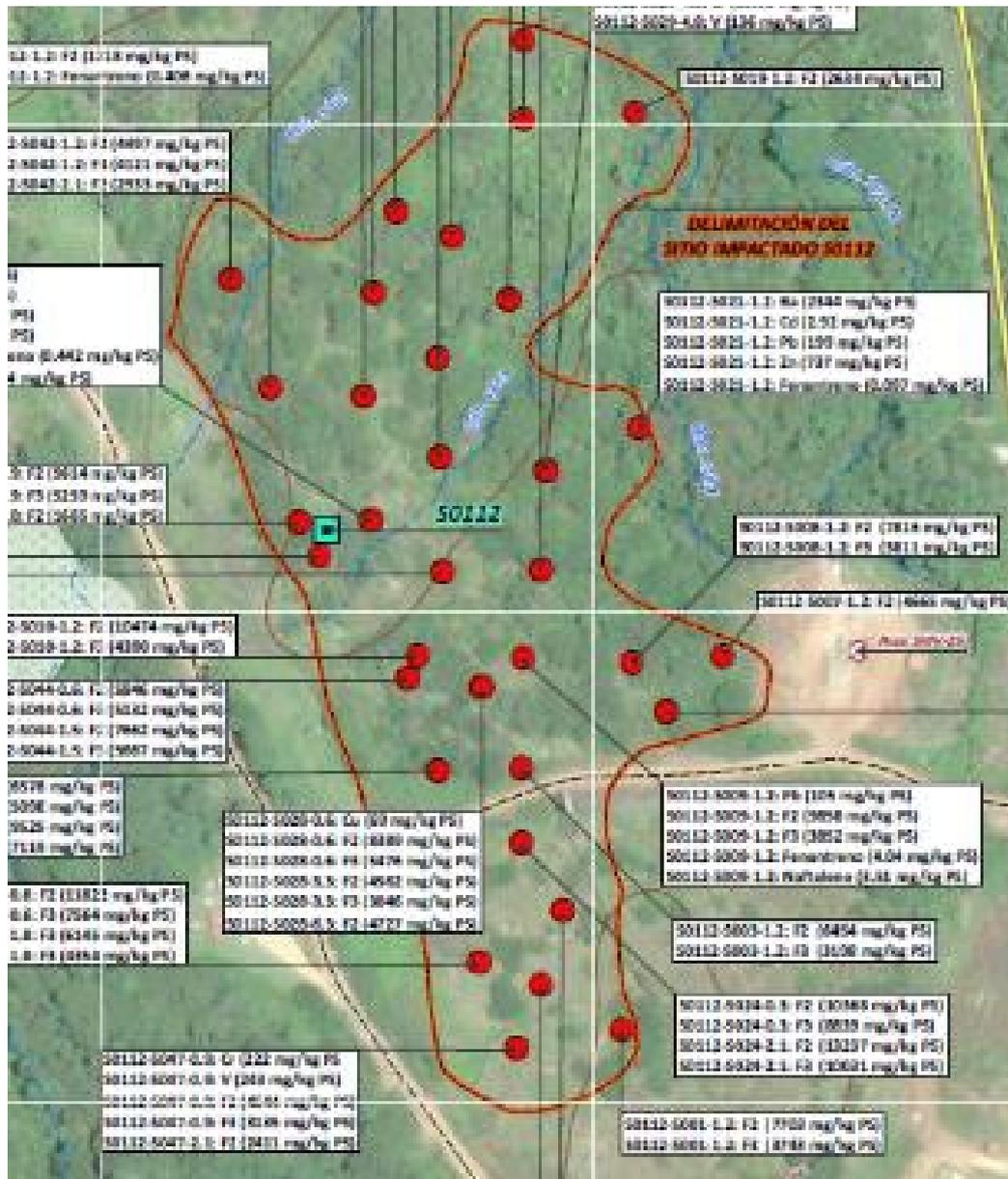
El modelo conceptual tiene por objeto formular una hipótesis de estudio que, con la salidad de campo se permite validar y afinar el modelo conceptual final. Con base en el modelo inicial se determinó que la fuente potencial de contaminación era las instalaciones de la Batería Shiviyaqu, actualmente en operación. En este sentido, siguiendo la potencial ruta de migración del evento ocurrido y realizando punto de muestreo de suelo, se llegó a la delimitación de la poligonal del S0112 y su área a remediar (ver Figura 4-Ob-25b Puntos de muestreo de suelos, fuentes de potencial contaminación y flujo de transporte).

Por otra parte, se ubicaron puntos de muestreo de suelos en dirección a la ruta del contaminante, en la figura se muestra (flecha color plomo) la dirección de transporte del contaminante medio suelo.

**Figura 4-Ob-25a Puntos de muestreo de suelos vs puntos de excedencias.**

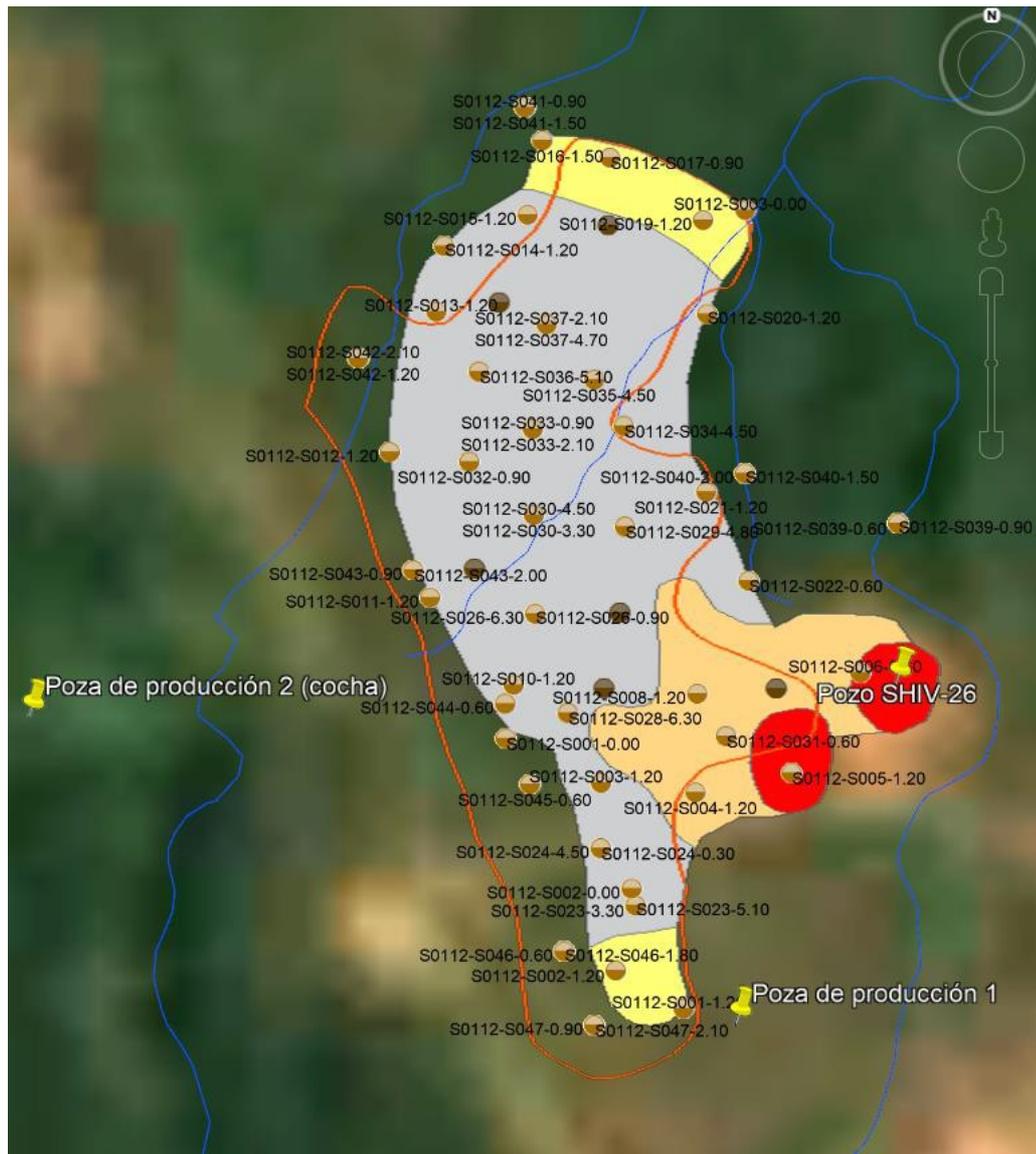


"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

**Figura 4-Ob-25b Puntos de muestreo de suelos, fuentes de potencial contaminación y flujo de transporte**



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Comentarios a la absolución de la observación N° 25:

La consultora, especificó la información correspondiente al Pozo SHIV-26, así como la precisión que actualmente se encuentra en operación y es responsabilidad de la operadora actual, contemplar medidas para evitar futuros eventos de contingencias (derrame por ruptura de tuberías, problemas de pozos, etc). Por lo que, para cumplir el objetivo de una adecuada remediación del sitio, la consultora deberá de plantear medidas que eviten futura afectación del Pozo SHIV-26 al sitio remediado.

**Conclusión:** la observación N° 25 se considera ABSUELTA

**2.2.25.** Cuadro 4-2 Determinación de los contaminantes de preocupación – Suelo: El PR, en el ítem 4.2.1, incluye al Benzo (a) antraceno, Benzo (b) fluoranteno y Fenantreno como contaminantes de preocupación. Sin embargo, el PR no incluye a estos parámetros en los cuadros 3-33 y 3-34, "Resumen de



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

excedencias de muestras de suelo (época húmeda)" y "Resumen de excedencias de muestras de suelo (época seca)" respectivamente.

OBSERVACIÓN N.º 26

El PR debe brindar el sustento técnico para la posterior inclusión de estos parámetros.

Respuesta de la Consultora a la observación N° 26:

En atención a la presente observación, se aclara que en el ítem 3.7.1 – "Suelos", se indica que en los cuadros 3-33 y 3-34 se presentan los resultados analíticos de las muestras colectadas en la fase de caracterización que excedieron, en al menos un parámetro, los ECA para suelos de uso agrícola o el nivel de fondo.

Por otro lado, la evaluación de los contaminantes de preocupación se realiza en el ítem 4.2.1 y de acuerdo con la guía ERSA para determinar los CP los UCL95 se comparan con los ECA (normativa nacional) en el caso no exista para determinado parámetro, se utiliza normativa internacional, y finalmente en caso de ausencia de estas dos, se utiliza el cálculo del VEMA.

En los cuadros siguientes se preseta el Resumen de excedencias de suelo en ambas épocas con base en lo señalado anteriormente.

Cuadro 3-Ob-8a Parámetros para la matriz suelo analizados

Table with columns for Contaminant, ECA, and various sampling locations (e.g., 001, 002, 003, etc.). The table contains numerical data for each parameter across different locations.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Table with columns for sampling location, date, and various chemical parameters including PCBs, PAHs, and pesticides. Includes a detailed table of results for 'Caudro Soil Quality'.

Nota: La comparación inicial de todos los resultados se realizó con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA-Agua), en caso algún parámetro no cuente con estándar, entonces los estándares de Canadian Soil Quality. Inicialmente si en esta norma no hay estándar calculamos los VBMA, para este último se tuvo en cuenta lo siguiente: Dato: Dosis de Referencia, PC-Peso corporea (2 kg, que es el peso estándar para un niño) y TL = Tasa de ingesta (200 mg/día); las magnitudes obtenidas por este método deben ser de las magnitudes que regularmente se presentan para elementos o contaminantes equivalentes.

Elaboración: Consorcio JCHSE / PROFONANPE, 2020.

Comentarios a la absolución N° 26:

La consultora, realizó la incorporación de los parámetros detallados en la observación, conforme se ha evidenciado en el Cuadro 3-Ob-8a Parámetros para la matriz suelo analizados

Conclusión: la observación N° 26 se considera ABSUELTA

2.2.26. Cuadro 4-2 Determinación de los contaminantes de preocupación – Suelo, ha determinado los siguientes contaminantes de preocupación: Selenio, Hidrocarburos C10-C28, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Fenantreno, Naftaleno y Etilbenceno, entre otros.

