

**LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES**  
(TOMO D ANA)  
**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

AUTO DIRECTORAL N° 082-2020-MINEM-DGAAH

**PLAN DE REHABILITACIÓN  
DEL SITIO IMPACTADO  
S0110 (Sitio 5)**

**Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación  
de 13 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la  
cuenca del río Corrientes**

Elaborado para:



Presentado por:



Av. La Paz N° 1381, Miraflores, Lima, Perú  
RPM: #943903565, Tel. 255-8500 / 986664361  
proyectos@jci.com.pe, [www.jci.com.pe](http://www.jci.com.pe)

**PY-1801**  
**Marzo, 2021**

## ÍNDICE GENERAL

---

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES .....	1
	OBSERVACIÓN N.º 2 .....	2
	OBSERVACIÓN N.º 8 .....	8
	OBSERVACIÓN N.º 9 .....	19
	OBSERVACIÓN N.º 10 .....	27
	OBSERVACIÓN N.º 11 .....	29

## 1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Rehabilitación es un Instrumento de Gestión Ambiental complementario cuyo alcance es generar un documento que permita la ejecución de la remediación en campo.

El documento objeto a revisión se elabora de acuerdo a las indicaciones establecidas en las bases técnicas para la ejecución del estudio; de las Indicaciones técnicas del Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú (en adelante, PROFONANPE) y la Empresa Supervisora; a los acuerdos técnicos de PROFONANPE, Supervisión, la Consultora JCI-HGE y las Federaciones y sus asesores de las CCNN y, en algunos casos a observaciones emanadas de las reuniones del Grupo Técnico Ambiental; entre otras.

Es importante resaltar de la intervención de los entes opinantes a lo largo de la elaboración del presente estudio a través del: Grupo Técnico Ambiental y de la Junta de Administración, durante los cuales tuvieron acceso a todos los documentos que comprometen este servicio y cuya validación técnica fue parte integral de los alcances para la ejecución del servicio.

El 26 de julio de 2019, PROFONANPE presentó a la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, DGH) los Planes de Rehabilitación de trece (13) sitios impactados por Actividades de Hidrocarburos de la Cuenca del Río Corrientes, entre los cuales se encuentra el presente Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0110 (Sitio 5), (en adelante, PR del Sitio S0110).

El 27 de agosto de 2019, la DGH remitió a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, DGAAH) el PR del Sitio S0110, para su respectiva evaluación.

## 2. LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

El 7 de julio de 2020, El Consorcio JCI-HGE recibe por parte de PROFONANPE Auto Directoral N° 082-2020-MINEM-DGAAH el cual contiene el Informe de Evaluación N° 260-2020-MINEM/DGAAH/DEAH, donde se requiere a la Dirección General de Hidrocarburos que cumpla con presentar la documentación destinada a subsanar las observaciones formuladas al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0110 (Sitio 5).

El presente informe de levantamiento de observaciones cumple con la presentación de la documentación destinada a subsanar las observaciones formuladas al Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0110 que, mediante Auto Directoral N° 082-2020-MINEM-DGAAH la Dirección General de Asuntos Ambientales de Hidrocarburos (DGAAH) solicita a la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) responder el Informe Técnico N°929-2019-ANA-DCERH/AEIGA correspondiente a la Autoridad Nacional del Agua (ANA). Asimismo, se atiende la opinión técnica al levantamiento de observaciones realizadas mediante Informe Técnico N°382-2021-ANA-DCERH.

## Tomo D – Autoridad Nacional del Agua (ANA)

### OBSERVACIÓN N.º 2

El ítem 2.2.3 "Hidrología" no se incluye el inventario de cuerpos de agua cercanos al sitio S0110 como quebradas y cochas que se visualizan en la Figura 3-7 "Croquis en la etapa de reconocimiento del Sitio S0110". Por ello, deberán presentar el inventario de los cuerpos de agua cercanos al sitio S0110, en el cual se precise el régimen hídrico, caudales, ancho y pendiente del cauce, altura media mensual del tirante, tipo de lecho, vegetación, nivel freático y acuíferos cercanos. Para cada fuente de agua deberá tener la fotografía, coordenadas UTM (Datum WGS 84 y zona correspondiente) y esquema de ubicación, registro de sus características, aforos correspondientes utilizando los métodos volumétricos (manantiales o caudales pequeños), método del correntómetro u otros métodos que garantice su medición. Asimismo, deberá presentar los mapas del inventario de fuentes de agua, con las líneas de flujo de cuerpos de agua y sitios impactados, identificando la fuente o foco y con las curvas de nivel, en formato pdf y shape a una escala adecuada que permita su visualización. Tomar en cuenta la Guía para realizar inventarios de fuentes naturales de agua superficial aprobada con Resolución Jefatural N° 319-2015-ANA.

### Comentario de la Autoridad Nacional del Agua

El titular hace una breve descripción de los cuerpos de agua. Menciona que el sitio S0110 se ubica dentro de la microcuenca del mismo nombre; identifica a la quebrada S0110 de aproximadamente 640 m de longitud que desemboca en la quebrada Pañayacu; la quebrada Pañayacu de 720 m de longitud hasta el punto de aforo (S0110-AF-01), desemboca en el río Corrientes. Adjunta el mapa 6.2.5 (mapa de cuencas, subcuencas y microcuencas del sitio S0110) que muestra las quebradas S0110 y Pañayacu y el punto de aforo, además de la dirección de flujo e isolíneas. Asimismo, muestra el cuadro N°18 y la figura 6 que caracteriza el punto de aforo.

**Cuadro N° 18. Cuadro de aforo para el inventario del sitio S0110**

Código	Nombre del cauce	Microcuenca	Subcuenca	Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18		Caudal (L/s)	Fecha	Época
				Este	Norte			
S110-AF-01	S0110	S0110	Corrientes	372 223	9 707 920	21,6	Set-2018	Seca

Fuente: PR del Sitio Impactado S0110, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 2-Ob-2c).



Figura 6. Ubicación de aforo para el inventario del sitio S0110



Fuente: PR del Sitio Impactado S0110, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 2-Ob-2c).

Al respecto, el cauce S0110 que se indica en el cuadro aforo, no corresponde al nombre de la quebrada donde se realizó el aforo. Asimismo, la descripción (longitud) de las quebradas no es coherente según el mapa 6.2.5, además de los que puede observarse del Google earth.

En ese sentido, debe revisar y corregir información y el cuadro 2-Ob-2c Cuadro de aforo de inventario época seca del Sitio S0110.

#### Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se brinda el sustento correspondiente a los comentarios realizados por la Autoridad.

#### Cuadro N°18. Cuadro de aforo para el inventario del sitio S0110

Código	Nombre del Cauce	Microcuenca	Subcuenca	Coordenadas UTM		Caudal (L/s)	Fecha	Época
				Este	Norte			
S0110-AF-01	Qda. Pañayacu	S0110	Corrientes	372 223	9 707 920	21,6	Set-18	Seca

Fuente: PR del Sitio Impactado S0110, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 2-Ob-2c)

### Respuesta:

En atención a la observación, se indica lo siguiente:

#### Aforo

En el ítem 3.6.2.2 Agua superficial del PR, se realizó durante la época seca un aforo (código S0110-AF-01) mediante el método del correntómetro; los resultados de la medición se muestran en el Cuadro 2-Ob-2c.

El aforo realizado dentro de la microcuenca se ubica al sureste del sitio impactado con una dirección de flujo de norte a sur este y se emplaza cerca de la desembocadura de la quebrada del sitio S0110, la cual vierte sus aguas a la quebrada Pañayacu el cual es afluente del río Corrientes (ver Fotografía 2-Ob-2).

La quebrada S0110 tiene una longitud de aproximadamente de 316 metros con una sección uniforme en su cauce, su tipo de lecho es arcilloso con presencia de vegetación circundante al cauce, su patrón de drenaje es permanente, es decir, que su cauce durante todo el periodo hídrico tiene un nivel de agua y escurrimiento superficial, su desembocadura es hacia la quebrada Pañayacu.

La quebrada Pañayacu tiene una longitud de 286 metros hasta el punto de aforo, esta quebrada vierte sus aguas al río Corrientes puesto que es un afluente de este; su flujo es permanente, el cual durante la época húmeda aumenta significativamente puesto que desde el sitio de remediación a su desembocadura tiene una distancia de 12.4 km aproximadamente, con una pendiente que no supera 0.02 m/m desde el punto de captación hacia su desembocadura en el río Corrientes.

La fuente identificada para la captación de agua es la quebrada Pañayacu y se ha determinado la disponibilidad para la quebrada tomando en cuenta los aforos realizados en S0110-AF-01 (21.6 L/s); en el Cuadro 2-Ob-2a, se presenta la disponibilidad hídrica al 75 % de persistencia mensualizado en litros por segundo sobre el punto de captación CAP-S0110 y para mayor detalle se presenta en el Anexo 6.11 / 6.11.4, donde se detalla el cálculo realizado por el método de Lutz Sholz.

#### Cuadro 2-Ob-2a Disponibilidad hídrica al 75% (l/s)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Disp. Hídrica 75%	5.5	2.4	5.9	8.5	4.9	9.2	5.9	4.8	5.4	9.1	7.2	6.9

Consortio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Cabe mencionar que para el proceso de remediación del sitio S0110 la demanda tanto industrial como domestico es de 2.24 m<sup>3</sup>/día, es decir unos 0.0259 l/s, por lo que podemos afirmar que en la quebrada S0110 su menor caudal o su oferta es de 2.4 l/s (febrero) el cual si abastece las necesidades del plan de remediación para el mes más crítico, no existiendo déficit para ninguno de los meses del año.

#### Metodología

El aforo se realizó mediante reconocimiento in situ de la microcuenca que encierra al sitio S0110 y toma de datos.

- Reconocimiento del área de estudio para una mejor distribución espacial de los cauces.
- Aforos puntuales con el correntómetro para determinar su caudal.

- Antes de realizar la medición y con el equipo apagado (correntómetro), se verifica su rotor. Se toma la medición una vez que se haya estabilizado la lectura.
- Las mediciones se realizaron directamente en el cuerpo de agua, tomando datos como la sección hidráulica y la profundidad del cauce.

Para el Método del Correntómetro se han considerado estas premisas:

- Evitar zonas de turbulencia y/o remolinos, cascadas con presencia de vegetación acuática, pedregosas
- Al sumergir un correntómetro 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.

### Resultados de caudal de aforo

Como se ha indicado para la obtención de caudal de la quebrada Pañayacu, fue realizado con un correntómetro en la sección de aforo y consiste principalmente en determinar el nivel de agua y la velocidad de flujo y en gabinete se determinó el cálculo de área o sección transversal, velocidad de flujo en el cauce. Con estos valores se aplican la fórmula ( $Q=V \times A$ ).

### Cuadro 2-Ob-2b Cálculo de aforo S110-AF-01 (Qda. Pañayacu) - Sitio S0110

Datos de campo				Sección Transversal			
Punto	Distancia (m)	Tirante (m)	Velocidad (m/s)	Área (m²)	Velocidad (m/s)	Caudal (m³/s)	Caudal (L/s)
1	0.50	0.05	0.10	0.01	0.05	0.001	0.6
2	1.00	0.10	0.10	0.07	0.10	0.007	7.4
3	1.50	0.05	0.10	0.11	0.10	0.011	11.2
4	2.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.002	2.4
<b>Total</b>	<b>2.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.08</b>	<b>0.25</b>	<b>0.08</b>	<b>0.022</b>	<b>21.61</b>
<b>Resultado</b>	<b>Ancho Cauce (m):</b>		2.00				
	<b>Área Sección (m²):</b>		0.25				
	<b>Caudal (l/s):</b>		21.61				

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.



**Fotografía 2-Ob-2      Ubicación de aforo S110-AF-01 (Qda. Pañayacu) época seca (S0110)**


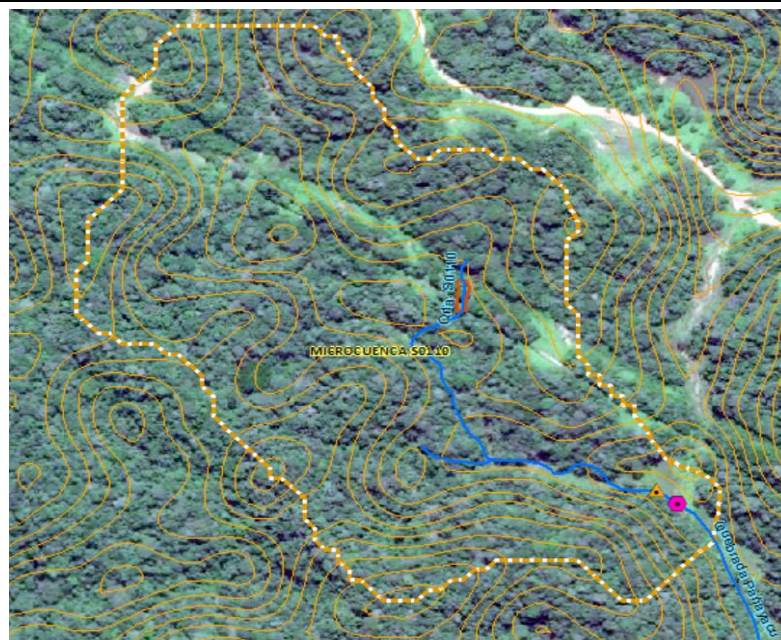

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2020.

En el Cuadro 2-Ob-2c se presenta el aforo realizado para la época seca, sobre el cauce de la quebrada identificada en el sitio S0110.

El mapa con la ubicación del aforo S0110 AF1 (Qda. Pañayacu), se presenta en el Anexo 6.2 / 6.2.5 Mapa de cuencas, subcuencas y microcuencas del sitio S0110, con su la red de drenaje del cuerpo hídrico de la quebrada S0110, donde se identifica el polígono del sitio impactado, con su correspondiente ubicación del punto de aforo.

**Cuadro 2-Ob-2c Cuadro de aforo de inventario época seca del sitio S0110**

Código de Aforo	Nombre del Cauce	Microcuenca	Subcuenca	Cuenca	Coordenadas UTM		Zona	Datum	Tipo de Aforo	Caudal (L/s)	Fecha	Época
					Este	Norte						
S0110-AF-01	Qda. Pañayacu	S0110	Corrientes	Tigre	372 223	9 707 920	18	WGS-84	Correntómetro	21.6	Set-18	Seca

Vista Fotográfica	Esquema de Ubicación	Descripción												
		<p>El punto de aforo S0110-AF-01 se encuentra aguas abajo del sitio impactado con dirección a una depresión lo cual hace que el flujo tenga un movimiento lotico aportante de la quebrada.</p> <table><tr><th colspan="4">Aforo 18 de Setiembre (Seca)</th></tr><tr><th>Ancho (m)</th><th>Altura (m)</th><th>Largo (m)</th><th>Caudal (L/s)</th></tr><tr><td>2.0</td><td>0.15</td><td>Variable</td><td><b>21,6</b></td></tr></table>	Aforo 18 de Setiembre (Seca)				Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Caudal (L/s)	2.0	0.15	Variable	<b>21,6</b>
Aforo 18 de Setiembre (Seca)														
Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Caudal (L/s)											
2.0	0.15	Variable	<b>21,6</b>											

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.



## OBSERVACIÓN N.º 8

En relación con el ítem 5 "Acciones de remediación y rehabilitación", se tiene lo siguiente:

- a) Presentar un esquema con las acciones a remediación a implementar (área de préstamo, área remediar, área de almacenamiento de suelo contaminado, zona de aislamiento, entre otros que se crean convenientes habilitar).
- b) El ítem 5 no describe la ubicación de los componentes a habilitar como parte del proyecto de remediación y rehabilitación del Sitio S0110, por ello se deberá precisar la ubicación de las áreas acondicionadas para el almacenamiento temporal, tratamiento, y aislamiento, entre otros componentes que se habiliten para el desarrollo del proyecto. Además, adjuntar el mapa de componentes en formato pdf y shape con la delimitación de cada área que ocupe, las líneas de flujo de cuerpos de agua, sitio a remediar, así como las curvas de nivel, a una escala adecuada que permita su visualización. Se advierte que, acorde al artículo 115° del Reglamento de Recursos hídricos, está prohibido el uso de las fajas marginales. Además, los componentes habilitar deberán ubicarse a más de 50 metros de un cuerpo de agua.

El proyecto de remediación y rehabilitación del Sitio S0110 contempla la utilización de agua para para uso doméstico del personal (2,0 m<sup>3</sup>/día) que será abastecida por agua embotellada. En relación al agua con fines industriales indica que se empleará para el riego de trochas carroza bies y para la preparación de concreto y que será proporcionada por la operadora del lote petrolero dado que cuenta con puntos de captación de agua para uso industrial autorizados por la ANA. Al respecto, no se precisa la demanda requerida por etapa de construcción, operación y abandono, tanto para fines domésticos e industriales. En ese sentido, el titular deberá precisar la demanda de agua con fines domésticos e industriales requeridos durante el desarrollo por cada etapa o fase y por actividades del proyecto de remediación, señalar la fuente de abastecimiento y el traslado; de ser el caso, contemplaría la captación de cuerpos de agua con autorización vigente, deberá precisar la ubicación del punto de captación, caudal de captación, régimen, y la disponibilidad de agua mediante un balance que muestre el caudal otorgado en el derecho de uso de agua Vs el caudal actual que se viene utilizando en la planta operadora mencionada.

