



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL  
SUBDIRECCIÓN DE LA LÍNEA DE BASE Y AGENTES CONTAMINANTES

**RECIBIDO**

13 ENE 2017

VºBº ..... Hora: .....

Firma .....

**INFORME N° 118 -2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI**

**A :** LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS  
Subdirector (e) de la Línea de Base y Agentes Contaminantes

**DE :** LUIS ANGEL ANCCO PICHUILLA  
Coordinador (e) de Evaluaciones Ambientales Integrales  
Especialista en Calidad Ambiental de Agua

**CESAR GREGORIO ESPIRITU LIMAY**  
Tercero evaluador

**MARIO ESCOBEDO TORRES**  
Tercero evaluador

**VÍCTOR CHAMA MOSCOSO**  
Tercero evaluador

**CARLOS FIDENCIO LLANOS VASQUEZ**  
Tercero evaluador

**CALEB PEREZ QUISPE**  
Tercero evaluador

**KILMENIA LUNA CAMPOS**  
Tercero evaluador

**ASUNTO :** Evaluación Ambiental del Lote 192 (antes Lote 1-AB) durante el año 2016

**REFERENCIA:** Planefa 2016

**FECHA :** Lima, 29 DIC 2016

2016 - 101 - 52666

Tenemos el agrado de dirigimos a usted con relación al asunto de la referencia, a fin de informar lo siguiente:

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

1. Detalles de la evaluación ambiental:

<b>a.</b>	<b>Zona evaluada</b>	Lote 192 (antes Lote 1-AB)
<b>b.</b>	<b>Ámbito de influencia</b>	Cuenca Medio Pastaza en el distrito de Andoas, Provincia de Datem del Marañón en la Provincia de Loreto, y las cuencas Corrientes en el distrito de Corrientes y Medio Alto Tigre en el distrito de Tigre en la Provincia de Loreto. Todas las cuencas en el departamento de Loreto



Handwritten signature/initials in blue ink



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

c.	<b>Problemática de la zona evaluada</b>	En la zona de selva al norte del Perú, específicamente el área de la concesión del Lote 192 (antes Lote 1-AB), se han identificado gran cantidad de áreas de terreno contaminadas con hidrocarburos producto de los derrames, siendo afectados tanto los suelos como ríos, quebradas y lagunas (cochas). La presencia de estos sitios contaminados con hidrocarburos, evidencia el alto riesgo para el ambiente y la población de su entorno, con una probable ocurrencia de conflictos socioambientales		
d.	<b>¿A pedido de qué se realizó la actividad?</b>	Planefa 2016		
e.	<b>¿Se realizó en el marco de un espacio de diálogo, mesa de diálogo o mesa de desarrollo?</b>	SI	NO	X

## 2. Detalles del diagnóstico ambiental:

a.	<b>Salidas y fechas de monitoreo</b>	<b>Visita de reconocimiento*</b>	04/03/2016 al 15/03/2016
		<b>1er Monitoreo</b>	01/03/2016 al 27/03/2016
		<b>2do Monitoreo</b>	04/05/2016 al 31/05/2016
		<b>3er Monitoreo</b>	13/06/2016 al 08/07/2016
b.	<b>Componentes y puntos de monitoreo evaluados</b>	<b>Agua</b>	171 puntos de monitoreo <sup>1</sup>
		<b>Sedimento</b>	168 puntos de monitoreo <sup>2</sup>
		<b>Hidrobiología</b>	167 puntos de monitoreo <sup>3</sup>
		<b>Flora</b>	5 parcelas (2 en sitio contaminado, 2 en sitio PAC y 1 en sitio blanco) <sup>4</sup>
		<b>Fauna</b>	40 cámaras trampa y 04 transectos <sup>4</sup>

\*La visita de reconocimiento se realizó para los componentes flora y fauna silvestre.

<sup>1</sup>De los 171 puntos de monitoreo de agua, 84 corresponden a la primera salida y 87 a la tercera salida.<sup>2</sup>De los 168 puntos de monitoreo de sedimento, 81 corresponden a la primera salida y 87 a la tercera salida.<sup>3</sup>De los 167 puntos de monitoreo de hidrobiología, 80 corresponden a la primera salida y 87 a la tercera salida.<sup>4</sup>En la segunda salida se realizó la evaluación de flora y fauna silvestre.

## 3. Equipo profesional:

Los profesionales encargados de la ejecución de la Evaluación Ambiental del Lote 192 se detallan en la siguiente tabla.

Item	Evaluador	Profesión	Actividad	Periodo de realización
1	Víctor Chama Moscoso	Biólogo	Visita de reconocimiento (flora y fauna silvestre)	Del 04 al 15 de marzo de 2016
2	Mario Escobedo Torres	Biólogo		
3	Walter Flores Casanova	Ing. Forestal		
4	Cesar Gregorio Espiritu Limay	Químico	1er Monitoreo (agua, sedimento e hidrobiología)	Del 01 al 27 de marzo de 2016
5	Carlos Llanos Vásquez	Biólogo		
6	Kilmenia Luna Campos	Biólogo		
7	Luis Alberto Villasana Virgüez	Ing. Químico		
8	Larry Delange Santa Gadea	Ing. Ambiental		
9	Carlos Aurelio Quispe Huamán	Biólogo	2do Monitoreo (flora y fauna silvestre)	Del 04 al 31 de mayo de 2016 <sup>1</sup>
10	Víctor Chama Moscoso	Biólogo		
11	Mario Escobedo Torres	Biólogo		
12	Walter Flores Casanova	Ing. Forestal		



H  
 E  
 R  
 R  
 E  
 S  
 T  
 R  
 O  
 N  
 O



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Item	Evaludador	Profesión	Actividad	Periodo de realización
13	Cesar Espiritu Limay	Químico	3er Monitoreo (agua, sedimento, hidrobiología y fauna)	Del 13 de junio al 08 de julio de 2016 <sup>2</sup>
14	Carlos Llanos Vásquez	Biólogo		
15	Jorge Kelvin Álvarez Tejada	Biólogo		
16	Jessica Adela Espino Ciudad	Biólogo		
17	José Antonio Huamaní Buitrón	Ing. Químico		
18	Caleb Pérez Quispe	Ing. Agrónomo		
19	Mario Escobedo Torres	Biólogo		

<sup>1</sup>Componente fauna realizó su evaluación del 12 al 31 de mayo.<sup>2</sup>El componente fauna realizó su evaluación del 13 de junio al 03 de julio**II. OBJETIVO**

- Realizar el diagnóstico de la calidad ambiental del Lote 192 (antes Lote 1-AB), con énfasis en el área de influencia de las actividades hidrocarburíferas, abarcando las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre, el cual se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1, que se adjunta y forma parte del presente informe.

**III. ANTECEDENTES**

- El presente informe se realiza dando cumplimiento a la función del OEFA establecida en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), cuyo ejercicio permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizables por el OEFA, comprendiendo acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares según sus competencias, para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales. Asimismo, obedece a lo establecido en el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2016 (en adelante Planefa 2016) aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N°050-2015-OEFA/CD, publicada el 22 de diciembre de 2015.

**IV. ANALISIS DE LA INFORMACION**

- El análisis se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1, denominado "Evaluación Ambiental en las áreas de influencia de la unidad fiscalizable por el OEFA (hidrocarburífera), ubicada en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre" que se adjunta y forma parte del presente informe.

**V. CONCLUSIÓN**

- En vista que el informe de evaluación ambiental del Lote 192 (antes Lote 1-AB), cuenta con el sustento técnico requerido, el equipo profesional que elaboró el informe se sirve elevar dicho documento a la Subdirección de la Línea de Base y Agentes Contaminantes a efectos que se proponga su aprobación ante la Dirección de Evaluación.





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Atentamente,

**LUIS ANGEL ANCCO PICHUILLA**  
Coordinador (e) de Evaluaciones Ambientales Integrales  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -  
OEFA

**CESAR GREGORIO ESPIRITU LIMAY**  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -  
OEFA

**MARIO ESCOBEDO TORRES**  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -  
OEFA

**VICTOR CHAMA MOSCOSO**  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -  
OEFA

**CARLOS FIDENCIO LLANOS VASQUEZ**  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -  
OEFA

**CALEB PEREZ QUISPE**  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -  
OEFA

**KILMENIA LUNA CAMPOS**  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -  
OEFA



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Lima, 29 DIC 2016

Visto el Informe N° 118 -2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI y habiéndose verificado que su contenido se encuentra enmarcado en el ejercicio de la función evaluadora, así como su coherencia normativa; el Subdirector (e) de la Línea de Base y Agentes Contaminantes recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,

LÁZARO WALTHER FAJARDO VARGAS

Subdirector (e) de la Línea de Base y Agentes Contaminantes  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Visto el Informe N° 118 -2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI y en atención a la recomendación de la Coordinación de Evaluaciones Ambientales Integrales, así como de la Subdirección de la Línea de Base y Agentes Contaminantes, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN

Director de Evaluación  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



## ANEXO N° 1



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL LOTE 192 (ANTES LOTE 1-AB) DURANTE EL AÑO 2016



COORDINACIÓN DE EVALUACIONES  
AMBIENTALES INTEGRALES

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Diciembre de 2016



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## INDICE

1.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2.	<b>ANTECEDENTES</b> .....	2
3.	<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
4.	<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	3
5.	<b>OBJETIVOS</b> .....	5
5.1.	Objetivo general .....	5
5.2.	Objetivos específicos.....	5
6.	<b>ALCANCE</b> .....	5
7.	<b>ÁREA DE ESTUDIO</b> .....	12
7.1.	Cuenca Medio Pastaza (U.H: 49865) .....	12
7.2.	Cuenca Corrientes (U.H: 49824) .....	13
7.3.	Cuenca Medio Alto Tigre (U.H: 49824) .....	13
7.1.	Agua, sedimentos e hidrobiología.....	17
7.1.1.	Cuenca Medio Pastaza .....	17
7.1.2.	Cuenca Corrientes.....	19
7.1.3.	Cuenca Medio Alto Tigre .....	21
7.2.	Necton (redes de pesca) .....	23
7.3.	Fauna silvestre .....	23
7.3.1.	Ubicación de cámaras trampa .....	24
7.3.2.	Ubicación de transectos .....	27
7.4.	Flora silvestre.....	28
8.	<b>MARCO CONTEXTUAL</b> .....	30
8.1.	Información ambiental .....	30
8.2.	Instrumentos de gestión ambiental .....	31
8.3.	Estudios realizados por entidades del Estado .....	43
8.4.	Denuncias ambientales por Sinada .....	48
8.5.	Base conceptual.....	50
8.5.1.	Sistema aluvial amazónico .....	50
8.5.2.	Clasificación de los sistemas aluviales .....	51
8.5.3.	Evaluación de resultados .....	53
9.	<b>MÉTODOLOGÍA</b> .....	68
9.1.	Etapa precampo .....	68
9.2.	Etapa de campo .....	68
9.2.1.	Calidad de agua .....	69
9.2.2.	Calidad de sedimentos .....	72
9.2.3.	Hidrobiología .....	73
9.2.4.	Fauna Silvestre .....	76
9.2.5.	Flora silvestre .....	77
9.3.	Análisis de datos .....	79
9.3.1.	Calidad de agua .....	79
9.3.2.	Calidad de sedimentos .....	81
9.3.3.	Pretratamiento y análisis multivariado del agua superficial y sedimentos .....	82
9.3.4.	Hidrobiología .....	89
9.3.5.	Fauna silvestre .....	92
9.3.6.	Flora silvestre.....	93
10.	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS</b> .....	97
10.1.	Agua superficial.....	99
10.1.1.	Cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre .....	99



Handwritten signature in blue ink





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

10.1.2. Cochass Shirunchicocha, Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma .....	120
10.1.3. Afloramientos en el yacimiento San Jacinto de la cuenca Medio Alto Tigre ...	127
10.1.4. Control de calidad .....	128
10.2. Sedimentos .....	131
10.2.1. Cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre .....	132
10.2.2. Cochass Pashincocha, Shirunchicocha, Ushpayacu y Huarashma .....	156
10.3. Hidrobiología .....	170
10.3.1. Evaluación de marzo de 2016 .....	170
10.3.2. Evaluación de junio de 2016.....	226
10.4. Fauna silvestre.....	249
10.4.1. Esfuerzo de muestreo empleado en los censos de fauna silvestre.....	249
10.4.2. Índices de ocurrencia y abundancia de las especies registradas en los censos de fauna silvestre.....	250
10.4.3. Composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre en el lote 192 .....	251
10.4.4. Diversidad y abundancia de las especies de fauna silvestre registradas en las cámaras trampa instaladas.....	252
10.4.5. Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados por cámara trampa .....	255
10.4.6. Especies amenazadas y categorías de conservación.....	257
10.4.7. Especies raras.....	259
10.4.8. Especies endémicas, de distribución restringida y vulnerable .....	259
10.5. Flora Silvestre .....	260
10.5.1. Composición y diversidad arbórea.....	260
10.5.2. Índice de Valor de Importancia (I.V.I) .....	263
10.5.3. Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas .....	265
10.5.4. Análisis multivariado.....	266
10.5.5. Especies presentes en alguna categoría de protección.....	268
<b>11. DISCUSIONES.....</b>	<b>270</b>
11.1. Agua superficial y afloramientos .....	270
11.2. Sedimentos .....	277
11.3. Hidrobiología .....	284
11.4. Fauna Silvestre .....	287
11.5. Flora silvestre.....	289
<b>12. CONCLUSIONES .....</b>	<b>291</b>
12.1. Agua superficial.....	291
12.2. Sedimentos .....	293
12.3. Hidrobiología .....	294
12.3.1. Evaluación de marzo de 2016 .....	294
12.3.2. Evaluación de junio de 2016.....	296
12.4. Fauna silvestre.....	296
12.5. Flora silvestre.....	297
<b>13. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>297</b>
<b>14. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>298</b>
14.1. Agua Superficial y Sedimentos.....	298
14.2. Hidrobiología .....	303
14.3. Fauna Silvestre .....	306
14.4. Flora silvestre.....	309
<b>15. ANEXOS .....</b>	<b>312</b>



*[Handwritten signature]*



### ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 6-1.** Número de muestras de agua, sedimento e hidrobiología en los monitoreos de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el Lote 192 ..... 6

**Tabla 6-2.** Puntos de monitoreo por componente ambiental de agua, sedimentos e hidrobiología evaluados en la cuenca Medio Pastaza en marzo de 2016 en el Lote 192 ..... 7

**Tabla 6-3.** Puntos de monitoreo componente ambiental de agua, sedimentos e hidrobiología evaluados en la cuenca Corrientes en marzo de 2016 en el Lote 192 ..... 8

**Tabla 6-4.** Puntos de monitoreo componente ambiental de agua, sedimentos e hidrobiología evaluados en la cuenca Medio Alto Tigre en marzo de 2016 en el Lote 192 ..... 9

**Tabla 6-5.** Puntos de evaluación de flora y fauna silvestre en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en mayo de 2016 en el Lote 192 ..... 10

**Tabla 6-6.** Puntos de monitoreo por componente ambiental evaluado en la cuenca Medio Pastaza en junio de 2016 en el Lote 192..... 10

**Tabla 6-7.** Puntos de monitoreo por componente ambiental evaluado en la cuenca Corrientes en junio de 2016 en el Lote 192..... 11

**Tabla 7-1.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en marzo de 2016 en la cuenca Medio Pastaza ..... 17

**Tabla 7-2.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en junio de 2016 en la cuenca Medio Pastaza ..... 18

**Tabla 7-3.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en marzo de 2016 en la cuenca Corrientes ..... 20

**Tabla 7-4.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en junio de 2016 en la cuenca Corrientes ..... 21

**Tabla 7-5.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en marzo de 2016 en la cuenca Medio Alto Tigre ..... 21

**Tabla 7-6.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de redes de pesca de hidrobiología en junio de 2016 en la cuenca Medio Pastaza y Corrientes ..... 23

**Tabla 7-7.** Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa en el Lote 192 ..... 24

**Tabla 7-8.** Ubicación de transectos en el lote 192 ..... 28

**Tabla 7-9.** Ubicación de las parcelas para la evaluación de flora silvestre en el Lote 192 ..... 29

**Tabla 8-1.** Estado de los pozos del Lote 1-AB (actual Lote 192) al 31 de diciembre 2013 ..... 31

**Tabla 8-2.** Instrumentos de gestión ambiental de la cuenca Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito del Lote 192 (antes Lote 1-AB)..... 32

**Tabla 8-3.** Monitoreos ambientales en el Lote 1-AB ..... 32

**Tabla 8-4.** Reportes de Procesos Administrativos Sancionadores (PAS) – 2010..... 43

**Tabla 8-5.** Denuncias ambientales atendidas por el Sinada del OEFA desde el 2010 a 2015 ..... 48

**Tabla 8-6.** Métodos de transformaciones de datos ..... 54

**Tabla 8-7.** Medidas de semejanza entre variables y observaciones ..... 57

**Tabla 8-8.** Métodos de agrupamiento de los clústeres..... 58

**Tabla 9-1.** Equipo técnico participante de la primera evaluación ..... 69

**Tabla 9-2.** Equipo técnico participante de la segunda evaluación..... 69

**Tabla 9-3.** Equipo técnico participante de la tercera evaluación ..... 69

**Tabla 9-4.** Equipos utilizados en el monitoreo de calidad de agua superficial..... 70

**Tabla 9-5.** Características de los equipos usados en la primera evaluación de campo para la calidad de agua superficial..... 70



*[Handwritten signature]*



**Tabla 9-6.** Características de los equipos usados en la segunda evaluación de campo para la Calidad de Agua Superficial ..... 71

**Tabla 9-7.** Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua superficial..... 71

**Tabla 9-8.** Equipos utilizados en el monitoreo de calidad de sedimentos ..... 72

**Tabla 9-9.** Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios, para el análisis de calidad de sedimentos ..... 73