OBSERVACIÓN N.º 27

El PR, menciona un listado de parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación en el cuadro 4-6, entre las cuales está el Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, entre otros, los cuales han sido determinados como contaminantes de preocupación en los cuadros precedentes al mencionado, por lo que el PR deberá de realizar los ajustes necesarios para la coherencia de la evaluación.

Respuesta de la Consultora a la observación N° 27:

En atención a la presente observación, se confirma que el parámetro Benzo (a) antraceno, se encuentran en el Cuadro 4-6 – "Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación", a pesar de ser considerados como CP: sin embargo, el Benzo (a) pireno no es un CP en la matriz suelo. Se actualiza el cuadro 4-6.

Cuadro 4-6 Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Matriz	Sustancia	Justificación
Suelo	Acenafteno, Acenaftileno, Antimonio, Antraceno, Arsénico, Bario, Benzo (a) pireno, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Etilbenceno, Fluoranteno, Indeno (1,2,3-c, d) pireno, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Tolueno, Uranio, Vanadio, Xilenos, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite
	Wolframio, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (e) pireno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno (1,2,3-c,d) pireno, Pireno, Etilbenceno, m,p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA
Sedimento	Cadmio, Cobre, Criseno, Mercurio, Plomo, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite
	Antimonio, Mercurio, Níquel, Plata, Wolframio, Hidrocarburos C10-C28, Hidrocarburos C28-C40, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (e) pireno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, HAP's, Indeno (1,2,3-c,d) pireno, Naftaleno, Pireno	Todos los valores medidos son inferiores al LDA
Agua subterránea	Antimonio, Bario, Berilio, Boro, Cobalto, Cromo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Uranio, Zinc	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite
	Berilio, Bismuto, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plata, Talio, Vanadio, Wolframio, Hidrocarburos C10-C28, Hidrocarburos	Todos los valores medidos son inferiores al LDA
Matriz	Sustancia	Justificación
	C10-C40, Hidrocarburos C28-C40, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (e) pireno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno (1,2,3-c,d) pireno, Naftaleno, Pentaclorofenol, Pireno, Benceno, Etilbenceno, m,p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	
Agua superficial	Aluminio, Antimonio, Bario, Boro, Cobalto, Cobre, Molibdeno, Plomo, Selenio, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite
	Berilio, Bismuto, Cadmio, Cromo, Mercurio, Níquel, Plata, Talio, Uranio, Vanadio, Wolframio, Hidrocarburos C10-C28, Hidrocarburos C10-C40, Hidrocarburos C28-C40, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (e) pireno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno (1,2,3-c,d) pireno, Naftaleno, Pentaclorofenol, Pireno, Benceno, Etilbenceno, m,p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Comentarios a la absolución de la observación N° 27:

La consultora, realizó las correcciones correspondientes en del listado de contaminantes de preocupación (suelo), conforme se ha evidenciado en el **cuadro 4-6 Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación**

**Conclusión:** la observación N° 27 se considera ABSUELTA



**2.2.27. Receptores Ecológicos Relevantes:** El PR, en el ítem 4.2.2, describe que la flora del sector que puede contener especies capaces de asimilar y/o bioacumular ciertos contaminantes de preocupación a través de sus procesos fisiológicos; asimismo se considera la fauna transitoria por el sitio contaminado al estar en contacto directo con las fuentes de contaminación (focos).

### OBSERVACIÓN N.º 28

El PR debe detallar la flora y fauna terrestre y acuática del área en estudio como potenciales receptores ecológicos.

### Comentarios a la absolución de la observación N° 28:

En atención a la observación, es preciso indicar que la evaluación de riesgo para el escenario ecológico contempla los lineamientos sugeridos por la Guía ERSA, respecto a si existe un riesgo sobre la flora y fauna, presencia de contaminantes que puedan afectar a estos receptores, evidencias de ecotoxicidad, componentes bióticos expuestos o que presenten un mayor riesgo, entre otros.

A diferencia de la evaluación del riesgo a la salud humana donde se tiene un solo receptor (el ser humano), el riesgo ecológico tiene la particularidad de presentar diversos receptores debido a la variedad de especies predominantes en este escenario con diferentes mecanismos de respuesta ante un contaminante. Asimismo, tal como menciona la referida guía, se le da un peso o un valor considerable en la evaluación de riesgos a los organismos que se encuentran en cuerpos de agua y/o suelo contaminado los cuales tienen un mayor contacto frente a otros receptores.

Respecto al sitio S0112 se consideraron especies análogas (fitoplancton, zooplancton, y bentos) respecto a las especies identificadas en las estaciones de muestreo del sitio, las cuales tengan una similitud a nivel taxonómico y/o función dentro del mismo nicho ecológico. Esta especie análoga fue seleccionada a partir de los criterios expuestos, cuyos datos de toxicidad parten de resultados de ensayos toxicológicos en dichas especies provenientes de la ECOTOXicology knowledgebase (ECOTOX) administrada por el Centro de Toxicología Computacional y Exposición (CCTE) de la División de Ecología de Toxicología de los Grandes Lagos (GLTED) de la USEPA. ECOTOX es una base conocimiento de datos únicos de toxicidad química sobre la vida acuática, plantas terrestres y vida silvestre, sustentadas en publicaciones y artículos científicos, cuyos ensayos se basan en pruebas y análisis de Dosis – Respuesta.

### Cuadro 4-12 EPA Ecotox usados para la comunidad hidrobiológica encontrada en el - sitio S0112 (Sitio 35)

#### Arsénico

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Arsenic	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Green Algae	Algae	NR	NR	Lab	61	EC50	Al mg/L
Zooplancton	Arsenic	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	Water Flea	Crustaceans	NR	NR	Lab	1,8	LC50	Al mg/L
Bentos	Arsenic	<i>Cloeon dipterum</i>	Mayfly	Insects/Spiders	NR	NR	Lab	0,25	-	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

### Bario

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Barium	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Zooplancton	Barium	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Fresh water	Lab	68	NOEC	Al mg/L
Bentos	Barium	<i>Hyalella azteca</i>	Scud	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Fresh water	Lab	>1	LC50	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Cobre

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Copper	<i>Didymosphenia geminata</i>	Diatom	Algae	NR	Freshwater	Field naturally	0,3	LOEC	Al mg/L
Zooplancton	Copper	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,01	EC50	Al mg/L
Bentos	Copper	<i>Zelandobius sp.</i>	Stonelly	Insects/Spiders	NR	Freshwater	Field naturally	0,3	NOEC	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Cromo

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Chromium	<i>Scenedesmus incrassatulus</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	1	LOEL	Al mg/L
Zooplancton	Chromium	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,07	NOEC	Al mg/L
Bentos	Chromium	<i>Chironomus plumosus</i>	Midge	Insects/Spiders	Larva	Freshwater	Lab	0,8	EC50	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Benzo (a) antraceno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Benzoantraceno	<i>Anabaena flosaquae</i>	Blue-Green Algae	Algae; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,005	NR	Al mg/L
Zooplancton	Benzoantraceno	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	Neonate	Freshwater	Lab	0,00095883186	EC50	Al mg/L
Bentos	Benzoantraceno	<i>Dreissena polymorpha</i>	Zebra Mussel	Molluscs; U.S. Exotic/Nuisance Species	NR	Freshwater	Field Natural	< 0,01	NR	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Benzo (e) pireno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Benzo (e) pireno	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Zooplancton	Benzo (e) pireno	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,0007	LT50	Al mg/ml
Bentos	Benzo (e) pireno	<i>Chironomus riparius</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	Larva	Freshwater	Lab	>0,005	EC50	Al mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

### Fenantreno

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Phenantreno	<i>Chlorella fusca var. vacuolata</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	0,58817022	EC50	Al mg/L
Zooplancton	Phenantreno	<i>Daphnia pulex</i>	Water flea	Crustaceans, Estándar Test Species	NR Neonato	Freshwater	Lab	0,06	LOEC	Al mg/L
Bentos	Phenantreno	<i>Chironomus tentans</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,49	LC50	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Fluoreno

Table with 11 columns: Comunidad HB, Chemical Name, Species Scientific Name, Species Common Name, Species Group, Organism Lifesstage, Media Type, Test Location, Conc 1 (Standardized), Endpoint, Conc 1 Units (Standardized). Rows include Fitoplancton, Zooplancton, and Bentos.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

Naftaleno

Table with 11 columns: Comunidad HB, Chemical Name, Species Scientific Name, Species Common Name, Species Group, Organism Lifesstage, Media Type, Test Location, Conc 1 (Standardized), Endpoint, Conc 1 Units (Standardized). Rows include Fitoplancton, Zooplancton, and Bentos.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

Cuadro 4-19 EPA Ecotox usados para peces y otros estudios ecotoxicológicos - sitio S0112 (Sitio 35)

Table with 10 columns: Comunidad HB, Nombre Químico, Nombre Científico de la Especie, Nombre Común de la Especie, Especie Grupo, Estado de crecimiento, Medio, Sitio de Prueba, Conc 1 (Estandarizado), Endpoint, Conc 1 Unidades (Estandarizado). Rows include Barite and Cadmium.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020

\*Paredes & Miglio 2018. Evaluación de riesgo ecológico de la barita (BaSO4) empleando pruebas ecotoxicológicas con doce organismos.

Cuadro 4-13 Evaluación de toxicidad de la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Large table with multiple columns: Matriz, Temporada, Estación, Orden, Familia, Género y/o especie, Unidades, and various analysis results (Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación) for different chemical groups like Neurotox, Euriotox, etc.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Cuadro 4-14 Evaluación de toxicidad de la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del Sitio S0112 (Sitio 35)

Table with columns: Matriz, Temporalidad, Estación, Orden, Familia, Género y/o especie, Unidades, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación. Rows include Humeda, Agua superficial, and Seca.

Elaboración: Consorcio JCHGE / PROFONAPE, 2020

Cuadro 4-15 Evaluación de toxicidad de la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Table with columns: Matriz, Temporalidad, Estación, Orden, Familia, Género y/o especie, Unidades, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOLTA, Interpretación. Rows include Humeda, Agua superficial, and Seca.

Cuadro 4-16 Evaluación de toxicidad de la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Universalización de la Salud"

Table with columns: Matz, Temporada, Estación, Orden, Familia, Género y/o especie, Unidades, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación. Rows include Humeda and Agua superficial categories.

Cuadro 4-17 Evaluación de toxicidad de la comunidad béntica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)

Detailed table for Cuadro 4-17 showing toxicology evaluation for site S0112. Columns include Matz, Temporada, Estación, Orden, Familia, Género y/o especie, Unidades, Análisis Total, Bata, Color, Cromo, Resultado(s) análisis. Rows list various insect orders like Diptera, Ephemeroptera, etc.

Elaboración: Consorcio JCHGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cuadro 4-18 Evaluación de toxicidad de la comunidad béntica en agua superficial del Sitio S0112 (Sitio 35)

Detailed table for Cuadro 4-18 showing toxicology evaluation for site S0112. Columns include Matz, Temporada, Estación, Orden, Familia, Género y/o especie, Unidades, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación, Resultado análisis, Valor referencia ECOTOX, Interpretación. Rows list insect orders like Diptera, Ephemeroptera, etc.