- c) En el ítem 5.8.1.2 "Aguas residuales (residuos líquidos)", literal A) Aguas residuales domésticas, se señala que para el manejo de los efluentes del personal se utilizará como baños las letrinas sanitarias, y para los efluentes del campamento emplearan una letrina sanitaria con trampa de grasas, esto durante las etapas de construcción, operación y abandono del proyecto de remediación y rehabilitación del Sitio S0110. Además, indican que se tomará en cuenta la Norma Técnica I.S. 020 Tanques sépticos. Sin embargo, el manejo de estas aguas es ambiguo, no indica el volumen estimado de aguas residuales domésticas e industriales a generar y no se describe la disposición final de las mismas. Por lo tanto, deberá precisar el volumen estimado de aguas domésticas e industriales a generar, describir el manejo, presentar el esquema del sistema de tratamiento y precisar la disposición final de las aguas domésticas (negras y grises). Asimismo, considerar los siguientes puntos:
  - En caso de reúso para el control de polvo y/o áreas verdes deberá indicar la estructura de almacenamiento, conducción y sistema de distribución de las aguas a reusar, área o polígono destinado al reúso, frecuencia de riego y volumen a emplear, cuadro resumen de la evaluación de la calidad de las aguas de reúso, donde se indique los parámetros a evaluar (considerar D.S. N° 004-2017-MINAM y/o directrices de la OMS sobre calidad microbiológica de las aguas residuales a emplearse en agricultura), frecuencia de monitoreo (Tomar como referencia el formato del anexo 5 de la R.J. N° 224-2013-ANA).

- En caso de descarga a un cuerpo de agua. presentar el caudal máximo de aguas residuales a verter ( $\text{m}^3/\text{año}$ ,  $\text{m}^3/\text{mes}$  y  $1/\text{s}$ ), régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas, determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la "Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua", aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA. Considerar, que el punto de vertimiento y los puntos de control asociados a la descarga deberán ubicarse dentro del área de influencia ambiental directa del proyecto.
  - En caso de infiltración al terreno, precisar el volumen ( $\text{m}^3/\text{día}$ ) de efluente a tratar e infiltrar, descripción de la Infraestructura de conducción, almacenamiento antes de la infiltración al terreno, área o polígono de infiltración, test de percolación para cada tipo de terreno y nivel freático.
- d) Respecto al manejo de aguas de contacto y no contacto (aguas de escorrentía) en los componentes del proyecto (literal b) de la presente observación), en el ítem 5.5.6 "Análisis de los riesgos operaciones para la ejecución de las actividades" sólo se indica que alrededor del área de almacenamiento de suelos contaminados se construirá un sistema de desvío y recogida de las aguas de escorrentía superficial, así como poza de almacenamiento de las aguas de escorrentía contaminadas. Además, en el ítem 5.8.1.2 "Aguas residuales (residuos líquidos)", literal B) sólo se detalla la disposición del lixiviado y/o agua de contacto. Sin embargo, no se describe a detalle el manejo y disposición final de las aguas de contacto y no contacto en todos los componentes habilitar. En tal sentido, se deberá:
- Describir el manejo y la disposición final de las aguas de contacto y no contacto (aguas de escorrentía) en la zona donde se realizará la extracción del material de acarreo (de ser el caso se contemple acorde a la respuesta de la observación N° 07), en el área a remediar, en las áreas acondicionadas para su almacenamiento temporal, tratamiento, y aislamiento, entre otros componentes de importancia que se habiliten para el proyecto de remediación y rehabilitación del Sitio S0110. Además, en caso se consideren canales de coronación u otra infraestructura de captación de agua, deberá sustentar el cálculo del caudal de diseño, presentar el diseño y adjuntar los esquemas correspondientes.
  - Indicar la disposición final de las aguas de escorrentía (no contacto). En caso se deriven a un cuerpo de agua, deberá señalar la ubicación en coordenadas UTM (WGS 84 y zona correspondiente) del punto de entrega de estas aguas (señalando el nombre del recurso hídrico) e incluir estaciones de monitoreo aguas arriba y aguas abajo de la descarga, a fin de llevar el adecuado control de la calidad del agua superficial.
  - Precisar la disposición final de las aguas de contacto tratadas de cada componente. En caso se considere la descarga a un cuerpo de agua, se deberá describir la captación, estructura de almacenamiento, caudal máximo de aguas residuales a verter ( $\text{m}^3/\text{año}$ ,  $\text{m}^3/\text{mes}$  y  $1/\text{s}$ ), descripción del sistema de tratamiento, régimen de vertimiento (permanente o intermitente), dispositivo de descarga, y evaluación del efecto del vertimiento en condiciones críticas, determinación de la zona de mezcla, nombre del cuerpo receptor, coordenadas de ubicación del punto de vertimiento y puntos de control en el cuerpo receptor en datum WGS 84 y zona correspondiente. Tomar como referencia la "Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto de un Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo

Natural de Agua", aprobada mediante R.J. N° 108-2017-ANA y el Anexo 4 de la R.J. N° 224-2013-ANA.

- e) Presentar el balance de agua integral (esquema o diagrama) para cada etapa del proyecto (construcción, operación y abandono), en donde se muestre los ingresos y salidas de agua para uso doméstico e industrial, manejo de las aguas de contacto y no contacto de cada componente. El balance de agua deberá guardar relación con la demanda de agua del proyecto y el volumen de efluentes generados, a presentar en los literales anteriores de la presente observación.

#### Comentario de la Autoridad Nacional del Agua

- b) El titular presenta un mapa con la ubicación de las facilidades de remediación: en el anexo 6-4 (mapas 6.4.3.1 del documento de levantamiento de observaciones) se muestra la ubicación de la PTARD, campamento, almacenamientos, área de tratamiento, operación, depósitos, entre otros, los cuales se ubican a más de 150 m de la quebrada (Figura 7).

**Figura 7. Ubicación de facilidades en el sitio S0110 (Sitio 5)**



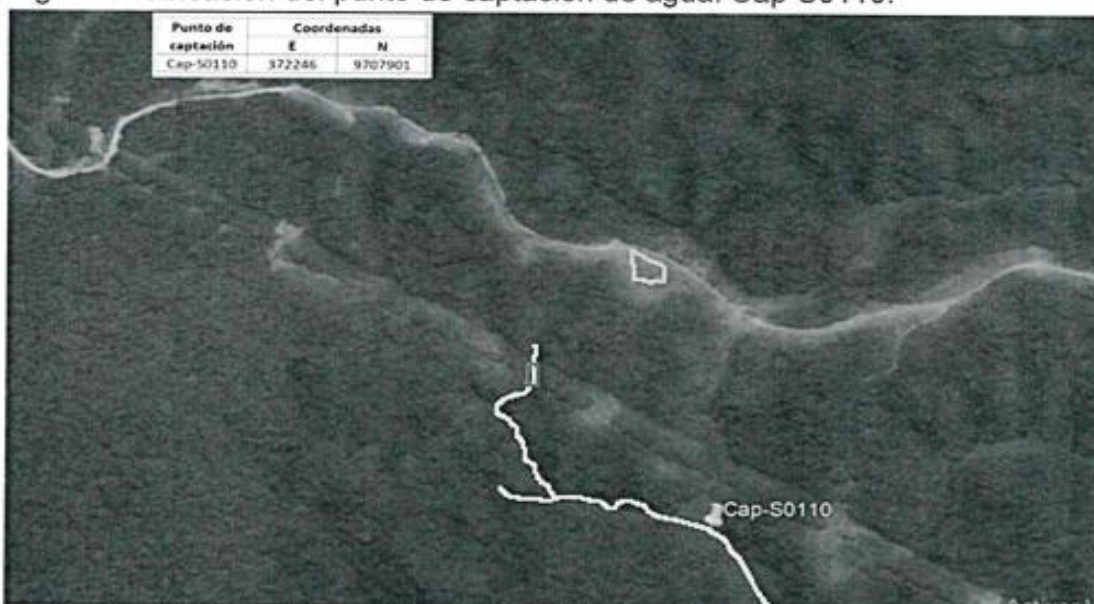
Fuente: PR del Sitio Impactado S0110, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 5.0b.8a)

Con respecto a la demanda de agua, el titular indica que el agua industrial y domestica será obtenida de la quebrada S0110 (Cap-S0110) de coordenadas 372246 E y 9707901 N (WGS-84), figura 8. El agua será utilizada en las labores de pretratamiento de sedimentos, actividades de cierre del compartimiento de aislamiento, riesgo en revegetación y para control de polvo en caminos. Añade que no se tiene previsto hacer vertidos a cuerpos de agua, el agua domestica será reutilizada en la operación, después de haber pasado por controles de calidad de un tratamiento en una PTAR.

Indica que la demanda de agua domestica será 2.24 m<sup>3</sup>/día; el agua residual domestica tratada será utilizada como agua industrial. Además, presenta el balance de agua (cuadro 19)



Figura 8. Ubicación del punto de captación de agua. Cap-S0110.



Fuente: PR del Sitio Impactado S0110, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanción de observaciones, Cuadro 5-Ob-8e).

Al respecto, los valores calculados de la columna Balance acumulado del cuadro N°19 Balance de agua no son correctos. Por otro lado, menciona punto de captación de agua a la quebrada S0110, cuando el punto de captación pertenece a la quebrada Pañayacu. En ese sentido, debe revisar y corregir los valores del cuadro en mención. Asimismo, debe actualizar los cuadros y valores de demanda, si corresponde, cuando estos nuevos valores afectan otra información. Adicionalmente, debe corregir la información respecto al punto de captación de agua.

Cuadro N° 19. Balance de agua

Etapa	Tiempo (semanas)	m <sup>3</sup> provenientes de la PTAR (entrada)	m <sup>3</sup> solicitados para uso industrial (entrada)	m <sup>3</sup> demanda según cuadro resumen (salida)	m <sup>3</sup> balance acumulado
Construcción	2	25	0	2.7	54
Operación	3	38	0	21.0	33
Cierre	2	25	0	8.8	55
Cierre (regadío revegetación)				55.4	0
Total	7	88	0	88	
Balance		88		88	0

Fuente: PR del Sitio Impactado S0110, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanción de observaciones, Cuadro 5-Ob-8c).

#### Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se realiza los comentarios correspondientes al ítem b de la observación 8.

#### Respuesta:

En atención al comentario de la ANA:

La ubicación de las áreas acondicionadas para el almacenamiento temporal, tratamiento, y aislamiento de los componentes a habilitar como parte del proyecto de remediación y rehabilitación del sitio S0110 (Sitio 5) atendiendo a lo solicitado en la observación; es decir, un mapa con ubicación de componentes en formato pdf y shape, delimitando el área que ocupe los componentes, líneas de flujo de cuerpos de agua, sitio a remediar, así como las curvas de nivel, a una escala adecuada que permita su visualización se incluye en el Anexo 6.4, / 6.4.3.1 del informe (Ver Figura 5-Ob-8g al final de la respuesta de la presente observación).

Las figuras 5- Ob. 8c y 8d presentan la ubicación, dimensiones y distribución de componentes en el sitio S0110 (Sitio 5).

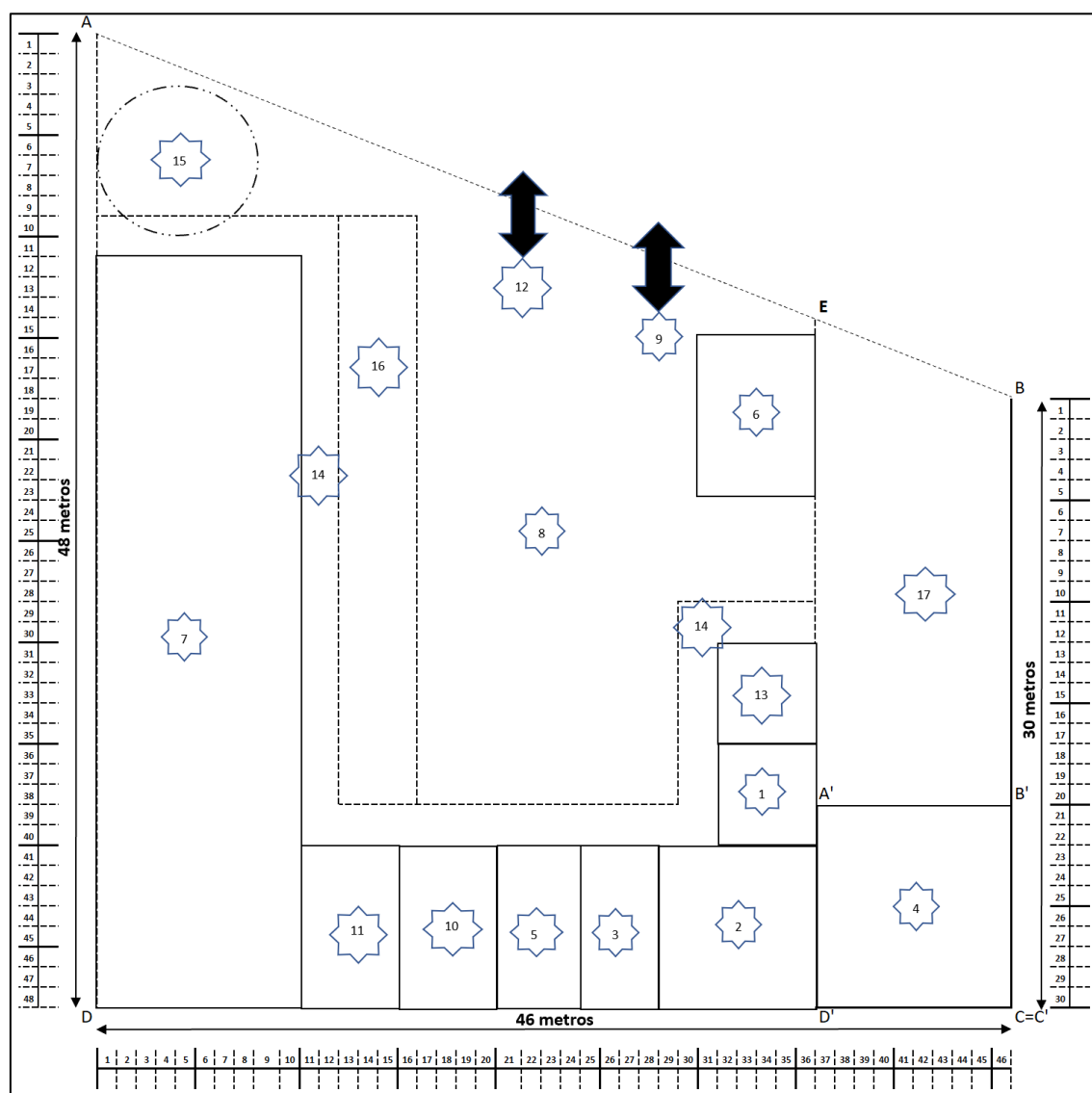
Los componentes por ubicar, acorde al artículo 115° del Reglamento de Recursos hídricos, estarán fuera de las fajas marginales y más de 50 metros de un cuerpo de agua superficial.

La procedencia del agua doméstica e industrial requerida para los trabajos de intervención se obtendrá del cuerpo de agua (quebrada Pañayacu). Se ha denominado el punto de captación (S0110-Cap001), coordenada Este: 372246 y Norte: 9707901 (WGS-84). Ver Figura 5-Ob-8g. Operativamente el agua se requiere para labores de pretratamiento de sedimentos mediante mezcla con cemento, actividades de cierre del compartimiento de aislamiento, y para control de polvo en caminos. Otro punto importante mencionar es que debido a que no se tiene previsto hacer vertidos a cuerpos de agua, el agua doméstica servida será reutilizada en la operación, después de haber pasado por los controles de calidad de un tratamiento en una PTAR.

**Figura 5-Ob-8c: Ubicación de facilidades en el sitio S0110 (Sitio 5)**



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

**Figura 5-Ob-8d: Dimensiones y distribución de componentes en el Sitio S0110 (Sitio 5)**


Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

**LEYENDA**

- 1 Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (PTAR)
- 2 Tanques de almacenamiento de agua
- 3 Área de equipos de bombeo
- 4 Compartimiento de aislamiento (polígono A', B', C' y D')
- 5 Área de almacenamiento de equipos /herramientas
- 6 Área de almacenamiento de combustible
- 7 Campamento
- 8 Áreas de circulación de vehículos.
- 9 Entrada y salida de camiones y equipos pesados
- 10 Laboratorio
- 11 Posta médica
- 12 Entrada y salida de vehículos de personal
- 13 Área de almacenamiento de residuos sólidos
- 14 Acera peatonal
- 15 Área de seguridad/Evacuación
- 16 Estacionamiento de vehículos
- 17 Área techada para almacenamiento temporal de suelos



**Figura 5-Ob-8e: Ubicación del punto de captación de agua S0110-Cap001**



Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Las demandas de agua doméstica, agua industrial y balance de agua se presentan respectivamente en los cuadros 5-Ob-8a, 5-Ob-8b y 5-Ob-8c.

**Cuadro 5-Ob-8a Demanda de agua doméstica**

Demanda agua doméstica	Dotación de agua (l/hab/día) *	Nº de trabajadores	Demanda de agua diaria (m³/día) *	Efluentes para reúso (m³/día) **	Efluentes doméstico total (m³) ***
Consumo Humano	80	28	2.24	1.792	87.81

\* Dotación de agua para selva (MVCS, 2011)

\*\* Se considera que el 80% del agua consumida se convertirá en efluente doméstico (Norma OS.100)

\*\*\* Considerando el tiempo de 7 semanas (1.75 meses).