**Tabla 9-10.** Parámetros de calidad evaluados de acuerdo a los componentes ambientales ..... 73

**Tabla 9-11.** Estándares de Calidad Ambiental Nacional para agua superficial ..... 80

**Tabla 9-12.** Estándares de Calidad Ambiental Internacional para sedimentos ..... 82

**Tabla 9-13.** Rangos de detección y LMP para metales totales en peces ..... 91

**Tabla 9-14.** Rangos de detección y LMP para metales totales en peces ..... 92

**Tabla 9-15.** Puntaje por tipos de evidencias para el cálculo del índice de ocurrencia ..... 92

**Tabla 9-16.** Categorización de las especies registradas en las parcelas ..... 96

**Tabla 9-17.** Grado de afectación del suelo en los sitios evaluados ..... 96

**Tabla 10-1.** Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factores de los metales, conductividad y sólidos suspendidos totales en la cuenca Medio Pastaza . 103

**Tabla 10-2.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados ..... 104

**Tabla 10-3.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados ..... 104

**Tabla 10-4.** Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factores de los metales, conductividad y sólidos suspendidos totales en la cuenca Corrientes ..... 108

**Tabla 10-5.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados ..... 109

**Tabla 10-6.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados ..... 109

**Tabla 10-7.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados ..... 112

**Tabla 10-8.** Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factores de los metales, conductividad y sólidos suspendidos totales en la cuenca Medio Alto Tigre 113

**Tabla 10-9.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados ..... 115

**Tabla 10-10.** Relación de las concentraciones de metal suspendido y disuelto en los puntos de monitoreo de la cuenca Medio Pastaza ..... 115

**Tabla 10-11.** Agrupamiento mediante análisis de cluster de las concentraciones de alcalinidad con los valores de conductividad y las concentraciones de los sólidos suspendidos totales y metales en las cuencas Medio Pastaza, Medio Alto Tigre y Corrientes ..... 118

**Tabla 10-12.** Relación descendente de las concentraciones de las cuatro cochas en base a las medianas y rango de los valores no atípicos y extremos ..... 125

**Tabla 10-13.** Puntos de monitoreo de las cuatro cochas con las mayores concentraciones de metales (incluyendo los valores atípicos y extremos) ..... 126

**Tabla 10-14.** Resultados de los blancos de campo y blancos viajero de agua superficial ..... 129

**Tabla 10-15.** Resultados de los siete duplicados de metales totales para agua superficial y el RPD (%) respectivo para las cuatro cochas ..... 130

**Tabla 10-16.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con concentración de HTP en sedimentos mayores al valor de intervención y valor máximo ..... 133



*[Handwritten signature]*



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 10-17.** Cuerpos de agua superficial para cada clase textural de los sedimentos en la cuenca Medio Pastaza..... 134

**Tabla 10-18.** Porcentajes de metales en sedimentos con biodisponibilidad mayor al 10 % en la fracciones 1 (intercambiable) o 2 (enlazado a carbonatos) ..... 135

**Tabla 10-19.** Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factor de los metales y su relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la cuenca Medio Pastaza..... 137

**Tabla 10-20.** Parámetros asociados y no asociados en sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza ..... 138

**Tabla 10-21.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Pastaza con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados en los sedimentos.... 138

**Tabla 10-22.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la guía del usuario de Canadá Atlántica y metales en mayores concentraciones en sedimentos..... 139

**Tabla 10-23.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP menores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos ..... 140

**Tabla 10-24.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA y bajas concentraciones de metales en sedimentos ..... 140

**Tabla 10-25.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con concentración de HTP en sedimentos mayores al valor de intervención y valor máximo ..... 142

**Tabla 10-26.** Cuerpos de agua superficial para cada clase textural de los sedimentos en la cuenca Corrientes..... 143

**Tabla 10-27.** Porcentajes de metales en sedimentos con biodisponibilidad mayor al 10 % en la fracciones 1 (intercambiable) o 2 (enlazado a carbonatos) ..... 143

**Tabla 10-28.** Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factor de los metales y su relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la cuenca Corrientes ..... 145

**Tabla 10-29.** Parámetros asociados y no asociados en sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes ..... 146

**Tabla 10-30.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados en los sedimentos.... 146

**Tabla 10-31.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos ..... 147

**Tabla 10-32.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP menores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos ..... 147

**Tabla 10-33.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA y bajas concentraciones de los metales en sedimentos ..... 148

**Tabla 10-34.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con concentración de HTP en sedimentos mayores al valor de intervención y valor máximo ..... 149

**Tabla 10-35.** Cuerpos de agua superficial para cada clase textural de los sedimentos en la cuenca Medio Alto Tigre ..... 150

**Tabla 10-36.** Porcentajes de metales en sedimentos con biodisponibilidad mayor al 10 % en la fracciones 1 (intercambiable) o 2 (enlazado a carbonatos) ..... 151

**Tabla 10-37.** Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factor de los metales y su relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la cuenca Medio Alto Tigre ..... 153



Handwritten signature in blue ink



**Tabla 10-38.** Parámetros asociados y no asociados en sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre ..... 154

**Tabla 10-39.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados en los sedimentos.... 154

**Tabla 10-40.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la Guía Atlántica RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos ..... 155

**Tabla 10-41.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP menores al valor máximo de la Guía Atlántica RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos ..... 155

**Tabla 10-42.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la Guía Atlántica RBCA y bajas concentraciones de los metales en sedimentos ..... 156

**Tabla 10-43.** Puntos de monitoreo de concentración de arsénico por debajo del ISQG, entre los valores ISQG y PEL, y por encima del valor PEL ..... 156

**Tabla 10-44.** Puntos de monitoreo de concentración de bario por debajo o encima del valor referencial establecido en el ECA-Suelo ..... 157

**Tabla 10-45.** Puntos de monitoreo de concentración de cadmio por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL ..... 157

**Tabla 10-46.** Puntos de monitoreo de concentración de cobre (Cu) por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL ..... 158

**Tabla 10-47.** Puntos de monitoreo de concentración de cromo (Cr) por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL ..... 158

**Tabla 10-48.** Puntos de monitoreo de concentración de mercurio (Hg) por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL ..... 159

**Tabla 10-49.** Puntos de monitoreo de concentración de plomo (Pb) por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL ..... 159

**Tabla 10-50.** Puntos de monitoreo de concentración de zinc (Zn) por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL ..... 160

**Tabla 10-51.** Relación descendente de las concentraciones de las cuatro cochas en base a las medianas, rango y los valores extremos y atípicos ..... 160

**Tabla 10-52.** Puntos de monitoreo de las cuatro cochas cuyas concentraciones de los metales estuvieron por encima de los valores ISQG y/o PEL de la guía canadiense 161

**Tabla 10-53.** Número de puntos de monitoreo para cada clase textural en las cuatro cochas de acuerdo al porcentaje de arena ..... 163

**Tabla 10-54.** Puntos de monitoreo de concentración de HTP totales (C<sub>5</sub> – C<sub>40</sub>) mayores al valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg..... 166

**Tabla 10-55.** Puntos de monitoreo de concentración de HTP en la fracción pesada (C<sub>28</sub> – C<sub>40</sub>) mayores al valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg .... 166

**Tabla 10-56.** Puntos de monitoreo de concentración de HTP en la fracción mediana (C<sub>10</sub> – C<sub>28</sub>) mayores al valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg .... 167

**Tabla 10-57.** Puntos de monitoreo de concentración de HTP en la fracción ligera (C<sub>5</sub> – C<sub>10</sub>) mayor al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio ..... 168

**Tabla 10-58.** Puntos de monitoreo de las cuatro cochas cuyas concentraciones de HTP fueron mayores el valor máximo: 5 000 mg/kg..... 169

**Tabla 10-59.** Resultados de análisis para la presencia de metales totales en músculo de peces, muestreo de abril de 2016 ..... 223

**Tabla 10-60.** Resultados de análisis para la presencia de metales totales en hígado de peces, muestreo de abril de 2016 ..... 224

**Tabla 10-61.** Resultados de análisis para la presencia de benzopireno en músculo de peces, muestreo de abril de 2016..... 225

**Tabla 10-62.** Esfuerzo de muestreo empleado en los censos por transectos ..... 249



Handwritten signature



**Tabla 10-63.** Índices de ocurrencia y abundancia de las especies de fauna silvestre ..... 250

**Tabla 10-64.** Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados en las cámaras-trampa instaladas en el Lote 192 ..... 256

**Tabla 10-65.** Especies de fauna silvestre comprendidos en alguna categoría de conservación ..... 257

**Tabla 10-66.** Especies de flora registradas en las parcelas que están protegidas por el Estado Peruano o categorizadas por la UICN y CITES..... 268

**Tabla 11-1.** Registro cuerpos de agua superficial que tiene los menores pH y oxígeno disuelto (O.D) y mayores conductividades (Cond.) de las tres cuencas y cuatro cochas ..... 272

**Tabla 11-2.** Registro cuerpos de agua superficial que tiene los mayores cloruros y sólidos suspendidos totales (SST) de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre ..... 273

**Tabla 11-3.** Resumen de los registros de cloruros, conductividad y sus metales asociados en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre ..... 273

**Tabla 11-4.** Resumen de los registros de las concentraciones de sólidos suspendidos y metales asociados en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre.... 275

**Tabla 11-5.** Resumen de HTP en sus fracciones, clase textural, materia orgánica y los metales con mayor concentración y su biodisponibilidad en la cuenca Medio Pastaza ..... 279

**Tabla 11-6.** Resumen de HTP en sus fracciones, clase textural, materia orgánica y los metales con mayor concentración y su biodisponibilidad en la cuenca Corrientes.... 280

**Tabla 11-7.** Resumen de HTP en sus fracciones, clase textural, materia orgánica y los metales con mayor concentración y su biodisponibilidad en la cuenca Medio Alto Tigre ..... 281

### ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 7-1.** Esquema de la cuenca Medio Pastaza (U.H: 49865) ..... 14

**Figura 7-2.** Esquema de la cuenca Corrientes (U.H: 49824) ..... 15

**Figura 7-3.** Esquema de la cuenca Medio Alto Tigre (U.H: 49827) ..... 16

**Figura 8-1.** Sistema aluvial amazónico ..... 50

**Figura 8-2.** Principales tipos de ríos modificado por Miall (1977) ..... 51

**Figura 8-3.** Río Pastaza de tipo sistema aluvial entrelazado ..... 51

**Figura 8-4.** Río Corrientes de tipo sistema aluvial meandriforme ..... 52

**Figura 8-5.** Río Tigre de tipo sistema aluvial meandriforme..... 52

**Figura 8-6.** Diagrama de Cajas y bigotes modificado de Statsoft, 2011..... 62

**Figura 10-1.** Dendrograma por análisis de cluster mediante el método de Ward y la distancia medida de 1-r de Pearson para la alcalinidad, sólidos suspendidos totales (SST) y metales en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre..... 117

**Figura 10-2.** Gráfico de bigotes de pH en las cuatro cochas ..... 120

**Figura 10-3.** Gráfico de bigotes de oxígeno disuelto en las cuatro cochas ..... 121

**Figura 10-4.** Dendrograma por análisis de cluster mediante el método de Ward y la distancia medida de 1-r de Pearson para la conductividad y metales totales de las cuatro cochas ..... 123

**Figura 10-5.** Dendrograma por análisis de cluster mediante el método de Ward y la distancia medida euclidiana para los puntos de monitoreo de las cuatro cochas ..... 124



Handwritten signature in blue ink



**Figura 10-6.** Diagrama de cajas y bigotes de porcentaje de arcilla de las cuatro cochas. .... 164

**Figura 10-7.** Diagrama de cajas y bigotes de porcentaje de arcilla de las cuatro cochas ..... 165

**Figura 10-8. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 171

**Figura 10-9. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 172

**Figura 10-10. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 173

**Figura 10-11. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 174

**Figura 10-12. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 175

**Figura 10-13. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 176

**Figura 10-14. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 176

**Figura 10-15. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 177

**Figura 10-16. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 178

**Figura 10-17. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microalgas) en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 179

**Figura 10-18. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 180

**Figura 10-19. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microorganismos) en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 182

**Figura 10-20. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 183



Handwritten signature in blue ink



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Figura 10-21. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 184

**Figura 10-22. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016..... 186

**Figura 10-23. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016 ..... 187

**Figura 10-24. (a)** Número de especies y **(b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016..... 189

**Figura 10-25. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 189

**Figura 10-26. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016..... 190

**Figura 10-27. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 191

**Figura 10-28. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 192

**Figura 10-29. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 193

**Figura 10-30. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016..... 194

**Figura 10-31. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 194

**Figura 10-32. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 196

**Figura 10-33. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microalgas) en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016..... 197

**Figura 10-34. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 198



Handwritten signatures in blue ink.





**Figura 10-35. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microorganismos) en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016..... 199

**Figura 10-36. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016..... 200

**Figura 10-37. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 202

**Figura 10-38. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016..... 203

**Figura 10-39. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016 ..... 204

**Figura 10-40. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 206

**Figura 10-41. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016..... 206

**Figura 10-42. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 207

**Figura 10-43. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016..... 208

**Figura 10-44. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016..... 209

**Figura 10-45. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 210

**Figura 10-46. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016..... 211

**Figura 10-47. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 212

**Figura 10-48. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 213



Handwritten signature in blue ink



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Figura 10-49. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microalgas) en ambientes lóticos de la cuenca Medio AltoTigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 214

**Figura 10-50. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 215

**Figura 10-51. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microorganismos) en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 216

**Figura 10-52. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016..... 218

**Figura 10-53. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 219

**Figura 10-54. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016..... 221

**Figura 10-55. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016 ..... 222

**Figura 10-56. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 227

**Figura 10-57. (a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **(b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 228

**Figura 10-58. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 229

**Figura 10-59. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 230

**Figura 10-60. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 232

**Figura 10-61. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016..... 233

**Figura 10-62. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Shirunchicocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 234



*[Handwritten signature]*



**Figura 10-63. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Shirunchicocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016..... 235

**Figura 10-64. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en la cocha Shirunchicocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 236

**Figura 10-65. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en la cocha Shirunchicocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016..... 237

**Figura 10-66. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 239

**Figura 10-67. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016..... 240

**Figura 10-68. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016 ..... 241

**Figura 10-69. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016..... 242

**Figura 10-70. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016 ..... 243

**Figura 10-71. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016..... 244

**Figura 10-72. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016 ..... 245

**Figura 10-73. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016..... 247

**Figura 10-74. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016..... 248

**Figura 10-75. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016..... 248

**Figura 10-76.** Riqueza y composición de especies de fauna silvestre registradas por las cámaras trampa en el Lote 192 ..... 251

**Figura 10-77.** Riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre en la cuenca Medio Pastaza..... 252

**Figura 10-78.** Riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre en la cuenca Medio Alto Tigre ..... 254



Handwritten signature in blue ink



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Figura 10-79.** Riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre en la cuenca Corrientes..... 255

**Figura 10-80.1** Riqueza y abundancia en las parcelas de la cuencas Corrientes y Medio Pastaza – Lote 192..... 261

**Figura 10-81.** Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas de la cuencas Corrientes y Pastaza – Lote 192. **A y B)** parcelas en sitios PAC, **C)** parcelas en sitio blanco, **D y E)** parcelas en sitios contaminados..... 262

**Figura 10-82.** Diversidad arbórea según el índice de diversidad Alfa Fisher en las parcelas de la cuencas Corrientes y Pastaza – Lote 192..... 262

**Figura 10-83.** Índice de valor de importancia en las parcelas de la cuencas Corrientes y Pastaza – Lote 192. **(A)** y **(B)** parcelas en sitios PAC, **(C)** y **(D)** parcelas en sitios contaminados, **(E)** parcela en sitio blanco..... 264

**Figura 10-84.** Biomasa en las parcelas de las cuencas Corrientes y Medio Pastaza – Lote 192..... 265

**Figura 10-85.** Clases diamétricas de los árboles en las parcelas de la cuencas Corrientes y Medio Pastaza – Lote 192 ..... 266

**Figura 10-86.** Análisis de correspondencia de las parcelas de evaluación de flora en Lote 192..... 267

**Figura 10-87.** Análisis de NMDS del grado de afectación y biomasa en las sub parcelas del Lote 192..... 268

**Figura 11-1.** Distribución de HTP en **a)** cocha Huarashma, **b)** cocha Shirunchicocha, **c)** cocha Pashincocha y **d)** cocha Ushpayacu ..... 282

**Figura 11-2.** Distribución de mercurio en **a)** cocha Huarashma, **b)** cocha Shirunchicocha, **c)** cocha Pashincocha y **d)** cocha Ushpayacu ..... 283

**Figura 11-3.** Porcentaje de arcilla **a)** y arena **b)** en los sedimentos de las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha, Pashincocha y Huarashma ..... 283



*[Handwritten signature]*



## 1. INTRODUCCIÓN

1. El Lote 192 (antes Lote 1-AB) se encuentra ubicado en la región norte de la amazonía peruana, tiene una extensión de 497 027 hectáreas, abarcando parte de los distritos del Tigre y Trompeteros de la provincia de Loreto, y Andoas de la provincia de Datem del Marañón en el departamento de Loreto. El Lote 192 abarca las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre.
2. Desde hace varias décadas, la calidad ambiental del citado lote se ha deteriorado, ello a partir del inicio de las operaciones en junio de 1971, hasta el último reporte ocurrido el 30 de diciembre de 2015 en sus diferentes locaciones o yacimientos; período en el cual se han registrado diversos acontecimientos en perjuicio del ambiente, como los constantes derrames de crudos de petróleo por roturas del ducto u otros incidentes similares, la mala operación de los sistemas de explotación, transporte por ductos y la inadecuada disposición de los residuos sólidos y líquidos. Asimismo, el mal manejo y disposición de aguas de producción, los cuales fueron vertidos sobre las quebradas aledañas hasta marzo del año 2006, ya que a partir de dicha fecha el Estado peruano dispuso la reinyección de las aguas de producción por parte de la empresa petrolera Pluspetrol Norte S.A.
3. Estos acontecimientos son considerados como la principal fuente de contaminación de los recursos naturales como el suelo, las aguas superficiales y/o subterráneas y sedimentos, lo que ocasiona perturbaciones en los ecosistemas al afectar su composición inorgánica y orgánica, afectando además los procesos biogeoquímicos, lo cual es una problemática ambiental plenamente identificada que conlleva a problemas de afectación de la calidad de agua, sedimentos y las comunidades hidrobiológicas.
4. En el año 2000<sup>1</sup>, el Estado Peruano suscribió el contrato del Lote 1-AB con la empresa Pluspetrol Corporation, sucursal del Perú (desde el 2002 como Pluspetrol Norte S.A.), el cual finalizó en agosto de 2015. En la actualidad, desde el 30 de agosto de 2015 hasta el 29 de agosto de 2017, está concesionado de manera temporal con la empresa Pacific Stratus Energy del Perú S.A., estando la producción paralizada en el Lote 192<sup>2</sup>.
5. La Evaluación Ambiental del Lote 192 contemplado en el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental de 2016 (en adelante, Planefa) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, OEFA), se elaboró con la finalidad de realizar un diagnóstico ambiental del agua, sedimentos e hidrobiología del Lote 192, y entender los impactos generados por la actividad hidrocarburífera sobre la flora y fauna de la zona mediante estudios especializados de los componentes ambientales.
6. El presente informe da a conocer los posibles impactos ambientales que se estarían generando en los diferentes componentes ambientales, con énfasis en la

<sup>1</sup> El 08 de mayo de 2000, Petroperú S.A, Occidental Peruana Inc, sucursal del Perú y Pluspetrol Perú Corporation, sucursal Perú, celebran la cesión de posición contractual en el contrato de servicios del Lote 1AB (DS N°007-2000-EM). En dicha cesión Occidental Peruana Inc, sucursal del Perú, cedió el total de su participación del Lote 1-AB a favor de la empresa Pluspetrol Perú Corporation, sucursal Perú.