Elaboración: Consorcio JCHGE / PROFONANPE, 2003



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

**Cuadro 4-20 Evaluación de toxicidad para peces en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)**

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Especie	Unidades	Contaminante			Contaminante		
							Bario Total			Cadmio		
							Resultado análisis	Valor referencia	Análisis	Resultado análisis	Valor Ecotox referencia	Análisis
Agua Superficial	Seca	E01-11.08.18 S0112	Characiformes	Acestrothyridae	<i>Acestrothyridus fatatus</i>	mg/L	0,0618	0,9	Valor por debajo del límite Ecotox	0,00001	0,0105	Valor por debajo del límite Ecotox
			Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Astyanax</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Oreochromidae	<i>Characidium aff. Steindachneri</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia cotinho</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Chrysobrycon eliasi</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Characidae	<i>Gymnocorymbus thayeri</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Cichlidae	<i>Bujurquina</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Cichlidae	<i>Aequidens tetramerus</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			Characiformes	Batrachoididae	<i>Thalassophryne amazonica</i>	mg/L	0,0618	0,9		0,00001	0,0105	
			E02-14.08.18 S0112	Characiformes	Characidae	<i>Moenkhausia oligolepis</i>	mg/L	0,0618		0,9	0,00001	
		Characiformes		Characidae	<i>Moenkhausia</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105		
					Characiformes	Characidae	<i>Charax tectifer</i>	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105

Matriz	Temporada	Estación	Orden	Familia	Especie	Unidades	Contaminante			Contaminante		
							Bario Total			Cadmio		
							Resultado análisis	Valor referencia	Análisis	Resultado análisis	Valor Ecotox referencia	Análisis
			Characiformes	Characidae	<i>Hemigrammus</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105		
			Characiformes	Characidae	<i>Hemibrycon</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105		
			Characiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i>	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105		
			Characiformes	Iguanodactylidae	<i>Bryconops inpai</i>	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105		
			Characiformes	Lebistiidae	<i>Pymallina cf. Laeta</i>	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105		
			Characiformes	Cichlidae	<i>Bujurquina</i> sp.	mg/L	0,0618	0,9	0,00001	0,0105		

Nota: Se indica que el Bario Total, Cadmio y Plomo no son CP para la matriz agua superficial del sitio S0112 (sitio 35); no obstante, se evaluaron estos elementos a fin de demostrar que las concentraciones registradas no superan los valores de Ecotox. Por ende, los valores excedentes de estos CP en las muestras de peces pudieron haber sido asimilados en zonas fuera del ámbito del sitio S0112 (sitio 35).  
Elaboración: Consorcio JCH-GSE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2

**Comentarios a la absolución de la observación N° 28:**

La consultora, especificó y complementó la información de la evaluación de receptores ecológicos relevantes. Conforme se ha evidenciado del **cuadro 4-12 al cuadro 4-20**.

**Conclusión:** la observación N° 28 se considera ABSUELTA

**2.2.28.** Receptores fuera del sitio; escenario humano N° 3: Poblador Local - Residente de la C.N. Nueva Jerusalén: El PR, en el ítem 4.2.2, menciona que probablemente la zona de mezcla de los contaminantes es de aproximadamente 50 m desde el foco de contaminación en el Sitio S0112 (Sitio 35).

**OBSERVACIÓN N.º 29**

El PR debe de incluir el sustento técnico para delimitar la zona de mezcla.

**Respuesta de la Consultora a la observación N° 29:**

La observación tiene una discrepancia en su redacción con relación al contenido del PR. La CN más cercana al sitio impactado S0112 es José Olaya.

Se corrige el texto del folio 00262, quedando de la siguiente manera:

*“No se ha considerado la exposición a sedimentos ni al agua superficial, aun cuando ambas matrices ambientales presentan excedencias de acuerdo a los estándares de calidad utilizados, para la evaluación del receptor Poblador Local – Residente de la C.N. José Olaya, dado que la distancia del cuerpo de agua (quebrada intermitente, de carácter estacional) se encuentra a más de 18 km de la comunidad nativa desde el foco de contaminación en el Sitio S0112 (Sitio 35),*



*por lo cual se infiere que no existe una ruta de exposición completa entre el escenario residencial y los CP por un factor de dilución y por la distancia."*

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 29:**

La consultora, modificó la redacción del texto, debido a que mencionan que hubo una discrepancia en la redacción con relación al contenido del PR.

**Conclusión:** la observación N° 29 se considera ABSUELTA

**2.2.29.** Cuadro 4-12 EPA Ecotox usados para la comunidad hidrobiológica - sitio S0112 (Sitio 35): El PR en el literal A. Evaluación de la toxicidad en los ecosistemas acuáticos del ítem 4.3.2, Toxicidad para receptores ecológicos, establece las concentraciones como Conc.1 (cantidad) para las comunidades hidrobiológicas siguientes: fitoplancton, zooplancton y bentos para cada parámetro, dichos valores mencionan que fueron extraídos del ECOTOX.

### **OBSERVACIÓN N.º 30**

Se advierte que el ECOTOX registra diferentes resultados de concentraciones para las búsquedas de la especie y los parámetros. En tal sentido, el PR debe indicar el criterio técnico para seleccionar la concentración de acuerdo a los efectos adversos en el Cuadro 4-12, por lo que se debe de precisar cuándo se considerar efecto adverso.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 30:**

El criterio técnico para la selección de la concentración más adecuada en el análisis de ecotoxicidad que maneja ECOTOX se hace sobre la base de la concentración del contaminante en el medio en que se encuentran los organismos, siempre y cuando exceda el estándar de calidad ambiental adoptado. En este caso particular del sitio S0112 se toma como dosis de referencia la concentración máxima de los contaminantes de preocupación en el agua superficial y se compara con las concentraciones del ECOTOX, para especies análogas a las encontradas en el componente hidrobiológico asociado al sitio impactado.

Respecto al sitio S0112 se consideraron especies análogas (fitoplancton, zooplancton, y bentos) respecto a las especies identificadas en las estaciones de muestreo del sitio, las cuales tengan una similitud a nivel taxonómico y/o función dentro del mismo nicho ecológico. Esta especie análoga fue seleccionada a partir de los criterios expuestos, cuyos datos de toxicidad parten de resultados de ensayos toxicológicos en dichas especies provenientes de la ECOTOX acorde a los procedimientos y estándares de la USEPA.

La selección de las especies análogas, siguen los siguientes criterios:

- Pertenecer a la misma familia de la especie identificada en campo.
- Se seleccionan especies representativas, para el caso de comunidades hidrobiológicas, categorizados por grupo: fitoplancton, zooplancton, macrobentos, perifiton y necton.
- Afinidad/relación taxonómica de las especies o grupos (familia, clase, orden, género, especies) encontrados.



- Selección de la especie más abundante, por phylum, clase u orden taxonómico. Los resultados en abundancia permiten considerar a un grupo como representativo para otros grupos. Cuando esta situación tiene lugar, es decir que los Phyla más abundantes son comunes, el análisis comparativo de ecotoxicidad se efectuará sobre el representante más abundante de estos.
- Que ocupen en el mismo nicho o nichos equivalentes dentro del mismo sistema acuático
- Dinámica trófica equivalente o que presente similaridad en la selección que se efectúe
- Tener un similar tipo de hábitat y tipo de alimentación de la especie identificada en campo.

Por otra parte, el concepto de efecto adverso o dañino es:

Cambio en la morfología, fisiología, crecimiento, desarrollo, o reproducción de un organismo, población, comunidad o ecosistema que resulta en el deterioro de la capacidad funcional y deterioro en la capacidad de compensar los efectos de factores de estrés adicionales. Es una función de la dosis de exposición y, de las condiciones de exposición (vía de ingreso, duración y frecuencia de las exposiciones, tasa de contacto con el medio contaminado, entre otros).

- Glosario de términos sitios contaminados MINAM -

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 30:**

La consultora, menciona el uso de los valores **de dosis de referencia** el cual es un parámetro de toxicidad para seres humanos y para casos de contaminantes no cancerígenos. Para biota de ecosistemas terrestres o acuáticas se usan otros parámetros de toxicidad. Además, la consultora menciona que selecciona como dosis de referencia la concentración máxima de los contaminantes de preocupación y compara con la concentración del ECOTOX, por lo que los criterios no están debidamente claros.

**Conclusión:** la observación N° 30 se considera NO ABSUELTA

**2.2.30.** Evaluación de la toxicidad en los ecosistemas acuáticos, Toxicidad para receptores ecológicos: El PR en el literal A. del ítem 4.3.2, indica que evaluación de la toxicidad sobre las comunidades de bentos se hizo utilizando como referencia a la especie *Hyaella azteca*, el cual habita charcos y ríos de Norteamérica y Sudamérica.

### **OBSERVACIÓN N.º 31**

El PR debe de indicar la fuente o referencia para seleccionar la especie mencionada.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 31:**

En atención a la observación es preciso indicar que, respecto a la toxicidad y sin perjuicio de no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas en el sitio; se tiene en cuenta las evidencias registradas, los resultados analíticos de las matrices ambientales evaluadas y el juicio de experto del equipo multidisciplinario.



Estratégicamente se consideró como parte de las estrategias indicadas en la Guía ERSA, emplear indicadores ecológicos presentes en los ecosistemas naturales<sup>6</sup>; en atención a ello, se determinaron especies análogas respecto a las especies identificadas en el sitio S0112 (comunidades hidrobiológicas) por ser las especies de mayor sensibilidad ante un evento de contaminación, así como como parte del primer eslabón de la cadena trófica. Además, como parte de la evaluación de riesgos se realiza un análisis basado en escenarios conservadores, donde en muchos casos no se cuenta con información o datos puntuales, que en algunos casos son complejos. Por lo que es importante el juicio de experto del equipo multidisciplinario a fin evaluar y conceptualizar la evaluación de riesgos de estos escenarios e inferencias basadas en analogías con similares condiciones.

Para la evaluación de la toxicidad de las comunidades hidrobiológicas (receptores ecológicos) se consideró las evidencias y/o valores de ecotoxicidad provenientes de la ECOTOXicology knowledgebase (ECOTOX) administrada por el Centro de Toxicología Computacional y Exposición (CCTE) de la División de Ecología de Toxicología de los Grandes Lagos (GLTED) de la USEPA. ECOTOX es una base conocimiento de datos únicos de toxicidad química sobre la vida acuática, plantas terrestres y vida silvestre, sustentadas en publicaciones y artículos científicos, cuyos ensayos se basan en pruebas y análisis de Dosis – Respuesta.

Respecto al sitio S0112 se consideraron especies análogas (fitoplancton, zooplancton, y bentos) respecto a las especies identificadas en las estaciones de muestreo del sitio (ver cuadro 4-Ob-33 en atención a la Observación N° 33), las cuales tengan una similitud a nivel taxonómico y/o función dentro del mismo nicho ecológico. Esta especie análoga fue seleccionada a partir de los criterios expuestos, cuyos datos de toxicidad parten de resultados de ensayos toxicológicos en dichas especies provenientes de la ECOTOX acorde a los procedimientos y estándares de la USEPA.

Estos criterios se consideraron a la hora de definir la especie análoga para bentos (*Hyalella azteca*) que, si bien es cierto que la mayor parte su diversidad se encuentra en las regiones de Norteamérica, también se encuentran en las regiones de Sudamérica, África y Australia siendo en menor proporción; además, los anfípodos son ecológicamente prominentes en muchos hábitats de estas regiones y proliferan en hábitats de agua dulce superficiales y subterráneos<sup>8</sup>. Asimismo, tanto esta especie análoga como las especies identificadas como parte de la comunidad bentónica del sitio S0112 pertenecen al Phylum Arthropoda además de compartir el mismo nicho ecológico (agua dulce en charcos y cuerpos de agua superficiales).

Para el uso comparativo de los datos de la base ECOTOX se parte de la siguiente premisa:

- Las especies seleccionadas se han categorizado como análogas a las que fueron identificadas a partir de las muestras hidrobiológicas de campo. Esta selección se ha efectuado buscando la mayor afinidad taxonómica en la medida en que esto fuese posible.
- La comparación de especies identificadas de las muestras de campo con valores de toxicidad para especies análogas se hace de manera general, es



decir, la concentración máxima a la que fue sometida la especie análoga en los ensayos de ecotoxicidad (en laboratorio), para un contaminante de preocupación (CP) en particular, se asume como equivalente para todas las especies del componente hidrobiológico, por cada grupo biológico caracterizado (i.e. Bentos, Fitoplancton y Zooplancton)".

Al no ser una ciencia exacta, la única forma de conocer una respuesta ecotoxicológica de un organismo es a través de ensayos específicos de laboratorio, que además deberían estar acompañadas de un protocolo muy particular para el muestreo, que permita claramente indicar que la especie capturada pertenece u ocupa un ambiente acuático que se encuentre asociado al sitio impactado. Lo anterior no lo vemos pertinente a los fines de un Plan de Rehabilitación y tampoco formaba parte de las bases técnicas para su ejecución.