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

**Cuadro 5-Ob-8b Demanda de agua industrial**

Etapa	Pretratamiento con cemento (m <sup>3</sup> /día) *	Actividades de cierre de compartimiento de aislamiento (m <sup>3</sup> /día) **	Control de polvo en caminos (m <sup>3</sup> /día)	Demanda de agua diaria (m <sup>3</sup> /día)
Construcción	-		1.4	1.40
Operación	0.62		1.4	2.02
Cierre		0.25	1.596	1.84
<b>Total</b>	<b>0.62</b>	<b>0.25</b>	<b>4.396</b>	<b>5.26</b>

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

Notas:

 \*  $(75.4 \text{ m}^3 \times 1.15 \times 150 \text{ l/m}^3) / (1000 \text{ l/m}^3 \times 3 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0.62 \text{ m}^3/\text{día}$ 

 \*\*  $(10 \times 10 \text{ m}^2 \times 0.30 \text{ m} \times 1.15 \times 100 \text{ l/m}^3) / (1000 \text{ l/m}^3 \times 2 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0.25 \text{ m}^3/\text{día}$ 

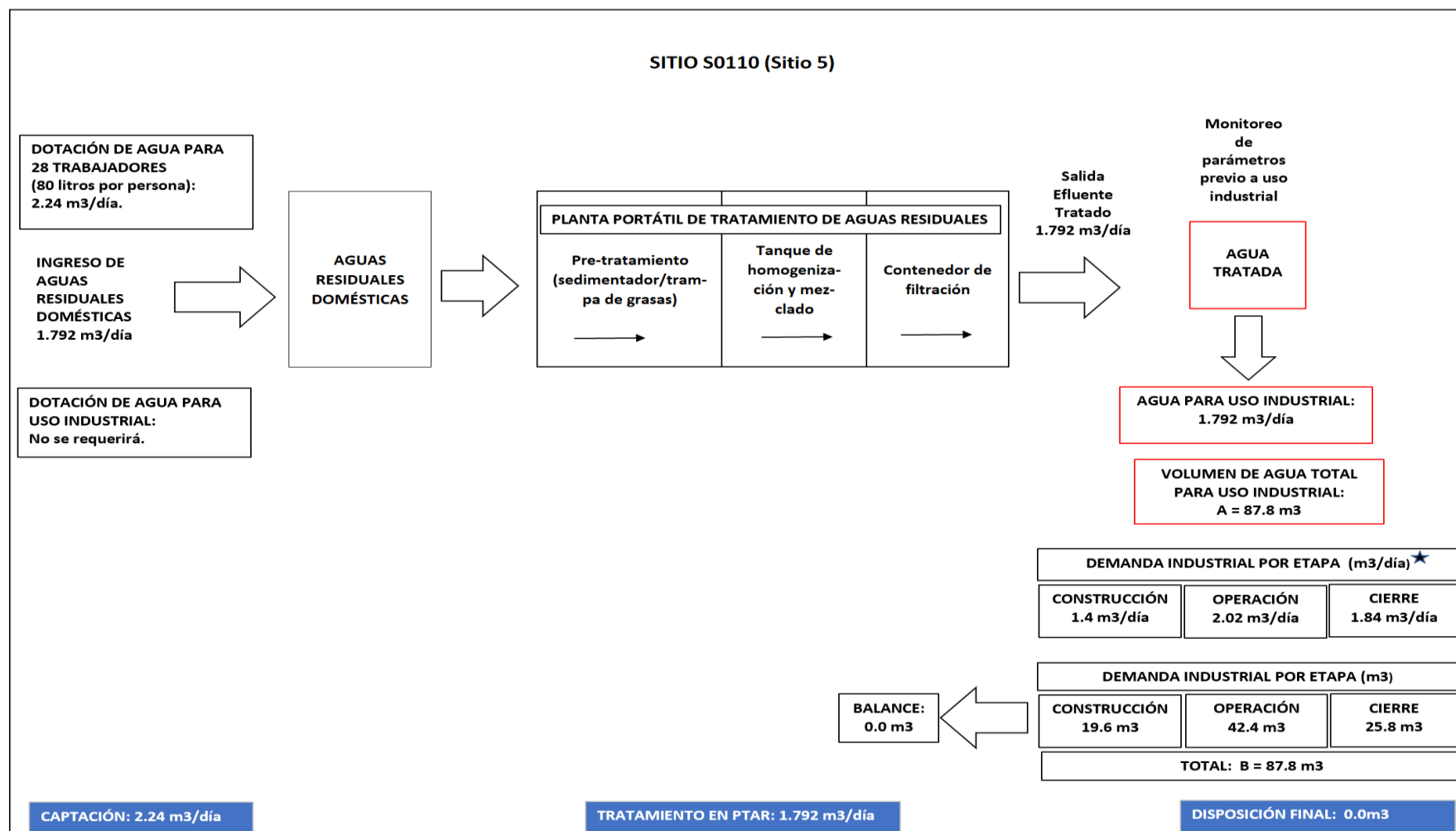
 donde: volumen de sedimentos a extraer = 75.40 m<sup>3</sup>; Factor de esponjamiento (Fw) = 1.15  
 dimensiones del área de compartimiento de aislamiento: 10m x 10m

**Cuadro 5-Ob-8c Balance de agua**

Etapa	Tiempo en semanas	m <sup>3</sup> provenientes de la PTAR (entrada)	m <sup>3</sup> solicitados para uso industrial (entrada)	m <sup>3</sup> demanda según cuadro resumen (salida)	m <sup>3</sup> Balance Acumulado
Construcción	2	$2.24 \times 0.8 \times 2 \times 7 = 25.1$	0	$1.4 \times 2 \times 7 = 19.6$	5.5
Operación	3	$2.24 \times 0.8 \times 3 \times 7 = 37.6$	0	$2.02 \times 3 \times 7 = 42.4$	0.7
Cierre	2	$2.24 \times 0.8 \times 2 \times 7 = 25.1$	0	$1.84 \times 2 \times 7 = 25.8$	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>87.8</b>	<b>0</b>	<b>87.8</b>	
<b>Balance</b>		<b>87.8</b>		<b>87.8</b>	<b>0</b>

Solicitado para uso industrial	0.000	m <sup>3</sup> /día
Solicitado para uso doméstico	2.240	m <sup>3</sup> /día
Total (doméstico + industrial)	2.240	m <sup>3</sup> /día

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021

**Figura 5-Ob-8f Flujograma de balance de agua**


## Notas

Nota 1: Dotación para el número máximo de trabajadores.

Nota 2: La empresa proveedora de la PTAR, será la encargada de su instalación y mantenimiento.

Nota 3: El agua tratada en la PTAR será reutilizada en (i) pretratamiento con cemento; (ii) compactación de suelos en el cierre; (iii) control de polvo en vías de acceso.

Nota 4: No se está considerando hacer vertidos a cuerpos de agua.



Etapa	Pretratamiento con cemento (m³/día) *	Actividades de cierre de compartimiento de aislamiento (m³/día) **	Control de polvo en caminos (m³/día)	Demanda de agua diaria (m³/día)
Construcción	-		1.4	1.40
Operación	0.62		1.4	2.02
Cierre		0.25	1.596	1.84
<b>Total</b>	<b>0.62</b>	<b>0.25</b>	<b>4.396</b>	<b>5.26</b>

Etapa	Semanas
Construcción	2
Operación	3
Cierre	2
<b>Total</b>	<b>7</b>

Notas:

\*  $(75.4 \text{ m}^3 \times 1.15 \times 150 \text{ l/m}^3) / (1000 \text{ l/m}^3 \times 3 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0.62 \text{ m}^3/\text{día}$

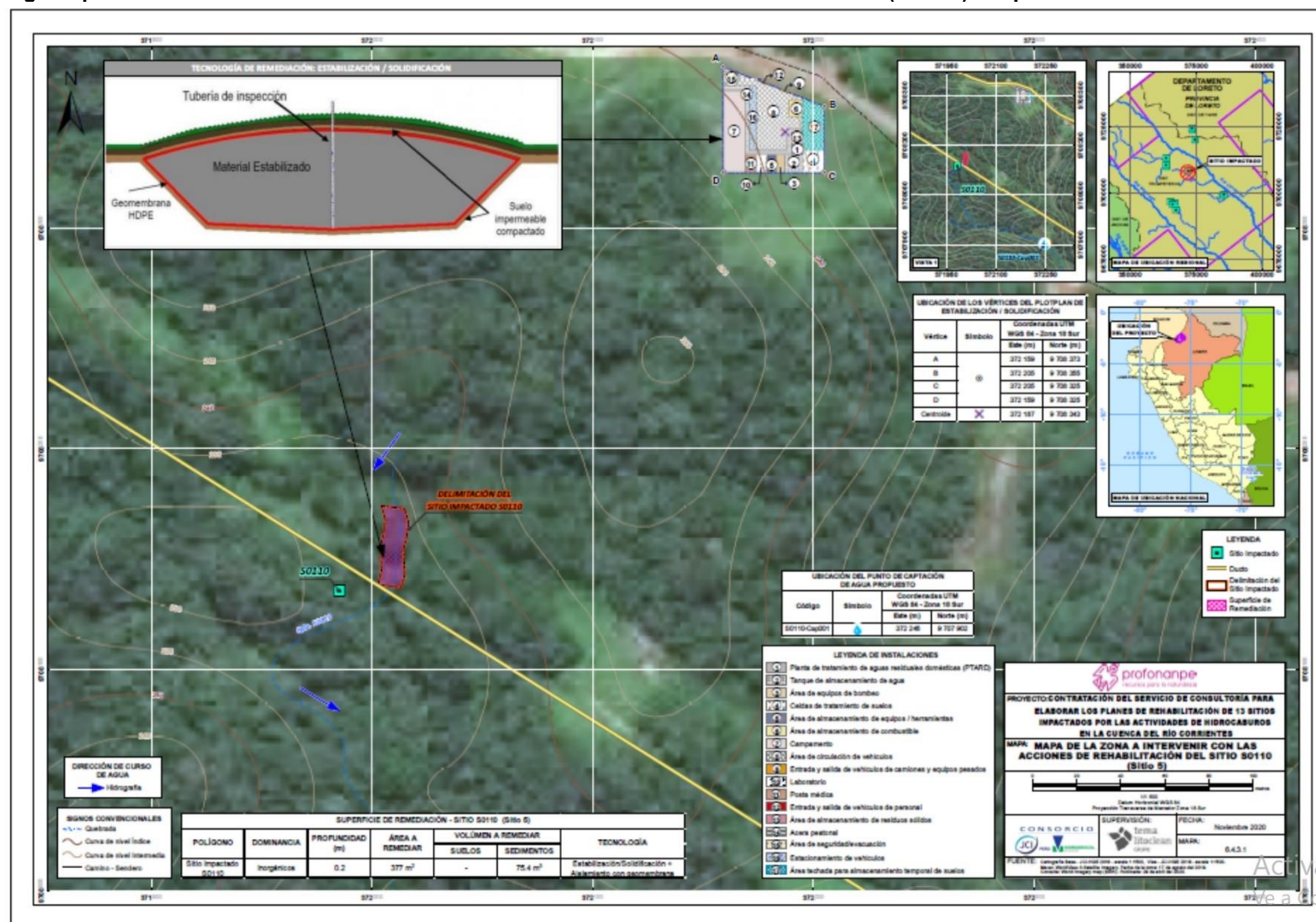
\*\*  $(10 \times 10) \text{ m}^2 \times 0.30 \text{ m} \times 1.15 \times 100 \text{ l/m}^3 / (1000 \text{ l/m}^3 \times 2 \text{ semanas} \times 7 \text{ días/semana}) = 0.25 \text{ m}^3/\text{día}$

donde: volumen de sedimentos a extraer = 75.40 m³; Factor de esponjamiento (Fw) = 1.15  
dimensiones del área de compartimiento de aislamiento: 10m x 10m

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.



Figura 5-Ob-8g: Mapa de la zona a intervenir con las acciones de rehabilitación del sitio S0110 (Sitio 5). Mapa 6.4.3.1.



Elaborado por: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.



## OBSERVACIÓN N.º 9

En el ítem 5.7.2 "Identificación de impactos ambientales" se identifica dos impactos potenciales asociados a la calidad del agua superficial y subterránea, sin embargo, no se incluye la evaluación de ciertas actividades asociadas a la remediación del sitio S0110, tales como: movilización fluvial durante la fase de movilización de equipos y materiales al sitio, por los procesos de colocación de material contaminado al terreno de almacenamiento temporal y colocación de material de aislamiento, las aguas de lluvia pueden tener contacto con estos materiales indicados, y por medio del transporte fluvial pueden llegar a las quebradas alterando su calidad, no se evalúa la posible afectación por la disposición final de los efluentes domésticos e industriales, ni por derrame de los lixiviados y/o sustancias peligrosas, ni por la extracción de material de acarreo (de ser el caso). Además, en relación con el dique contención ubicado aguas abajo del cauce para evitar el transporte de contaminantes propuesto en el programa de manejo deberá evaluar los posibles impactos al agua superficial y bienes asociados durante su etapa constructiva. En ese sentido, el titular deberá reevaluar el potencial impacto a la calidad del agua superficial y subterránea, corregir la identificación y evaluación, incluir la descripción de los impactos ambientales, y presentar el ítem 5.7.2 actualizado y corregido.

### Comentario de la Autoridad Nacional del Agua

El titular señala que el sitio S0110 no presentó evidencias en el suelo con relación a los estándares nacionales; en sedimentos, solo se encontró arsénico que excedió la norma canadiense. Además, indica, que el análisis de riesgo arroja niveles aceptables a la salud humana y niveles entre medio y bajo para el componente ambiental; de acuerdo con los resultados no sería necesario la aplicación de alguna técnica de remediación, puesto que ninguno de los elementos analizados representa un riesgo para el ser humano ni para el ambiente.

Al respecto, el arsénico encontrado en los sedimentos, que superaron el estándar canadiense, y por ello se aplicaría la remediación en esta matriz, pueda ocasionar un riesgo de contaminación durante la remoción de los sedimentos hacia las aguas superficiales. Sin embargo, estas actividades durante la operación (extracción, carguío, entre otros) no fueron identificadas en la matriz de impactos y riesgos ambientales y reevaluar el potencial impacto a la calidad de agua superficial y, establecer las medidas de manejo ambiental con respecto al recurso hídrico.

### Observación no subsanada

### Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se realiza la absolución de los comentarios realizado por la autoridad.

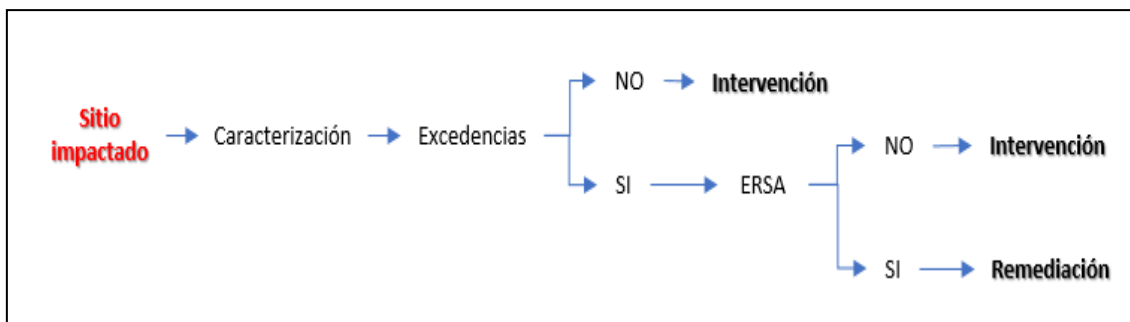
### Respuesta:

En atención a la observación N°09, se indica lo siguiente:

El sitio impactado S0110 (Sitio 5) como resultado de la caracterización, no se encontraron excedencias con relación a los estándares nacionales (ECA suelo agrícola) para las matrices ambientales evaluadas. Para el caso de los sedimentos, el arsénico presenta excedencias cuando se toma como referencia la normativa canadiense.

El análisis de riesgo de los Contaminantes de Preocupación (CP) arroja niveles aceptables (o ausencia de riesgo) a la salud humana; asimismo, para el escenario ecológico se determinó un nivel de riesgo bajo. De acuerdo con los resultados y a la metodología indicada en la RM-118-2017-MEM/DM, el sitio S0110 (Sitio 5) no aplica una acción de remediación.

El diagrama siguiente muestra de forma resumida, el proceso seguido para la selección de una remediación o de una intervención en los sitios impactados.



Es importante señalar, que para el sitio S0110 (Sitio 5) según los resultados obtenidos, no sería necesario la aplicación de alguna técnica de remediación, puesto que ninguno de los elementos analizados representa un riesgo para el ser humano ni para el ambiente.

Es importante resaltar que los resultados obtenidos de la evaluación realizada en el ERSA para el Sitio 110, demostraron que el riesgo de los CP hacia la salud de los receptores humanos es aceptable, para el caso ecológico el riesgo es “bajo” y para el componente abiótico “no probable”.

En conclusión, y tal como se indica en el PR, para el sitio impactado S0110 (Sitio 5) no se requiere remediación y por lo tanto la aplicación de una tecnología de remediación. Sin embargo, bajo el contexto social que involucra el presente estudio, se recomienda la aplicación de acciones de “intervención”.

En este contexto, se presenta las respuestas para la intervención del sitio S0110:

- (i) Tal como se indicó en atención a la observación N°44, se identifican los potenciales impactos incluyendo las medidas respectivas. Los impactos presentados están agrupados por cada actividad y Fase, en la cual se incluye la evaluación dentro de las áreas a intervenir (zona de excavación y zona de aislamiento final).
- (ii) El análisis de ERSA efectuado obtuvo como resultado para el caso ecológico de riesgo “bajo” y para el componente abiótico “no probable”. Por tal motivo no se identifica fuente de contaminación, y solo se realizar una extracción manual de sedimentos por tener valores altos de metal (sin perjuicio de no representar riesgo hacia los receptores evaluados).

El criterio de aplicar del confinamiento del sedimento extraído (menos de 75 m<sup>3</sup>) obedece que es la intervención más económica y de fácil aplicabilidad por parte de la población.