<sup>2</sup> La producción del Lote 192 se encuentra paralizado desde el 24 de febrero del presente año debido a la ruptura del Oleoducto Norperuano el 25 de enero en la localidad de Chiriaco del distrito de Imaza, provincia de Bagua y departamento de Amazonas y el 4 de febrero en la localidad de Mayuriaga del distrito de Morona, provincia del Datem del Marañón y departamento de Loreto.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

influencia de los parámetros ambientales de agua y sedimento en las comunidades hidrobiológicas, así también constituye el soporte técnico para el inicio de las acciones de fiscalización y supervisión ambiental, de acuerdo a las funciones del OEFA.

## 2. ANTECEDENTES

7. Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 052-2013-OEFA/CD, publicada el 28 de diciembre de 2013 en el diario oficial El Peruano, se aprobó el Planefa del OEFA correspondiente al año 2014, en el cual se señala que, como parte de la función evaluadora, el OEFA efectúa el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas directamente, a través de estudios ambientales especializados y monitoreos sistematizados de componentes ambientales.
8. El Plan de Evaluación Ambiental del Lote 1-AB (en adelante, PEA Lote 1-AB) se aprobó mediante Informe N° 001287-2014/OEFA/DE-SDCA, el 29 de diciembre de 2014, contemplando entre sus actividades la realización de monitoreos sistematizados en el ámbito del Lote 1-AB (actual 192).
9. Por lo antecedido, como parte de las actividades programadas en el PEA Lote 1-AB (actual Lote 192), el personal de la Dirección de Evaluación del OEFA realizó dos monitoreos: (i) Monitoreo de agua y sedimento en los ríos y quebradas de los yacimientos de San Jacinto, Shivyacu, Forestal y Marsella, ámbito del Lote petrolero 1-AB de Pluspetrol Norte S.A., en el distrito de Tigre, provincia y departamento de Loreto, realizado del 13 al 19 de noviembre de 2014 contenido en el Informe N° 075-2016-OEFA-DE-SDLB-CEAI<sup>3</sup> y (ii) monitoreo de agua y sedimento en los ríos y quebradas en los yacimientos de: Capahuari Sur y Capahuari Norte, ámbito del Lote petrolero 1-AB de Pluspetrol Norte S.A., en el distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto, realizado del 21 de marzo al 01 de abril de 2015, contenido en el Informe N° 076-2016-OEFA-DE-SDLB-CEAI<sup>3</sup>.
10. Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 050-2015-OEFA/CD, publicada el 22 de diciembre de 2015, se aprobó el Planefa del OEFA correspondiente al año 2016 en el cual se indica entre otros aspectos, que la función evaluadora permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua, con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas directamente por el OEFA.
11. El Plan de Evaluación Ambiental del Lote 192 (en adelante PEA Lote 192) se aprobó mediante Informe N° 00068-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI de fecha 03 de mayo de 2016, contemplando entre sus actividades la realización de monitoreos sistematizados en el ámbito del Lote 192, el cual concentra actividades hidrocarburíferas.
12. En consecuencia, como parte de las actividades programadas en la evaluación ambiental del Lote 192, el personal de la Dirección de Evaluación del OEFA realizó

<sup>3</sup> Los Informes N° 075-2016-OEFA-DE-SDLB-CEAI "Informe de Monitoreo Ambiental de la Cuenca del río Tigre – Ámbito del Lote 192" y N° 076-2016-OEFA-DE-SDLB-CEAI "Informe de Monitoreo Ambiental de la Cuenca del río Pastaza – Ámbito del Lote 192", fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para agua Categoría 4 "Conservación del Ambiente Acuático – Ríos de la Selva" aprobados mediante D.S. N° 002-2008-MINAM, debido a que se evaluaron antes de la aprobación del ECA para agua aprobado mediante D.S. N° 015-2015-MINAM.



una visita de reconocimiento del 04 al 15 de marzo de 2016 para determinar los puntos de monitoreo de flora y fauna silvestre, cuyos resultados fueron suscritos en el Informe N° 055-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI aprobado el 03 de mayo, considerado como insumo importante para la elaboración del PEA Lote 192.

13. Los profesionales de la Dirección de Evaluación realizaron tres salidas de campo para evaluar los siguientes componentes: calidad del agua, sedimentos, hidrobiología, flora y fauna en el Lote 192, ámbito de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre. Las fechas intervenidas fueron: (i) Primera salida: del 01 al 27 de marzo de 2016 (ii) Segunda salida: del 04 al 31 de mayo de 2016 y (iii) Tercera salida: del 13 de junio al 08 de julio de 2016.

### 3. JUSTIFICACIÓN

14. La ejecución de la presente evaluación ambiental se realizó en el marco del Planefa 2016 del OEFA, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N°050-2015-OEFA/CD del 22 de diciembre de 2015, a fin de servir como soporte técnico a la función de supervisión directa, en tanto le provee de información sobre los posibles impactos y riesgos de las actividades supervisadas.

15. Por la base de lo precedido, el OEFA determina que una de las evaluaciones de calidad ambiental a ser ejecutadas por la Dirección de Evaluación para el año 2016 son las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito del Lote 192, la cual concentra las actividades hidrocarburíferas, comprendidas dentro de las competencias del OEFA y que a su vez sirva como insumo importante para las actividades de la Dirección de Supervisión.

### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

16. Específicamente en el área de la concesión del Lote 192 (antes Lote 1-AB), se han identificado cantidades significativas de áreas de terreno contaminadas con hidrocarburos, tanto suelos como ríos, quebradas, lagunas y cochas, producto de los derrames, los cuales no están siendo o fueron debidamente tratados o remediados por la empresa Pluspetrol Norte S.A., anterior concesionaria del Lote 1-AB desde mayo del año 2000<sup>4</sup> hasta el término de contrato en agosto de 2015. La presencia de estos sitios contaminados con hidrocarburos evidencia el alto riesgo que significa para el ambiente y la población de su entorno, con la probable ocurrencia de conflictos socioambientales.

17. En los últimos 30 años de operación, las líneas de los oleoductos en las diferentes yacimientos o baterías, que fueron administrados por las empresas: Occidental Petroleum Corporation of Perú Inc. (OXY), Sucursal del Perú y Pluspetrol Norte S.A., se han generado derrames de petróleo en reiteradas oportunidades, ya sean estos por la deficiencia de los sistemas de transportes, actos vandálicos o mala operación de los mismos en las baterías, el caso es que los volúmenes derramados han llegado a impactar los suelos, ríos, quebradas y cochas en territorio de las comunidades nativas.

18. Las evaluaciones realizadas por el OEFA (al componente suelo), la Autoridad Nacional del Agua - ANA (a los recursos hídricos) y las supervisiones realizadas

<sup>4</sup> Mediante DS N°007-2000-EM, Petroperú S.A, Occidental Peruana Inc, sucursal del Perú y Pluspetrol Perú Corporation, sucursal Perú, celebran la cesión de posición contractual en el contrato de servicios del Lote 1AB.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), han permitido identificar los sitios contaminados por la actividad de hidrocarburos en áreas cercanas a las baterías y derechos de vía; las que se encuentran impactadas por los constantes derrames de petróleo de responsabilidad de los mencionados concesionarios en el Lote 192, generando la degradación del suelo, contaminación de las aguas superficiales, impidiendo el normal desarrollo de la flora y fauna existente, significando un potencial riesgo para la salud de los pobladores de las comunidades del entorno cercano.

19. En particular, la presencia de hidrocarburos en el suelo es perjudicial para el ecosistema ya que impiden el intercambio gaseoso del suelo con la atmósfera, iniciando una serie de procesos físico-químicos simultáneos, como evaporación y penetración, que dependiendo del tipo de hidrocarburo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida pueden ser procesos más o menos lentos lo que ocasiona una mayor toxicidad. Además de tener los hidrocarburos una moderada, alta o extrema salinidad, lo que dificulta su tratamiento, debido a que altos gradientes de salinidad pueden destruir la estructura terciaria de las proteínas, desnaturalizar enzimas y deshidratar células, lo cual es letal para muchos microorganismos usados para el tratamiento de aguas y suelos contaminados.
20. En consecuencia, en el Lote 192, operado actualmente y de manera temporal por la empresa Pacific Stratus Energy del Perú S.A., cercano a las áreas de los yacimientos petrolíferos o áreas de producción se ha evidenciado cuerpos de agua y suelos contaminados, al haberse detectado en ellos elementos químicos inorgánicos y orgánicos que llegan a superar los ECA para agua y suelo, siendo su persistencia en el tiempo muy probable debido a su no atención o a que los planes de remediación no son 100 % efectivos por la complejidad del ecosistema de la selva que imposibilita la efectividad de la remediación y el manejo de los derrames. Por esta razón es necesario realizar estudios especializados que permitan identificar el grado de impacto sobre los cursos de agua principales, la flora y la fauna nativa del lugar.
21. Los problemas específicos son los siguientes:
  - La información ambiental del lote 192 es muy dispersa en el tiempo y espacio, además es específica a sitios de ocurrencia de algún incidente, siendo insumos insuficientes para un diagnóstico ambiental real de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre.
  - Las áreas contaminadas presentan una flora y fauna muy peculiar en comparación a otras áreas no impactadas, lo que crea la necesidad de realizar estudios especializados de la flora y fauna que se desarrollen en ambas zonas, a fin de identificar los impactos generados.
  - Se desconoce el grado de impacto de las potenciales fuentes de contaminación natural o antropogénica, siendo necesario contar información sobre su caracterización e inventario de las mismas.
22. Sobre la base de la problemática antes mencionada, se plantea la evaluación ambiental del Lote 192 y su entorno, a fin de realizar un diagnóstico ambiental del Lote 192 (antes Lote 1-AB).



*[Handwritten signature]*





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo general

23. Realizar el diagnóstico ambiental del Lote 192 (antes Lote 1-AB) durante el 2016 en los componentes abióticos: agua superficial y sedimentos; componentes bióticos: hidrobiología, fauna silvestre y flora silvestre en el área de influencia de las actividades hidrocarburíferas, abarcando las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre.

### 5.2. Objetivos específicos

24. Evaluar la calidad ambiental del agua superficial y sedimentos, considerando los parámetros fisicoquímicos relacionados a la actividad hidrocarburífera de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito del Lote 192.
25. Evaluar el comportamiento ambiental de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial y sedimentos de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito del Lote 192.
26. Evaluar la composición, riqueza, abundancia y diversidad de las comunidades hidrobiológicas para la primera y segunda temporada correspondiente a las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito de las actividades hidrocarburíferas en el Lote 192.
27. Detectar la presencia de metales pesados y compuestos orgánicos como hidrocarburos totales de petróleo (HTP) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en músculo e hígado de peces para la primera temporada correspondiente a las cuencas Medio Pastaza y Corrientes en el ámbito de las actividades hidrocarburíferas en el ámbito del Lote 192.
28. Evaluar la fauna silvestre en el ámbito del Lote 192 de Pacific Stratus Energy del Perú S.A ubicado en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre.
29. Evaluar la flora silvestre en el ámbito del Lote 192 de Pacific Stratus Energy del Perú S.A y la influencia de la actividad hidrocarburífera (sitios PAC y contaminados) ubicado en las cuencas Medio Pastaza y Corrientes.

## 6. ALCANCE

30. Mediante el presente estudio se busca evaluar aquellos componentes ambientales de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre, que podrían verse influenciados por actividades cuya fiscalización son de competencia directa del OEFA<sup>5</sup>.
31. La evaluación ambiental del Lote 192 fue realizada mediante tres salidas de campo, los que iniciaron en marzo de 2016 y concluyeron en julio de 2016.

<sup>5</sup> Reglamento de la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental - SINEFA Artículo 24°. - Alcance de la Función Evaluadora. Corresponde al OEFA ejercer la función evaluadora a efectos de brindar soporte técnico para las acciones de fiscalización ambiental que le han sido transferidas, así como para las acciones de supervisión a las EFA en su condición de ente rector del SINEFA. La información que se genera como consecuencia de ella sirve de sustento para el inicio de las acciones de supervisión, ya sea directa o a través de las EFA.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

- 32. Los componentes ambientales evaluados durante la primera salida de campo fueron: agua superficial (84 puntos de monitoreo), sedimento (81 puntos de monitoreo) e hidrobiología (80 puntos de monitoreo), esta evaluación se realizó en ambientes lénticos<sup>6</sup> (cochas o lagunas amazónicas) y lóticos<sup>7</sup> (ríos y quebradas) en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre.
- 33. Los componentes ambientales evaluados durante la segunda salida de campo fueron: flora silvestre (05 parcelas permanentes) y fauna silvestre (40 cámaras trampa y 04 transectos para censo).
- 34. Los componentes ambientales evaluados durante la tercera salida de campo fueron: agua superficial, sedimento e hidrobiología (87 puntos de monitoreo), esta evaluación se realizó en ambientes lénticos (cochas) en las cuencas Medio Pastaza y Corrientes, y no en la cuenca Medio Alto Tigre debido a la inaccesibilidad a la zona por las constantes lluvias. Además se realizó el recojo de las 40 cámaras trampa de fauna silvestre que fueron colocadas en la segunda salida de campo.
- 35. A continuación en la Tabla 6-1, se presenta el número total de muestras de los monitoreos realizados en marzo (época de creciente) y junio (época de vaciante) de los componentes de agua superficial, sedimento e hidrobiología en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre, ámbito del Lote 192.

**Tabla 6-1.** Número de muestras de agua, sedimento e hidrobiología en los monitoreos de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el Lote 192

Temporada	Fecha de intervención	Muestras de agua superficial	Muestras de sedimento	Tipo de muestra y parámetros							
				Identificación taxonómica					Análisis de tejidos (Peces)		
				FP	ZP	PR	MB	PE	MT en peces	HAP en peces	HTP en peces
Primera salida	01/03/2016	84	81	14	14	66	78	40	14	12	31
Tercera salida	13/06/2016	87	87	87	87	-	-	8	-	-	-
<b>Total</b>		<b>171</b>	<b>168</b>	<b>101</b>	<b>101</b>	<b>66</b>	<b>78</b>	<b>48</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>31</b>

FP: Fitoplancton, ZP: Zooplancton, PR: Perifiton, MB: Macroinvertebrados bentónicos, Pe: Peces, MT: Metales totales, HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos y HTP: Hidrocarburos totales de petróleo.  
Fuente: Elaboración propia.

- 36. En la Tabla 6-2, Tabla 6-3 y Tabla 6-4 se detallan los códigos de los puntos de monitoreo de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre respectivamente, por componente ambiental evaluado en la salida de campo realizada del 01 al 27 de marzo de 2016 (época de creciente).

<sup>6</sup> Según el UNMSM-MHN (2014)  
Ambientes lénticos: ambientes acuáticos que no poseen corriente como lagunas, lagos, bofedales, embalses y estanques (p. 12).

<sup>7</sup> Según el UNMSM-MHN (2014)  
Ambientes lóticos: ambientes acuáticos constituidos por ríos, quebradas, arroyos, manantiales (p. 29).



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 6-2. Puntos de monitoreo por componente ambiental de agua, sedimentos e hidrobiología evaluados en la cuenca Medio Pastaza en marzo de 2016 en el Lote 192

Ambiente evaluado	Código de puntos de monitoreo evaluados	Fecha de evaluación	Componente Ambiental																			
			Agua Superficial						Sedimento						Hidrobiología							
			MT	MD	Cloruros	Alcalinidad	HTP	SST	MT	AT	MO	Tessier	HTP	HAP	FP	ZP	PR	MB	PE	MT peces	HAP peces	HTP peces
Río Pastaza	RPast1	11/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	RPast2	11/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	QTit1	11/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	RPast3	09/03/2016	-	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	Qlsm1	09/03/2016	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	RPast4	08/03/2016	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	RPast5	08/03/2016	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-
	QShor1	08/03/2016	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-
Río Capahuari	RPast6	08/03/2016	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	QTanq1	07/03/2016	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-
	QRCap1	06/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	QRCap2	06/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	3
	RCapa1	06/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	-	-
	RCapa2	10/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	QUshp2	09/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	7	5	8
	QUshp3	09/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-
Quebrada Anapaza	RCapa3	10/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	RCapa4	10/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-
	RCapa5	09/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	QAnap1	06/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-	1	3
	QAnap2	08/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-
Cuerpos lénticos (cochas)	QBuju1	07/03/2016	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	QAnap3	10/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-
	CShan1	06/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	-
	CBoqui1	07/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	-	2	3
	CPash1	07/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-
TOTAL	CPiri1	07/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-
	CShiru1	08/03/2016	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-
TOTAL			26	17	28	13	13	28	28	28	13	13	14	10	5	5	23	28	9	7	8	17

MT: Metales totales, MD: Metales disueltos, HTP: Hidrocarburos totales de petróleo, SST: Sólidos suspendidos totales, AT: Análisis textural, MT: Materia orgánica, HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos, FP: Fitoplancton, ZP: Zooplancton, PR: Perifiton, MB: Macroinvertebrados bentónicos, Pe: Peces.  
Fuente: Elaboración propia.