### **Comentarios a la absolució n de la observación N° 31:**

La consultora, realizó las precisiones en la elección de la especie a ser evaluada.

**Conclusión:** la observación N° 31 se considera ABSUELTA

- 2.2.31.** Evaluación de la toxicidad en los ecosistemas acuáticos, Toxicidad para receptores ecológicos: El PR en el literal A. del ítem 4.3.2, describe la toxicidad para las comunidades hidrobiológicas siguientes: fitoplancton, zooplancton y bentos. Sin embargo, no considera al perifiton para la evaluación de la toxicidad en ecosistemas acuáticos.

### **OBSERVACIÓN N.° 32**

El PR debe brindar el sustento técnico para dicha consideración de la no consideración de los perifiton.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 32:**

Se incluirá el siguiente texto en el PR en el punto 4.3.2:

"El *fitoplancton* corresponde a una comunidad acuática la cual contempla organismos vegetales fotosintéticos representados principalmente por microalgas, que forman varios grupos como algas verdes y rojas, diatomeas entre otros. La mayoría de estos microorganismos se caracteriza por desarrollarse en cuerpos de agua lenticos (sin movimiento) encontrándose suspendidos y a merced de los movimientos del agua. En relación al perifiton, cuyos organismos constituidos por algas y microorganismos heterótrofos presentes en casi todos los ecosistemas acuáticos, son recomendables su evaluación en ambientes lóticos (en movimiento) debido a que se encuentran sumergidos y adheridos al sustrato<sup>10</sup>, como biofilm o biopelícula al agregado de estos microorganismos.

Respecto a las comunidades hidrobiológicas evaluadas en el sitio S0112, se realizó la evaluación de fitoplancton, zooplancton y bentos; por ende, la evaluación de riesgos para el escenario ecológico consideró como receptores a estos microorganismos evaluados en cada uno de los puntos de muestreo del sitio. Por lo que en la evaluación de la toxicidad se consideraron especies análogas respecto a los microorganismos evaluados en el sitio S0112, donde los Phyla



más abundantes en ambos grupos (Fitoplancton y Perifiton) son comunes; obediendo así al criterio de semejanza a nivel taxonómico que permita considerar al Fitoplancton para el análisis comparativo de ecotoxicidad como receptor ecológico.

Por otro lado, y sin perjuicio no de haberse evaluado el perifiton en el sitio S0112, cabe precisar que las especies análogas que se han considerado para la evaluación de la toxicidad (ver cuadro 4-Ob-33 en atención a la Observación N° 33), provienen de la base ecotoxicológica ECOTOX donde los ensayos de dosis – respuesta, se han realizado sobre especies indicadores y sensibles ante un escenario de contaminación y que pertenecen a los microorganismos que conforma el Perifiton. Para el caso del sitio S0112 se considero como una de las especies análogas representativas a la *Anabaena flosaquae* la cual tiene la particularidad de desarrollarse en cuerpos de agua con velocidad de flujo bajo, estabilidad de sustrato adheriéndose a troncos, rocas, palos, vegetación sumergida entre otros y que forma parte de los microorganismos del Perifiton<sup>11</sup>; cuyos análisis de ecotoxicidad permiten tener datos conservadores en la evaluación de toxicidad de estos microorganismos para el escenario ecológico.

La evaluación de la toxicidad sobre las comunidades de zooplancton se hizo utilizando como referencia a la especie *Hyaella azteca*, el cual habita charcos y ríos de Norteamérica y Sudamérica.

Los hallazgos en la identificación del Perifiton permiten considerar al Fitoplancton como representativo para ambos grupos hidrobiológicos en la evaluación de la toxicidad a partir de la base ecotoxicológica ECOTOX. Los Phyla más abundantes en ambos grupos -Fitoplancton y Perifiton- son comunes, por lo que el análisis comparativo de ecotoxicidad se efectuará sobre el Fitoplancton..."

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 32:**

La consultora, preciso la elección y representatividad en el uso de las especies análogas.

**Conclusión:** la observación N° 32 se considera ABSUELTA

**2.2.32.** Cuadro 4-13 "Evaluación de toxicidad de la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)", Cuadro 4-14 "Evaluación de toxicidad de la comunidad fitoplanctónica en agua superficial del Sitio S0112 (Sitio 35)", Cuadro 4-15 "Evaluación de toxicidad de la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)", cuadro 4-16 Evaluación de toxicidad de la comunidad zooplanctónica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35), cuadro 4-17 "Evaluación de toxicidad de la comunidad béntica en agua superficial del sitio S0112 (Sitio 35)" y Cuadro 4-18 "Evaluación de toxicidad de la comunidad béntica en agua superficial del Sitio S0112 (Sitio 35)": El PR, en el literal A. del ítem 4.3.2, sobre los cuadros de evaluación de toxicidad de la comunidad hidrobiológica, interpreta la toxicidad del contaminante de acuerdo al valor referencia obtenido del ECOTOX y el resultado del análisis del Contaminante de Preocupación.

OBSERVACIÓN N.º 33



El PR debe de incluir la descripción de la interpretación de acuerdo a la metodología usada y las referencias consideradas.

### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 33:**

Se considera la inclusión del siguiente texto en el PR, en el literal A) del punto 4.3.2:

*"Para la evaluación de riesgo sobre el componente biológico usando se utilizó la base ECOTOX lo que requirió asumir analogías entre especies capturadas y especies sobre las que se hayan publicado ensayos toxicológicos de respuesta a contaminantes a diferentes concentraciones. En especies de mar son mucho más numerosos los estudios publicados, lo cual no ocurre para especies de agua dulce.*

*Las especies seleccionadas se han categorizado como análogas a las que fueron identificadas a partir de las muestras hidrobiológicas de campo. Esta selección se ha efectuado buscando la mayor afinidad taxonómica en la medida en que esto fuese posible.*

*La comparación de especies identificadas de las muestras de campo con valores de toxicidad para especies análogas se hace de manera general, es decir, la concentración máxima a la que fue sometida la especie análoga en los ensayos de ecotoxicidad (en laboratorio), para un contaminante de preocupación (CP) en particular, se asume como equivalente para todas las especies del componente hidrobiológico, por cada grupo biológico caracterizado (i.e. Bentos, Fitoplancton y Zooplancton)".*

*El criterio técnico para la selección de la concentración más adecuada en el análisis de ecotoxicidad que maneja ECOTOX se hace sobre la base de la concentración del contaminante en el medio en que se encuentran los organismos, siempre y cuando exceda el estándar de calidad ambiental adoptado. En este caso particular del sitio S0112 se toma como dosis de referencia la concentración máxima de los contaminantes de preocupación en el agua superficial y se compara con las concentraciones del ECOTOX, para especies análogas a las encontradas en el componente hidrobiológico asociado al sitio impactado."*

*En el caso del fitoplancton, para evaluar la toxicidad del arsenico, bario, cobre, cromo, benzo(a)antraceno, benzo(e)pireno, fenantreno, fluoreno y naftaleno se realizó utilizando como referencia, a las especies análogas Scenedesmus quadricauda, Didymosphenia geminata, Scenedesmus incrassatulus, Anabaena flosaquae Chlorella fusca var. Vacuolata, Anabaena flosaquae y Thalassiosira pseudonana, respectivamente En base a ello, se empleó el valor de referencia de esta especie en la Ecotox a fin de esclarecer los niveles de toxicidad a las que estarían expuestos estos microorganismos en el sitio S0112 (Sitio 35), dando como resultado que ninguna de las concentraciones presentes de los contaminantes de preocupación en esta matriz ambiental puede generar una toxicidad ante estos receptores ecológicos.*

El zooplancton es un componente fundamental de la red trófica pelágica de ríos, lagos y planos de inundación, puesto que une productores (fitoplancton) a consumidores secundarios como los peces (Velho et al., 1999; Amoros &



Bornette, 2002). La comunidad zooplanctónica se ve fuertemente afectada por cambios en parámetros químicos (ej. oxígeno disuelto, pH, conductividad) influenciados por la hidrología del sistema (Van den Brink et al., 1994). Estos cambios químicos además de ser de origen natural pueden ser de origen antrópico (ej. Vertimientos industriales, pesticidas, aguas domésticas). La evaluación de la toxicidad sobre las comunidades de zooplancton se hizo utilizando como referencia a las especies análogas detalladas en el cuadro 4-Ob-33, cuyos resultados indican que ninguna de las concentraciones presentes de los contaminantes de preocupación en esta matriz ambiental puede generar una toxicidad ante estos receptores ecológicos.

Respecto a la comunidad bentónica y siguiendo los lineamientos en los párrafos precedentes, los resultados de comparación con los valores de las especies análogas detalladas en el cuadro 4-Ob-33, también concluyeron que ninguna de las concentraciones presentes de los contaminantes de preocupación en esta matriz ambiental puede generar una toxicidad ante estos receptores ecológicos.

Se reitera que los hallazgos en la identificación del Perifiton permiten considerar al Fitoplancton como representativo para ambos grupos hidrobiológicos en la evaluación de la toxicidad a partir de la base ecotoxicológica ECOTOX. Los Phyla más abundantes en ambos grupos –Fitoplancton y Perifiton- son comunes, por lo que el análisis comparativo de ecotoxicidad se efectuará sobre el Fitoplancton.

Respecto a las especies análogas consideradas para la evaluación de la comunidad hidrobiológica, estas se detallan en el cuadro 4-Ob-33:

#### Cuadro 4-Ob-33 EPA Ecotox usados para la comunidad hidrobiológica encontrada en el - sitio S0112 (Sitio 35)

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Arsenic	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Green Algae	Algae	NR	NR	Lab	61	EC50	AI mg/L
Zooplancton	Arsenic	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	Water Flea	Crustaceans	NR	NR	Lab	1,8	LC50	AI mg/L
Bentos	Arsenic	<i>Cloeon dipterum</i>	Mayfly	Insects/Spiders	NR	NR	Lab	0,25	-	AI mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

#### Bario

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Barium	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Zooplancton	Barium	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Fresh water	Lab	68	NOEC	AI mg/L
Bentos	Barium	<i>Hyalella azteca</i>	Scud	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Fresh water	Lab	>1	LC50	AI mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

#### Cobre

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Copper	<i>Didymosphenia geminata</i>	Diatom	Algae	NR	Freshwater	Field naturally	0,3	LOEC	AI mg/L
Zooplancton	Copper	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,01	EC50	AI mg/L
Bentos	Copper	<i>Zelandobius sp.</i>	Stonelfly	Insects/Spiders	NR	Freshwater	Field naturally	0,3	NOEC	AI mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

#### Cromo

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Chromium	<i>Scenedesmus incrassatulus</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	1	LOEL	Al mg/L
Zooplancton	Chromium	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,07	NOEC	Al mg/L
Bentos	Chromium	<i>Chironomus plumosus</i>	Midge	Insects/Spiders	Larva	Freshwater	Lab	0,8	EC50	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

**Benzo (a) antraceno**

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Benzoantraceno	<i>Anabaena flosaquae</i>	Blue-Green Algae	Algae; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,005	NR	Al mg/L
Zooplancton	Benzoantraceno	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	Neonate	Freshwater	Lab	0,00095883186	EC50	Al mg/L
Bentos	Benzoantraceno	<i>Dreissena polymorpha</i>	Zebra Mussel	Molluscs; U.S. Exotic/Nuisance Species	NR	Freshwater	Field Natural	< 0,01	NR	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

**Benzo (e) pireno**

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Benzo (e) pireno	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Zooplancton	Benzo (e) pireno	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,0007	LT50	Al mg/ml
Bentos	Benzo (e) pireno	<i>Chironomus riparius</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	Larva	Freshwater	Lab	>0,005	EC50	Al mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

**Fenantreno**

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Phenantrene	<i>Chlorella fusca</i> var. <i>vacuolata</i>	Green Algae	Algae	NR	Freshwater	Lab	0,58817022	EC50	Al mg/L
Zooplancton	Phenantrene	<i>Daphnia pulex</i>	Water flea	Crustaceans, Estándar Test Species	NR Neonato	Freshwater	Lab	0,06	LOEC	Al mg/L
Bentos	Phenantrene	<i>Chironomus tentans</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,49	LC50	Al mg/L

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

**Fluoreno**

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Fluorene	<i>Anabaena flosaquae</i>	Blue-Green Algae	Algae; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,2599718336	NR	Al mg/ml
Zooplancton	Fluorene	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,0625	NOEC	Al mg/ml
Bentos	Fluorene	<i>Chironomus riparius</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,29	NOEC	Al mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

**Naftaleno**

Comunidad HB	Chemical Name	Species Scientific Name	Species Common Name	Species Group	Organism Lifestage	Media Type	Test Location	Conc 1 (Standardized)	Endpoint	Conc 1 Units (Standardized)
Fitoplancton	Naftalene	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Diatom	Algae	NR	Freshwater	Lab	2	EC50	AI mg/ml
Zooplancton	Naftalene	<i>Daphnia magna</i>	Water Flea	Crustaceans; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,69	EC50	AI mg/ml
Bentos	Naftalene	<i>Chironomus riparius</i>	Midge	Insects/Spiders; Standard Test Species	NR	Freshwater	Lab	0,1	NR	AI mg/ml

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

**Comentarios a la absolución de la observación N° 33:**

La consultora, realizó las precisiones correspondientes sobre la interpretación de la metodología usada y referencias consideradas.