Además, se presenta la matriz de identificación de riegos e impactos ambientales (Cuadro 5-Ob-9a y 5-Ob-9b) donde se puede mostrar que la etapa de operación contempla actividades de extracción, carguío, entre otros. Asimismo, en el cuadro 5-Ob-9c se presentan las medidas de manejo ambiental de acuerdo con los impactos identificados.

**Cuadro 5-Ob-9a Matriz de identificación de impactos ambientales – Etapa de construcción, operación y cierre**

Etapa	Fases	Componente ambiental	Físico										Biológico			Socio-		
		Factor ambiental	Topografía y Paisaje		Calidad de Aire		Ruido	Recurso Hídrico Superficial		Recurso Hídrico Subterráneo		Suelo		Flora Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	económico	
		Sitio S0110	Topografía	Calidad Visual	Material Particulado	Emisiones Gaseosas	Ruido	Cantidad del Agua Superficial	Calidad del Agua Superficial	Cantidad del Agua Subterránea	Calidad del Agua Subterránea	Calidad del Suelo	Uso de Suelo	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Contratación de mano de obra	Percepciones de Grupo de Interés
		Técnica de remediación: Estabilización y aislamiento																
		Actividades																
Construcción	Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio	Puesta en marcha																
		Movilización de equipos y materiales al sitio			-	-	-								-		+	+
		Instalación del campamento		-	-	-	-					-	-	-	-		+	+
	Fase II: Preparación del almacenamiento provisional del material	Construcción de techo tipo galpón			-	-	-										+	+
		Impermeabilización y sistema de drenaje del sitio techado			-	-	-										+	+
	Fase III: Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final (compartimiento de aislamiento)	Excavación y conformación de taludes	-	-	-	-	-					-					+	+
		Compactación de la base (piso de fondo)				-	-										+	+
		Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo															+	+
		Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante				-	-										+	+
		Colocación de tubería ranurada																
Operación	Fase IV: Preparación del material in situ	Preparación de camino por donde se retirará manualmente el material contaminado excavado.		-			-							-	-		+	+
		Preparación de zanja de desvío de curso de agua y barrera temporal de contención de sedimentos	-	-			-		-			-	-	-	-	-		
		Operación del campamento		-	-	-	-							-	-		+	+
		Extracción manual del sedimento	-	-					-							-	+	+
		Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo															+	+
		Carguío y traslado manual de material de suelo contaminado en bolsas de 25 kilos.															+	+
	Fase V: Aplicación del tratamiento de solidificación y estabilización y aislamiento con geomembrana del material tratado	Preparación de la muestra de suelo cemento			-	-	-										+	+
		Colocación del material pretratado con cemento en el sitio			-	-	-										+	+
	Fase VI: Restitución de zanja de desvío temporal del curso de agua	Trabajos de restitución de zanja excavada para desvío de curso de agua de la quebrada	-	-			-		-									
	Cierre	Fase VII: Cierre de la celda de confinamiento	Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante (tapa)			-	-	-										+
Colocación de 1 m de suelo para cierre					-	-	-										+	+
Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo																	+	+
Revegetación			+	+								+		+	+	+	+	+
Desinstalación de campamento					-	-	-					-		-	-		+	+
Desmovilización de equipos y materiales al sitio					-	-	-								-		+	+

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

Leyenda:

símbolo	Impacto ambiental
+	Impacto Positivo
-	Potencial Impacto Negativo Directo
	Sin impacto y/o riesgo ambiental

**Cuadro 5-Ob-9b Matriz de identificación de riesgos ambientales– Etapa de construcción, operación y cierre**

Etapa	Fases	Componente ambiental	Físico										Biológico			Socio-		
		Factor ambiental	Topografía y Paisaje		Calidad de Aire		Ruido	Recurso Hídrico Superficial		Recurso Hídrico Subterráneo		Suelo		Flora Terrestre	Fauna Terrestre	Flora y Fauna Acuática	económico	
		Sitio S0110	Topografía	Calidad Visual	Material Particulado	Emisiones Gaseosas	Nivel de Ruido	Cantidad del Agua Superficial	Calidad del Agua Superficial	Cantidad del Agua Subterránea	Calidad del Agua Subterránea	Calidad del Suelo	Uso de Suelo	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Abundancia y diversidad	Contratación de mano de obra	Percepciones de Grupo de Interés
		Técnica de remediación: Estabilización y aislamiento																
		Actividades																
Construcción	Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio	Puesta en marcha																
		Movilización de equipos y materiales al sitio							RI-01			RI-01		RI-01				
		Instalación del campamento							RI-01			RI-01 / RI-02						
	Fase II: Preparación del almacenamiento provisional de material	Construcción de techo tipo galpón										RI-01						
		Impermeabilización y sistema de drenaje del sitio techado										RI-01 / RI-02						
	Fase III: Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final (compartimiento de aislamiento)	Excavación y conformación de taludes													RI-01			
		Compactación de la base (piso de fondo)										RI-01			RI-01			
		Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo																
		Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante			RI-01													
		Colocación de tubería ranurada					RI-01											
Operación	Fase IV: Preparación del material in situ	Preparación de camino por donde se retirará manualmente el material contaminado excavado.										RI-01	RI-01					
		Preparación de zanja de desvío de curso de agua y barrera temporal de contención de sedimentos									RI-01							
		Operación del campamento							RI-01			RI-01 / RI-02						
		Extracción manual del sedimento					RI-01					RI-01		RI-01	RI-01			
		Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo																
		Carguío y traslado manual de material de suelo contaminado en bolsas de 25 kilos			RI-01		RI-01		RI-01			RI-01		RI-01	RI-01			
	Fase V: Aplicación del tratamiento de solidificación y estabilización y aislamiento con geomembrana del material tratado	Preparación de la muestra de suelo cemento										RI-01 / RI-02			RI-01			
		Colocación del material pretratado con cemento en el sitio										RI-01 / RI-02						
	Fase VI: Reposición de material en el sitio	Trabajos de restitución de zanja excavada para desvío de curso de agua de la quebrada										RI-01		RI-01	RI-01	RI-01		
	Cierre	Fase VII: Cierre de la celda de confinamiento	Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante (tapa)															
Colocación de 1.00 m de suelo para cierre			RI-01															
Trazo, niveles y replanteo durante el proceso constructivo																		
Revegetación					RI-01													
Desinstalación de campamento				RI-01										RI-01	RI-01			
Desmovilización de equipos y materiales al sitio				RI-01					RI-01			RI-01 / RI-02		RI-01				

Leyenda:

Símbolo	Riesgo ambiental
RI-01	Riesgo de afectación al agua superficial/subterránea, suelo, flora y fauna acuática y terrestre (posible derrame de combustible, agua de contacto, suelo contaminado, etc.)
RI-02	Riesgo de incendios; debido a la presencia y almacenamiento inadecuado de sustancias inflamables, tales como aceites, combustibles, etc.

**Cuadro 5-Ob-9c Medidas de manejo ambiental de los impactos en el S0110**

Actividad	Componente ambiental afectado*	Impacto Ambiental	Medida de Manejo Ambiental
<b>Fase I: Movilización de equipos y materiales al sitio</b>			
Movilización de equipos y materiales al sitio	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones gaseosas).</li> <li>Incremento de los niveles de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los camiones serán rociados con agua (cerca a las comunidades nativas y áreas de trabajo) para evitar la dispersión de material particulado.</li> <li>Se deberá cumplir con los límites máximos de velocidad (30-40 km/hora) en trochas carrozables que crucen cerca a las comunidades nativas y en las áreas de trabajo.</li> <li>Se deberá realizar un mantenimiento preventivo a todas las unidades móviles antes del ingreso a campo, si durante los procesos operativos alguna unidad móvil sufre algún desperfecto (no solucionable en campo) será reemplazado inmediatamente.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá y/o restringirá el uso de claxon.</li> <li>Los trabajadores contarán con equipos de protección personal (mascarillas, guantes, protección auditiva, etc.) para garantizar su bienestar y evitar su exposición al material particulado y/o gases de combustión, así como elevados niveles de ruido. Se deberá realizar un mantenimiento preventivo a todas las unidades móviles antes del ingreso a campo, si durante los procesos operativos alguna unidad móvil sufre algún desperfecto (no solucionable en campo) será reemplazo inmediatamente.</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la fauna silvestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se capacitará a los operarios sobre la importancia de la Conservación de la Fauna Silvestre, y la no depredación de esta, así como su perturbación a la hora de realizar las labores de instalación.</li> <li>Se instruirá a los operarios sobre el uso pertinente de claxon y bocinas de las maquinarias y vehículos a la hora de realizar las labores de remediación, a fin de no afectar a la fauna silvestre de los alrededores.</li> <li>Se indicará el exclusivo uso de las vías existentes con el fin de no afectar a las especies por tomar atajos.</li> <li>La tenencia de armas de fuego en el área de trabajo estará prohibida, pues el uso inadecuado causará el retiro de la fauna presente en la zona, solo podrán hacer uso de éstas el personal de seguridad autorizado, solo en casos de que la circunstancia lo amerite.</li> </ul>
Instalación de campamento	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad visual</li> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones gaseosas)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> <li>Alteración de la calidad de suelo</li> <li>Modificación del uso del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los movimientos de tierra durante esta actividad se adecuarán a la topografía del terreno y al diseño establecido previamente.</li> <li>Se mimetizará las infraestructuras elevadas de acuerdo al color predominante del paisaje adyacente.</li> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales (01 vez en esta etapa).</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá y/o restringirá el uso de claxon.</li> <li>Las áreas que serán disturbadas temporalmente para la instalación de la infraestructura necesaria para la remediación del sitio, deberán ser rehabilitadas y revegetadas al finalizar las actividades.</li> <li>Realizar la limpieza inmediata del sitio y la disposición adecuada de los desechos con el fin de evitar impactos visuales negativos por la diseminación de residuos sólidos. (Manejo de residuos).</li> <li>Se establecerá un área específica para la recarga de combustible de los vehículos y maquinaria pesada, con el fin de reducir el riesgo de derrames de hidrocarburos en el suelo.</li> <li>El contratista deberá establecer procedimientos para el manejo, almacenamiento y transporte de materiales peligrosos, el cual deberá ser difundido a los trabajadores mediante capacitaciones.</li> <li>Los restos de los materiales de construcción (cemento, concreto fresco, limos, arcillas) no tendrán como receptor final el lecho de algún curso de agua; estos residuos serán dispuestos en contenedores, para luego ser trasladados por EO-RS debidamente registrada ante la autoridad competente.</li> <li>Se considerará la habilitación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la fauna terrestre</li> <li>Alteración de la flora terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se capacitará a los trabajadores y operarios sobre la importancia de la fauna silvestre, la no depredación de esta, así como su perturbación a la hora de realizar las labores de remediación.</li> <li>Se instruirá a los trabajadores y operarios sobre el uso pertinente de claxon y bocinas de las maquinarias y vehículos a la hora de realizar las labores de remediación, a fin de no afectar a la fauna silvestre de los alrededores.</li> <li>Se colocarán carteles informativos de prohibición de caza y/o captura de animales silvestres en el área.</li> <li>Dentro de la fase VII se está considerando la actividad de revegetación.</li> <li>Se limitará las actividades de la instalación del campamento estrictamente al área de del proyecto, evitando de este modo generar la fragmentación del hábitat de la fauna y flora silvestre.</li> <li>Limitar el desbroce en las áreas de remediación y en las zonas donde se instalarán de infraestructura de remediación e instalaciones temporales.</li> </ul>
<b>Fase II: Preparación del almacenamiento provisional del material contaminado</b>			
Construcción de techo tipo galpón	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales (01 vez en esta etapa).</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> </ul>
Impermeabilización y sistema de drenaje	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones gaseosas)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales (01 vez en esta etapa).</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Los grupos electrógenos serán ubicados lejos de las comunidades y esta contará con un kit antiderrame. (pañes absorbentes, cordones, lentes de seguridad, guantes de nitrilo, traje descartable, mascarilla filtro NIOSH N95, Bolsas de polietileno, etc.).</li> </ul>
<b>Fase III: Acondicionamiento del sitio de almacenamiento final (compartimiento de aislamiento)</b>			
Excavación y conformación de taludes	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la topografía del área.</li> <li>Alteración de la calidad visual.</li> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones gaseosas).</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> <li>Alteración de la calidad del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los movimientos de tierra durante esta actividad se adecuarán a la topografía del terreno y al diseño establecido previamente.</li> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá y/o restringirá el uso de claxon.</li> </ul>



Actividad	Componente ambiental afectado*	Impacto Ambiental	Medida de Manejo Ambiental
Compactación de la base (Piso de fondo)	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (emisiones gaseosas).</li> <li>Incremento de los niveles de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> </ul>
Colocación de la Geomembrana HDPE impermeabilizante	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (emisiones gaseosas).</li> <li>Incremento de los niveles de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> </ul>
Fase IV: Preparación del material in situ			
Preparación de camino por donde se retirará manualmente el material contaminado excavado	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad visual.</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se tendrá en consideración la ruta en donde haya la menor cantidad de vegetación para la habilitación del camino.</li> <li>Se hará uso de herramientas manuales para la habilitación de los accesos al sitio contaminado.</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la fauna terrestre.</li> <li>Alteración de la flora terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El camino se establecerá preferentemente en una zona despejada sin cobertura vegetal para evitar el desbroce y desbosque innecesario.</li> <li>Se capacitará a los trabajadores y operarios sobre la importancia de la fauna silvestre, la no depredación de esta, así como su perturbación a la hora de realizar las labores de remediación.</li> <li>Se colocarán carteles informativos de prohibición de caza y/o captura de animales silvestres en el área.</li> </ul>
Desvío de curso de agua y barrera temporal de contención de sedimentos	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad visual.</li> <li>Alteración de la calidad de agua superficial</li> <li>Alteración de la calidad de suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de actividades, se efectuarán recorridos de observación con la finalidad de identificar estratégicamente el desvío del curso a considerar.</li> <li>Respetar siempre que sea posible el patrón del cauce natural y la topografía del área para la zanja de desvío</li> <li>Se tendrá en consideración la ruta en donde haya la menor cantidad de vegetación para la habilitación del curso de agua.</li> <li>Se hará uso de herramientas manuales para la habilitación de los accesos al sitio contaminado.</li> <li>La intervención debe ejecutarse en época seca donde se cuenta con el nivel de agua más bajo en la quebrada (menor caudal), con la finalidad de evitar la resuspensión de sedimento, incremento de la turbidez y el transporte de los contaminantes, dado que la zona a remediar pertenece al bosque de terrazas inundadas.</li> <li>Se colocará una barrera provisional, utilizando malla tipo geotextil o membrana semipermeable en el extremo aguas abajo de la zona delimitada para intervenir el tramo de quebrada (barrera de contención de finos)</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la fauna terrestre.</li> <li>Alteración de la flora terrestre.</li> <li>Alteración de la flora y fauna acuática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de actividades de desbroce, se efectuarán recorridos de observación con la finalidad de identificar las especies con valor científico o amenazadas.</li> <li>En el desbroce, se mantendrá la vegetación que se encuentre en las riberas de las fuentes naturales de agua, con la finalidad de regular los caudales, minimizar la escorrentía y mantener los ecosistemas que sirven de refugio para plantas y animales</li> <li>El camino se establecerá preferentemente en una zona despejada sin cobertura vegetal para evitar el desbroce y desbosque innecesario.</li> <li>La vegetación desbrozada será almacenada, para su posterior uso en la revegetación del sitio</li> <li>Se deberá mantener en lo posible la integridad de la cobertura vegetal, estratificación y composición de especies de la vegetación natural y de los hábitats terrestres en su conjunto en las zonas adyacentes de las actividades de remediación.</li> <li>Se capacitará a los trabajadores y operarios sobre la importancia de la fauna silvestre, la no depredación de esta, así como su perturbación a la hora de realizar las labores de remediación.</li> <li>Se colocarán carteles informativos de prohibición de caza y/o captura de animales silvestres en el área.</li> <li>El desvío del cauce tendrá duración cuatro (04) semanas, cabe mencionar, que en ningún momento durante la fase de construcción será interrumpido el flujo de agua del río. Por lo tanto, el desplazamiento natural de la biota acuática permanece inalterado.</li> <li>La disposición del encauce no bloqueará el transporte de los organismos planctónicos, ya que sólo redireccionará el cauce en una fracción del recorrido natural. De esta manera, el desvío de la quebrada no interrumpirá el flujo del caudal ni de la biota acuática.</li> <li>Los trabajos de desbroce y limpieza se limitarán al área física indispensable para los trabajos de construcción y deberán realizarse con las precauciones y procedimientos para causar el menor efecto, y de manera preferible en forma manual o con motosierra.</li> <li>No se permitirá ningún tipo de incineración de la vegetación, el Contratista tomará todas las precauciones para impedir y eliminar los incendios, evitando que los trabajadores enciendan fuegos no imprescindibles a las tareas propias de la obra.</li> </ul>
Operación del campamento	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad visual</li> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá y/o restringirá el uso de claxon.</li> <li>Se evitará almacenamientos temporales de los equipos y materiales en zonas no previstas para ello.</li> <li>Se minimizará el impacto visual ocasionado por el almacenamiento de materiales, presencia de vehículos, máquinas e instalaciones provisionales, entre otros, mediante el establecimiento de barreras visuales (vallado opaco) en la zona de obras.</li> <li>Se mantendrán en orden las zonas de aparcamiento nocturno de la maquinaria y vehículos de tal forma que permanezcan dentro de áreas designadas.</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la fauna terrestre.</li> <li>Alteración de la flora terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se deberá utilizar, en lo posible, las vías o caminos existentes, para minimizar impactos en la vida silvestre.</li> <li>Evitar la generación de ruidos innecesarios, a fin de no perturbar la fauna existente por lo que los silenciadores de las máquinas, deberán ser instaladas de superar el estándar de calidad ambiental.</li> <li>Se capacitará a los trabajadores y operarios sobre la importancia de la fauna silvestre, la no depredación de esta, así como su perturbación a la hora de realizar las labores de remediación.</li> <li>El personal que observe animales en peligro o riesgo comunicará al coordinador ambiental para su evaluación y/o posible rescate.</li> <li>La tenencia de armas de fuego en el área de trabajo estará prohibida, pues el uso inadecuado causará el retiro de la fauna presente en la zona, solo podrán hacer uso de éstas el personal de seguridad autorizado, solo en casos de que la circunstancia lo amerite.</li> <li>Prohibir la remoción de plántulas o desarrollo de actividades ajenas a la rehabilitación que deterioren o neutralicen los esfuerzos de revegetación del área de interés,</li> <li>La vegetación desbrozada será almacenada, para su posterior uso en la revegetación del sitio.</li> <li>Prohibir la extracción, recolección, venta o posesión de plantas locales</li> </ul>