Handwritten signature and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 6-3.** Puntos de monitoreo componente ambiental de agua, sedimentos e hidrobiología evaluados en la cuenca Corrientes en marzo de 2016 en el Lote 192

Ambiente evaluado	Código de puntos de monitoreo evaluados	Fecha de evaluación	Componentes Evaluados																			
			Agua						Sedimentos						Hidrobiología							
			MT	MD	Cloruros	Alcalinidad	HTP	SST	MT	AT	MO	Tessier	HTP	HAP	FP	ZP	PR	MB	PE	MT peces	HAP peces	HTP peces
Río Corrientes	RCorr1	17/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
	RCorr2	17/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
	RCorr3	18/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
	RCorr4	16/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
Yacimiento Dorissa	QChue1	15/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	
	QChue2	15/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	
	QDPo1	15/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	
	QAKuc1	15/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	
	QUkun1	15/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-	
	QPuca1	15/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	
Yacimiento Jibarito	QPo11	18/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-		
	QAPaña1	18/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-		
	QPucaC1	18/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-		
Yacimiento Huayuri	QAMach1	14/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-		
	QAHua1	14/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-		
	QWayu1	14/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-		
	QTimu1	14/03/2016	1	-	1	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-		
Entre Huayuri y Jibarito	QCepu1	17/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1		
	QPani1	17/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-		
Cuerpos lénticos (cochas)	CMesa1	18/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	3		
	CHuar1	18/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	3		
	CEste1	15/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	-		
	CMach1	14/03/2016	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-		
TOTAL			23	0	23	14	14	23	23	23	14	14	14	9	4	4	19	23	12	3	0	6

MT: Metales totales, MD: Metales disueltos, HTP: Hidrocarburos totales de petróleo, SST: Sólidos suspendidos totales, AT: Análisis textural, MT: Materia orgánica, HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos, FP: Fitoplancton, ZP: Zooplancton, PR: Perifiton, MB: Macroinvertebrados bentónicos, Pe: Peces.

Fuente: Elaboración propia.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 6-4. Puntos de monitoreo componente ambiental de agua, sedimentos e hidrobiología evaluados en la cuenca Medio Alto Tigre en marzo de 2016 en el Lote 192

Table with columns: Ambiente evaluado, Código de puntos de monitoreo evaluados, Fecha de evaluación, and Componentes evaluados (Agua, Sedimentos, Hidrobiología). Rows include locations like Rio Tigre y sus tributarios, Yacimiento San jacinto, Yacimiento bartra, Yacimiento forestal, Yacimiento marsella, Yacimiento shiviyacu, Cuerpos lénticos (cochas), and Afloramiento.

MT: Metales totales, MD: Metales disueltos, HTP: Hidrocarburos totales de petróleo, SST: Sólidos suspendidos totales, AT: Análisis textural, MT: Materia orgánica, HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos, FP: Fitoplancton, ZP: Zooplancton, PR: Perifiton, MB: Macroinvertebrados bentónicos, Pe: Peces.

1En los puntos de afloramientos también se tomaron el parámetro de sulfatos.

Fuente: Elaboración propia.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

37. En la Tabla 6-5 se detalla el número de las parcelas permanentes evaluadas de flora silvestre en la salida de campo del 04 al 31 de mayo de 2016, y el número y código de cámaras trampa y transectos para censo de fauna silvestre evaluados en la salida de campo del 12 al 31 de mayo de 2016.

Tabla 6-5. Puntos de evaluación de flora y fauna silvestre en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en mayo de 2016 en el Lote 192

Table with 8 columns: Ambiente evaluado, Sitio, Cantidad, Fecha de evaluación, Transecto para censo, Fecha de evaluación, Parcela permanente (0.5 ha), Fecha de evaluación. Rows include Cuenca Medio Pastaza, Cuenca Corrientes, and Cuenca Medio Alto Tigre.

"-" No evaluado
Fuente: Elaboración propia.

38. En la Tabla 6-6 y Tabla 6-7 se detallan los códigos de los puntos de monitoreo de las cochas evaluadas en las cuencas Medio Pastaza y Corrientes por componente ambiental evaluado en la salida de campo realizada del 13 de junio al 08 de julio de 2016 (Época de vaciante). Como se señaló anteriormente, esta evaluación solo se realizó en ambientes lénticos (cochas).

Tabla 6-6. Puntos de monitoreo por componente ambiental evaluado en la cuenca Medio Pastaza en junio de 2016 en el Lote 192

Table with 9 columns: Ambiente evaluado, Código de puntos de monitoreo evaluados, Fecha de evaluación, Agua (MT), Sedimento (MT, HTP, AT), Hidrobiología (FP, ZP). Rows list monitoring points CUshp-1 through CUshp-19 for Cocha Ushpayacu.



Handwritten signature and date in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente evaluado	Código de puntos de monitoreo evaluados	Fecha de evaluación	Componentes evaluados					
			Agua		Sedimento		Hidrobiología	
			MT	MT	HTP	AT	FP	ZP
Cocha Ushpayacu	CUshp-20	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-21	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-22	24/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-23	24/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-24	24/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-25	24/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-26	24/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-27	24/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-28	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CUshp-29	04/07/2016	1	1	1	1	1	1
CUshp-30	05/07/2016	1	1	1	1	1	1	
Cocha Shirunchicocha	CShiru-1	21/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-2	21/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-3	21/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-4	22/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-5	21/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-6	22/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-7	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-8	22/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-9	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-10	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-11	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-12	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-13	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-14	23/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-15	22/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-16	22/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-17	22/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-18	01/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-19	01/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CShiru-20	01/07/2016	1	1	1	1	1	1
Cocha Pashincocha	CPash-1	02/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-2	02/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-3	02/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-4	02/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-5	02/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-6	02/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-7	02/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-8	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-9	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-10	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-11	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-12	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-13	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-14	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-15	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-16	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
	CPash-17	03/07/2016	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>			<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>	<b>67</b>

MT: Metales totales, HTP: Hidrocarburos totales de petróleo, AT: Análisis textural, FP: Fitoplancton, ZP: Zooplancton.  
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6-7.** Puntos de monitoreo por componente ambiental evaluado en la cuenca Corrientes en junio de 2016 en el Lote 192

Ambiente evaluado	Código de puntos de monitoreo evaluados	Fecha de evaluación	Componentes evaluados					
			Agua		Sedimento		Hidrobiología	
			MT	MT	HTP	AT	FP	ZP
Cocha Huarashma	CHuar-1	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-2	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-3	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-4	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-5	28/06/2016	1	1	1	1	1	1



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ambiente evaluado	Código de puntos de monitoreo evaluados	Fecha de evaluación	Componentes evaluados					
			Agua		Sedimento		Hidrobiología	
			MT	MT	HTP	AT	FP	ZP
Cocha Huarashma	CHuar-6	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-7	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-8	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-9	28/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-10	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-11	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-12	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-13	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-14	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-15	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-16	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-17	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-18	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
	CHuar-19	29/06/2016	1	1	1	1	1	1
CHuar-20	29/06/2016	1	1	1	1	1	1	
TOTAL			20	20	20	20	20	20

MT: Metales totales, HTP: Hidrocarburos totales de petróleo, AT: Análisis textural, FP: Fitoplancton, ZP: Zooplancton.  
Fuente: Elaboración propia.

## 7. ÁREA DE ESTUDIO

39. El Lote 192 (antes Lote 1-AB), actualmente concesionada a la empresa Pacific Stratus Energy del Perú S.A. desde el 30 de agosto de 2015 hasta el 29 de agosto de 2017, se encuentra ubicado en la región norte de la Amazonía peruana y comprende un área aproximada de 497 027 hectáreas de extensión, a 350 kilómetros al noroeste de la ciudad de Iquitos.
40. Asimismo, el Lote 192 hidrográficamente se encuentran en las cuencas Medio Pastaza (código de U.H: 49865<sup>8</sup>), Corrientes (U.H: 49824<sup>8</sup>) y Medio Alto Tigre (código de U.H: 49827<sup>8</sup>) dentro del departamento de Loreto, siendo evaluados el ámbito de los yacimientos Capahuari Norte, Capahuari Sur y Tambo en la cuenca Medio Pastaza; los yacimientos Jibarito, Shiviycu, Carmen y Huayuri en la cuenca Corrientes y los yacimientos de Shiviycu, Forestal, San Jacinto, Marsella y Bartra (desactivado desde el 2003) en la cuenca Medio Alto Tigre. A continuación se describe brevemente cada una de las tres cuencas a evaluar.

### 7.1. Cuenca Medio Pastaza (U.H: 49865)

41. La Cuenca Medio Pastaza (ver Figura 7-1 y Mapa H.1.1 del Anexo H.1), ubicada en el distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto, donde se encuentran los yacimientos Capahuari Norte, Capahuari Sur y Tambo, comprende el río Pastaza, y sus ríos y quebradas tributarias así como las cochas. Este es un largo río sudamericano de aguas blancas que discurre por Ecuador y el Perú, el cual es un afluente del río Marañón. Tiene una longitud de 710 km, de los cuales unos 370 km discurren por el territorio amazónico del departamento de Loreto.
42. El río Pastaza se interna en el Perú por el Puesto Bobonaza, fluyendo en dirección Sur, a través de las llanuras de la Amazonia Peruana. Cruza primero la localidad de Nuevo Andoas, y luego Andoas y Puerto Pardo, donde recibe por la derecha el

<sup>8</sup> Código de la Unidad Hidrográfica (U.H) establecido por la Intendencia de Recursos Hídricos (IRH) del INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales), actual Autoridad Nacional del Agua – ANA, y aprobado mediante Resolución Ministerial N°033-2008-AG el 05 de Enero de 2008.



río Huasaga. Aguas abajo recibe también por la derecha el río Huitoyacu y al río Rimachi y tras pasar por San Ramón, desemboca en el río Marañón en un punto cerca de 95 km al oeste de la desembocadura del río Huallaga, aumenta su caudal con las aguas de los ríos Huasaga, Manchari, Huitoyacu y Chapulí, por la margen derecha, y Capahuari y Ungurahui, por la margen izquierda. El río es de un cauce ancho y displayado, y cuenta con gran cantidad de islas; las orillas son bajas y fácilmente inundables por inesperadas y frecuentes crecidas.

## 7.2. Cuenca Corrientes (U.H: 49824)

43. La cuenca Corrientes (ver Figura 7-2 y Mapa H.1.2 del Anexo H.1), ubicada en el distrito de Trompeteros, provincia y departamento de Loreto, donde se encuentran los yacimientos Carmen, Dorissa, Jibarito y Huayuri, es ancho y sinuoso, sus aguas son turbias de flujo rápido, comprende el río Corrientes sus ríos y quebradas tributarias así como las cochas; siendo el principal afluente del río Tigre por la margen derecha.

44. El río Corrientes tiene su origen en la confluencia de los ríos Guyuyacu y Bufeoyacu en Ecuador. La mayor parte de su recorrido pasa por el territorio peruano con 499 Km (925 millas acuáticas). Su recorrido tiene una dirección Nor Oeste – Sur Este hasta desembocar en el río Tigre aproximadamente a 148 Km aguas abajo de la confluencia de los río Tigre y Pucacuro.

45. En sus riberas y afluentes están asentados 36 comunidades indígenas pertenecientes a los pueblos Achuaras, Quechuas y Urarinas Corrientes (FECONACO), afiliada a la Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana, AIDSESP. Según el Inventario Nacional de Aguas Superficiales (ONERN, 1980) el área de la cuenca Corrientes, que reconoce el territorio peruano, asciende a 15 025 Km<sup>2</sup>, su longitud total asciende 1 363 Km y el caudal medio anual estimado es de 1 154 m<sup>3</sup>/s.

## 7.3. Cuenca Medio Alto Tigre (U.H: 49824)

46. La cuenca Medio Alto Tigre (ver Figura 7-3 y Mapa H.1.3 del Anexo H.1), ubicada en el distrito del Tigre, provincia y departamento de Loreto, es el tributario del río Marañón en la margen izquierda y nace en la confluencia de los ríos ecuatorianos Cunambo y Pintuyacu, frontera Ecuador- Perú. Comprende los yacimientos de Shivyacu, Forestal, San Jacinto, Marsella y Bartra (desactivado desde el 2013).

47. El río Tigre es uno de los más importantes afluentes del río Marañón. Su cauce tiene un ancho de 500 m en la desembocadura y 150 m en la confluencia del Pintoyacu con el Cunambo, punto por donde ingresa a territorio peruano. El cauce es profundo y navegable todo el año, aunque encajado y sinuoso. En la zona peruana tributan los ríos Corrientes y Manchari por la margen derecha y Tangarana y Pucacuro por la margen izquierda, siendo el río Corrientes es el principal afluente del río Tigre por la margen derecha.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

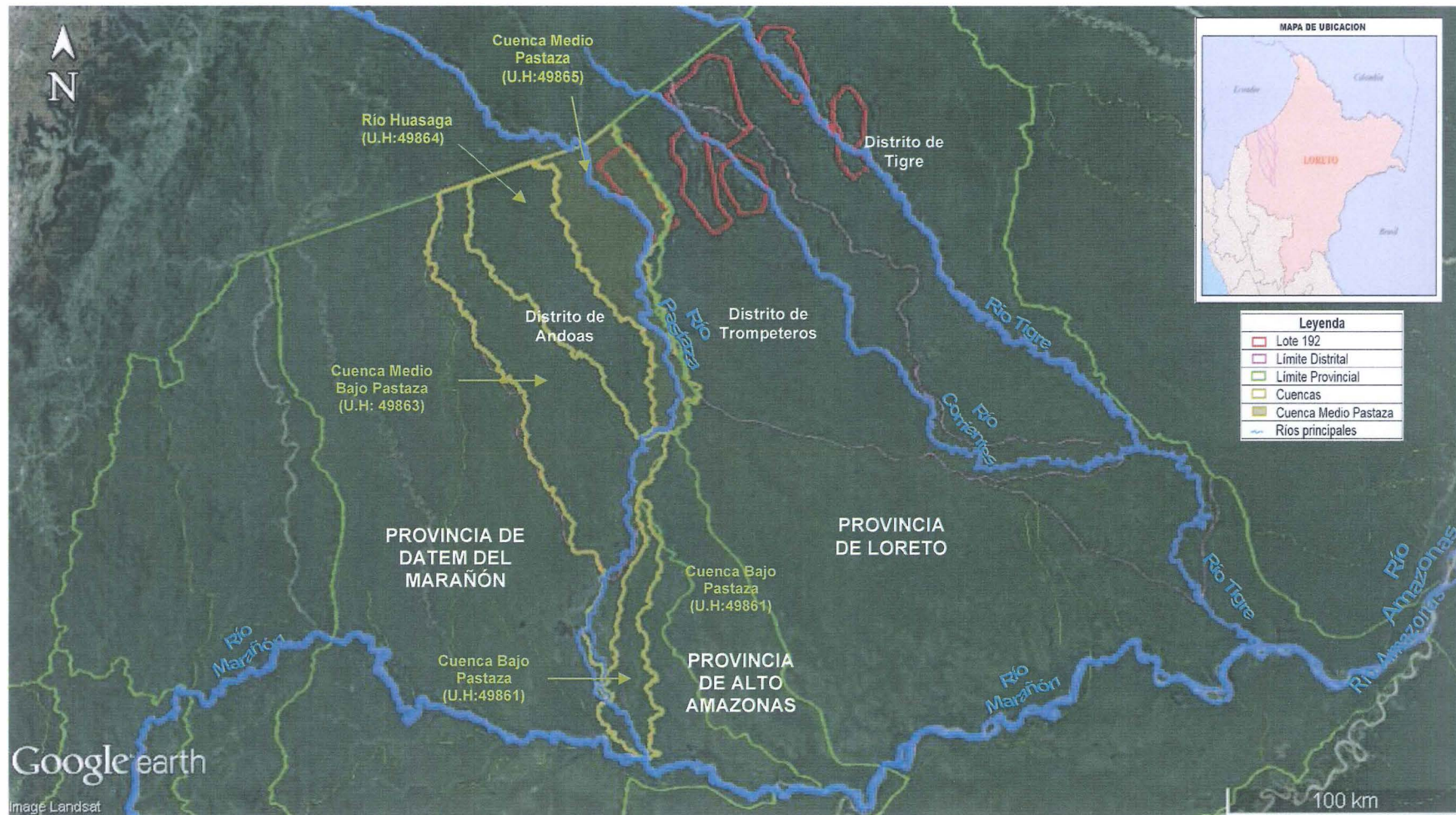


Figura 7-1. Esquema de la cuenca Medio Pastaza (U.H: 49865)

Fuente: Google Earth.