**Conclusión:** la observación N° 33 se considera ABSUELTA

- 2.2.33.** Cuadro 4-21 NOAEL para CP de la matriz suelos – sitio S0112 (Sitio 35): El PR, en el literal A. del ítem 4.3.2, presenta el Cuadro 4-21 NOAEL para CP de la matriz suelos – sitio S0112 (Sitio 35) lista los CP de la matriz suelos, que incluyen: Suma Total HAPs, Selenio, Hidrocarburos C10-C28, entre otros.

**OBSERVACIÓN N.º 34**

Luego, el PR indica que se consideró el valor del Benzo(a) pireno como valor representativo de la suma total de los HAPs. En ese sentido, el PR debe incluir el sustento técnico para afirmar dicha consideración.

**Respuesta de la Consultora a la observación N° 34:**

Cuadro 4-21 NOAEL para CP de la matriz suelos – sitio S0112 (Sitio 35): El PR, en el literal A. del ítem 4.3.2, presenta el Cuadro 4-21 NOAEL para CP de la matriz suelos – sitio S0112 (Sitio 35) lista los CP de la matriz suelos, que incluyen: Suma Total HAPs, Selenio, Hidrocarburos C10-C28, entre otros. Luego, el PR indica que se consideró el valor del Benzo(a) pireno como valor representativo de la suma total de los HAPs. En ese sentido, el PR debe incluir el sustento técnico para afirmar dicha consideración.

De los análisis de laboratorio de la matriz de suelo, sólo el Naftaleno (HAPs) y el Benceno (BTEX) excedieron la norma ECA de suelos. No obstante, por razones de la metodología ERSA, específicamente el UCL95, se adicionan otros CP. Para el análisis de riesgo en los PR se tomó como premisa general en el desarrollo de este análisis tomar la posición más conservadora, es decir, considerar siempre el peor escenario. En este sentido, de los HAPs considerados en el análisis de riesgo se considera el valor del Benzo (a) pireno como valor representativo de la suma total de los HAPs, debido a que dentro del grupo de HAPs considerados como CP este HAPs es el de mayor complejidad (5 anillos) lo que lo hace más persistente en el sistema con una tasa de biodegradabilidad estimada en 2.5 – 3 años.

Se corrige el Cuadro 4-21, quedando de la siguiente manera:

Cuadro 4-21 NOAEL para CP de la matriz suelos - sitio S0112 (sitio 35)



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

CP	NOAEL* (mg/kg/d)	Descripción
TPH <sup>a</sup> (Hidrocarburos C10-C28 y Fracción C28-C40)	25 <sup>a</sup>	El NOAEL asumido para estos CP proviene de la especie <i>Odocoileus virginianus</i> (Ciervo cola blanca), la cual se ha considerado en el presente estudio como especie análoga al <i>Tapirus terrestris</i> (Tapir) registrada en campo.  Se asume que este valor podría tener los mismos efectos de toxicidad sobre el Tapir, así como similares mecanismos de respuesta ante estos CP.
Boro	7,9	
Cromo Total	768	
Selenio	0,056	
Suma de HAPs <sup>b</sup> Benceno Benzo(a) antraceno Benzo(b) fluoranteno Fenantreno Fluoreno Naftaleno	0,15 <sup>b</sup>	

\* Toxicological Benchmarks for Wildlife: 1996 Revisión. Tabla N.º12.

a Se empleó al Etil Acetato (Ester) en reemplazo al TPH Total, debido a que es un hidrocarburo que presenta similitud en su estructura química con las fracciones F2 y F3.

b Se consideró el valor del Benzo(a) pireno como valor representativo de la suma total de los HAP's.

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

### Comentarios a la absolución de la observación N° 34:

La consultora, realizó los ajustes correspondientes en base a los valores NOAL de los CP.

**Conclusión:** la observación N° 34 se considera ABSUELTA

- 2.2.34. Cuadro 4-21 NOAEL para CP de la matriz suelos – sitio S0112 (Sitio 35): el PR explica que el NOAEL utilizado proviene de la especie *Odocoileus virginianus* (Ciervo cola blanca), la cual se ha considerado en el presente estudio como especie análoga al *Tapirus terrestris* (Tapir) registrada en campo. Se asume que este valor podría tener los mismos efectos de toxicidad sobre el tapir, ejemplar del sitio S0112 (Sitio 35).

### OBSERVACIÓN N.º 35

El PR identifica en el Cuadro 3-50 Lista de especies de fauna más comunes dentro del área de estudio, al majaz, añuje y motelo como las especies de actividad cinegética para fuente de alimento. En tal sentido, el PR debe considerar a estas especies o especies análogas para obtener valores NOAEL, y fundamentar el uso del Tapir en la presente evaluación.

### Respuesta de la Consultora a la observación N° 35:

Las especies referidas en la observación no se encuentran entre las especies sobre las cuales se han llevado a cabo ensayos ecotoxicológicos, en las bases consultadas y sugeridas en la Guía ERSA. El venado, aun cuando no fue de las especies observadas durante la caracterización, tiene su distribución en la zona de estudio y también es objeto de caza. La selección del NOAEL para el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como especie análoga para el Tapir, el majaz y el añuje es adecuada. La caza del motelo es incidental. Cuando se le



encuentra es cazado, pero no es una especie que los pobladores busquen durante sus actividades de cacería.

Asimismo, es preciso indicar que en la evaluación de riesgo ecológico para fauna terrestre se considera a la especie representativa y a la especie análoga. La especie representativa es propia del sitio y corresponde a lo identificado en el trabajo de campo. Cabe resaltar que, a la fecha, no se cuenta con información sobre datos ecotoxicológicos sobre estas especies (NOAEL, LOAEL, NOEC, entre otros) por lo cual, es necesaria la identificación de una especie análoga que sí cuenta con estos datos.

De los lineamientos para la selección de especies análogas indicadas por el evaluador en su observación, se ha cumplido con tener un similar tipo de hábitat y tipo de alimentación de la especie identificada en campo. No obstante, el conseguir especies análogas en la base de datos ECOTOX que pertenezcan a una misma familia depende de la existencia de esta información a nivel mundial.

Tanto el *Odocoileus virginianus* (ciervo de cola blanca) como el *Tapirus Terrestris* (Tapir) son ungulados, el cual es un antiguo superorden de mamíferos placentarios que se apoyan y caminan con el extremo de los dedos, o desciende de un animal que lo hacía. Típicamente están revestidos de una pezuña, lo cual los hace taxonómicamente cercanos. Se diferencian en los órdenes, mientras el venado pertenece al orden Artiodactyla, el Tapir pertenece al orden Perissodactyla, cuya gran diferencia radica en el número y disposición de dedos en las extremidades. En ambos casos estas especies son herbívoras.

Por otro lado, discrepamos del texto de la observación en la que se refiere que estas especies tienen hábitats diferentes. Las dos especies hacen uso de los mismos hábitats dentro del ecosistema selvático. En algunos casos, sus nichos se superponen y sus hábitos alimentarios tienen una curiosa peculiaridad que comparten, el uso de las colpas (barro salado). El comportamiento de cualquier animal, incluyendo estas dos especies, dependerá de las condiciones intrínsecas de cada individuo (estado fisiológico, sexo, edad) y de las condiciones extrínsecas como el tipo de vegetación, cantidad y calidad de las plantas disponibles como forraje, cobertura de protección, de la disponibilidad de agua, de la temperatura, la humedad y la precipitación. Estas condiciones son compartidas por las dos especies.

En México, así como en otros países tropicales y subtropicales la evaluación para efectos de establecer propuestas de manejo se hace en conjunto para las especies unguladas.

Al igual que otros ungulados, como *Odocoileus virginianus*, y primates, las dantas frecuentan lugares con altas concentraciones de nutrientes donde las especies consumen agua y suelo, conocidos como salados.

El sodio, que está presente en altas concentraciones las colpas, ha sido identificado como uno de los cationes más importantes en los suelos salados usados por *Tapirus terrestris*, loros y guacamayas en el Perú, venados en Nepal y es el ion preferido experimentalmente en mamíferos como *Odocoileus virginianus* y *Tapirus Terrestris* en las zonas tropicales y subtropicales.



Las referencias bibliográficas se encuentran publicadas en la base de datos ECOTOX, la cual es la base ecotoxicológica que sugiere ERSA utilizar.

De acuerdo con experiencias en otros países, es válido realizar la evaluación con al menos una especie representativa por lo que no es necesario buscar especies análogas para las demás especies representativas. (Fuente: SEMARNAT, Guía técnica para orientar la elaboración de estudios de evaluación de riesgos ambientales de sitios contaminados <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001086.pdf>)

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 35:**

La consultora menciona que ***es válido realizar la evaluación con al menos una especie representativa por lo que no es necesario buscar especies análogas para las demás especies representativas***. Pero considerando que se está utilizando una especie análoga como representativa, resulta necesario considerar especies adicionales en el estudio para una reducción del margen de error en la evaluación; asimismo, explicar cuando es considerado representativo.

**Conclusión:** la observación N° 35 se considera NO ABSUELTA

- 2.2.35.** Mecanismos de transporte, Rutas y Vías de Exposición (mecanismos de transporte) de los contaminantes asociados a las actividades de hidrocarburos: El PR, en el ítem 4.5, explica los mecanismos de transporte.

#### **OBSERVACIÓN N.º 36**

El PR no menciona el sustento técnico para la explicación de las afirmaciones consideradas en los ítems correspondientes al punto 4.5 "Rutas y vías de exposición (mecanismos de transporte) de los contaminantes asociados a las actividades de hidrocarburos".

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 36:**

En atención a la presente observación, se aclara que los sustentos técnicos sobre las rutas y vías de exposición se presentan en el ítem 4.5 "Rutas y vías de exposición (mecanismos de transporte) de los contaminantes asociados a las actividades de hidrocarburos", para lo cual se utiliza la información proveniente de la caracterización del Sitio, con lo cual se establecieron los tres escenarios humanos de exposición y el escenario ecológico. Por otro lado, también se utilizó información proveniente de la guía ERSA del MINAM y datos sobre movilidad de los contaminantes provenientes del estudio de Fleming Martínez et al (2001). Efecto de la miscibilidad parcial entre octanol y agua sobre la solubilidad y el reparto de algunas sulfonamidas.

A continuación, se actualiza el sustento técnico de las rutas de exposición para tres escenarios.

#### **Rutas de exposición**

El receptor del escenario humano N° 1 correspondiente al poblador local de la C.N. José Olaya que es trabajador industrial del lote petrolero y probablemente



transita por el sitio S0112 (Sitio 35), por tal es un receptor in situ (dentro del sitio) y se espera una probable afectación a través de la vía de exposición por inhalación de partículas de CP del suelo que han sido transportadas desde el foco hasta la zona industrial de los Pozos HUYS-02CD y HUYS-01X por acción del viento y por contacto dérmico e ingestión de los CP de la matriz suelos.