Actividad	Componente ambiental afectado*	Impacto Ambiental	Medida de Manejo Ambiental
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Prohibir la extracción de plantas de vivero con fines distintos a remediación</li> <li>Prohibir terminantemente la quema de la vegetación</li> <li>Prohibir la remoción de plántulas o desarrollo de actividades ajenas a la rehabilitación que deterioren o neutralicen los esfuerzos de revegetación del área de interés</li> <li>Brindar capacitación e inducciones a los responsables del vivero sobre las especies de importancia económica y conservación en el lugar</li> <li>Señalizar las áreas revegetadas en puntos estratégicos</li> <li>Restringir la circulación de vehículos dentro de las vías (caminos, carreteras, trochas) ya establecidas.</li> <li>Se instruirá al personal trabajador sobre las especies de flora protegidas presentes en el área del sitio contaminado de ser el caso.</li> <li>Establecer controles efectivos para la generación de polvo por la circulación de vehículos.</li> <li>El desbroce se limitará en las áreas de remediación y en las zonas donde se instalarán de infraestructura de remediación e instalaciones temporales.</li> <li>Durante el desbroce no se empleará ningún tipo de producto químico (herbicidas, agroquímicos, etc.)</li> <li>Previo a la intervención de áreas donde se hayan identificado especies protegidas de flora se procederá a elaborar el expediente respectivo para solicitar autorización correspondiente al SERFOR.</li> <li>Prohibir cualquier interacción con los animales silvestres, como: alimentación, manipulación, captura, extracción, matanza, consumo y comercialización.</li> <li>Prohibir la introducción de animales domésticos;</li> <li>Colocación de carteles informativos en zonas estratégicas, como accesos y áreas industriales que garanticen la comunicación de las medidas adoptadas;</li> <li>Mantener los límites de velocidad de tránsito de vehículos y cumplimiento las políticas de manejo defensivo;</li> <li>Brindar capacitación e inducciones a los trabajadores referidas a encuentro de fauna silvestre a cargo de especialistas profesionales en el manejo de fauna silvestre;</li> <li>Fomentar el manejo adecuado de residuos sólidos con mayor énfasis en residuos alimenticios, de manera que la fauna silvestre no emplee estas como fuente de recurso alimenticio;</li> <li>Realizar inspecciones periódicas para identificar áreas importancia biológica (refugios, nidos, desplazamiento) o de riesgo (presencia de animales peligrosos);</li> <li>Implementar planes de respuesta inmediata frente a emergencias producidas por contacto con animales peligrosos (mordeduras, lesiones);</li> <li>Se dispondrá de un vivero temporal para la siembra y propagación de especies por medio de las comunidades.</li> <li>Se instruirá a los trabajadores y operarios sobre el uso pertinente de claxon y bocinas de las maquinarias y vehículos a la hora de realizar las labores de remediación, a fin de no afectar a la fauna silvestre de los alrededores.</li> <li>Dentro de la fase VII se está considerando la actividad de revegetación.</li> </ul>
Extracción manual del material (sedimento)	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la topografía</li> <li>Alteración de la calidad visual</li> <li>Alteración de la calidad de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de actividades, se efectuarán recorridos de observación con la finalidad de identificar el área a remediar.</li> <li>Se respetarán los límites de las áreas donde se realizará el retiro del sedimento contaminado a fin de no comprometer con la vegetación circundante.</li> <li>Se procurará mantener la forma del cauce de la quebrada.</li> <li>Se hará uso de herramientas manuales para las actividades de extracción del material (sedimento).</li> <li>Se evitará almacenamientos temporales de los equipos y materiales en zonas no previstas para ello.</li> <li>Durante los trabajos de extracción de sedimentos, ya se tendrá instalado barreras aguas abajo con la finalidad de retener materiales suspendidos y/o finos. Asimismo, Como medida preventiva Aguas abajo se colocará barreras de contención (material oleofílico, river boom, etc), el cual permitirá retener potencial transporte de contaminantes o material.</li> <li>La extracción del material se realizará por tramos o pequeños sectores.</li> <li>También se construirán techos móviles el cual deberá de cubrir el sector que se pretende extraer para evitar el impacto directo de las aguas de lluvia hacia el suelo removido (evitar generación de agua de contacto).</li> <li>No se realizará ninguna actividad o intervención en la quebrada (cauce) existente.</li> <li>Se realizará la intervención de 36 metros de quebrada y el retiro de una capa de 20 cm de sedimentos para ello se contempla desviar el curso de agua.</li> <li>Se realizará el control de la Calidad de Aguas superficiales y sedimentos mediante monitoreos ambientales de aguas arriba y abajo del área a remediar.</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la flora y fauna acuática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de actividades, se efectuarán recorridos de observación con la finalidad de verificar de que no haya especies presentes en el área a remediar.</li> <li>Se capacitará a los trabajadores y operarios sobre la importancia de la flora y fauna silvestre, la no depredación de esta, así como su perturbación durante las actividades de remediación.</li> </ul>
Fase V: Aplicación del tratamiento de solidificación y estabilización y aislamiento con geomembrana del material tratado			
Preparación de la muestra suelo cemento.	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y gases).</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá y/o restringirá el uso de claxon o similares.</li> </ul>
Colocación y compactación del material pretratado con cemento en el sitio	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y gases).</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir los niveles de ruido, las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá y/o restringirá el uso de claxon o similares.</li> </ul>
Fase VI: Restitución de zanja de desvío temporal del curso de agua			
Trabajos de restitución de zanja excavada para desvío de curso de agua de la quebrada	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la topografía del área.</li> <li>Alteración de la calidad visual.</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> <li>Alteración de la calidad de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Respetar siempre que sea posible el patrón del cauce natural y la topografía del área para la zanja de desvío</li> <li>Se hará uso de herramientas manuales para la habilitación de los accesos al cauce original.</li> <li>La intervención debe ejecutarse en época seca donde se cuenta con el nivel de agua más bajo en la quebrada (menor caudal), con la finalidad de evitar la resuspensión de sedimento, incremento de la turbidez y el transporte de los contaminantes, dado que la zona a remediar pertenece al bosque de terrazas inundadas.</li> <li>Se colocará una barrera provisional, utilizando malla tipo geotextil o membrana semipermeable en el extremo aguas abajo de la zona delimitada para intervenir el tramo de quebrada.</li> <li>El material extraído inicialmente de la zanja excavada para el desvío del curso de agua, será nuevamente colocado.</li> </ul>
Fase VII: Cierre de la celda de confinamiento			

Actividad	Componente ambiental afectado*	Impacto Ambiental	Medida de Manejo Ambiental
Colocación Geomembrana HDPE impermeabilizante (tapa)	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones gaseosas)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir los niveles de ruido, las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de los equipos, se procurará utilizarlo eficientemente para que la generación de ruido sea menor.</li> </ul>
Colocación de 1 m de suelo para cierre	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones gaseosas)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales.</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir los niveles de ruido, las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de los equipos, se procurará utilizarlo eficientemente para que la generación de ruido sea menor.</li> </ul>
Revegetación	Físico (+)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora en la topografía del área.</li> <li>Mejora en la Calidad Visual del área</li> <li>Mejora en la Calidad del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estabilización de la topografía</li> <li>Mejora de la calidad visual del sitio rehabilitado</li> <li>Mejora de las propiedades fisicoquímicas del suelo.</li> <li>Mejora en la estabilidad y formación del sustrato para la vegetación.</li> </ul>
	Biológico (+)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora en la Flora Terrestre.</li> <li>Mejora en la Fauna Terrestre.</li> <li>Mejora en la flora y fauna acuática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se dispondrá de las especies a utilizar en la revegetación provenientes del vivero temporal implementado.</li> <li>Favorecimiento de la resiliencia del sitio y desarrollo de las especies de la zona.</li> </ul>
Desinstalación de campamento	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones gaseosas)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido.</li> <li>Alteración de la calidad de suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará el control de la Calidad Ambiental del Aire (Material particulado y gases) y Ruido mediante monitoreos ambientales (01 vez en esta etapa).</li> <li>Para el control del material particulado durante esta actividad de cierre, se humedecerá frecuentemente el área intervenida.</li> <li>Se realizará el mantenimiento preventivo y periódico de las maquinarias y equipos a ser utilizados durante esta etapa, a fin de garantizar su buen estado y reducir los niveles de ruido, las emisiones de gases y material particulado.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá y/o restringirá el uso de claxon.</li> <li>Durante el manejo de los equipos, se procurará utilizarlo eficientemente para que la generación de ruido sea menor.</li> <li>Las áreas que serán disturbadas temporalmente para la instalación de la infraestructura necesaria para la remediación del sitio, deberán ser rehabilitadas y revegetadas al finalizar las actividades.</li> <li>Se establecerá un área específica para la recarga de combustible de los vehículos y maquinaria pesada, con el fin de reducir el riesgo de derrames de hidrocarburos en el suelo.</li> <li>Los restos de los materiales de los campamentos (cemento, concreto fresco, limos, arcillas) no tendrán como receptor final el lecho de algún curso de agua; estos residuos serán dispuestos en contenedores, para luego ser trasladados por EO-RS debidamente registrada ante la autoridad competente.</li> <li>La desinstalación de la PTARD previamente contará con una evaluación de diversas alternativas de cierre de sus principales instalaciones.</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la fauna terrestre</li> <li>Alteración de la flora terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se capacitará a los operarios sobre la importancia de la Conservación de la Fauna Silvestre, y la no depredación de esta, así como su perturbación a la hora de realizar las labores de instalación.</li> <li>Se instruirá a los operarios sobre el uso pertinente de claxon y bocinas de las maquinarias y vehículos a la hora de realizar las labores de desinstalación, a fin de no afectar a la fauna silvestre de los alrededores.</li> <li>La tenencia de armas de fuego en el área de trabajo estará prohibida, pues el uso inadecuado causará el retiro de la fauna presente en la zona, solo podrán hacer uso de éstas el personal de seguridad autorizado, solo en casos de que la circunstancia lo amerite.</li> <li>Se revegetará el área disturbada con especies endémicas de la zona, colectadas en el vivero temporal conforme el Programa de Revegetación.</li> </ul>
Desmovilización de equipos y materiales al sitio	Físico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del aire (material particulado y emisiones)</li> <li>Incremento de los niveles de ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizará vehículos y maquinaria pesada que cuente inspección técnica vigente.</li> <li>Se realizará el monitoreo de calidad de aire y niveles de ruido, una vez en la etapa de cierre.</li> <li>Durante el manejo de vehículos se reducirá el uso de claxon.</li> <li>Los trabajadores contarán con equipos de protección personal (mascarillas, guantes, protección auditiva, etc.) para garantizar su bienestar y evitar su exposición al material particulado y/o gases de combustión, así como elevados niveles de ruido.</li> </ul>
	Biológico (-)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la fauna terrestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se capacitará a los operarios sobre la importancia de la Conservación de la Fauna Silvestre, y la no depredación de esta, así como su perturbación a la hora de realizar las labores de instalación.</li> <li>Se instruirá a los operarios sobre el uso pertinente de claxon y bocinas de las maquinarias y vehículos a la hora de realizar las labores de remediación, a fin de no afectar a la fauna silvestre de los alrededores.</li> <li>Se indicará el exclusivo uso de las vías existentes con el fin de no afectar a las especies por tomar atajos.</li> <li>La tenencia de armas de fuego en el área de trabajo estará prohibida, pues el uso inadecuado causará el retiro de la fauna presente en la zona, solo podrán hacer uso de éstas el personal de seguridad autorizado, solo en casos de que la circunstancia lo amerite.</li> <li>La disposición del encauce no bloqueará el transporte de los organismos planctónicos, ya que sólo redireccionará el cauce en una fracción del recorrido natural. De esta manera, el desvío de la quebrada no interrumpirá el flujo del caudal ni de la biota acuática</li> </ul>

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.



## OBSERVACIÓN N.º 10

El ítem 5.7.2.6 "Programa de manejo del recurso hídrico", deberá ser actualizado tomando en cuenta los impactos que se reevalúen en la observación anterior. Además, incluir las medidas de manejo ambiental durante la etapa constructiva del dique de contención propuesto, durante la extracción manual del suelo contaminado con la finalidad de evitar la resuspensión de sedimento, incremento de la turbidez y el transporte de los contaminantes (dado que la zona a remediar pertenece al bosque de terrazas inundadas) y precisar si se realizará en alguna temporada específica, así como las medidas de manejo post extracción del material de préstamo en dicha área.

### Comentario de la Autoridad Nacional del Agua

El titular señala que los análisis de riego dieron niveles aceptables a la salud humana y niveles entre y medio y bajo para el componente ambiental, por lo que, no aplica una acción de remediación. En ese sentido, el alcance del trabajo consiste en el retiro o limpieza superficial de unos 20 cm de sedimentos en un tramo de 36 metros de la quebrada. Para ello, se realizará el desvío del curso de agua, de forma de baipás, y dejar libre el tramo de la quebrada donde se retirará manualmente el sedimento (Figura 9)

Figura 9. Imagen ilustrativa del proceso de intervención



Fuente: PR del Sitio Impactado S0110, Consorcio JCI-HGE (Doc. Subsanación de observaciones, Cuadro 5-Ob-10a).

Indica que, como medida de precaución, y evitar el paso de material fino y ocasionar turbidez, se colocará una barrera provisional, malla tipo geotextil o membrana semipermeable en el extremo aguas debajo de la zona delimitada para intervenir el tramo de la quebrada. En el PR se le llamó dique de contención, cuando se le ha debido llamar barrera de contención de finos. Es importante aclarar que esta barrera de contención no involucra al tramo de limpieza de sedimentos de la quebrada, sino al canal de desvío temporal a excavar.

Al respecto, de la observación 9, debe reevaluar el potencial impacto a la calidad del agua superficial durante el retiro de los sedimentos contaminados con arsénico y presentar las medidas de manejo ambiental para el evitar que durante la remoción de los sedimentos puede alterar la calidad del agua y afectar el uso abajo.

### **Observación no subsanada**

#### **Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE**

La reevaluación de los impactos y las medidas de manejo ambiental de la calidad del agua superficial se encuentran en la observación N°09.

#### **Respuesta:**

La reevaluación de los potenciales impactos a la calidad del agua superficial se encuentra en el *cuadro 5-Ob-9a Matriz de identificación de impactos ambientales – Etapa de construcción, operación y cierre* de la observación N°09. Asimismo, en el *Cuadro 5-Ob-9c Medidas de manejo ambiental de los impactos en el S0110* en la actividad de “Extracción manual del material”, se puede visualizar las medidas de manejo correspondientes a esta actividad.