Handwritten signature in blue ink



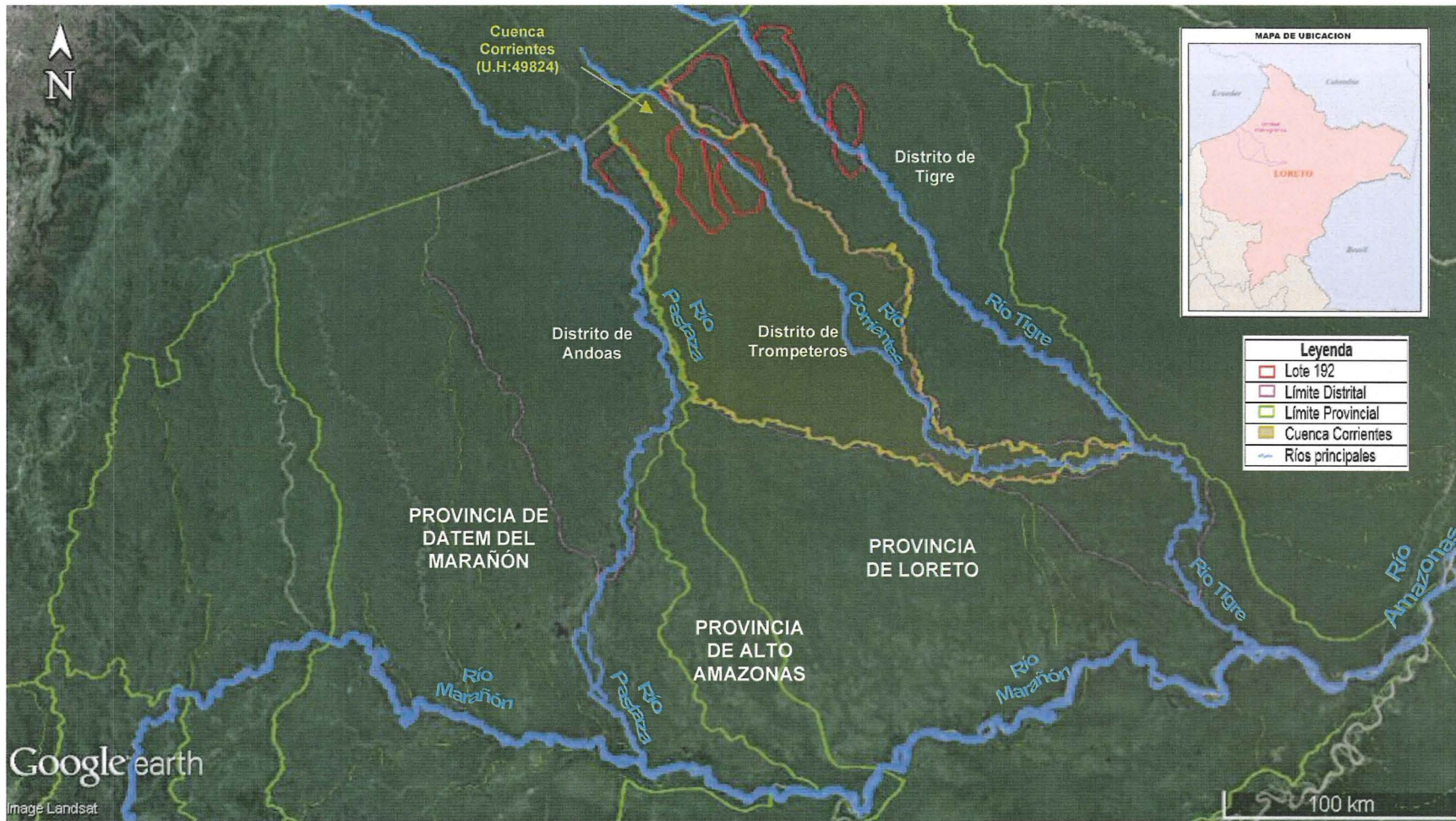
PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 7-2.** Esquema de la cuenca Corrientes (U.H: 49824)  
Fuente: Google Earth



Handwritten signature and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

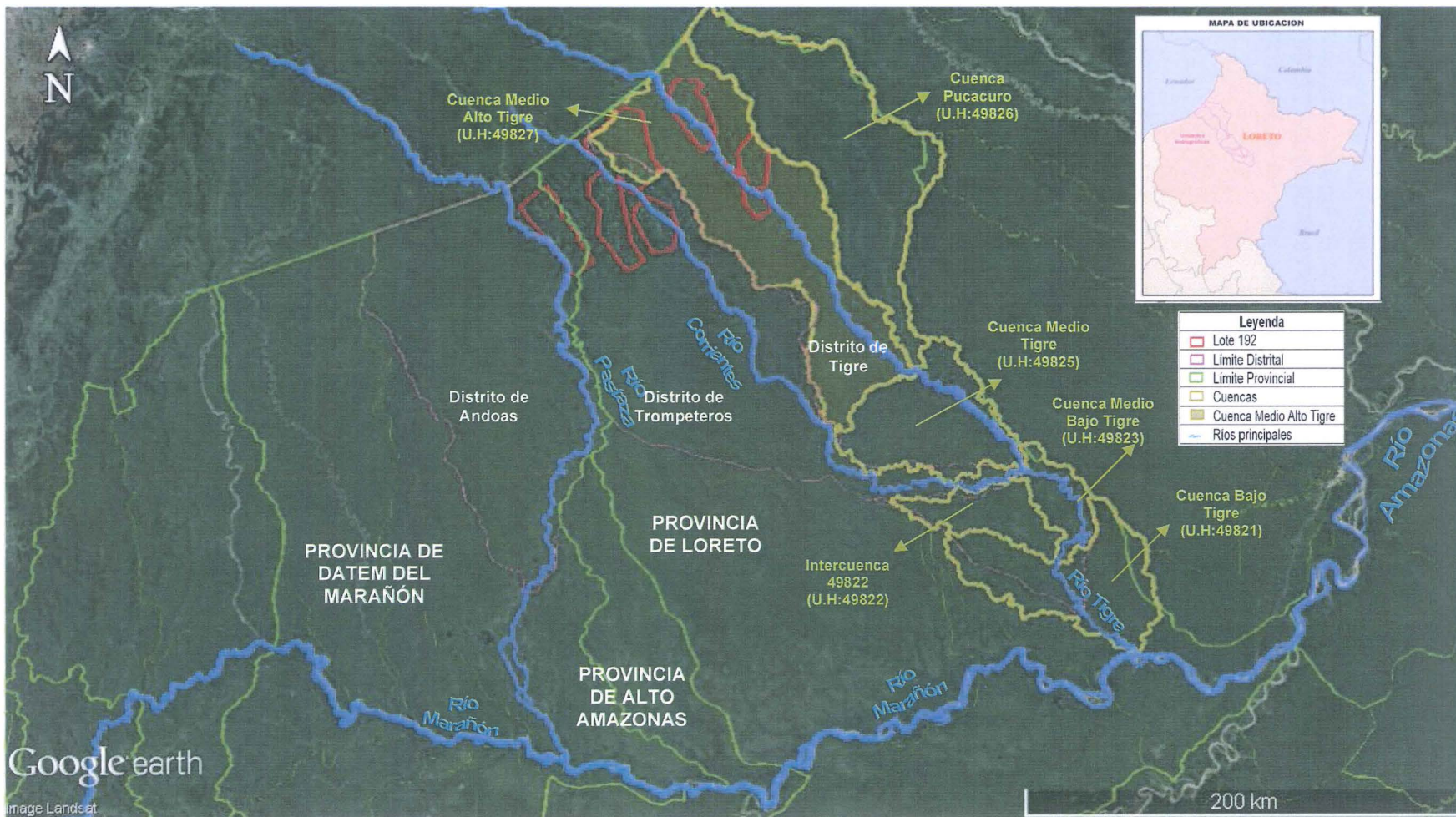


Figura 7-3. Esquema de la cuenca Medio Alto Tigre (U.H: 49827)  
Fuente: Google Earth.



Handwritten signature and initials: V.B. and K.

**7.1. Agua, sedimentos e hidrobiología**

48. Los puntos de monitoreo de la evaluación para agua, sedimentos e hidrobiología, fueron ubicados en los mismos lugares. Es necesario indicar que en la primera evaluación hidrobiológica no se consideraron por cuestiones logísticas los puntos de monitoreo CMuri1 (cocha Muriticocha), QGuay1 (quebrada Guayabal), QMont1 (quebrada Montano) y Afloramiento 3, todos ellos ubicados en el Yacimiento Bartra de la cuenca Medio Alto Tigre.

**7.1.1. Cuenca Medio Pastaza**

49. En la Tabla 7-1 y Mapa H.1.4 del Anexo H.1 se detallan la ubicación y descripción de puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en la cuenca Medio Pastaza de la primera salida de marzo (época creciente) en el Lote 192.

**Tabla 7-1.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en marzo de 2016 en la cuenca Medio Pastaza

N° de puntos	Código	Coordenadas UTM		Altura (m)	Descripción
		Datum WGS - 84			
		Zona 18 M			
		Este	Norte		
<b>Río Pastaza y tributarios</b>					
1	RPast1	320 259	9 697 872	245	Río Pastaza, aprox. a 13 Km aguas arriba del punto RPast2
2	RPast2	329 442	9 692 279	238	Río Pastaza, aprox. A 5 Km. aguas arriba de la confluencia con la quebrada Titiyacu
3	QTiti1	334 496	9 691 446	231	Quebrada Titiyacu, aprox. 12 m. aguas arriba de la confluencia con el río Pastaza
4	RPast3	336 417	9 689 706	222	Río Pastaza, aprox. a 1 Km. aguas arriba de la comunidad nativa de Nuevo Andoas
5	QIsma1	339 037	9 688 492	230	Quebrada Ismacaño, aprox. A 400 m. aguas arriba de la confluencia con el río Pastaza, al costado de la Comunidad Nativa Los Jardines
6	RPast4	338 956	9 687 118	217	Río Pastaza, aprox. a 1 Km. aguas arriba de la confluencia con la quebrada Ismacaño
7	RPast5	343 415	9 681 954	223	Río Pastaza, aprox. a 2 Km. aguas arriba de la confluencia con el río Capahuari.
8	QShor1	346 420	9 678 244	229	Quebrada Shoroyacu, aprox. a 300 m. aguas arriba de la confluencia con el río Pastaza
9	RPast6	346 657	9 676 073	225	Río Pastaza, aprox. a 2 km. aguas abajo de la confluencia con la quebrada Shoroyacu.
<b>Río Capahuari y tributarios</b>					
10	QTanq1	333 641	9 702 357	281	Quebrada Tanquiayacu, al costado de la línea del ducto que viene de los pozos 11 H y 11 R del yacimiento petrolero Capahuari Norte
11	QRCap1	332 598	9 704 371	265	Quebrada Ramal Capahuari Norte, aprox. a 1 m. de la margen izquierda de la línea del ducto proveniente del pozo 1A-9, costado de la línea del ducto que viene del pozo 2
12	QRCap2	333 255	9 704 438	260	Quebrada Ramal Capahuari Norte, aprox. a 200 m. al noreste de los pozos 6 y 8H del yacimiento petrolero Capahuari Norte
13	RCapa1	342 029	9 697 383	232	Río Capahuari, margen derecha de la carretera de la cuenca Medio Pastaza a Corrientes
14	RCapa2	343 784	9 693 025	232	Río Capahuari, aprox. a 2, 6 km aguas abajo del punto RCapa1 y a 1,8 Km aguas arriba de la confluencia con quebrada Ushpayacu.
15	QUshp2	342 892	9 692 179	224	Quebrada Ushpayacu, salida de cocha Ushpayacu a la quebrada Ushapayacu
16	QUshp3	343 609	9 692 233	229	Quebrada Ushpayacu, margen izquierda de la línea del ducto de la locación Capahuari Sur en la cuenca Medio Pastaza a la locación Huayuri en la cuenca Corrientes
17	RCapa3	344 839	9 691 729	227	Río Capahuari, aprox. a 800 m. aguas abajo de la confluencia con la quebrada Anapaza y a 2,5 km aguas arriba de la confluencia con la quebrada Ushpayacu
18	RCapa4	345 796	9 689 295	235	Río Capahuari 4, aprox. a 600 m. aguas abajo de la confluencia con la quebrada Ushpayacu.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N° de puntos	Código	Coordenadas UTM		Altura (m)	Descripción
		Datum WGS - 84			
		Zona 18 M			
		Este	Norte		
19	RCapa5	345 174	9 681 662	220	Río Capahuari, aprox. a 1 Km. aguas abajo de la Comunidad Nativa de Alianza Capahuari.
<b>Quebrada Anapaza y tributario</b>					
20	QAnap1	340 680	9 689 669	229	Quebrada Anapaza, aprox. a 130 m. al noroeste de los pozos 3 y 25 del yacimiento petrolero de Capahuari Sur y al sur de la tubería que va al campamento Andoas
21	QAnap2	341 742	9 689 028	237	Quebrada Anapaza, aprox. a 100 m. aguas abajo del cruce de la línea del ducto que viene de los pozos 4, 5, 12, 14 y 15 del yacimiento petrolero Capahuari Sur
22	QBuju1	341 919	9 688 558	234	Quebrada Bujurquicocha, al costado de la carretera que pasa por los pozos 8, 33, 14 y 5 del yacimiento petrolero Capahuari Sur
23	QAnap3	345 054	9 689 387	224	Quebrada Anapaza, aprox. a 300 m. antes de la confluencia con el río Capahuari.
<b>Cuerpos Lénticos (Cochas)</b>					
24	CShan1	340 501	9 692 277	254	Cocha Shanshococho, aprox. a 150 m. al noreste de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero de Capahuari Sur
25	CBoqui1	340 793	9 693 754	231	Cocha Boquichico, al costado del Km. 10 de la carretera central
26	CPash1	340 897	9 689 437	227	Cocha Pashincocha, medio de la cocha aprox. a 130 metros al sur de la línea del ducto que viene de los pozos 3 y 25 del yacimiento petrolero Capahuari Sur.
27	CPiri1	340 058	9 691 909	234	Cocha Piripiricocha, aprox. a 160 m. al noreste del pozo 32H, al costado de la carretera que va a la comunidad Nativa de Nuevo Andoas.
28	CShiru1	340 541	9 691 819	258	Cocha Shirunchicocha, margen izquierda de la línea del ducto que viene de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur, aprox. a 0,50 m.

Fuente: Elaboración propia.

50. En la Tabla 7-2 y Mapa H.1.8 del Anexo H.1 se detallan la ubicación y descripción de puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en la cuenca Medio Pastaza de la tercera salida realizada en junio (época de vaciante) en el Lote 192. Cabe indicar que la evaluación solo se realizó a nivel de cochas (cuerpos lénticos), distribuyéndose el mayor número de puntos de monitoreo posible tratando de abarcar la mayor superficie de las cochas.

**Tabla 7-2.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en junio de 2016 en la cuenca Medio Pastaza

N° de punto	Cocha evaluada	Código	Coordenadas UTM		Descripción
			Datum WGS84		
			Zona 18 M		
			Este	Norte	
1	Cocha Ushpayacu	CUshp-1	342 408	9 691 417	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
2		CUshp-2	342 452	9 691 466	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
3		CUshp-3	342 496	9 691 501	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
4		CUshp-4	342 577	9 691 587	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
5		CUshp-5	342 705	9 691 718	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
6		CUshp-6	342 734	9 691 739	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
7		CUshp-7	342 727	9 691 743	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
8		CUshp-8	342 767	9 691 808	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
9		CUshp-9	342 772	9 691 803	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
10		CUshp-10	342 775	9 691 853	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
11		CUshp-11	342 768	9 691 911	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
12		CUshp-12	342 750	9 691 939	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
13		CUshp-13	342 738	9 691 925	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
14		CUshp-14	342 746	9 691 962	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
15		CUshp-15	342 696	9 691 924	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
16		CUshp-16	342 724	9 691 971	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
17		CUshp-17	342 746	9 691 981	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
18		CUshp-18	342 736	9 692 007	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
19		CUshp-19	342 708	9 691 998	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N° de punto	Cocha evaluada	Código	Coordenadas UTM		Descripción
			Datum WGS84		
			Zona 18 M		
			Este	Norte	
20	Cocha Ushpayacu	CUshp-20	342 705	9 691 968	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
21		CUshp-21	342 668	9 691 970	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
22		CUshp-22	342 903	9 692 176	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
23		CUshp-23	342 880	9 692 150	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
24		CUshp-24	342 842	9 692 105	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
25		CUshp-25	342 812	9 692 080	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
26		CUshp-26	342 774	9 692 057	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
27		CUshp-27	342 754	9 692 019	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
28		CUshp-28	342 652	9 691 660	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
29		CUshp-29	342 750	9 691 779	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
30	CUshp-30	342 702	9 691 948	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu	
31	Cocha Shirunchicocha	CShiru-1	340 589	9 691 871	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
32		CShiru-2	340 609	9 691 853	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
33		CShiru-3	340 609	9 691 850	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
34		CShiru-4	340 616	9 691 858	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
35		CShiru-5	340 608	9 691 830	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
36		CShiru-6	340 620	9 691 845	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
37		CShiru-7	340 598	9 691 837	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
38		CShiru-8	340 592	9 691 800	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
39		CShiru-9	340 579	9 691 824	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
40		CShiru-10	340 577	9 691 807	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
41		CShiru-11	340 570	9 691 820	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
42		CShiru-12	340 571	9 691 820	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
43		CShiru-13	340 563	9 691 829	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
44		CShiru-14	340 555	9 691 809	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
45		CShiru-15	340 558	9 691 805	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
46		CShiru-16	340 550	9 691 823	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
47		CShiru-17	340 547	9 691 816	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
48		CShiru-18	340 544	9 691 809	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
49		CShiru-19	340 541	9 691 810	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
50		CShiru-20	340 555	9 691 809	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
51	Cocha Pashincocha	CPash-1	340 881	9 689 484	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
52		CPash-2	340 897	9 689 491	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
53		CPash-3	340 908	9 689 479	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
54		CPash-4	340 876	9 689 463	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
55		CPash-5	340 889	9 689 453	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
56		CPash-6	340 906	9 689 454	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
57		CPash-7	340 928	9 689 459	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
58		CPash-8	340 866	9 689 458	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
59		CPash-9	340 888	9 689 438	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
60		CPash-10	340 910	9 689 437	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
61		CPash-11	340 921	9 689 430	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
62		CPash-12	340 829	9 689 459	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
63		CPash-13	340 845	9 689 435	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
64		CPash-14	340 861	9 689 435	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
65		CPash-15	340 862	9 689 415	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
66		CPash-16	340 847	9 689 410	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
67		CPash-17	340 850	9 689 426	Punto ubicado en la cocha Pashincocha

Fuente: Elaboración propia.