Se ha identificado como rutas de exposición completa a aquellas cuyos contaminantes provenientes del foco (suelo) se transportan por medio de dispersión atmosférica de los contaminantes (para los sustancias inorgánicas y no volátiles) quedando suspendidas en el material particulado. Debido a ello, las vías de exposición consideradas son la inhalación de partículas de suelo, ingesta y contacto dérmico de contaminantes del suelo (Benceno, benzo (a) antraceno, benzo (b) fluoranteno, boro, fenantreno, fracción C10-C28, fracción C28-C40, naftaleno, selenio y talio.

No se considera como rutas de exposición completas a aquellas que se den por contacto con sedimentos o aguas superficiales, dado que por definición este receptor se caracteriza por realizar actividades de mantenimiento y vigilancia de componentes industriales, transitando por el Sitio solo para realizar inspecciones de los oleoductos. Por lo mencionado, se considera que este receptor solo entra en contacto con los suelos.

El receptor del escenario humano N° 2 (en el sitio) correspondiente a pobladores locales adulto y niño que visitan el sitio o transitan cerca a este, para desarrollar actividades como la caza y pesca esporádicamente. Se ha identificado como rutas de exposición completas y potenciales hacia este receptor a aquellas cuyos contaminantes provienen de los focos sedimentos y suelo.

Los contaminantes son transportados gracias a la fragmentación de sedimentos hacia la matriz de sedimentos con la cual el cazador puede entrar en contacto ocasionalmente.

Respecto a los contaminantes del foco en suelo, se ha considerado los mecanismos de transporte por dispersión a la atmósfera por acción de los vientos los contaminantes pueden estar presentes en el material particulado; y el transporte por lluvias (escorrentías) el cual transporta los contaminantes podría trasladar los contaminantes hacia los sedimentos y suelo. Las vías de exposición consideradas por exposición al suelo son la inhalación de partículas en el aire, la ingestión y contacto dérmico con suelos.

Para el receptor del escenario humano N° 3 (C.N. José Olaya), No se han identificado rutas de exposición completas hacia este receptor. Sin embargo, solo para este escenario, se ha considerado como ruta de exposición hipotética la posible migración de los contaminantes encontrados en el agua subterránea (lentejones de agua) hacia el agua superficial fuera del sitio y cercana a la Comunidad Nativa José Olaya con la finalidad de brindar la seguridad de que no hay riesgo para el poblador. No se evidenció la recolección de especies vegetales en el sitio.

Asimismo para el escenario humano 1 (trabajadores industriales de la Batería Shiviayacu) y escenario humano 2 (cazadores y/o pescadores esporádicos), no se



ha considerado la vía de exposición por ingestión de agua subterránea afectadas del sitio S0112 (Sitio 35), si bien es cierto se determinaron CP para esta matriz ambiental, no existe una ruta de exposición completa entre el receptor humano industrial y el agua subterránea, pues la fuente de abastecimiento de agua potable no proviene del acuífero que subyace en el sitio impactado, siendo la profundidad del nivel freático de 1.6 m, por tales motivos no hay posibilidad de contacto entre el receptor y los contaminantes presentes en el sitio, consecuentemente no hay riesgo. ”

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 36:**

La consultora actualiza el sustento técnico de las rutas de exposición para tres escenarios, brindando mayor claridad en la información descrita de las rutas de exposición completa a aquellas cuyos contaminantes provenientes del foco, así como una descripción por cada receptor del sitio.

**Conclusión:** la observación N° 36 se considera ABSUELTA

- 2.2.36.** Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro: El PR, en el ítem 4.6, explica la migración de los contaminantes de un medio físico a otro.

#### **OBSERVACIÓN N.º 37**

El PR no menciona el sustento técnico para la explicación de las afirmaciones consideradas en todos los parámetros descritos en dicho ítem.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 37:**

En atención a la presente observación, se aclara que en el ítem 4.6 – “Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro” se presentan los sustentos técnicos que explican la posible migración de los contaminantes de preocupación en el Sitio; asimismo, al pie de página se presentan las bases de información consultadas para la elaboración del mencionado sustento, las cuales son:

- US EPA, Regional Screening Level (RSL) Summary Table, May 2018.
- ASTM, E 2081-00 Standard Guide for Risk Based Corrective Actions.
- MINAM, Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en sitios contaminados, 2015.

Por otra parte, la Observación N 36 se detalla el proceso de rutas de migración, y se describe como el elemento contaminante puede migrar de un elemento físico a otro.

#### **Comentarios a la absolución de la observación N° 37:**

La consultora, aclara la información descrita en la migración de contaminantes.

**Conclusión:** la observación N° 37 se considera ABSUELTA

- 2.2.37.** Cuadro 4-30 Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación del ítem 4.8 Otros factores de estrés diferentes a los



contaminantes evaluados, el PR menciona el listado de parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación.

### OBSERVACIÓN N.º 38

El PR, deberá de revisar el listado de contaminantes de preocupación con lo descrito en el cuadro 4.30, toda vez que en dicho cuadro se detallan parámetros que han sido determinados como contaminantes de preocupación.

### Respuesta de la Consultora a la observación N° 38:

Se corrige el Cuadro 4-30, quedando de la siguiente manera:

Cuadro 4-30 Parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación

Matriz	Sustancia	Justificación
Suelo	Acenafteño, Acenafileno, Antimonio, Antraceno, Arsénico, Bario, Benzo (a) pireno, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Etilbenceno, Fluoranteno, Indeno (1,2,3-c, d) pireno, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Plomo, Tolueno, Uranio, Vanadio, Xilenos, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite
	Wolframio, Hidrocarburos C5-C10 Acenafteño, Acenafileno, Antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (e) pireno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno (1.2.3-c,d) pireno, Pireno, Etilbenceno, m,p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA
Sedimento	Cadmio, Criseno, Mercurio, Plomo, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite
	Antimonio, Mercurio, Níquel, Plata, Wolframio, Hidrocarburos C10-C28, Hidrocarburos C28-C40, Acenafteño, Acenafileno, Antraceno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fluoranteno, HAP's, Indeno (1,2,3-c,d) pireno, Pireno	Todos los valores medidos son inferiores al LDA
Agua subterránea	Antimonio, Bario, Berilio, Boro, Cobalto, Cromo, Molibdeno, Níquel, Plomo, Uranio	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite
	Berilio, Bismuto, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plata, Talio, Vanadio, Wolframio, Hidrocarburos C10-C28, Hidrocarburos C10-C40, Hidrocarburos C28-C40, Acenafteño, Acenafileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (e) pireno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno (1.2.3-c,d) pireno, Naftaleno, Pentaclorofenol, Pireno, Benceno, Etilbenceno, m,p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA
Agua superficial	Aluminio, Antimonio, Bario, Boro, Cobalto, Cobre, Molibdeno, Plomo, Selenio, Zinc.	Contaminantes cuya concentración máxima o el UCL95 son menores o iguales a los valores límite



Matriz	Sustancia	Justificación
	Berilio, Bismuto, Cadmio, Cromo, Mercurio, Níquel, Plata, Talio, Uranio, Vanadio, Wolframio, Hidrocarburos C10-C28, Hidrocarburos C10-C40, Hidrocarburos C28-C40, Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) antraceno, Benzo (a) pireno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (e) pireno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno (1,2,3-c,d) pireno, Naftaleno, Pentaclorofenol, Pireno, Benceno, Etilbenceno, m,p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, Xilenos.	Todos los valores medidos son inferiores al LDA.

**Comentarios a la absolución de la observación N° 38:**

La consultora, realizó las correcciones del listado de parámetros no seleccionados como contaminantes de preocupación, según lo detallado en el **Cuadro 4-30**.

**Conclusión:** la observación N° 38 se considera ABSUELTA

- 2.2.38.** Caracterización del riesgo ecológico, Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM, El PR, en el literal C. del ítem 4.10.

**OBSERVACIÓN N.º 39**

El PR, realiza una descripción genérica y superficial que carece de evidencia cuantitativa de todas las conjeturas descritas, así como de los niveles de riesgo establecidos, se recomienda brindar un mayor detalle con evidencia que respalde las conclusiones e inferencias plasmadas en el literal.

**Comentarios a la absolución de la observación N° 39:**

En atención a la observación, es preciso indicar que la evaluación de riesgo para el escenario ecológico contempla los lineamientos sugeridos por la Guía ERSA, respecto a si existe un riesgo sobre la flora y fauna, presencia de contaminantes que puedan afectar a estos receptores, evidencias de ecotoxicidad, componentes bióticos expuestos o que presenten un mayor riesgo, entre otros.

Es importante señalar que la guía ERSA permite el uso metodologías cualitativas y semicuantitativas, la guía no restringe su uso.

Por otro lado, la guía ERSA (de carácter orientativo) indica lo siguiente en relación con la caracterización del riesgo ecológico:

*"... existen diferentes enfoques para la estimación de un riesgo. En una evaluación de riesgos ecológicos es común no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas y es necesario tener decisiones basadas en una evaluación cualitativa o semi-cuantitativa. En estos casos es necesario confiar en el peso de las evidencias y en la experiencia de los especialistas que participan en la evaluación."*

De acuerdo con lo anterior, se infiere la libertad que se promueve en la guía ERSA para direccionar la caracterización del riesgo ecológico, reconociendo la



falta de información o data ecotoxicológica, que se hace mucho más notable para especies de selva (terrestres y acuáticas).

El uso de La metodología de OEFA se ha realizado para ecosistemas terrestres, y se ha

complementado con otras metodologías existentes. Para dar mayor detalle, se indica que se toma la metodología cualitativa OEFA que da mayor peso a la información de calidad ambiental e información respecto al escenario ecológico que sí se maneja; además de complementar el análisis del riesgo ecológico de las comunidades hidrobiológicas a partir de la toxicidad de los CP, teniendo en cuenta las especies análogas y su respuesta ecotoxicológica publicadas en la base de datos ECOTOX. Esta adaptación en la metodología puede resultar equivalente al método usado por la EPA13. Se discuten tres enfoques generales para ilustrar la integración del factor de estrés-respuesta y perfiles de exposición:

- (1) comparación de efectos individuales y valores de exposición;
- (2) comparar distribuciones de efectos y exposición; y
- (3) realización de modelos de simulación.

El enfoque (1), donde se efectúa la comparación de efectos individuales con base a especies análogas que permitan la extrapolación de esta información, es en parte equivalente a lo desarrollado para la caracterización del riesgo ecológico para el Plan de Rehabilitación.

En la evaluación de riesgos ecológicos, la extrapolación a partir de observaciones en unas pocas especies a agrupaciones de muchos individuos y especies resulta todavía una preocupación. Hasta la fecha, la mayoría de estos problemas en la evaluación de riesgos ecológicos se han manejado de forma un tanto arbitraria. Sin embargo, una mejor comprensión de las respuestas individuales a través de ensayos ecotoxicológicos y las respuestas de poblaciones, comunidades o ecosistemas están comenzando a proporcionar una base más firme para la extrapolación. Aun así, de acuerdo con el autor, se requiere más trabajo en este tema (Callow, P, 2003)<sup>14</sup>.

Por otra parte, a diferencia de la evaluación del riesgo a la salud humana donde se tiene un solo receptor (el ser humano), el riesgo ecológico tiene la particularidad de presentar diversos receptores debido a la variedad de especies predominantes en este escenario con diferentes mecanismos de respuesta ante un contaminante. Asimismo, tal como menciona la referida guía, se le da un peso o un valor considerable en la evaluación de riesgos a los organismos que se encuentran en cuerpos de agua y/o suelo contaminado los cuales tienen un mayor contacto frente a otros receptores.

Es por ello que para la evaluación de riesgos ecológico, se parte desde la determinación de los contaminantes de preocupación (CP) para este escenario el cual contempló los ECA para Suelo en la Categoría Uso Agrícola, aprobado mediante D.S. N° 011-2017-MINAM, normas internacionales como la Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environment and Human Health, Uso Agrícola, para aquellos parámetros que no estén contemplados en la norma nacional vigente; e incluso la Ecological Soil Screening Levels (Eco-SSLs) por la USEPA, las cuales corresponden a las concentraciones de contaminantes en el suelo que protegen a los receptores ecológicos de la exposición directa del suelo o de la ingestión de biota que vive sobre el suelo.