## OBSERVACIÓN N.º 11

De la revisión de los ítems 5.9 "Plan de control y monitoreo en la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación" y 5.12 "Plan de Monitoreo post ejecución de obra", se tiene lo siguiente:

- a) En los cuadros 5-23 y 5-30 se presentan las estaciones de monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos propuestas durante y post actividades de remediación, respectivamente. Sin embargo, cabe precisar que las estaciones de control propuestas tanto como para agua superficial y sedimentos, en lo posibles deberán ser las mismas, además, no sólo deberán abarcar el ámbito del sitio a remediar, también deberán establecerse tomando en consideración el desplazamiento de los nuevos componentes y posibles impactos del proyecto de remediación y rehabilitación del Sitio S0110, de ser el caso dichas estaciones no hayan sido propuestas tomando en cuenta lo observado, deberán replantarse o incluir nuevas estaciones de monitoreo (considerando además los literales d) y e) de la observación W 8, puntos de control para las aguas de escorrentía y vertimiento, de ser el caso). Asimismo, no se incluye la descripción del nombre del cuerpo de agua en cada estación, por lo que deberá ser incluida y adjuntar los cuadros corregidos.
- b) En relación con los parámetros a monitorear, para la evaluación de calidad de agua superficial y sedimentos propuesta durante y post actividades de remediación, se presentan los cuadros 5-24 y 5-31, en los cuales señalan que para el programa de calidad de agua superficial se monitoreará parámetros de campo como: pH, Oxígeno Disuelto, Temperatura, Conductividad, y metales totales; mientras que para los sedimentos (cuadros 5-25 y 5-32) se monitoreará sólo metales totales. Por ello, deberá detallar a qué metales totales hace referencia, tanto en agua superficial como en sedimentos. No obstante, se deberá sustentar la selección de los parámetros propuestos, caso contrario para agua superficial deberá considerar el monitoreo del parámetro caudal y los parámetros acorde a la actividad y considerando el Cuadro N° 2 del Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial disponible en: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_010-2016-ana\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf), aquellos que presentaron excedencias en la evaluación de campo así como los asociados a la caracterización del crudo (Observación N° 06 del presente informe); mientras que para la calidad de sedimentos deberá incluir el monitoreo del parámetro HTP y citar otra normativa de comparación internacional, debido a que este parámetro no está contemplado en la CEQG. Asimismo, deberá incluir el monitoreo de los parámetros que excedieron en la evaluación de campo, así como los asociados a la caracterización del crudo.
- c) En relación con la frecuencia de monitoreo durante las actividades de remediación, en la sección frecuencia indican que se realizará el monitoreo de la calidad de agua superficial y sedimentos en dos (2) tiempos, durante el desarrollo y al finalizar la actividad de excavación manual, mientras que post ejecución de obra, indica que, se realizará el monitoreo de la calidad de agua superficial y sedimentos en dos periodos durante 3 años. Con la finalidad de evitar ambigüedades, la frecuencia de monitoreo de calidad de agua superficial y sedimentos durante las actividades de remediación, deberá precisar en qué etapa del proyecto se realizará, estacionalidad y a una frecuencia trimestral. Asimismo, para la etapa de post obra deberá realizarse por un tiempo de cinco (5) años, describir la temporada y definir la frecuencia (trimestral o semestral).
- d) De los literales a, b y c deberá presentar una tabla resumen del programa de monitoreo de agua superficial y sedimentos, durante la ejecución del proyecto de remediación y post obra, en donde se indique: código de estación, descripción, coordenadas de ubicación (datum WGS

- 84 y zona correspondiente), parámetros a monitorear, normativa aplicable, frecuencia de monitoreo, temporada y etapa del proyecto.
- e) En los ítems 5.9 y 5.12 no se contempla el programa de monitoreo de agua subterránea. Por ello, tomando en consideración la dirección de flujo (Observación N°01 del presente informe) deberá proponer el programa de monitoreo de calidad de agua subterránea durante y post ejecución de las medidas de remediación, el mismo que se presente mediante una tabla resumen en la que se incluya: estaciones de monitoreo (código y coordenadas de ubicación y descripción), parámetros a detalle considerando aquellos que presentaron excedencias en la evaluación de campo así como los asociados a la caracterización del crudo (Observación N° 06 del presente informe), normativa de comparación, así como la frecuencia, etapas y fases del monitoreo.
  - f) En el ítem 5.12.1 "Plan de monitoreo de lixiviados", sección parámetros a evaluar indican una normativa para la selección de parámetros que no es clara. Asimismo, los parámetros a monitorear señalan que serán pH y metales totales, siendo así que no se precisan qué metales totales. Por ello, para la selección de los parámetros y como normativa de referencia deberán emplear el D.S. N° 037-2008-PCM - Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes Líquidos para el Sub-sector Hidrocarburos, corregir los parámetros a evaluar y la normativa de referencia.
  - g) De ser el caso, contemple realizar el vertimiento a cuerpos de agua de efluentes domésticos e industriales, acorde a lo observado en el literal d) de la observación N° 08, deberá incluir el programa de monitoreo de efluentes domésticos e industriales, mediante una tabla resumen la cual contenga: la descripción de los puntos de monitoreo, los parámetros detallados y la normativa de referencia tomando en cuenta el D.S. N° 037-2008-PCM - Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes Líquidos para el Sub-sector Hidrocarburos, así como la frecuencia, etapas y fases del monitoreo.
  - h) Finalmente, presentar los ítems 5.9 "Plan de control y monitoreo en la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación" y 5.12 "Plan de Monitoreo post ejecución de obra", corregidos y actualizados; además, adjuntar el mapa de monitoreo de aguas superficial, subterránea, sedimentos y efluentes, en formato pdf y shape, a una escala adecuada, superpuesto a la red hidrográfica y todos los componentes que formarán parte del proyecto de remediación y rehabilitación del Sitio S0110.

#### Comentario de la Autoridad Nacional del Agua

- e) El titular presenta los cuadros 5-Ob-11b y 5-Ob-11d, que incluye el monitoreo de aguas subterránea, además de otras matrices, durante y post ejecución de obra. Se incluye el programa, el código de estación, descripción, coordenadas de ubicación (datum WGS84 y zona correspondiente), parámetros a monitorear, normativa aplicable, frecuencia de monitoreo, temporada y etapa del proyecto. De acuerdo con lo descrito en el ítem 2.2.2 Hidrogeología (actualizada), se precisa que no existe dirección del flujo y que el material subyacente al sitio S0110 presenta un comportamiento de acuitardo / acuicludo.

Al respecto, la descripción de los dos puntos de monitoreo de aguas subterránea, dicen lo mismo: "Aguas arriba del área a remediar". En ese sentido, debe verificar y corregir la descripción de los puntos de muestreo de agua subterránea.

#### Observación no subsanada

### Comentario por parte del Consorcio JCI-HGE

Se corrige la descripción de los cuadros 5-Ob-11b y 5-Ob-11d de la presente observación.

### Respuesta:

En atención al comentario realizado por la ANA:

- e) Se verificó y corrigió la descripción de los puntos de muestreo de agua subterránea en ellos cuadros 5-Ob-11b y 5-Ob-11d que se presentan a continuación:

**Cuadro 5-Ob-11b Estación de monitoreo de calidad de aire, ruido, agua superficial, agua subterránea, sedimento, prueba TCLP e hidrobiología-Etapa de operación**

Matriz ambiental	Código de estación	Descripción	Coordenadas UTM-Zona 18		Parámetros	Temporada*	Frecuencia	Normativa
			Este	Norte				
Calidad de Aire	S0110-PM-Ca001	Barlovento	372 169	9 708 390	- Material particulado (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> )	-	1 vez	ECA Aire (Decreto Supremo N°003-2017-MINAM)
	S0110-PM-Ca002	Sotavento	372 160	9 708 290	- Gases (SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> y CO) - Meteorología (T°, HR, VV y Dirección del viento)			
Ruido	S0110-PM-Nr001	Barlovento	372 169	9 708 390	- Expresados en el nivel LAeqT (Nivel de Presión Sonora Continua Equivalente con Ponderación “A”)		1 vez	ECA Ruido (Decreto Supremo N°085-2003-PCM)
	S0110-PM-Nr002	Sotavento	372 160	9 708 290				
Agua Superficial	S0110-PM-As001	Aguas arriba del área a intervenir	372 009	9 708 190	- Parámetros de campo (pH, T°, CE, OD y turbidez) y caudal. - Parámetros fisicoquímicos (SST y metales (Arsénico, Bario, Cobre, Cadmio, Cadmio disuelto, Cr total, Cromo VI, Mercurio, Manganeseo, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc))		2 veces***	- ECA para Agua (Decreto Supremo N°004-2017-MINAM) Categoría 4, E2: Ríos Selva Para el parámetro arsénico, se usará Categoría 1, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
	S0110-PM-As002	Aguas abajo del área a intervenir	371 995	9 708 130	- TPH, BTEX y HAPS - Aceites y grasas			
Sedimentos	S0110-PM-Sed001	Aguas arriba del área a intervenir	372 009	9 708 190	- Metales (Arsénico, Bario, Cobre, Cadmio, Cromo, Mercurio, Manganeseo, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc)		2 veces***	Canadian Council of Ministers of the Enviroment (CCME) / Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic life -Tabla 1– Canadá. -Para TPH Standard Nova Scotia
	S0110-PM-Sed002	Aguas abajo del área a intervenir	371 995	9 708 130	- TPH, BTEX y HAPS.			

Matriz ambiental	Código de estación	Descripción	Coordenadas UTM-Zona 18		Parámetros	Temporada*	Frecuencia	Normativa
			Este	Norte				
Hidrobiología	S0110-PM-Hb001	Aguas arriba del área a intervenir	372 009	9 708 190	- subcomponentes (macrobenetos, fitoplancton, zooplancton, perifiton)		2 veces***	Empleamos el criterio que basa la comparación en los índices de riqueza, abundancia y diversidad de la comunidad hidrobiológica entre puntos de muestreo (aguas arriba y aguas abajo). Además, se emplean los bioindicadores de calidad de agua Wilhm & Dorris, EPT, IBF y BWMP los cuales se comparan también entre puntos de muestreo.
	S0110-PM- Hb002	Aguas abajo del área a intervenir	371 995	9 708 130				
Agua Subterránea	S0110-PM-ASub001	Aguas arriba del área a intervenir	371 996	9 708 190	- Parámetros de campo (pH, T°, CE, OD y turbidez) - Metales (Arsénico, Bario, Cobre, Cadmio, Cromo, Mercurio, Manganeseo, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc)		2 veces	Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines
	S0110-PM-ASub002	Aguas abajo del área a intervenir	372 008	9 708 110	- Fracción de hidrocarburos F2, TPH, PAH (Benzo-a-pireno, Antraceno y Fluoranteno), BTEX (benceno).			
Prueba de lixiviados**								

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

\* Dependerá de la fecha de inicio de los trabajos de remediación.

\*\* El análisis de la prueba de lixiviados se realizará en laboratorio, para lo cual se tomarán para este sitio una muestra aleatoria de la mezcla suelo cemento.

\*\*\*Se realizan antes y después de la actividad de mayor impacto.

**Nota 1:** El monitoreo de agua superficial, sedimento, hidrobiología y agua subterránea, se realizará antes y después de la actividad de mayor impacto (extracción manual de material).



**Cuadro 5-Ob-11d Estación de monitoreo de agua superficial, agua subterránea, sedimento, e hidrobiología-Post ejecución de obra**

Matriz ambiental	Código de estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 -Zona 18		Parámetros	Temporada*	Frecuencia	Normativa
			Este	Norte				
Agua Superficial	S0110-PM-As001	Aguas arriba del área a intervenir	372 009	9 708 190	Parámetros de campo (pH, T°, CE, OD y turbidez) y caudal. Parámetros fisicoquímicos (SST y metales (Arsénico, Bario, Cobre, Cadmio, Cadmio disuelto, Cr total, Cromo VI, Mercurio, Manganeseo, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc)) TPH, BTEX y HAPS Aceites y grasas	-	Bianual durante los 2 primeros años y los 3 años restantes será anual	- ECA para Agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) Categoría 4, E2: Ríos Selva Para el parámetro arsénico, se usará Categoría 1, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
	S0110-PM-As002	Aguas abajo del área a intervenir	371 995	9 708 130				
Sedimentos	S0110-PM-Sed001	Aguas arriba del área a intervenir	372 009	9 708 190	Metales (Arsénico, Bario, Cobre, Cadmio, Cromo, Mercurio, Manganeseo, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc) TPH, BTEX y HAPS.			Canadian Council of ministers of the Enviroment (CCME) / Sediment Quality Guidelines for the protection of Aquatic life-Tabla 1– Canadá. -Para TPH Standard Nova Scotia
	S0110-PM-Sed002	Aguas abajo del área a intervenir	371 995	9 708 130				
Hidrobiología	S0110-PM-Hb001	Aguas arriba del área a intervenir	372 009	9 708 190	subcomponentes (macrobenitos, fitoplancton, zooplancton, perifiton)			Empleamos el criterio que basa la comparación en los índices de riqueza, abundancia y diversidad de la comunidad hidrobiológica entre puntos de muestreo (aguas arriba y aguas abajo). Además, se emplean los bioindicadores de calidad de agua Wilhm & Dorris, EPT, IBF y BWMP los cuales se comparan también entre puntos de muestreo.
	S0110-PM-Hb002	Aguas abajo del área a intervenir	371 995	9 708 130				



Matriz ambiental	Código de estación	Descripción	Coordenadas UTM WGS84 -Zona 18		Parámetros	Temporada*	Frecuencia	Normativa
			Este	Norte				
Agua Subterránea	S0110-PM-ASub001	Aguas arriba del área a intervenir	371 996	9 708 190	Parámetros de campo (pH, T°, CE, OD y turbidez)			Alberta Tier (Groundwater) Remediation Guidelines
	S0110-PM-ASub002	Aguas abajo del área a intervenir	372 008	9 708 110	Metales (Arsénico, Bario, Cobre, Cadmio, Cromo, Mercurio, Manganeso, Níquel, Plomo, Vanadio y Zinc) Fracción de hidrocarburos F2, TPH, PAH (Benzo-a-pireno, Antraceno y Fluoranteno), BTEX (benceno).			

Elaboración: Consorcio JCI-HGE / PROFONANPE, 2021.

\*Dependerá de la fecha de inicio de los trabajos de remediación.

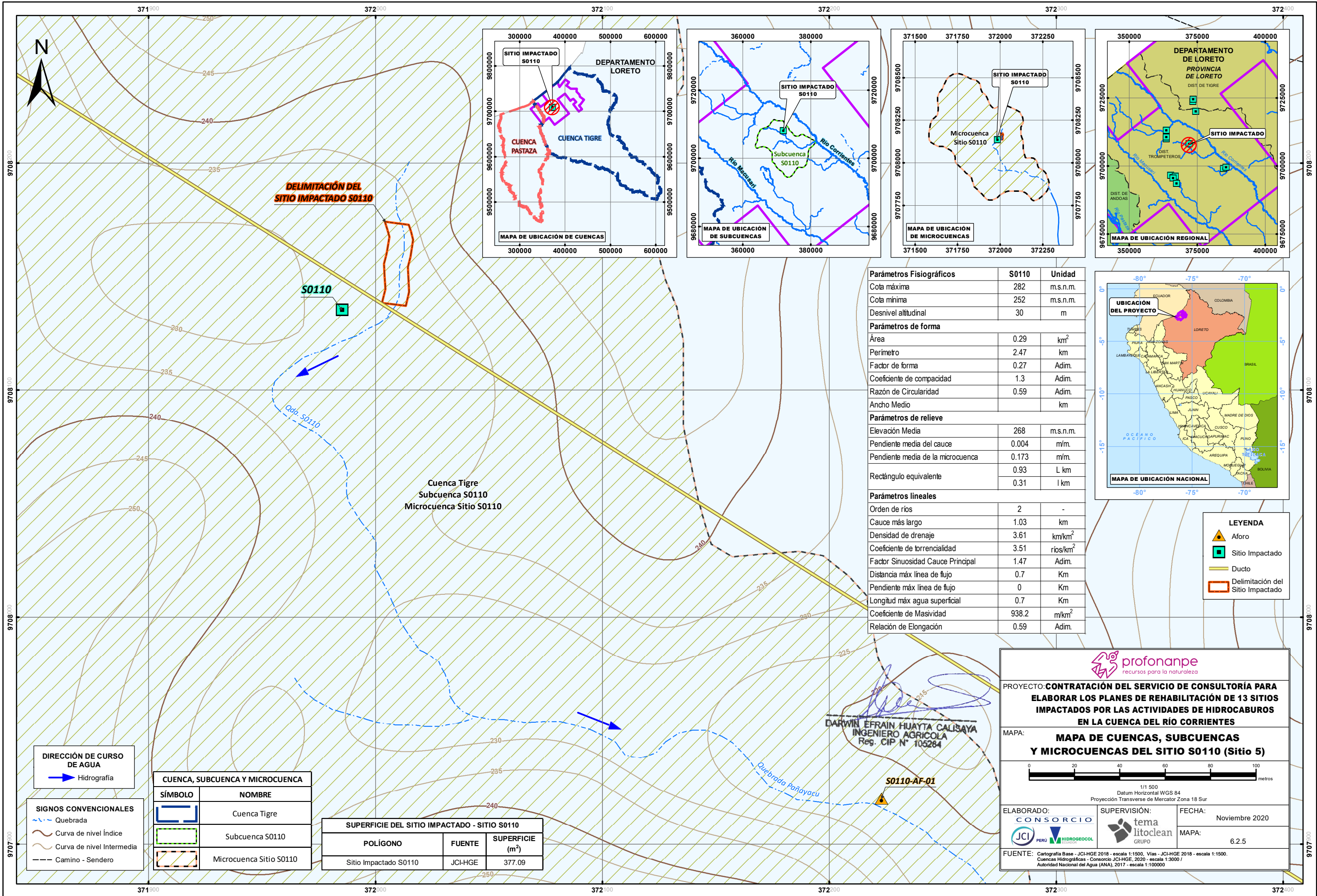
## ANEXOS

- |            |   |
|------------|---|
| Anexo 6.2  | Mapa de ubicación (generales, por cuenca y microcuencas)  |
| Anexo 6.4  | Mapas con la ubicación de los puntos de muestreo (suelo, agua, sedimentos, u otros del plan de muestreo de detalle) por época húmeda y seca |
| Anexo 6.11 | Estudios técnicos básicos y específicos (topográficos, hidrológicos, precipitaciones y otros de soporte para las obras de ingeniería)       |