### 7.1.2. Cuenca Corrientes

51. En la Tabla 7-3 y Mapa H.1.5 del Anexo H.1 se detallan la ubicación y descripción de puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en la cuenca Corrientes de la primera salida de marzo (época creciente) en el Lote 192.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"**Tabla 7-3.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en marzo de 2016 en la cuenca Corrientes

N° de puntos	Código	Coordenadas UTM		Altura (m)	Descripción
		Datum WGS - 84			
		Zona 18 M			
Este	Norte				
<b>Río Corrientes</b>					
1	RCorr1	358 885	9 725 543	233	Río Corrientes, aprox. a 21,5 Km. aguas arriba de la comunidad nativa de José Olaya
2	RCorr2	367 716	9 716 691	227	Río Corrientes, aprox. a 800 m. aguas abajo de la comunidad nativa de José Olaya
3	RCorr3	385 820	9 701 247	183	Río Corrientes, aprox. a 47 Km. aguas abajo del punto RCorr2
4	RCorr4	394 440	9 694 340	193	Río Corrientes, aprox. a 19,5 Km. aguas abajo del punto RCorr3
<b>Yacimiento Dorissa</b>					
5	QChue1	366 584	9 693 609	246	Quebrada Chue Entsa, aprox. a 200 m. al sureste del pozo 18 del yacimiento Dorissa
6	QChue2	366 643	9 694 050	244	Quebrada Chue Entsa, aprox. a 30 m. de la margen izquierda de la línea del ducto, que conecta el pozo 14 con los pozos 12, 18 y 20H del yacimiento Dorissa
7	QDPo1	366 059	9 695 704	251	Quebrada Dorissa pozo 1, a 250 m. aprox. al noroeste de los pozos 1,2,3 y 4 del yacimiento Dorissa
8	QAKuc1	365 308	9 696 605	261	Quebrada Afluente Kuch Entsa, aprox. A 150 m. al sureste de los pozos 10 y 11 del yacimiento Dorissa
9	QUkun1	366 111	9 697 092	242	Quebrada Ukunch Entsa, a 200 metros al sur de los pozos 5, 6, 7, 8 y 9 del yacimiento Dorissa.
10	QPuca1	367 484	9 697 028	243	Quebrada Pucacuro, a la entrada a la base Dorissa
<b>Yacimiento Jibarito</b>					
11	QPo11	386 824	9 693 609	206	Quebrada pozo 11, al costado de la tubería de conexión del pozo jibarito 11 a los pozos Jibarito 1, 2, 3,4 y 5
12	QAPaña1	386 844	9 694 194	198	Quebrada Afluente Pañayacu, al costado de la tubería de unión del pozo Jibarito 6
13	QPucaC1	385 233	9 697 799	226	Quebrada Pucacungayacu, al costado de la tubería de unión entre la base Jibarito a jibarito.
<b>Yacimiento Huayuri</b>					
14	QAMach1	363 613	9 709 986	229	Quebrada Afluente Machupicchu, Margen izquierda de la línea del ducto que conecta los pozos 12, 13 y 14D con los pozos 1,2,6,7,8 y 15D; a 50 m aproximadamente al sureste de la cocha Machupicchu
15	QAHua1	363 692	9 713 149	212	Quebrada Afluente Huayuri, margen izquierda del ducto, a 220 m. aproximadamente. En la salida de la base Huayuri, margen izquierda de la carretera a la comunidad de José Olaya
16	QWayu1	363 729	9 713 048	210	Quebrada Wayur Entsa, margen izquierda del ducto al yacimiento Shivyacu, a 130 m. aprox. aguas abajo de la base Huayuri, margen izquierda de la carretera a la comunidad José Olaya
17	QTimu1	362 404	9 716 741	254	Quebrada Timunsa Entsa, costado de la línea del ducto cerca al pozo Huayuri 1, aprox. a 100 m.
<b>Enlace entre los Yacimientos Huayuri y Jibarito</b>					
18	QCepu1	372 230	9 707 906	249	Quebrada Cepur Entsa, en la zona de impacto de derrame, a 30 metros de la margen derecha de la línea del ducto.
19	QPani1	373 944	9 705 305	236	Quebrada Pani Entsa, A 180 metros de la margen izquierda de la línea del ducto, en la zona de derrame
<b>Cuerpos Lénticos (Cochas)</b>					
20	CMesa1	383 513	9 700 588	214	Cocha Mesa, al costado de la carretera que viene de los pozos 1, 2, 3, 4 y 5 del yacimiento Jibarito, aprox. a 700 m.
21	CHuar1	386 481	9 694 110	204	Cocha Huarashma, aprox. A 300 m. al noreste de los pozos 1, 2, 3, 4 y 5 del yacimiento Jibarito
22	CEste1	365 891	9 695 758	250	Cocha Esteban, aprox. a 80 m. al sureste del pozo 15 del yacimiento Dorissa
23	CMach1	363 567	9 710 022	228	Cocha Machupicchu, margen derecha de la línea del ducto que conecta los pozos 12, 13 y 14D con los pozos 1,2,6,7,8 y 15D del yacimiento Huayuri

Fuente: Elaboración propia.



Handwritten signature in blue ink.



52. En la Tabla 7-4 y Mapa H.1.9 del Anexo H.1 se detallan la ubicación y descripción de puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología por cuenca hidrográfica de la tercera salida realizada en junio (época de vaciante) en el Lote 192. Cabe indicar que la evaluación solo se realizó a nivel de cochas, distribuyéndose el mayor número de puntos de monitoreo posible tratando de abarcar la mayor superficie de la cocha.

**Tabla 7-4.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en junio de 2016 en la cuenca Corrientes

N° de punto	Cocha evaluada	Código	Coordenadas UTM		Descripción
			Datum WGS84		
			Zona 18 M		
			Este	Norte	
1	Cocha Huarashma	CHuar-1	386 287	9 693 866	Punto ubicado en la cocha Huarashma
2		CHuar-2	386 297	9 693 911	Punto ubicado en la cocha Huarashma
3		CHuar-3	386 349	9 693 910	Punto ubicado en la cocha Huarashma
4		CHuar-4	386 363	9 693 956	Punto ubicado en la cocha Huarashma
5		CHuar-5	386 412	9 693 931	Punto ubicado en la cocha Huarashma
6		CHuar-6	386 375	9 694 000	Punto ubicado en la cocha Huarashma
7		CHuar-7	386 400	9 684 005	Punto ubicado en la cocha Huarashma
8		CHuar-8	386 424	9 693 996	Punto ubicado en la cocha Huarashma
9		CHuar-9	386 405	9 694 023	Punto ubicado en la cocha Huarashma
10		CHuar-10	386 443	9 694 038	Punto ubicado en la cocha Huarashma
11		CHuar-11	386 400	9 694 043	Punto ubicado en la cocha Huarashma
12		CHuar-12	386 371	9 694 063	Punto ubicado en la cocha Huarashma
13		CHuar-13	386 454	9 694 095	Punto ubicado en la cocha Huarashma
14		CHuar-14	386 403	9 694 083	Punto ubicado en la cocha Huarashma
15		CHuar-15	386 356	9 694 070	Punto ubicado en la cocha Huarashma
16		CHuar-16	386 355	9 694 104	Punto ubicado en la cocha Huarashma
17		CHuar-17	386 297	9 694 112	Punto ubicado en la cocha Huarashma
18		CHuar-18	386 290	9 694 136	Punto ubicado en la cocha Huarashma
19		CHuar-19	386 252	9 694 143	Punto ubicado en la cocha Huarashma
20		CHuar-20	386 200	9 694 159	Punto ubicado en la cocha Huarashma

Fuente: Elaboración propia.

### 7.1.3. Cuenca Medio Alto Tigre

53. En la Tabla 7-5 y Mapa H.1.6 del Anexo H.1 se detallan la ubicación y descripción de puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en la cuenca Medio Alto Tigre de la primera salida de marzo (época creciente) en el Lote 192. Adicionalmente, se consideró la toma de muestra de tres afloramientos (ver Mapa H.1.7 del Anexo H.1) frente a la batería del yacimiento San Jacinto.

**Tabla 7-5.** Descripción y coordenadas de los puntos de monitoreo de agua, sedimento e hidrobiología en marzo de 2016 en la cuenca Medio Alto Tigre

N° de puntos	Código	Coordenadas UTM		Altura (m)	Descripción
		Datum WGS - 84			
		Zona 18 M			
		Este	Norte		
<b>Río Tigre y sus tributarios</b>					
1	RTigr1	386 602	9 756 647	181	Río Tigre, aprox. A 2 Km. Agua arriba de la confluencia con la quebrada Manchari
2	QManc1	387 639	9 755 802	178	Quebrada Manchari, aprox. A 250 m. de la confluencia con el río Tigre y a 2 Km. aguas arriba del punto RTigr2



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N° de puntos	Código	Coordenadas UTM		Altura (m)	Descripción
		Datum WGS - 84			
		Zona 18 M			
		Este	Norte		
3	RTigr2	388 952	9 755 449	174	Río Tigre, aprox. a 43 Km. aguas arriba del punto RTigr3
4	RTigr3	404 519	9 741 500	164	Río Tigre, aprox. a 800 m. aguas arriba del punto RTigr4
5	RTigr4	405 064	9 742 074	170	Río Tigre, aprox. a 17 Km. agua arriba de la comunidad nativa de 12 de Octubre
6	QSanA1	425 618	9 712 560	162	Quebrada San Antonio, aprox. a 500 m. antes de la confluencia con el río Tigre
7	QSanB1	427 658	9 711 470	158	Quebrada Santa Bárbara, aprox. a 2 Km. aguas abajo de la quebrada San Antonio
8	RTigr5	429 652	9 711 337	146	Río Tigre 5, aprox. a 4 Km. aguas abajo de la quebrada Santa Bárbara
<b>Yacimiento San Jacinto</b>					
9	QPied1	404 333	9 743 155	168	Quebrada Piedra Negra, aprox. a 50 m. al suroeste de los pozos 8,9 y 15 del yacimiento petrolero de San Jacinto
10	QCach1	403 922	9 743 227	174	Quebrada Cachiyacu, aprox. a 40 m. al sureste del área de instalación petrolera de San Jacinto
11	QPied2	404 090	9 742 666	172	Quebrada Piedra Negra, aprox. a 30 m. de la margen izquierda de la línea del ducto proveniente del pozo 23 del yacimiento petrolero de San Jacinto.
12	QCuic1	404 387	9 742 419	172	Quebrada Cuicayacu, aprox. a 50 m. al suroeste del pozo 27H del yacimiento petrolero de San Jacinto
13	QAfli1	402 664	9 745 435	181	Quebrada Afluente Limón, aprox. a 2 m. de la margen derecha de la línea del ducto que va hacia los pozos 2, 3 y 4 del yacimiento petrolero de San Jacinto
14	QLupu1	400 753	9 747 643	177	Quebrada Lupuna, aprox. a 100 m. de la línea del ducto y de los pozos 2 y 25 del yacimiento petrolero de San Jacinto.
15	QAflu1	401 043	9 749 935	191	Quebrada Afluente Lupunillo, margen derecha de la línea del ducto que conecta los pozos 6 y 7 del yacimiento de San Jacinto, aprox. a 100 m.
<b>Yacimiento Bartra</b>					
16	QGuay1	428 704	9 728 422	172	Quebrada Guayabal, aprox. a 80 m. al suroeste de los pozos 10 y 11 del yacimiento Bartra.
17	QMont1	428 492	9 728 591	174	Quebrada Montano, aprox. a 300m. al sureste de los pozos 1 y 2 del yacimiento de Bartra
<b>Yacimiento Forestal</b>					
18	QPaus1	370 172	9 741 027	215	Quebrada Paushiyacu, aprox. a 50 m. al suroeste de los pozos 3, 4, 5, 6 y 7 del yacimiento Forestal
<b>Yacimiento Marsella</b>					
19	QGrin1	413 906	9 725 901	154	Quebrada Gringoyacu, ubicado en la ex refinería Marsella
20	QCeme1	412 348	9 727 545	165	Quebrada Cementerio, aprox. 4 Km. aguas arriba de la comunidad nativa de Marsella
<b>Yacimiento Shivyacu</b>					
21	QShiv1	373 425	9 724 464	225	Quebrada Shivyacu, cerca de la carretera que une la batería Shivyacu a los pozos 1601 y 19
22	QShiPo13	373 354	9 723 707	236	Quebrada Shivyacu pozo 13, cercana a los pozos 5 y 13 del yacimiento Shivyacu
23	QRafa1	374 007	9 723 925	223	Quebrada Rafaelyacu, aprox. a 250 m. de los pozos 1 y 2 del yacimiento Shivyacu
24	QSaba1	374 656	9 722 654	270	Quebrada San Barbarillo, aprox. a 150 m. al noreste de los pozos 15 y 16 del yacimiento Shivyacu
<b>Cuerpos Lénticos (Cochas)</b>					
25	CCami1	373 808	9 727 266	218	Cocha Camiloyacu, costado de la línea del ducto que viene del pozo 31 del yacimiento Shivyacu
26	CSol1	415 603	9 723 921	155	Cocha Sol Sol, margen izquierda del río Tigre aprox. a 5 Km. aguas abajo de la comunidad nativa de Marsella
27	CTiph1	409 106	9 733 907	169	Cocha Tipishca, margen derecha del río Tigre aprox. a 4Km. agua abajo de la comunidad nativa de 12 de Octubre
28	CAuca1	419 878	9 721 285	160	Cocha Aucacocha, margen izquierdo del río Tigre en la comunidad nativa de San Juan de Bartra



H  
K  
K



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N° de puntos	Código	Coordenadas UTM		Altura (m)	Descripción
		Datum WGS - 84			
		Zona 18 M			
Este	Norte				
29	CMont1	422 125	9 719 487	154	Cocha Montano, margen izquierda del río Tigre y aprox. a 4 Km. aguas abajo de la cocha Aucacocha, en la comunidad nativa San Juan de Bartra.
30	CMuri1	428 635	9 727 934	171	Cocha Muriticocha, aprox. a 80 m. de la margen derecha de la línea del ducto que conecta los pozos 10 y 11 con los pozos 1 y 2 del yacimiento petrolero de Bartra.
<b>Afloramientos</b>					
31	Afloramiento 1	403 853	9 744 009	175	Afloramiento ubicado aprox. a 40m. en la margen derecha de la carretera de la batería San Jacinto al pozo 28
32	Afloramiento 2	403 834	9 744 106	177	Afloramiento ubicado en la margen derecha de la carretera de la batería San Jacinto al pozo 28
33	Afloramiento 3	403 828	9 744 179	173	Afloramiento ubicado en la margen izquierda de la carretera de la batería San Jacinto al pozo 28.

Fuente: Elaboración propia.

## 7.2. Necton (redes de pesca)

54. Los puntos de pesca fueron considerados de forma independiente a los de agua superficial y sedimento con la finalidad de abarcar los diferentes hábitats con presencia de peces.
55. Al respecto, en la Tabla 7-6 se detalla la ubicación y descripción de puntos de pesca donde se ha colocado las redes de espera en la evaluación realizada en junio de 2016 (época de vaciante) en las cochas de las cuencas Medio Pastaza y Corrientes en el Lote 192.

**Tabla 7-6.** Descripción y coordenadas de los puntos de redes de pesca en junio de 2016 en la cuenca Medio Pastaza y Corrientes

N° de punto	Cocha evaluada	Código	Coordenadas UTM		Descripción
			Datum WGS84		
			Zona 18 M		
			Este	Norte	
<b>Cuenca Medio Pastaza</b>					
1	Ushpayacu	CUshp-RA1	342 483	9 691 488	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
2		CUshp-RE1	342 516	9 691 527	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
3		CUshp-RE2	342 693	9 691 696	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
4		CUshp-RE3	342 732	9 691 979	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
5		CUshp-RE4	342 755	9 692 030	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
6		CUshp-RE5	342 815	9 692 086	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
7		CUshp-RE6	342 870	9 692 141	Punto ubicado en la cocha Ushpayacu
8	Shirunchicocha	CShiru-RE1	340 553	9 691 825	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
9		CShiru-RE2	340 618	9 691 815	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
10		CShiru-RE3	340 603	9 691 860	Punto ubicado en la cocha Shirunchicocha
11	Pashincocha	CPash-RE1	340 919	9 689 438	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
12		CPash-RE2	340 894	9 689 481	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
13		CPash-RE3	340 847	9 689 445	Punto ubicado en la cocha Pashincocha
<b>Cuenca Corrientes</b>					
14	Huarashma	CHuar-RE1	386 247	9 694 135	Punto ubicado en la cocha Huarashma
15		CHuar-RE2	386 372	9 694 065	Punto ubicado en la cocha Huarashma
16		CHuar-RE3	386 347	9 693 956	Punto ubicado en la cocha Huarashma

Fuente: Elaboración propia.

## 7.3. Fauna silvestre

56. La evaluación de la diversidad y abundancia de fauna silvestre en el área de estudio se realizó empleando dos metodologías, el primero de ellos fue el censo



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

por transectos y el segundo el registro sistemático de la diversidad de fauna con cámaras trampa. Al respecto, en esta sección se detalla la ubicación de los transectos y cámaras trampa, los métodos de evaluación y finalmente, los criterios de análisis utilizados en la evaluación de fauna silvestre del Lote 192.

### 7.3.1. Ubicación de cámaras trampa

57. La ubicación de las cámaras trampa también fue determinada en la visita de reconocimiento. En total se instalaron 40 cámaras trampa, distribuidas de la siguiente manera: 14 en la cuenca Medio Pastaza, 14 en la cuenca del Rio Tigre y 12 en la cuenca Corrientes (Ver Anexo G.3) La ubicación de las cámaras trampa se precisa en la Tabla 7-7 y los Mapa H.2.1, H.2.2 y H.2.3 del Anexo H.2.