Respecto a la toxicidad y sin perjuicio de no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas en el sitio que conlleven a la toma de decisiones basadas en una evaluación cualitativa o semicuantitativa; se tiene en cuenta las evidencias registradas, los resultados analíticos de las matrices ambientales evaluadas y el juicio de experto del equipo multidisciplinario. Estratégicamente se consideró como parte de las estrategias indicadas en la Guía ERSA, emplear indicadores ecológicos presentes en los ecosistemas naturales<sup>15</sup>; en atención a ello, se determinaron especies análogas respecto a las especies identificadas (comunidades hidrobiológicas) por ser las especies de mayor sensibilidad ante un evento de contaminación, así como como parte del primer eslabón de la cadena trófica. Además, como parte de la evaluación de riesgos se realiza un análisis basado en supuestos conservadores y en escenarios donde no se cuenta con información o datos puntuales que en algunos casos son complejos, por lo que es importante el juicio de experto del equipo multidisciplinario a fin evaluar y conceptualizar la evaluación de riesgos de estos escenarios e inferencias basadas en analogías con similares condiciones.

Para la evaluación del riesgo de las comunidades hidrobiológicas (receptores ecológicos) se consideró las evidencias y/o valores de ecotoxicidad provenientes de la ECOTOXicology knowledgebase (ECOTOX) administrada por el Centro de Toxicología Computacional y Exposición (CTE) de la División de Ecología de Toxicología de los Grandes Lagos (GLTED) de la USEPA. ECOTOX es una base conocimiento de datos únicos de toxicidad química sobre la vida acuática, plantas terrestres y vida silvestre, sustentadas en publicaciones y artículos científicos, cuyos ensayos se basan en pruebas y análisis de Dosis – Respuesta.

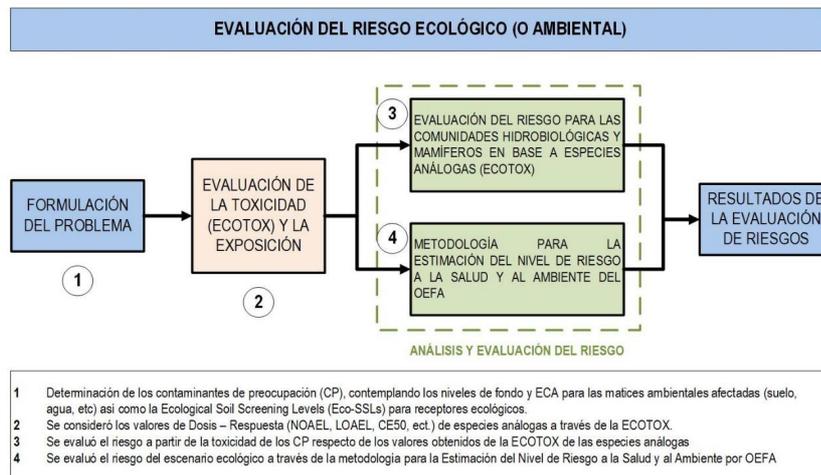
Respecto al sitio S0112 se consideraron especies análogas (fitoplancton, zooplancton, y bentos) respecto a las especies identificadas en las estaciones de muestreo del sitio, las cuales tengan una similitud a nivel taxonómico y/o función dentro del mismo nicho ecológico. Esta especie análoga fue seleccionada a partir de los criterios expuestos, cuyos datos de toxicidad parten de resultados de ensayos toxicológicos en dichas especies provenientes de la ECOTOX acorde a los procedimientos y estándares de la USEPA.

La selección de las especies análogas, siguen los siguientes criterios:

- Pertener a la misma familia de la especie identificada en campo.
- Se seleccionan especies representativas, para el caso de comunidades hidrobiológicas,
- categorizados por grupo: fitoplancton, zooplancton, macrobentos, perifiton y necton.
- Afinidad/relación taxonómica de las especies o grupos (familia, clase, orden, género, especies) encontrados.
- Selección de la especie más abundante, por phylum, clase u orden taxonómico. Los resultados en abundancia permiten considerar a un grupo como representativo para otros grupos. Cuando esta situación tiene lugar, es decir que los Phyla más abundantes son comunes, el análisis comparativo de ecotoxicidad se efectuará sobre el representante más abundante de estos
- Que ocupen en el mismo nicho o nichos equivalentes dentro del mismo sistema acuático

- Dinámica trófica equivalente o que presente similitud en la selección que se efectúe
- Tener un similar tipo de hábitat y tipo de alimentación de la especie identificada en campo.

Gráfico 4-Obs-77a Esquema de la evaluación del riesgo ecológico



Elaboración: Consorcio JCI &amp; HGE / PROFONAMPE

Complementariamente para la determinación del riesgo ecológico también se empleó la

metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados, aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD / Adaptado de Canadian Council of Ministers of the Environment (2008) National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document. Esta metodología se basa en un método numérico aditivo, que adiciona puntuaciones a una serie de características o factores asociados al sitio impactado y al medio en el que se encuentra, considerando los mecanismos de transporte y la exposición de los receptores potenciales. Además, si perjuicio que esta aproximación numérica no ha sido diseñada para proporcionar una evaluación de riesgo cuantitativa como tal, proporciona un método a fin de asistir de manera técnica y científica en la evaluación del riesgo.

Si bien es cierto que el alcance de esta metodología se aplica obligatoriamente a las acciones de OEFA para la identificación de sitios impactados por actividades de hidrocarburos para las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón; no es restrictiva su aplicación como tal, debido a que como parte de la priorización de un sitio impactado por hidrocarburos se realiza una evaluación de riesgos a fin de realizar una toma de decisiones en función del riesgo para su debida atención; no encontrándose necesariamente en la fase de caracterización. Asimismo, esta metodología recoge los criterios y lineamientos establecidos en las normas y guías internacionales para la toma de decisiones para la gestión y manejo de sitios contaminados, como son la Guía Estándar para la Acción Correctiva Basada en el Riesgo (RBCA)<sup>17</sup>, la Guidance for Superfund de la United States Environmental Protection Agency (USEPA)<sup>18</sup>, la Guía Sistema Nacional de Clasificación de Sitios Contaminados de Canadian Council of Ministers of the Environment<sup>19</sup>, la Descripción del Catastro de Sitios



Contaminados y de su Sistema de Puntuación y Priorización de la Secretaría de Medio Ambiental y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México<sup>20</sup>, el Sistema de Puntuación de Áreas Contaminadas, Brasil<sup>21</sup> y el Manual de Evaluación de Riesgos de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas (FMA/P)<sup>22</sup>, entre otras. Asimismo, se han tenido en consideración normativa nacional, la Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA)<sup>23</sup> y la Metodología para Estimación del Nivel de Riesgo de Pasivos Ambientales en el Subsector Hidrocarburos.

La determinación del riesgo acorde a la metodología planteada, considera el cálculo del Índice Foco ( $I_{\text{Foco}}$ ) el cual se basa en la suma de varios factores asociados al impacto sobre el componente ambiental suelo, agua subterránea, agua superficial, sedimento y flora/fauna; el Índice de Transporte asociado al receptor ecológico ( $I_{\text{Transporte asociado a receptor ecológico}}$ ) se basa en un escenario de potencial migración y/o atenuación de la afectación de los contaminantes a consecuencia del transporte hacia escenarios de exposición ambiental fuera del sitio impactado; y el Índice Ecológico ( $I_{\text{Receptor ambiente}}$ ) el cual se basa en la exposición del receptor ecológico ante los contaminantes en evaluación.

Cada uno de estos índices son calculados por una serie de factores los cuales otorgan una puntuación máxima de 100 puntos y tienen un peso ponderal de 33 %. Es preciso indicar que el  $I_{\text{Foco}}$  toma como premisas información analítica y basado en la toxicidad de los contaminantes a evaluar como el caso del Factor Sustancia ( $F_{\text{sust}}$ ); criterios y evidencias organolépticas en las matrices ambientales afectadas del sitio que corroboren y/o complementen la información analítica obtenida de los contaminantes evaluados como el caso del Factor in-situ ( $F_{\text{in-situ}}$ ); la extensión del sitio impactado que contempla el Factor Extensión ( $F_{\text{ext}}$ ); y por último, la presencia y/o persistencia de focos que tienen el potencial de liberar contaminantes al entorno, como el caso del Factor Actividad del Foco ( $F_{\text{ACT}}$ ). Cada uno de los índices expuestos y los respectivos factores que determinan el cálculo de este, se sustenta con la información resultante de la fase de caracterización, tal como se detalla en el literal C del ítem 4.10 del PR.

Con base a lo sustentado líneas arriba, JCI adopta la metodología cualitativa OEFA que da mayor peso a la información de calidad ambiental que sí se maneja y complementa dicho análisis con el uso de las especies análogas y su respuesta ecotoxicológica publicada en la base de datos ECOTOX, siendo esta adaptación de la metodología equivalente al método usado por la EPA<sup>25</sup>. Se hace énfasis en el enfoque general para ilustrar la integración del factor de estrés-respuesta respecto a la comparación de efectos individuales y valores de exposición; para este caso se realizó la comparación de efectos individuales con base a especies análogas que permitan la extrapolación de esta información, es en parte equivalente a lo desarrollado para la caracterización del riesgo ecológico para el Plan de Rehabilitación. Pese a que se manifieste preocupaciones sobre la extrapolación a partir de observaciones en unas pocas especies hacia agrupaciones de muchos individuos en la evaluación de riesgos ecológicos, se tiene una mejor comprensión de las respuestas individuales a través de ensayos ecotoxicológicos y las respuestas de poblaciones, comunidades o ecosistemas están comenzando a proporcionar una base más firme para la extrapolación (Callow, P, 2003)<sup>26</sup>.



Para finalizar, si bien OEFA tiene un uso obligatorio de esta metodología, también lo pueden hacer otras instituciones de manera opcional, al igual que el uso de los Indicadores de Calidad de los Recursos Hídricos (Publicación 2018 y 2020) donde se indica que es de uso obligatorio de la ANA, y además más opcional por otras entidades, entre otros.

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 39:**

La consultora describe que la Guía ERSA dice **"... existen diferentes enfoques para la estimación de un riesgo. En una evaluación de riesgos ecológicos es común no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas y es necesario tener decisiones basadas en una evaluación cualitativa o semi-cuantitativa. En estos casos es necesario confiar en el peso de las evidencias y en la experiencia de los especialistas que participan en la evaluación."**, por lo que se precisa que ello es una descripción de las limitantes al realizar la evaluación.

Por lo que la consultora deberá de evidenciar que ha realizado la búsqueda correspondiente de información mediante el cual no ha encontrado datos ecotoxicológicos.

Posteriormente hace mención lo siguiente: **"El uso de La metodología de OEFA se ha realizado para ecosistemas terrestres, y se ha complementado con otras metodologías existentes. Para dar mayor detalle, se indica que se toma la metodología cualitativa OEFA que da mayor peso a la información de calidad ambiental e información respecto al escenario ecológico que sí se maneja; además de complementar el análisis del riesgo ecológico de las comunidades hidrobiológicas a partir de la toxicidad de los CP, teniendo en cuenta las especies análogas y su respuesta ecotoxicológica publicadas en la base de datos ECOTOX. Esta adaptación en la metodología puede resultar equivalente al método usado por la EPA"**

Encontrándose una contradicción de si encontraron o no datos ecotoxicológicos, se requiera evidencia que se han realizado las búsquedas correspondientes de datos ecotoxicológicos para una evaluación correcta, mediante el uso de la Guía ERSA.

**Conclusión:** la observación N° 39 se considera NO ABSUELTA

- 2.2.39.** Caracterización del riesgo ecológico, Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM: El PR, en el literal C. del ítem 4.10, indica que, para caracterizar el riesgo ecológico, se ha empleado la Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD.

### **OBSERVACIÓN N.º 40**

El PR debe considerar la Guía ERSA del MINAM, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 034-2015-MINAM, que recomienda las siguientes estrategias para brindar una explicación más detallada de la evaluación de riesgos ecológicos: 1) la realización de ensayos en laboratorio (típicamente de toxicidad aguda y sub crónica) conjuntamente con el uso de modelos para



predecir los efectos de diferentes contaminantes que puedan ser introducidos en el ambiente, y 2) la utilización de indicadores ecológicos presentes en ecosistemas naturales.