## ANEXO 6.2

### Mapa de ubicación (generales, por cuenca y microcuencas)

#### 6.2.5 Mapa de cuencas, subcuencas y microcuencas del sitio S0110 (Sitio 5)

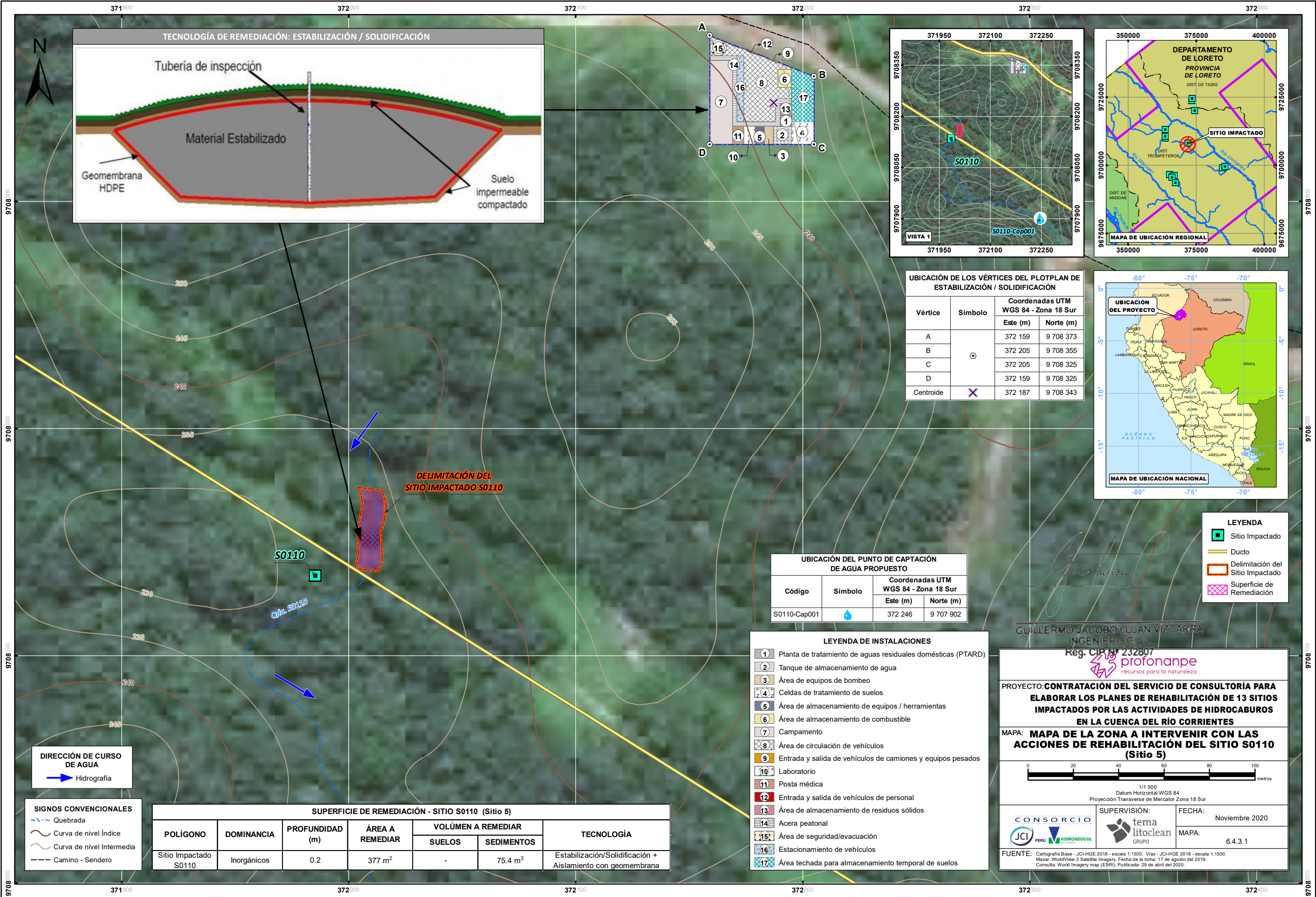


## ANEXO 6.4

### Mapas ubicación puntos de muestreo por época húmeda y seca

#### 6.4.3.1 Mapa de la ZI con las acciones de rehabilitación del sitio S0110 (Sitio 5)







## ANEXO 6.11

Estudios técnicos básicos y específicos (topográficos, hidrológicos, precipitaciones y otros de soporte para las obras de ingeniería)

Anexo 6.11.4 Metodología Hidrológica

## SITIO - S0110

## 6.11.4 EL MODELO HIDROLÓGICO LUTZ SCHOLZ

El modelo hidrológico LUTZ SCHOLZ, es un modelo combinado determinístico - estocástico, por que cuenta con una parte determinística (Balance Hídrico) para el cálculo de los caudales medios para el año promedio y una parte estocástica para la generación de la serie extendida de los caudales (Proceso markoviano - Modelo Estocástico). Fue desarrollado por el experto Lutz Scholz, entre los años 1979-1980, en el marco de Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meris II.

Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la Precipitación Efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas.

Los procedimientos que se han seguido en la implementación del modelo son:

- Cálculo de los parámetros para la descripción de la escorrentía promedio
- Coeficiente de escorrentía
- E.T.P
- Precipitación efectiva
- Cálculo de la retención en la cuenca
- Gastos de la retención y abastecimiento de la retención
- Calibración/verificación del modelo con caudales medios aforados y generación de caudales extendidos por un modelo markoviano.

El modelo fue implementado para el pronóstico de caudales a escala mensual, para estudios de proyectos de riego y posteriormente se extendió su uso a otros estudios: abastecimiento de agua, hidroelectricidad etc.

**Descripción del Modelo Conceptual**

La ecuación del balance hídrico mensual en mm/mes es:

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i$$

donde:

$CM_i$  = Caudal mensual (mm/mes)

$P_i$  = Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)

$D_i$  = Déficit de escurrimiento (mm/mes)

$G_i$  = Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)

$A_i$  = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

Asunciones:

- Que para períodos largos (UN AÑO) el Gasto y Abastecimiento de la retención son iguales, es decir  $G_i = A_i$
- Que para el año promedio una parte de la precipitación retorna a la atmósfera por evaporación, entonces  $(P-D)=PE$  es equivalente a  $(C*P)$ , y cuidando las unidades (transformar mm/mes a  $m^3/seg$ ) la ecuación (1) se convierte en:

$$Q = C * P * AR$$

Que es la expresión básica del método racional.

donde:

- Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)  
 C = coeficiente de escurrimiento  
 P = Precipitación total mensual (mm/mes)  
 AR = Área de la cuenca (m<sup>2</sup>)

Observaciones:

- Si en la cuenca no hay retención (R) entonces la escorrentía es calculada con la precipitaciones efectiva:  $P-D=PE=Q$  (escorrentía) - ciclo anual
- A nivel mensual cuando la cuenca está abasteciendo el acuífero, entonces la escorrentía es menor que la precipitación efectiva:  $CM= PE-A$
- A nivel mensual cuando la cuenca termino de abastecer el acuífero y no tiene lluvias significativas, la escorrentía es mayor a la precipitación efectiva por el aporte de la retención:  $CM = PE + G$

**Coeficiente de Escorrentía**

El coeficiente de escorrentía que se utilizó para el Sitio del PR esta propuesto por la Misión Alemana:

$$C = 5.56(10)^6 P^{0.925} ETP^{-3.165}$$

Para el cálculo del déficit de escurrimiento se propuesto:

donde:

- C = Coeficiente de escurrimiento  
 P = Precipitación Total anual (mm/año)  
 ETP = Evapotranspiración total anual (mm/año)  
 D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

Coeficiente de escorrentía según la ecuación de L. Turc, el más usado:

$$C = \frac{P - D}{P}$$

donde:

- C = Coeficiente de escurrimiento  
 P = Precipitación Total anual (mm/año)  
 D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

$$D = P \frac{1}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}}$$

$$L = 300 + 25(T) + 0.05(T)^3$$

Siendo:

- L = Coeficiente de Temperatura  
 T = Temperatura media anual (°C)

## Precipitación Efectiva

La Precipitación Efectiva, es la parte de la precipitación que genera la escorrentía. La precipitación efectiva se calcula con el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escorrentía.

Consideración: Se supone que los caudales promedio observados en la cuenca pertenecen a un estado de equilibrio, los gasto y abastecimiento de la retención son iguales en un año. Para fines hidrológicos se toma como precipitación efectiva la parte de la precipitación total mensual, que corresponde al déficit según el método del USBR<sup>1</sup>, la precipitación efectiva hidrológica es la diferencia entre la precipitación y el agua aprovechable por las plantas.

La precipitación efectiva se puede expresar como un polinomio de tercer, cuarto o quinto grado:

donde:

PE = Precipitación efectiva (mm/mes)

P = Precipitación total mensual (mm/mes)

ai = Coeficiente del polinomio

El Cuadro 1 se muestra los valores límite de la precipitación efectiva y el Cuadro 2 muestra los coeficientes ai, que permiten alcanzar por interpolación valores de C, comprendidos entre 0.15 y 1.

**Cuadro 1 Límite superior para la Precipitación Efectiva**

P mm	P. Efectiva: PE (mm)		
	Curva I	Curva II	Curva III
0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	1.0	2.0
20	0.0	2.0	4.0
30	0.0	3.0	6.0
40	0.5	4.0	8.0
50	1.0	6.0	11.0
60	1.5	8.0	14.0
70	3.0	10.0	18.0
80	4.0	14.0	24.0
90	5.5	18.0	30.0
100	8.0	23.0	39.0
110	11.0	29.0	48.0
120	15.0	36.0	58.0
130	19.0	43.0	68.0

<sup>1</sup> USBR: es la denominación de la Bureau of Reclamation según las curvas de precipitación efectiva propuesto para diferentes tipos de curvas en base a la precipitación.



P mm	P. Efectiva: PE (mm)		
	Curva I	Curva II	Curva III
140	24.0	52.0	78.0
150	30.0	60.0	88.0
160	37.0	69.0	98.0
170	45.0	79.0	108.0
180	55.0	89.0	118.0

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

Se recomienda usar:

Curva I : PE = P - 120.6 para P > 177.8 mm/mes

Curva II : PE = P - 86.4 para P > 152.4 mm/mes

Curva III: PE = P - 59.7 para P > 127.0 mm/mes

## Cuadro 2 Coeficientes y ecuaciones para el Cálculo de la Precipitación Efectiva

	Ecuaciones de las curvas de PE	Coeficientes			
		a0	a1	a2	a3
I	$y = 0.2472x^3 - 0.8036x^2 + 1.8635x - 1.2714$	-1.2714	1.8635	-0.8036	0.2472
II	$y = -0.0361x^3 + 2.8167x^2 - 5.6687x + 5.7429$	5.7429	-5.6687	2.8167	-0.0361
III	$y = -0.2806x^3 + 5.1607x^2 - 6.0159x + 6.1714$	6.1714	-6.0159	5.1607	-0.2806
IV	$y = -0.2111x^3 + 3.3429x^2 + 8.204x - 4.2$	-4.2	8.204	3.3429	-0.2111
V	$y = -0.0694x^3 + 1.131x^2 + 19.458x - 10.4$	-10.4	19.458	1.131	-0.0694
VI	$y = -0.0694x^3 + 0.9821x^2 + 21.094x - 9.6857$	-9.6857	21.094	0.9821	-0.0694
VII	$y = 3E-13x^3 - 2E-12x^2 + 25.4x - 10.4$	-10.4	25.4	-2E(-12)	3.00E-13

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

La relación entre la precipitación efectiva y precipitación total es:

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P}$$

donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación Total anual

$$\sum_{i=1}^{12} PE_i = \text{Suma de la precipitación efectiva mensual}$$

Los valores de PE usando las curvas, se obtienen ajustando las condiciones de escorrentía de las subcuenca mediante la relación de la precipitación efectiva calculada con el polinomio por su correspondiente coeficiente de escorrentía. Ejemplo con las curvas II y III tenemos:

$$PE = C_{II}PE_{II} + C_{III}PE_{III}$$

$$C_{II} = \frac{CP + PE_{III}}{PE_{II} - PE_{III}}$$

$$C_{III} = \frac{CP + PE_{II}}{PE_{II} - PE_{III}}$$

$$C_{II} + C_{III} = 1 \quad C_{II} \text{ y } C_{III} \leq 1$$

### Retención de la microcuenca

Bajo la suposición de equilibrio en la microcuenca, se entiende que el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca se equilibran (son iguales) y además el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual. La contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las fórmulas:

$$R_i = CM_i - PE_i$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

Donde:

- CMi = Caudal mensual (mm/mes)
- PEi = Precipitación Efectiva Mensual (mm/mes)
- Ri = Retención de la cuenca (mm/mes)
- Gi = Gasto de la retención (mm/mes)
- Ai = Abastecimiento de la retención (mm/mes)
- Ri = Gi para valores mayores que cero (mm/mes)
- Ri = Ai para valores menores que cero (mm/mes)

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio. Para el caso de las cuencas de la sierra varía de 43 a 188 (mm/año).

### Aportes a la retención (almacenamiento hídrico)

Se identificaron tres tipos de almacenes hídricos naturales que inciden en la retención de la cuenca y son:

- Los acuíferos
- Lagunas y pantanos
- Nevados

La determinación de la lámina "L" que almacena cada tipo de estos almacenes está dado por:

### Acuíferos:

$$L_A = -750(I) + 315(mm/año)$$

Siendo:

$L_A$  = lámina específica de acuíferos

$I$  = pendiente de desagüe :  $I \leq 15 \%$

### Lagunas y Pantanos

$$L_L = 500 \text{ (mm/año)}$$

Siendo:

$L_L$  = Lámina específica de lagunas y pantanos

## **Relación Entre Gasto de la Retención “G” y Abastecimiento de la Retención “A”**

### Gasto de la Retención:

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal base. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$G_i = b_i R$$

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos (retenciones). Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real.

Tomando como base hidrogramas registrados se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa, continua en forma con un progresivo decaimiento similar a una curva logarítmica, hasta el final de dicha estación donde termina.

### Coeficiente de agotamiento (a)

A partir de la formula se puede calcular el coeficiente de agotamiento "a", en base a datos de caudales. Este coeficiente no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente.

$$Q_t = Q_0 e^{-a(t)}$$

Donde:

$Q_t$  = descarga en el tiempo  $t$

$Q_0$  = descarga inicial

$a$  = Coeficiente de agotamiento

$t$  = tiempo

Con fines prácticos se puede despreciar la variación del coeficiente "a" durante la estación seca empleando un valor promedio.

El coeficiente de agotamiento de la cuenca tiene una dependencia logarítmica del área de la cuenca.

$$a = f(\ln AR)$$

Es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca; sin embargo cuando no sea posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas para la determinación del coeficiente "a" para cuatro clases de cuencas:

- Cuencas con agotamiento muy rápido. Debido a temperaturas elevadas ( $>10^{\circ}\text{C}$ ). La retención va de pequeña (50 mm/año) a mediana (80 mm/año):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.034$$

- Cuencas con agotamiento rápido. Retención entre 50 y 80 mm/año. Para vegetación poco desarrollada (ejemplo puna):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.030$$

- Cuencas con agotamiento mediano. Retención mediana (80 mm/año). Para vegetaciones mezcladas (pastos, bosques y terrenos cultivados):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.026$$

- Cuencas con agotamiento reducido. alta retención ( $> 100$  mm/año). Para vegetación mezclada:

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.023$$

donde:

$a$  = coeficiente de agotamiento por día

$AR$  = área de la cuenca ( $\text{km}^2$ )

$t$  = Numero de días del mes

$EVP$  = evapotranspiración potencial anual (mm/año)

$R$  = retención total de la cuenca (mm/año)

El coeficiente que relaciona el caudal con aquel del mes precedente es  $b_o$  y se estima con la relación:

$$b_o = (e^{-a*t})^i$$

Donde:

$b_o$ : Relación de la descarga del mes actual y del mes anterior

$a$ : Coeficiente de agotamiento

$t$ : Numero de días del mes

$i$ : Exponente (mes1=1, mes2=2, ... mes7=7)

### Abastecimiento de la retención

El abastecimiento de la retención "A", durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática, es el volumen de agua que almacena la cuenca en los meses lluviosos bajo una función de almacenamiento.

En la zona de estudio del PR S0110 el abastecimiento se encuentra en porcentajes ( $a_i$ ) y se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3 Almacenamiento Hídrico durante la época de lluvias (valores en %)**

Región	Sierra			Selva	
Ene	40	30	30	20	55
Feb	20	20	30	25	25
Mar	0	5	5	35	0
Abr	0	0	0	0	0
May	0	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	0
Oct	0	10	10	25	0
Nov	5	0	0	-5	0
Dic	35	35	25	0	20
Total	100	100	100	100	100

Fuente: UNC, Volumen de Agua Aprovechable en la Microcuenca Tres Ríos, Usando el Modelo Determinístico Estocástico Lutz Scholz - 2014.