Tabla 7-7. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa en el Lote 192

Cuenca	Yacimiento	Código de sitio contaminado (*)	Camaras trampa	Coordenadas UTM – DATUM - WGS 84		Altitud (m)
				Este	Norte	
Medio Pastaza	Capahuari Norte	SL-CPN2-F	OEFA 01	333643	9702316	206
		SL-CAP-N-1R	OEFA 02	336587	9701576	219
		SL-CAP-N-1A-11	OEFA 03	339813	9691854	229
		SL-CPN2-F	OEFA 12	333643	9702316	206
		SL-CAP-N-R	OEFA 13	336587	9701576	219
	Tambo	TAMBO 2"	OEFA 05	350009	9680396	185
		TAMBO 2"	OEFA 06	349986	9680432	187
		SL-TB-1A	OEFA 07	350214	9680293	189
	Capahuari sur	SL-CPS 2R	OEFA 04	340582	9691843	234
		SL-CPS2-F	OEFA 08	340677	9690256	219
		SL-CPS2-G1.2	OEFA 09	340736	9690163	227
	Sitio blanco	Sitio Blanco	OEFA 10	340478	9696300	233
		Sitio Blanco	OEFA 11	340655	9696231	246
		Sitio Blanco	OEFA 39	340531	9696250	239
Medio Alto Tigre	San Jacinto	S-17	OEFA 14	401059	9749999	129
		S-22	OEFA 15	401273	9749044	121
		S-26-A	OEFA 16	401424	9747860	122
		S-26-A	OEFA 17	401453	9747891	125
		S-23	OEFA 18	401466	9748400	129
		S-23	OEFA 19	401472	9748391	135
		S-34-B	OEFA 20	403707	9743113	144
		S-34-B	OEFA 21	403776	9743087	150
		S-28	OEFA 22	404327	9742458	157
		S-29-C	OEFA 23	404457	9742382	158
	Sitio blanco	Sitio Blanco	OEFA 24	414391	9736727	132
		Sitio Blanco	OEFA 25	414307	9736502	120
		Sitio Blanco	OEFA 26	414297	9736224	116
		Sitio Blanco	OEFA 40	414125	9736124	116
Corrientes	Shiviyacu	S-10	OEFA 27	373327	9723718	166
		S-08	OEFA 28	360399	9729407	168
	Carmen	S-08	OEFA 29	360385	9729467	167
		NVO CARMEN 1	OEFA 30	364831	9727898	179
		S-04	OEFA 31	363604	9710019	192
	Huayuri	S-03	OEFA 32	363590	9710624	187
		S-07-1	OEFA 33	362423	9716749	194
		Sitio Blanco	OEFA 34	371158	9721760	174
	Sitio blanco	Sitio Blanco	OEFA 35	370904	9722014	173
		Sitio Blanco	OEFA 36	370556	9722103	175
		Sitio Blanco	OEFA 37	370369	9722096	169
		Sitio Blanco	OEFA 38	370369	9722096	169

\*El código de sitio contaminado corresponde a los Informes N° 326-2013-OEFA/DE-SDCA, N° 477-2014- OEFA/DE-SDCA y N° 121-2014-OEFA/DE-SDCA.

Fuente: Elaboración propia.



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

58. Con la finalidad de contextualizar la ubicación de las cámaras trampa, a continuación se precisan detalles del entorno de ubicación de acuerdo con la cuenca y yacimiento petrolero en el que se localizaron:

### Cuenca Medio Pastaza

59. **Capahuari Norte:** En este sector, el suelo se caracterizó por ser arcilloso de color rojizo, especialmente en el sitio contaminado SL-CPN2-F donde la vegetación dominante se caracterizó por ser secundaria con la presencia de las siguientes especies vegetales: cético (*Cecropia sp.*), piri piri (*Cyperus sp.*), Pichirina (*Vismia sp.*), helecho (*Pteridium sp.*). En esta área se instalaron las cámaras OEFA 01 y OEFA 12, enfocando una collpa, en la cual se observaba al menos cinco caminos de sachavaca (*Tapirus terrestris*) además de apreciar abundantes huellas del animal en el entorno.

60. En el sitio contaminado SL-CAP-N-1R, el suelo era arcilloso anaranjado, en ciertos espacios recubierto por una delgada capa de hojarasca. En este sitio, el área contaminada se encontraba bajo una vegetación de sotobosque claro y un dosel al menos de 15 m de alto. En la vegetación del sector se podían apreciar: cético (*Cecropia sp.*) cumala (*Virola sp.*), Pico de paujil (*Heliconia sp.*), helecho (*Pteridium sp.*), Helecho (*Adiantum sp.*). En este sitio se instalaron las cámaras OEFA 02 y OEFA 13, la primera de ellas ubicada a más o menos 1.30m del suelo, enfocando a una pequeña collpa donde se apreciaban huellas de venado colorado (*Mazama americana*), sajino (*Pecari tajacu*) y majaz (*Cuniculus paca*). La cámara OEFA 13 estaba ubicada cerca de una quebrada, donde el sotobosque era denso, dominado por Bijao (*Calathea sp.*) y algunas plantas de la familia Piperaceae.

61. **Capahuari Sur:** En este sector, el suelo se caracterizó por ser arcilloso de color rojizo, cubierto por una delgada capa de hojarasca, especialmente en el sitio contaminado SL-CPS 2R; lugar donde se instaló la cámara OEFA 04, a más o menos 20 m del borde de la cocha Shirunshicocha. Este sector se caracterizó por presentar una vegetación de sotobosque claro y un dosel de más o menos 15m de altura, donde se podían distinguir las siguientes especies vegetales., cético (*Cecropia sp.*), Chambira (*Astrocaryum sp.*), Pico de paujil (*Heliconia sp.*), uvilla (*Pourouma sp.*), palmiche (*Geonoma sp.*) y Ojé (*Ficus sp.*). En el sitio contaminado SL-CPS2-F se instalaron las cámaras trampa OEFA 08 y OEFA 09. El suelo del lugar se caracterizó por ser arcilloso de color plomo, con la presencia de vegetación secundaria, dominada exclusivamente por plantas herbáceas, apreciándose las especies: piri piri (*Cyperus sp.*), Pichirina (*Vismia sp.*) y Algodoncillo (*Sida sp.*).

62. **Tambo:** Este sector del Lote 192 presenta un área con dos tipos de formaciones vegetales claramente definidas. La primera de ellas, un área de más o menos 70m de radio, presentaba vegetación íntegramente secundaria, dominada exclusivamente por vegetación herbácea, con la presencia de las especies. (piri piri (*Cyperus sp.*) y cola de caballo (*Andropogon bicornis*). En el centro de esta área se encontraba una collpa de más o menos 15 m de diámetro, donde se apreciaban gran actividad de sachavaca (*Tapirus terrestris*); se observó en el sector muchas huellas de este animal, así como también al menos siete caminos muy transitado de la misma especie en dirección a la collpa. En este sector se instalaron las cámaras trampa OEFA 05, OEFA 06 y OEFA 07 (Tabla N°2).





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

63. La otra formación vegetal dentro del sitio contaminado era una vegetación secundaria con plantas consideradas como pioneras, entre las que se distinguían: cético (*Cecropia sp.*), Tangarana (*Tachigali sp*) machimango (*Eschweilera sp*), capirona (*Calicophyllum sp*) y algunas palmeras como pona (*Iriartea deltoidea*) y huasaí (*Euterpe precatoria*). En este sector se instaló la cámara trampa OEFA 06 muy cerca de una quebrada, en cuyo margen derecho se podía observar abundantes huellas de sachavaca (*Tapirus terrestris*).
64. **Sitio Blanco:** Ubicado en el km 14 de la carretera central, en un bosque alto. El área se caracterizó por presentar un suelo arcilloso de color rojizo-anaranjado, cubierto en muchas partes por abundante hojarasca; el sotobosque era denso, al igual que el subdosel donde se apreciaban algunas lianas delgadas. El dosel presentaba una altura aproximada de 30m de altura, donde se apreciaban árboles de gran fuste. En este sector se instalaron las cámaras trampa OEFA 10, OEFA 11 y OEFA 39.

### Cuenca Corrientes

65. **Shiviyacu:** En este yacimiento se instaló la cámara trampa OEFA 27 en el sitio contaminado S-10. En este lugar la fisiografía correspondió a una terraza alta, donde la vegetación dominante fue el bosque secundario en un 90 %; es decir, compuesto en su mayor parte por las especies vegetales que se desarrollan en espacios abiertos con abundante luz solar. El sotobosque era muy denso con muchas plántulas de diferentes especies vegetales, destacando, sachá pimienta (*Piper sp*), con un dosel aproximado de 25m y un oje (*Ficus sp.*) con presencia de frutos. La cámara se instaló en un camino de animales silvestres donde se podían reconocer huellas de sachavaca (*Tapirus terrestris*) y sajino (*Pecari tajacu*).

66. **Carmen:** Se instalaron las cámaras trampa OEFA 28 y OEFA 29, en el sitio contaminado S-08, POZO CARMEN. Este sitio se caracterizó por presentar un suelo arcilloso rojizo con sotobosque claro, producto del desbroce selectivo de arbustos y arbolitos de delgado fuste. En este sitio contaminado, el dosel tenía una altura aproximada de 20 m, con predominancia de oje (*Ficus sp.*), el cual estaba en época de fructificación. Las cámaras fueron instaladas en áreas con evidente actividad de fauna silvestre, especialmente de sachavaca (*Tapirus terrestris*) y de Majaz (*Cuniculus paca*). En esta misma locación a una distancia aproximada de 2km se instaló la cámara trampa OEFA 30, en el sitio contaminado Nuevo Carmen.

67. **Huayuri:** Se instalaron las cámaras trampa OEFA 31, OEFA 32 y OEFA 33 en los sitios contaminados S-04, S-03 y S-07-1, respectivamente. En estos sitios, el suelo era arcilloso de color rojizo con presencia de hidrocarburos, especialmente en el sitio S-03 (se puede percibir un fuerte olor a grasas). La vegetación del área es típicamente secundaria, con proliferación de plantas de la familia Poaceae, Piperaceae y Melastomataceae. Las cámaras fueron instaladas en áreas donde se pudo observar rastros de desplazamiento de animales silvestres.

68. **Sitio Blanco:** Ubicado en el km 70 de la carretera central (lado izquierdo de ida). El bosque se caracterizó por presentar un suelo arcilloso amarillento y en ciertas partes plomizo. El área se caracteriza por presentar un bosque denso, el sotobosque por partes claro y en ocasiones muy denso, poblado exclusivamente

- por unas enredaderas delgadas. Una característica resaltante del sector, es que el área se observan al menos cuatro quebradas que cruzan el camino de acceso.
69. En este sector se instaló las cámaras OEFA 34, OEFA 35, OEFA 36, OEFA 37 y OEFA 38, estas dos últimas cámaras fueron instaladas en una collpa natural, donde se observaron huellas de sachavaca (*Tapirus terrestris*), otorongo (*Panthera onca*), sajino (*Pecari tajacu*) y venado colorado (*Mazama americana*).

### Cuenca Medio Alto Tigre

70. En la cuenca Medio Alto Tigre, todas las cámaras trampa fueron instaladas en el Yacimiento San Jacinto, en los diferentes sitios contaminados ubicados en el área. A diferencia de los primeros sitios evaluados (Pastaza y Corrientes), en este sector la vegetación es secundaria con sotobosque denso y de dosel alto. Los árboles pioneros al parecer llegaron al tope de su desarrollo, observándose a las especies vegetales: uvilla (*Pourouma* sp), cetico (*Cecropia* sp), Tangarana (*Tachigali* sp.), machimango (*Eschweilera* sp) y., capirona (*Calicophyllum* sp), muchos de ellos de mediano fuste. Las cámaras trampa OEFA 16 y OEFA 17, fueron instaladas en una collpa de más o menos 30m de radio, ubicada a más o menos 400 m de la carretera que va al campamento San Jacinto. En esta misma locación se instalaron las cámaras trampa OEFA 18, OEFA 19, OEFA 20, OEFA 21, OEFA 22 y OEFA 23.

71. **Sitio blanco:** Ubicado por la carretera de acceso a la batería Bartra en el km 5 (lado derecho de ida). El terreno es colinoso, el suelo arcilloso rojizo y en muchas partes del área estaba recubierto por abundante hojarasca; el sotobosque era semidenso, y el dosel aproximado de 30m. El lugar donde se instalaron las cámaras presentaban abundantes palmeras y árboles de gran fuste. Esta área es un sitio de casería de las comunidades cercanas a la locación San Jacinto, ya que se podían observar en muchos casos casquillos de cartuchos dispersos a lo largo de la vía de acceso. En este sitio se instalaron las cámaras OEFA 24, OEFA 25, OEFA 26 y OEFA 40.

### 7.3.2. Ubicación de transectos

72. La ubicación de los transectos se determinó en la visita de reconocimiento<sup>9</sup>, realizada del 04 al 15 de marzo de 2016; indicando que los censos por transectos se realizarían en los sitios contaminados definidos por el OEFA<sup>10</sup> y un área considerada como sitio blanco. De este modo, los censos de fauna silvestre se realizaron en la cuenca media del río Pastaza, específicamente, en dos transectos ubicados en el yacimiento Capahuari Norte, uno en el yacimiento Tambo y uno en un sitio blanco, tal como se detalla en la Tabla 7-8 y el Mapa H.2.4 del Anexo H.2.

<sup>9</sup> Informe N° 00055-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI – Informe de visita de reconocimiento de sitios contaminados en el ámbito del Lote 192 (antes Lote 1-AB) en los Distritos de Pastaza, Corrientes y Tigre, y para el desarrollo de estudios especializados de flora y fauna silvestre, cuya salida estuvo programada del 04 al 15 de marzo de 2016.

<sup>10</sup> Informe N° 326-2013-OEFA/DE-SDCA – Identificación de sitios contaminados por la actividad de hidrocarburos en el Lote 1-AB, área de operaciones de Pluspetrol Norte, en los sectores Capahuari Norte, Capahuari Sur, Tambo y Los Jardines, en la cuenca del río Pastaza, aprobado el 09 de julio de 2013.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 7-8. Ubicación de transectos en el lote 192

Transecto	Locación	Sitio evaluado	Inicio del Transecto			Final del transecto		
			Coordenadas geográficas UTM WGS 84		Altura	Coordenadas geográficas UTM WGS 84		Altura
			Este	Norte		Este	Norte	
Transecto N° 1	Capahuari Norte	SL-CPN2-F	333 678	9 702 297	231	333 539	9 702 501	230
Transecto N° 2	Capahuari Norte	SL-CAP-N-1R	336 572	9 701 557	242	336 653	9 701 623	232
Transecto N° 3	Sitio Blanco	Sitio Blanco	340 655	9 696 231	246	340 350	9 696 028	239
Transecto N° 4	TAMBO	TAMBO 2	349 976	9 680 403	175	350 055	9 680 449	178

Fuente: Elaboración propia.

73. Con la finalidad de detallar el área de ubicación de los transectos evaluados, a continuación se precisa las observaciones realizadas durante la evaluación de fauna silvestre en cada uno de dichos transectos:

- **Transecto N° 1:** Ubicado en el Yacimiento Capahuari Norte, en el sitio contaminado SL-CPN2-F, este sitio presenta un área aproximada de 21,809 m<sup>2</sup>. El suelo se caracterizó por ser arcilloso de color rojizo. La vegetación dominante es arbustiva, secundaria, observándose las siguientes especies vegetales: *Cyperus sp.*, (piri piri), *Vismia sp.*, (Pichirina), *Pteridium sp* (helecho).
- **Transecto N° 2:** Ubicado en el Yacimiento Capahuari Norte, en el sitio contaminado SL-CAP-N-1R, el cual presenta un área aproximada de 7,477 m<sup>2</sup>. El suelo era arcilloso, en ciertos espacios recubiertos por una delgada capa de hojarasca, la vegetación del sotobosque es claro, el dosel presenta una altura aproximada de 15m de alto, en la vegetación representativa se podían apreciar *Cecropia sp.*, (cetico), *Virola sp.*, (cumala), *Heliconia sp.* (Pico de paujil) *Pteridium sp.*, (helecho). *Adiantum sp.* (Helecho).
- **Transecto N° 3:** Ubicado en el kilómetro 14, al lado derecho de carretera central. Este sitio se caracterizó por presentar una vegetación primaria, con árboles de gran altura y gran fuste, el suelo arcilloso de color rojizo cubierto por abundante hojarasca, el sotobosque denso y el dosel aproximado de 30m de alto.
- **Transecto N° 4:** Ubicado en el Yacimiento Tambo en el sitio contaminado TAMBO", presenta un área aproximada de 9613 m<sup>2</sup>. La vegetación es íntegramente secundaria, dominada exclusivamente por vegetación herbácea, donde el *Cyperus sp.*, (piri piri) se entremezclaban con *Andropogon bicornis* (cola de caballo). En el centro de esta área se encontraba una collpa de más o menos 15m de diámetro donde se apreciaban gran actividad de *Tapirus terrestris* (sachavaca).

#### 7.4. Flora silvestre

74. La ubicación de los sitios de instalación de parcelas de monitoreo se determinó en la visita de reconocimiento<sup>11</sup>, realizada del 04 al 15 de marzo de 2016, tomando

<sup>11</sup> Informe N° 00055-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI – Informe de visita de reconocimiento de sitios contaminados en el ámbito del Lote 192 (antes Lote 1-AB) en los Distritos de Pastaza, Corrientes y Tigre, y para el desarrollo de estudios especializados de flora y fauna silvestre, cuya salida estuvo programada del 04 al 15 de marzo de 2016.



como referencia el informe de sitios contaminados<sup>12</sup> emitido por el OEFA, los sitios PAC<sup>13</sup> identificados por Pluspetrol Norte S. A. y el estado ambiental del área de estudio observada durante dicha visita. Las coordenadas de ubicación de las parcelas de monitoreo se presentan en la Tabla 7-9 y los Mapas H.3.1 y H.3.2 del Anexo H.3.

**Tabla 7-9.** Ubicación de las parcelas para la evaluación de flora silvestre en el Lote 192

Cuenca	Código de parcela	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 L		Vértice	Referencia
		Este	Norte		
Medio Pastaza	PAZ-TAM-CON1 (Contaminado)	350239	9680183	1	Parcela instalada en sitio contaminado con código SL-TB-1*. A 100 metros del Pozo N° 4 y cercano a la quebrada Choroyacu, correspondiente a la zona de Tambo en la cuenca del río Pastaza.
		350271	9680204	2	
		350212	9680316	3	
		350183	9680300	4	
	PAZ-PZ32-CON1 (Contaminado)	339733	9691882	1	Parcela instalada en sitio contaminado con código SL-CAP-N-1A-11*. Cercano al pozo N° 32, correspondiente a la zona de Capahuari sur, en la cuenca del río Pastaza.
		339830	9691814	2	
		339754	9691919	3	
		339850	9691845	4	
	PAZ-PBL-KM14 (Blanco)	340452	9696261	1	Parcela instalada en sitio blanco, donde no hubo indicios de perturbación por acción antrópica y alejada del sistema de ductos que transportan hidrocarburo. A la altura del Km 14 en la carretera principal rumbo a la comunidad José Olaya, en la cuenca del río Pastaza.
		340458	9696377	2	
		340422	9696259	3	
		340420	9696372	4	
Corrientes	CO-SHIV11-CON1 (PAC)	373348	9723991	1	Parcela instalada en sitio PAC con código SHIV 11**, en la zona que corresponde a Shivyacu, en la cuenca del río Corrientes.
		373402	9724098	2	
		373322	9724002	3	
		373364	9724107	4	
	CO-SHIV05-CON1 (PAC)	373289	9728922	1	Parcela instalada en sitio PAC con código SHIV 05**, en la zona que corresponde a Shivyacu, en la cuenca del río Corrientes.
		373174	9728880	2	
		373296	9728888	3	
		373185	9728846	4	

\*Sitios contaminado identificados por análisis de suelo en el Informe N° 326-2013-OEFA/DE-SDCA realizado por OEFA.