Asimismo, la Guía ERSA del MINAM, menciona en el ítem 7 "Caracterización del Riesgo

Ecológico", que para una explicación más detallada de la evaluación de riesgos ecológicos son, por ejemplo: a) US EPA (1997). Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments. EPA 1940-R-97-006, b) Introducción al Análisis de Riesgos Ambientales y c) FAO, 2001. Draft of guidelines for assessment of ecological hazards of herbicide- and insect-resistant crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plant Protection Division, Rome.

#### **Respuesta de la Consultora a la observación N° 40:**

En atención a la observación, y complementando lo señalado en la Observación N 39, es preciso indicar que la evaluación de riesgo para el escenario ecológico contempla los lineamientos sugeridos por la Guía ERSA, respecto a si existe un riesgo sobre la flora y fauna, presencia de contaminantes que puedan afectar a estos receptores, evidencias de ecotoxicidad, componentes bióticos expuestos o que presenten un mayor riesgo, entre otros.

A diferencia de la evaluación del riesgo a la salud humana donde se tiene un solo receptor (el ser humano), el riesgo ecológico tiene la particularidad de presentar diversos receptores debido a la variedad de especies predominantes en este escenario con diferentes mecanismos de respuesta ante un contaminante. Asimismo, tal como menciona la referida guía, se le da un peso o un valor considerable en la evaluación de riesgos a los organismos que se encuentran en cuerpos de agua y/o suelo contaminado los cuales tienen un mayor contacto frente a otros receptores.

Es por ello que para la evaluación de riesgos ecológico, se parte desde la determinación de los contaminantes de preocupación (CP) para este escenario el cual contempló los ECA para Suelo en la Categoría Uso Agrícola, aprobado mediante D.S. N° 011-2017-MINAM, normas internacionales como la Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environment and Human Health, Uso Agrícola, para aquellos parámetros que no estén contemplados en la norma nacional vigente; e incluso la Ecological Soil Screening Levels (Eco-SSLs) por la USEPA, las cuales corresponden a las concentraciones de contaminantes en el suelo que protegen a los receptores ecológicos de la exposición directa del suelo o de la ingestión de biota que vive sobre el suelo.

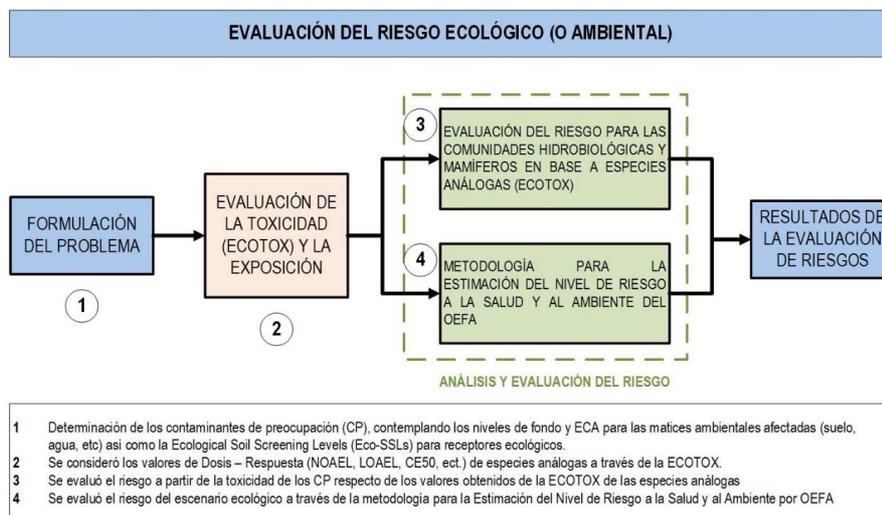
Respecto a la toxicidad y sin perjuicio de no conseguir datos toxicológicos específicos para las especies evaluadas en el sitio que conlleven a la toma de decisiones basadas en una evaluación cualitativa o semicuantitativa; se tiene en cuenta las evidencias registradas, los resultados analíticos de las matrices ambientales evaluadas y el juicio de experto del equipo multidisciplinario. Estratégicamente se consideró como parte de las estrategias indicadas en la Guía ERSA, emplear indicadores ecológicos presentes en los ecosistemas naturales<sup>27</sup>; en atención a ello, se determinaron especies análogas respecto a las especies identificadas (comunidades hidrobiológicas) por ser las especies de

mayor sensibilidad ante un evento de contaminación, así como como parte del primer eslabón de la cadena trófica. Además, como parte de la evaluación de riesgos se realiza un análisis basado en supuestos conservadores y en escenarios donde no se cuenta con información o datos puntuales que en algunos casos son complejos, por lo que es importante el juicio de experto del equipo multidisciplinario a fin evaluar y conceptualizar la evaluación de riesgos de estos escenarios e inferencias basadas en analogías con similares condiciones.<sup>28</sup>

Para la evaluación del riesgo de las comunidades hidrobiológicas (receptores ecológicos) se consideró las evidencias y/o valores de ecotoxicidad provenientes de la ECOTOXicology knowledgebase (ECOTOX) administrada por el Centro de Toxicología Computacional y Exposición (CTE) de la División de Ecología de Toxicología de los Grandes Lagos (GLTED) de la USEPA. ECOTOX es una base conocimiento de datos únicos de toxicidad química sobre la vida acuática, plantas terrestres y vida silvestre, sustentadas en publicaciones y artículos científicos, cuyos ensayos se basan en pruebas y análisis de Dosis – Respuesta.

Respecto al sitio S0112 se consideraron especies análogas (fitoplancton, zooplancton, y bentos) respecto a las especies identificadas en las estaciones de muestreo del sitio, las cuales tengan una similitud a nivel taxonómico y/o función dentro del mismo nicho ecológico. Esta especie análoga fue seleccionada a partir de los criterios expuestos, cuyos datos de toxicidad parten de resultados de ensayos toxicológicos en dichas especies provenientes de la ECOTOX acorde a los procedimientos y estándares de la USEPA.

#### Gráfico 4-Obs-77a Esquema de la evaluación del riesgo ecológico



Complementariamente para la determinación del riesgo ecológico también se empleó la metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados, aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD / Adaptado de Canadian Council of Ministers of the Environment (2008) National Classification System for Contaminated Sites. Guidance Document. Esta metodología se basa en un método numérico aditivo, que adiciona puntuaciones a una serie de características o factores asociados al



sitio impactado y al medio en el que se encuentra, considerando los mecanismos de transporte y la exposición de los receptores potenciales. Además, si perjuicio que esta aproximación numérica no ha sido diseñada para proporcionar una evaluación de riesgo cuantitativa como tal, proporciona un método a fin de asistir de manera técnica y científica en la evaluación del riesgo.

La determinación del riesgo acorde a la metodología planteada, considera el cálculo del Índice Foco (IFoco) el cual se basa en la suma de varios factores asociados al impacto sobre el componente ambiental suelo, agua subterránea, agua superficial, sedimento y flora/fauna; el Índice de Transporte asociado al receptor ecológico (ITransporte asociado a receptor ecológico) se basa en un escenario de potencial migración y/o atenuación de la afectación de los contaminantes a consecuencia del transporte hacia escenarios de exposición ambiental fuera del sitio impactado; y el Índice Ecológico (IReceptor ambiente) el cual se basa en la exposición del receptor ecológico ante los contaminantes en evaluación.

Cada uno de estos índices son calculados por una serie de factores los cuales otorgan una puntuación máxima de 100 puntos y tienen un peso ponderal de 33 %. Es preciso indicar que el IFoco toma como premisas información analítica y basado en la toxicidad de los contaminantes a evaluar como el caso del Factor Sustancia (Fsust); criterios y evidencias organolépticas en las matrices ambientales afectadas del sitio que corroboren y/o complementen la información analítica obtenida de los contaminantes evaluados como el caso del Factor in-situ (Fin-situ); la extensión del sitio impactado que contempla el Factor Extensión (Fext); y por último, la presencia y/o persistencia de focos que tienen el potencial de liberar contaminantes al entorno, como el caso del Factor Actividad del Foco (FACT). Cada uno de los índices expuestos y los respectivos factores que determinan el cálculo de este, se sustenta con la información resultante de la fase de caracterización del sitio S0112, tal como se detalla en el literal C del ítem 4.10 del PR.

Con base a lo sustentado líneas arriba, JCI adopta la metodología cualitativa OEFA que da mayor peso a la información de calidad ambiental que sí se maneja y complementa dicho análisis con el uso de las especies análogas y su respuesta ecotoxicológica publicada en la base de datos ECOTOX, siendo esta adaptación de la metodología equivalente al método usado por la EPA29. Se hace énfasis en el enfoque general para ilustrar la integración del factor de estrés-respuesta respecto a la comparación de efectos individuales y valores de exposición; para este caso se realizó la comparación de efectos individuales con base a especies análogas que permitan la extrapolación de esta información, es en parte equivalente a lo desarrollado para la caracterización del riesgo ecológico para el Plan de Rehabilitación. Pese a que se manifieste preocupaciones

sobre la extrapolación a partir de observaciones en unas pocas especies hacia agrupaciones de muchos individuos en la evaluación de riesgos ecológicos, se tiene una mejor comprensión de las respuestas individuales a través de ensayos ecotoxicológicos y las respuestas de poblaciones, comunidades o ecosistemas están comenzando a proporcionar una base más firme para la extrapolación (Callow, P, 2003)30.

Para finalizar, si bien OEFA tiene un uso obligatorio de esta metodología, también lo pueden hacer otras instituciones de manera opcional, al igual que el uso de los Indicadores de Calidad de los Recursos Hídricos (Publicación 2018 y



2020) donde se indica que es de uso obligatorio de la ANA, y además más opcional por otras entidades, entre otros.

### **Comentarios a la absolución de la observación N° 40:**

La consultora, debe de considerar lo comentado por la DGCA del MINAM en la absolución de la observación N° 39 que se refiere a la caracterización del riesgo ecológico (Guía ERSA)

**Conclusión:** la observación N° 40 se considera NO ABSUELTA

### **III. CONCLUSIONES**

- III.1 La Dirección General de Calidad Ambiental del MINAM ha revisado la información correspondiente al levantamiento de cuarenta (40) observaciones al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado SO 112 (sitio 35), ubicado en la cuenca del río corrientes del departamento de Loreto, remitida al MINAM por la Dirección de Evaluación Ambiental de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, y se ha concluido como ABSUELTAS veintisiete (27) observaciones y como NO ABSUELTAS trece (13) observaciones, conforme a lo detallado en el presente informe.
- III.2 La Dirección de Evaluación Ambiental de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas deberá disponer lo conveniente para la absolución de las observaciones referidas en la conclusión anterior para emitir la opinión técnica correspondiente.

### **IV. RECOMENDACIÓN**

Remitir el presente informe a la Dirección de Evaluación Ambiental de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas para su conocimiento y fines pertinentes.

Es cuanto informamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Documento firmado digitalmente

**Jordhy Joel Olortegui Morales**

Asistente en Gestión de la Calidad Ambiental

Documento firmado digitalmente

**Franco Eduardo Fernández Santa María**

Especialista en Gestión de la calidad Ambiental II

Documento firmado digitalmente

**Héctor Daniel Quiñonez Ore**

Especialista Legal en Normatividad Ambiental II



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Viceministerio de  
Gestión Ambiental

Dirección General de Calidad  
Ambiental

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la Universalización de la Salud"

Documento firmado digitalmente

**Luis Alberto Bravo Barrientos**

Director de Calidad Ambiental y Ecoeficiencia

Documento firmado digitalmente

**Camila Corali Alva Estabridis**

Directora de Control de la Contaminación y Sustancias Químicas

Visto el informe que antecede, y estando conforme con su contenido, esta Dirección General lo hace suyo para los fines correspondientes.

Número del Expediente: 2020070823

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento archivado en el Ministerio del Ambiente, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 del D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente web: <http://ecodoc.minam.gob.pe/verifica/view> e ingresando la siguiente clave: **77a596**