Plan Meris II – Parámetros De Calibración Para Almacenamiento Hídrico - Lutz Scholz

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

La lámina de agua  $A_i$  que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la Precipitación Efectiva  $PE_i$ . Se calcula mediante la ecuación:

$$A_i = a_i R$$

Siendo:

$A_i$  = abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes)

$a_i$  = coeficiente de abastecimiento (%)

$R$  = retención de la cuenca (mm/año)

### Determinación del Caudal Mensual para el Año Promedio

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos anteriormente:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i$$

donde:

$CM_i$  = Caudal del mes  $i$  (mm/mes)

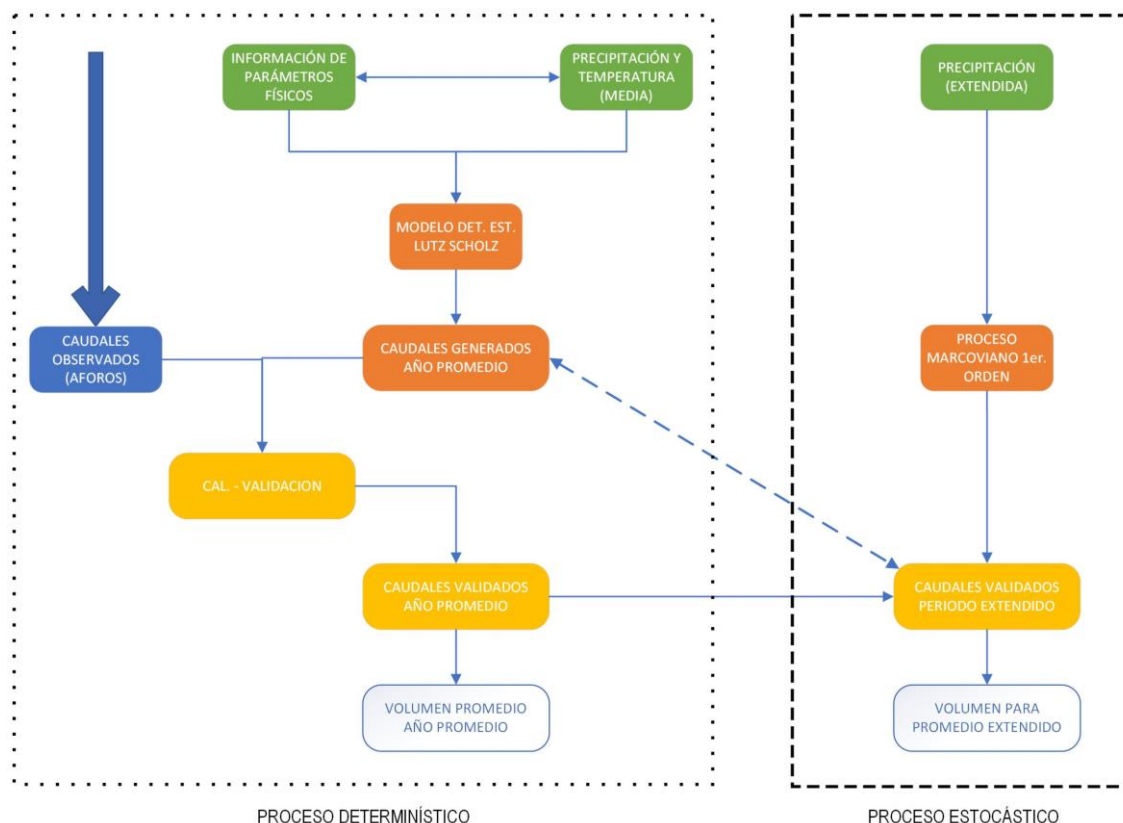
$PE_i$  = Precipitación efectiva del mes  $i$  (mm/mes)

$G_i$  = Gasto de la retención del mes  $i$  (mm/mes)

$A_i$  = abastecimiento del mes  $i$  (mm/mes)



**Figura 1** Esquema de procedimiento de generación de caudal



Fuente: UNC, Volumen de Agua Aprovechable en la Microcuenca Tres Ríos, Usando el Modelo Determinístico Estocástico Lutz Scholz - 2014.  
Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

### Generación de Caudales Mensuales para Periodos Extendidos

La generación de una serie de caudales para periodos extendidos (varios años), se emplea el modelo estocástico markoviano de primer orden, según la ecuación  $Q_t = f(Q_{t-1})$  con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva  $Q = g(PE_t)$ .

Con la finalidad de incorporar un nivel de incertidumbre en las variables estimadas, se utiliza una variable aleatoria  $Z = z(S)\sqrt{1-r^2}$  en función de un número aleatorio y el error típico (S)

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales es:

$$Q_t = b_1 + b_2(Q_{t-1}) + b_3(PE_t) + z(S)\sqrt{1-r^2}$$

donde:

$Q_t$  = Caudal del mes t

$Q_{t-1}$  = Caudal del mes anterior

$PE_t$  = Precipitación efectiva del mes

$B_1$  = Factor constante o caudal básico.

Se calcula los parámetros  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $r$  y  $S$  sobre la base de los resultados del modelo hidrológico para el año promedio, por un cálculo de regresión con  $Q_t$  como valor dependiente y  $Q_{t-1}$  y  $PE_t$ , como valores independientes.

## REFERENCIAS

Aguirre N., M. 1992 "Análisis y Aplicación de Modelos Matemáticos para la Generación de Caudales en Cuencas de la Región". Cusco.

Salas, J. 1976 "Modelos de Simulación Estocástica". CIDIAT, Mérida.

Teran, C. 2014. Tesis de Ingeniero "Volumen de Agua Aprovechable en la Microcuenca Tres Ríos, Usando el Modelo Determinístico Estocástico Lutz Scholz"

## RESULTADOS DEL MODELO HIDROLÓGICO LUTZ SCHOLZ – S0110

### Retención de Cuenca

Descripción	Unid	S0110
Área Cuenca	Km2	0.29
Área Nevados	Km2	0.00
Área lagunas	Km2	0.02
Área Acuíferos	Km2	0.10
Pend. MC Acuif	%	0.33
Latitud Cuenca	°	-2.50
Pp Media Anual	mm	2567.1
K		0.03
Agotamiento		0.03

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

### Gasto - Abastecimiento

Mes	Gasto	Abastecimiento
Ene	0.00	0.55
Feb	0.00	0.25
Marz	1.00	0.00
Abr	2.00	0.00
May	3.00	0.00
Junio	4.00	0.00
Julio	5.00	0.00
Ago	6.00	0.00
Set	7.00	0.00
Oct	8.00	0.00
Nov	0.00	0.00
Dic	0.00	0.20
Total		1.00

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

### Precipitación - Temperatura

Mes	Tmed	Tmax	Tmin	Pp Prom
Ene	24.39	31.14	22.27	198.58
Feb	24.24	30.78	22.31	183.39
Mar	24.15	30.42	22.47	231.89
Abr	23.40	30.55	22.41	249.27
May	23.67	29.92	22.00	213.78
Jun	24.90	30.07	24.45	270.30
Jul	23.31	29.84	21.22	219.21
Ago	24.81	30.38	21.18	172.30
Sep	22.78	31.41	21.49	197.69
Oct	25.19	34.02	22.21	228.66
Nov	23.54	31.86	22.68	196.28
Dic	23.26	31.25	22.69	205.76
Prom	23.97	30.97	22.28	2567.10

Elaboración: JCI, 2020.

### Evapotranspiración – Coeficiente de escorrentía

Resultados	
Retención	95.00
ETP Hargreaves	1185.35
Ce Turc	0.51
Ce Promedio	0.41

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

### Coeficiente de escorrentía - Área

Área Cuenca	km <sup>2</sup>	0.29
Caudal	m <sup>3</sup> /s	0.05
	mm/año	5307.97
Precipitación Areal	mm/año	2567.10
CE		2.07

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

## Precipitación Efectiva Generada - Método USBR

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1965	91.3	150.6	116.7	268.3	129.7	204.3	174.1	150.8	129.3	99.9	115.1	188.2	1818.4
1966	137.2	27.5	132.6	248.2	128.9	201.0	145.0	163.3	254.7	144.5	62.8	89.4	1734.9
1967	166.6	114.8	34.5	204.9	78.6	73.1	60.2	65.2	25.2	151.0	33.7	19.7	1027.5
1968	100.4	14.6	41.9	82.1	71.9	96.1	236.3	182.5	182.4	142.8	19.7	70.9	1241.6
1969	96.2	111.8	65.6	200.4	70.2	133.8	83.8	132.9	167.0	133.8	108.3	82.6	1386.3
1970	146.3	75.9	249.9	160.7	141.1	101.8	123.5	29.2	102.1	57.5	258.4	112.8	1559.2
1971	75.4	43.4	168.1	175.8	62.9	433.8	379.4	275.1	273.3	294.1	225.2	346.7	2753.2
1972	202.8	273.8	406.0	402.8	362.0	720.3	547.2	6.4	41.8	459.9	295.0	131.8	3849.8
1973	238.2	164.4	266.7	55.9	199.6	369.0	162.7	258.3	172.3	173.3	196.4	63.5	2320.4
1974	40.4	460.2	471.6	216.6	118.4	88.4	179.5	142.9	288.1	126.0	235.9	157.6	2525.6
1975	211.3	87.8	131.0	233.6	244.5	267.8	300.9	143.3	126.5	238.0	210.8	287.4	2482.9
1976	203.8	38.6	91.7	421.5	364.3	267.8	104.0	67.3	138.1	39.8	169.8	78.3	1985.0
1977	6.8	205.8	213.2	176.2	187.7	165.9	90.6	108.6	117.5	293.7	271.0	101.6	1938.6
1978	73.0	76.1	117.4	347.6	251.0	250.2	187.9	144.5	147.1	228.1	86.1	309.1	2218.0
1979	53.4	77.9	74.7	75.2	51.4	48.2	43.8	70.8	14.2	222.7	39.0	35.2	806.4
1980	154.5	55.1	231.8	50.5	57.4	96.6	62.8	159.8	118.7	255.8	87.5	142.3	1472.7
1989	160.1	175.9	113.1	130.2	182.6	132.7	75.2	45.2	72.0	76.0	121.4	69.6	1354.1
1990	240.4	104.5	161.3	130.6	79.4	299.0	82.1	118.5	33.9	80.3	138.0	216.2	1684.1
1991	252.0	231.9	47.5	208.3	232.8	148.1	55.4	111.5	149.9	224.0	135.9	221.4	2018.8
1992	23.9	20.5	51.6	91.3	167.7	216.1	291.4	17.3	61.6	189.8	136.6	111.6	1379.5
1993	163.0	143.1	278.9	163.0	70.9	88.9	23.4	26.2	111.9	53.6	84.8	138.9	1346.7
1994	80.9	50.1	39.8	25.3	21.0	194.3	111.2	144.1	184.9	124.9	84.3	151.8	1212.5
1995	271.1	38.7	153.9	103.3	114.7	99.9	23.0	105.1	112.1	103.3	50.5	87.0	1262.6
1996	65.2	75.2	43.6	37.9	71.6	35.4	44.5	41.1	46.1	54.7	39.5	59.0	613.9
2001	117.1	107.6	106.0	145.3	26.0	290.1	235.3	158.1	269.0	127.1	157.2	214.8	1953.6
2002	197.1	169.7	197.0	278.6	396.7	52.0	210.3	111.1	40.9	263.3	177.6	131.1	2225.4
2003	32.5	211.8	146.1	309.7	270.4	170.8	141.0	117.7	79.3	174.1	25.0	285.8	1964.1
2004	49.7	37.9	295.6	36.8	153.7	252.2	158.1	130.3	267.3	113.2	142.5	134.4	1771.7
2005	189.8	190.8	155.1	262.3	105.8	315.2	142.4	75.5	219.4	49.7	168.7	113.1	1987.9
2006	239.1	146.0	361.7	211.0	50.2	198.4	148.9	105.8	132.7	155.0	128.7	136.1	2013.7
Promedio	136.0	122.7	165.5	181.8	148.8	200.4	154.1	113.6	136.0	161.7	133.5	142.9	1797.0

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

### Generación de Caudales Medios Mensuales Para El Año Promedio

Mes	Precip.Total	Precip.Efect (mm)			bi	Gi	ai	Ai	Caudal	Gene.Mensual
	(mm)	Pe <sub>1</sub>	Pe <sub>2</sub>	Total		mm/mes		mm/mes		
Ene	198.6	141.5	112.2	134.4	0.00	0.00	0.55	38.50	95.9	10.2
Feb	183.4	126.3	97.0	119.2	0.00	0.00	0.25	17.50	101.7	12.0
Mar	231.9	174.8	145.5	167.7	0.37	44.10	0.00	0.00	211.8	22.6
Abr	249.3	192.2	162.9	185.1	0.14	16.33	0.00	0.00	201.4	22.2
May	213.8	156.7	127.4	149.6	0.05	6.05	0.00	0.00	155.7	16.6
Jun	270.3	213.2	183.9	206.1	0.02	2.24	0.00	0.00	208.4	22.9
Jul	219.2	162.1	132.8	155.0	0.01	0.83	0.00	0.00	155.9	16.6
Ago	172.3	115.2	85.7	108.1	0.00	0.31	0.00	0.00	108.4	11.5
Set	197.7	140.6	111.3	133.5	0.00	0.11	0.00	0.00	133.6	14.7
Oct	228.7	171.6	142.3	164.5	0.00	0.04	0.00	0.00	164.5	17.5
Nov	196.3	139.2	109.9	132.1	0.00	0.00	0.00	0.00	132.1	14.5
Dic	205.8	148.7	119.4	141.6	0.00	0.00	0.20	14.00	127.6	13.6
Total	2567.1	2187.2	1897.7	2066.3	0.08	75.00	1.00	75.00	149.7	16.2

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.

### Coeficientes

Ce	Ce <sub>1</sub>	Ce <sub>2</sub>	Ce <sub>1</sub> +Ce <sub>2</sub>
0.7	0.7586	0.2414	1

### Coeficientes de Correlación Múltiple

b1	b2	b3	S	R <sup>2</sup>
-47.8975	0.0017	1.3181	19.3483	0.8152

### Caudal Medio Mensual Generado - Serie Promedio (L/s)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1965	8.2	18.1	11.2	34.1	13.4	24.6	19.8	16.3	13.8	9.1	12.0	21.0	16.8
1966	15.0	1.4	13.5	30.9	13.5	24.4	15.9	18.0	32.4	15.7	4.3	7.4	16.0
1967	19.0	12.7	0.0	24.8	5.7	5.2	3.3	4.5	0.0	16.3	0.8	0.0	7.7
1968	9.5	0.0	0.0	7.2	4.6	9.0	28.1	21.2	21.7	15.3	0.0	5.2	10.1
1969	8.7	12.1	4.1	24.1	5.3	14.2	7.0	13.8	19.1	14.2	10.9	6.9	11.7
1970	16.4	6.2	30.1	18.5	15.4	9.5	12.6	0.0	9.5	3.0	32.8	11.1	13.8



Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
1971	6.0	1.2	18.7	20.8	4.2	58.7	48.8	34.2	34.9	36.6	27.9	44.0	28.0
1972	25.0	37.3	53.2	54.0	47.3	101.6	73.4	0.0	0.9	60.5	38.3	13.8	42.1
1973	29.7	20.3	33.1	3.5	23.3	48.8	18.1	31.6	20.6	19.4	23.4	4.6	23.0
1974	1.0	66.8	62.4	26.9	11.5	7.4	20.8	15.3	36.9	13.6	29.2	17.6	25.8
1975	25.5	8.3	13.3	29.3	30.1	34.0	38.3	15.5	13.0	28.8	25.2	36.0	24.8
1976	24.7	0.6	7.8	56.7	46.4	34.3	9.3	4.8	15.2	0.0	19.2	6.0	18.8
1977	0.0	26.5	25.3	20.4	21.9	19.1	7.7	10.2	11.9	37.0	34.5	9.3	18.6
1978	5.3	6.6	11.3	45.4	30.5	31.9	21.8	15.4	16.1	27.4	8.0	39.3	21.6
1979	2.1	7.0	5.3	5.7	1.8	1.2	0.9	4.8	0.0	26.4	0.6	0.0	4.7
1980	17.2	2.7	28.1	2.2	2.8	8.7	3.8	17.7	12.1	30.8	7.5	15.5	12.4
1989	18.0	21.7	10.9	13.8	21.1	14.2	5.7	0.0	5.1	5.4	13.0	4.4	11.1
1990	30.0	10.8	17.6	14.0	6.2	38.7	6.5	11.6	0.0	6.0	14.8	25.9	15.2
1991	32.0	31.0	1.5	25.2	27.8	16.5	2.9	10.9	16.5	27.0	14.7	26.5	19.4
1992	0.0	0.0	2.7	8.1	19.0	26.8	36.6	0.0	3.7	21.5	15.0	10.9	12.0
1993	19.0	17.1	34.8	18.8	4.8	8.0	0.0	0.0	11.3	0.0	7.3	14.8	11.3
1994	6.8	2.3	0.9	0.0	0.0	23.4	11.2	14.9	21.7	12.7	7.1	16.6	9.8
1995	34.3	0.8	16.8	10.0	10.9	9.6	0.0	9.2	11.4	9.3	2.6	7.1	10.2
1996	4.3	6.0	1.1	1.2	5.1	0.8	0.5	0.7	1.6	3.6	0.4	3.6	2.4
2001	12.2	11.3	9.8	16.2	0.0	37.9	28.5	17.2	34.2	12.5	17.8	25.8	18.6
2002	23.6	21.9	22.5	35.7	51.3	2.5	24.8	10.6	0.8	32.5	20.6	13.4	21.7
2003	0.7	27.6	15.4	40.3	33.8	19.7	14.9	11.8	6.3	19.7	1.7	35.2	18.9
2004	1.8	0.7	37.6	0.6	16.7	32.1	17.6	13.7	34.4	11.3	15.9	13.9	16.4
2005	22.5	24.6	17.1	33.4	10.1	41.1	14.9	5.5	27.4	1.8	19.0	10.8	19.0
2006	30.2	17.3	46.6	25.8	1.7	23.6	16.4	10.2	14.2	16.9	14.0	14.1	19.2
Promedio	15.0	14.0	18.4	21.6	16.2	24.2	17.0	11.3	14.9	17.8	14.6	15.4	16.7
Desv. Esta	11.0	14.5	16.3	15.4	14.6	20.7	16.2	8.7	11.5	13.4	10.8	11.7	7.8
Máximos	34.3	66.8	62.4	56.7	51.3	101.6	73.4	34.2	36.9	60.5	38.3	44.0	42.1
Mínimos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
Perc. 75%	5.5	2.4	5.9	8.5	4.9	9.2	5.9	4.8	5.4	9.1	7.2	6.9	11.4
Perc. 50%	15.7	11.1	14.4	20.6	12.5	21.6	14.9	11.3	13.4	15.5	14.3	13.6	16.6
Perc. 25%	24.5	21.4	27.4	30.5	22.9	33.5	21.6	15.5	21.4	26.9	20.3	20.2	19.3
Perc. 95%	0.3	0.3	0.4	0.9	0.8	1.8	0.2	0.0	0.0	0.8	0.5	1.6	6.0

Elaborado por: Consorcio JCI-HGE, 2020.