\*\*Sitios PAC identificados por el análisis de suelo en el RD: 0153-2005-MEM/AE realizado por Pluspetrol Norte S. A.

Fuente: Elaboración propia.

75. De acuerdo con la Tabla 7-9, la evaluación de las especies arbóreas se realizó en cinco (05) parcelas, de las cuales, tres (03) parcelas (dos en sitio contaminado y una en sitio blanco) se ubicaron en la cuenca Medio Pastaza en el distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto; mientras que las otras dos (02) parcelas (ambas parcelas en sitio PAC) se ubicaron en la cuenca Corrientes, estas pertenecientes al distrito de Trompeteros, Provincia y departamento de Loreto. Con la finalidad de poder realizar una evaluación objetiva

<sup>12</sup> Informe N° 326-2013-OEFA/DE-SDCA – Identificación de sitios contaminados por la actividad de hidrocarburos en el Lote 1-AB, área de operaciones de Pluspetrol Norte, en los sectores Capahuari Norte, Capahuari Sur, Tambo y Los Jardines, en la cuenca del río Pastaza, aprobado el 09 de julio de 2013.

<sup>13</sup> Resolución Directoral 0153-2005-MEM/AE, aprobado el 20 de abril de 2005, Plan Ambiental Complementario (PAC) en Lote 1 AB (actual Lote 192) elaborado por Pluspetrol.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

de la afectación de la flora, a continuación se describe el estado ambiental de dichas parcelas:

- La parcela PAZ-TAM-CON1 está delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Pastaza, en el sector de Tambo. Específicamente, está ubicada dentro del sitio contaminado con código de análisis de suelo SL-TB-1A, afectado íntegramente por derrame de hidrocarburo.
- La parcela PAZ-PZ32-CON1 delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Pastaza, en el sector de Capahuari Sur. Específicamente está ubicada dentro del sitio contaminado con código de análisis de suelo SL-CAP-N-1A-11 y SL-CAP-N-1A-9, afectado íntegramente por derrame de hidrocarburo.
- La parcela PAZ-PBL-KM14 delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Pastaza, aproximadamente a la altura del km 14 de la carretera principal, a unos 700 metros dentro del bosque. El área de la parcela, de acuerdo con la apreciación visual, no tiene afectación por agentes externos; considerando a esta parcela como blanco<sup>14</sup>.
- La parcela CO-SHIV11-CON1 ha sido delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Corrientes en el sector de la zona de Shivyacu. Específicamente, en el sitio PAC con código de análisis de suelo Shiv-11, declarado dentro del área remediada por derrame de hidrocarburos.
- La parcela CO-SHIV5-CON1 ha sido delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Corrientes en el sector de la zona de Shivyacu. Específicamente, en el sitio PAC con código de análisis de suelo Shiv-05, declarado dentro del área remediada por derrame de hidrocarburos.

## 8. MARCO CONTEXTUAL

### 8.1. Información ambiental

76. Para la identificación de la problemática en el Lote 192, se procedió a identificar las actividades extractivas o productivas de los administrados anteriores en el Lote 192 y otras de importancia, que se desarrollan en la zona.
77. En el año 2012, el Lote 192 producía un promedio de 17 533 barriles de crudo por día (Bbbs/día) y generaba aproximadamente 590 013 barriles de agua de producción por día (Bbbs/día) con 6 502 pies cúbicos de gas de producción por día (MPC/día)<sup>15</sup>. En este lote se producen dos tipos de crudo, uno de densidad liviana o mediana y otro de densidad pesada. Los yacimientos de Capahuari Norte, Capahuari Sur, Dorissa, Forestal, Shivyacu, Huayuri producían crudo de tipo liviano o mediano y se ubicada en la parte occidental del Lote 192 (antes Lote 1-AB), mientras que los yacimientos de San Jacinto, Jíbaro y Jibarito producen crudo de tipo pesado y se ubican en la parte oriental del lote.
78. En la Tabla 8-1 se muestra el estado de producción o pozos activos, los pozos inyectoros para la reinyección de agua de producción, los pozos productores

<sup>14</sup> Parcela blanco: Área sin contaminación, usada como referencia para comparar con áreas contaminadas.

<sup>15</sup> Pluspetrol Norte S.A., Informe Ambiental Anual del Lote 1-AB del Año 2012. Pag. 2.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

inactivos y los pozos abandonados del Lote 1-AB (actual Lote 192) en el año 2013, según informe ambiental anual de la empresa Pluspetrol Norte S.A.

**Tabla 8-1.** Estado de los pozos del Lote 1-AB (actual Lote 192) al 31 de diciembre 2013

Estado de los pozos del Lote 1-AB		
Pozos		Número
En operación	Pozos en producción	110
	Inyectores activos de agua de producción	20
	Inyectores inactivos de agua de producción	3
Cerrados	Pozo abandonado temporalmente (ATA)	76
	Pozo abandonado permanentemente (APA)	40
<b>Total</b>		<b>249</b>

Fuente: Informe ambiental anual 2013 del Lote 1-AB.

79. Cabe indicar que los trabajos de explotación realizados por la empresa Occidental Petroleum Corporation of Perú Inc. (OXY), Sucursal del Perú, que paso a llamarse Occidental Peruana INC desde el 22 de junio de 1971 a través del Decreto Supremo N° 003-71-ED/DS hasta mayo de 2000.
80. El 8 de mayo de 2000, Petroperú S.A, Occidental Peruana Inc -sucursal del Perú- y Pluspetrol Perú Corporation -sucursal Perú, celebran la cesión de posición contractual en el contrato de servicios del Lote 1AB (Decreto Supremo N° 007-2000-EM). En dicha cesión Occidental Peruana Inc, cedió el total de su participación del Lote 1-AB a favor de la empresa Pluspetrol Perú Corporation.
81. En el año 2002, mediante Decreto Supremo N° 048-2002-EM, se aprueba el Contrato de Licencia para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 1-AB, celebrado entre Perupetro S.A. y la Empresa Pluspetrol Perú Corporation; transfiriendo en marzo de 2002 el contrato de licencia del Lote 1-AB a la nueva sociedad Pluspetrol Norte S.A.
82. Actualmente, el Lote 192 esta concesionado de manera temporal a la empresa Pacific Stratus Energy del Perú S.A. desde el 30 de agosto de 2015 hasta el 29 de agosto de 2017. No obstante, en la actualidad (30 de noviembre de 2016) la producción se encuentra paralizada en el Lote.
83. Asimismo, se realizó una recopilación, revisión y síntesis de la información ambiental existente en la cuenca. La revisión exhaustiva de información ambiental relevante del Lote 192, se refiere a:
  - Estudios ambientales aprobados para el Lote 192 (antes lote 1-AB).
  - Reportes de Procesos Administrativos Sancionadores (PAS) del Osinergmin.
  - Estudios realizados por la ANA.
  - Estudios realizados por el OEFA.
  - Denuncias ambientales por Sinada.



*[Handwritten signature]*

**8.2. Instrumentos de gestión ambiental**

84. Los instrumentos de gestión ambiental revisados son indicados en la Tabla 8-2.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"**Tabla 8-2.** Instrumentos de gestión ambiental de la cuenca Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito del Lote 192 (antes Lote 1-AB)

N°	IGA	Administrado	Título del IGA	Fecha de aprobación
1	PMA	Occidental Peruana Inc.	Perforación de los pozos de desarrollo de Jibaro 1103, 1104, 1105 y 1106 del Lote 1-AB	1995
2	PAMA		Programa de Adecuación y Manejo Ambiental del lote 1 AB	1996
3	PAC	Pluspetrol Norte S.A.	Remediación de suelos de pasivos ambientales	2004
4	EIA		Proyecto de prospección sísmica 3D en las áreas Carmen, Jibaro No y Tambo del Lote 1-AB	2004
5	EIA		Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Prospección sísmica 3D en las áreas Carmen, Jibaro No y Tambo del Lote 1-AB	2005
6	PMA		Construcción de una poza API, un acueducto y abandono de pozas en el Lote 1-AB	2005
7	PMA		Proyecto de Reinyección de Aguas de Producción y Facilidades de superficie en el Lote 1-AB	2006
8	EIA		Central de Generación Térmica Guayabal y Tendido de Líneas de Distribución de 13,8 y 33 kV	2006
9	EIA		Perforación de 1 Pozo Exploratorio, 2 Pozos de Desarrollo y Facilidades de Producción en el Yacimiento Carmen en el Lote 1-AB	2006
10	EIA		Proyecto de Perforación de 20 pozos de desarrollo y construcción de facilidades de producción en los yacimientos: Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviayacu Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuari Sur Lote 1-AB	2007
11	EIA		Centrales Térmicas Capahuari Sur 15 MW, San Jacinto 15MW, Huayuri 40 MW, Unidad de Producción de Combustible Huayuri y Tendido de Líneas de Transmisión de 13,8, 33 y 60 kV – Lote 1-AB	2007
12	PMR		Plan de Manejo de Residuos del Lote 1-AB	2011
13	PC		El Plan de Contingencia para Derrames de Petróleo y Emergencias para el Lote 1-AB	2011
14	PMA		Programa de adecuación para el Cumplimiento de los LMP para las emisiones Gaseosas y de partículas de acuerdo al D. S. N° 014-2010-MINAM, Lote 1-AB	2013
15	PMR		Plan de Manejo de Residuos del Lote 1-AB	2012
16	PC		El Plan de Contingencia PPN	2012

Fuente: Elaboración propia

85. Los informes de monitoreo ambiental de los administrados revisados se presentan en la Tabla 8-3.

**Tabla 8-3.** Monitoreos ambientales en el Lote 1-AB

N°	Nombre	Año
1	Monitoreo Ambiental Anual 2010 – Lote 1-AB	2010
2	Informes Mensuales de Monitoreo de Calidad de Agua 2011 – Lote 1-AB	2011
3	Monitoreo Ambiental Anual 2012 – Lote 1-AB	2012

Fuente: Elaboración propia.

86. A continuación se realiza un breve resumen de los instrumentos de gestión ambiental perteneciente al Lote 192 (antes lote 1-AB).

**a) Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).**

87. El PAMA fue aprobado mediante Resolución Directoral N° 099-96-EM/DGH del 26 de marzo de 1996, a favor de la OCCIDENTAL PERUANA INC; Sucursal del Perú. El PAMA está regulado por el Decreto Supremo N° 046-93-EM (modificado por Decreto Supremo N° 09-95-EM) y contiene los programas de manejo ambiental del Lote 1-AB proponiendo que las operaciones de la empresa se ajusten a los lineamientos del reglamento de protección ambiental por un periodo de siete años.

Agua superficial

88. Los programas de manejo ambiental, que definen 15 puntos de monitoreo de aguas superficiales en las cuencas Pastaza, Corrientes y Tigre durante el periodo octubre de 1994 a noviembre de 1995 muestran resultados que no superan la normativa ambiental; es decir, no existe peligro a la salud en el corto y largo plazo.

**b) Plan de Manejo Ambiental del proyecto de reinyección de aguas de producción y facilidades de superficie en el Lote 1-AB.**

89. Aprobado con Resolución Directoral N° 612-2007-MEM/AE de fecha 17 de julio de 2007, el mismo que establece las acciones a implementar para prevenir, mitigar, rehabilitar o compensar los impactos negativos generados por el desarrollo del proyecto u otra actividad relacionada.

Aguas superficial

90. El estudio de línea base del referido PMA, establece 12 estaciones de monitoreo de aguas superficiales, cuyos resultados de calidad de las aguas muestran que estas tienen una predominancia ligeramente ácida con concentraciones de cloruros y solidos totales disuelto por encima de los valores límite establecidos en la Ley General de Aguas N° 17752. En lo que respecta a la presencia de metales, los resultados mostrados no registran concentraciones de ellas que transgreden la norma.

Flora

91. La vegetación está conformada por comunidades vegetales propias de suelos aluviales y colinosos, que dan origen a la formación de vegetales propias para cada tipo de bosques.
92. En dicho estudio se pudo identificar la siguiente vegetación: aguajales semi-densos, vegetación de pungales, pantanos con vegetación arbórea dispersa, bosque inundable con vegetación alta, pantanos con "Ojé" *Ficus sp.* y "Cumala" *Virola sp.*; siendo las especies "más representativas: punga blanca, punga colorada, naranjo podrido, cumala blanca, cumala colorada, y algunas palmeras como: ponilla, aguajillo, aguaje y ungrahui.



Handwritten signatures in blue ink, including a large signature at the top and several smaller ones below.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## Fauna

93. Como resultado del estudio de fauna silvestre registraron un total de 143 especies de aves incluidas en 39 familias y 16 órdenes, Las familias más representativas fueron Psittacidae con 21 especies (14,69 %) y Dendrocolaptidae con 10 especies (14,3 %).
94. En cuanto a mamíferos, se registró un total de 49 especies, distribuidos en 27 familias y nueve donde el orden Primates con 12 especies fue el orden con mayor número de registros, comprendidas en cinco familias, siendo Atelidae la más diversa. En segundo lugar se encuentran los órdenes Rodentia y Carnívora ambas con 10 especies, los Rodentia cuentan con siete familias siendo Sciuridae la más diversa de acuerdo a los registros realizados durante la evaluación de campo y los carnívora cuentan con cuatro familias, siendo Felidae, con 4 especies, la más diversa dentro de su orden. En tercer lugar se tiene el orden Chiroptera con 6 especies distribuidas en cuatro familias.
95. En cuanto a los anfibios, se registraron un total de 27 especies en el presente estudio, todos los registros pertenecen al orden Anura (ranas y sapos). La familia que más especies presentó fue Leptodactylidae con el 37,03 % del total de especies (10 especies). La familia de ranas arborícolas Hylidae, presentó también un alto porcentaje respecto al número de especies, obtuvo el 29,62 % (8 especies), son destacables los casos de *Hypsiboas geographicus* y las especies del género *Osteocephalus*.
96. En relación a los reptiles se registró un total de 27 especies de reptiles distribuidos en tres órdenes taxonómicos. Los saurios y serpientes representan un 48,14 % (13 especies), y una de las serpientes con mayor ocurrencia en el área fue *Bothrops atrox*, especie venenosa de la familia Viperidae.

## Hidrobiología

97. En el área de estudio, se registró un total de 35 especies y 212 individuos, destacando los peces Characiformes (peces de escamas), pertenecientes a seis órdenes (Characiformes, Clupeiformes, Cyprinodontiformes, Perciformes, Pleuronectiformes y Siluriformes), siendo el orden Characiformes el de mayor riqueza con 26 especies (56,52 % del total), seguido del orden Siluriformes con 13 especies (28,26 % del total).
98. Con relación a la comunidad de bentos, se obtuvo un registro total de 19 especies, agrupados en 3 phylum (Annelida, Arthropoda y Mollusca), siendo el phylum Arthropoda el que presentó la mayor riqueza de especies (14 especies, 73,68 % del total) así como la mayor abundancia (89 individuos, 59,33 % del total).
99. En cuanto a la comunidad de plancton, se registró 25 especies de fitoplancton agrupadas en 5 phyla (Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta y Pyrrhophyta) y nueve especies de zoopláncton agrupados en 3 phyla (Protozoa, Arthropoda y Rotifera).



*[Handwritten signature]*  
K



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

c) **EIA - Proyecto de perforación de 20 pozos de desarrollo y construcción de facilidades de producción en los yacimientos: Carmen Noreste, Huayuri Norte, Huayuri Sur, Shiviyacu Noreste, Dorissa, Jibarito y Capahuari Sur Lote 1-AB.**

100. Aprobado mediante Resolución Directoral N° 394-2008-MEM/AAE de fecha 26 de setiembre de 2008, el mismo que la autoriza la perforación de 20 pozos de desarrollo y la construcción de obras para las facilidades de producción.
101. El referido EIA, en su plan ambiental propone el monitoreo de componentes ambientales siendo estos repartidos en 10 puntos de agua superficial, 22 puntos de control de ruido.

Agua superficial

102. Los resultados analíticos del monitoreo, contenidos en el referido instrumento de gestión ambiental, indican que las aguas superficiales cumplen permiten con los criterios de calidad de la normativa ambiental para aguas.

Flora

103. La vegetación está conformada por comunidades vegetales propias de suelos aluviales, cuya composición florística varía en función de la calidad y la disponibilidad de la humedad en el suelo. En el área de estudio, debido a la heterogeneidad florística, se han diferenciado 18 unidades de vegetación.
104. De acuerdo con la legislación nacional (Inrena) y las listas de conservación internacional (IUCN y CITES), 8 especies se encuentran en alguna categoría de conservación. Según el D.S. 043-2006 (INRENA), las especies "naranja podrido" *Parahancornia peruviana*, "cedro" *Cedrela odorata* y "quinilla colorada" *Manilkara bidentata* se encuentran en la categoría de especies vulnerables; mientras que las especies "huimba" *Chorisia integrifolia* y "sangre de grado" *Croton draconoides* se encuentran en la categoría de casi amenazado (NT).

Fauna

105. En el área de estudio, se registró un total de 129 especies de aves distribuidas en 34 familias y 15 órdenes. Las familias más representativas fueron Psittacidae con 21 especies y Thamnophilidae con 17 especies. De las especies de aves registradas, 10 especies se encuentra bajo alguna categoría de conservación nacional (D.S.034-2004-AG) y/o internacional de acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2006), y con los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de flora y fauna (CITES, 2007). Dentro de la legislación peruana, las especies *Ara macao*, *Ara chloropterus*, *Pipile cumanensis*, *Ramphastos toco* y *Amazona festiva* se encuentran en la categoría de Casi Amenazado (NT).
106. En el área de estudio, se registró un total de 31 especies de mamíferos comprendidas en 19 familias y ocho órdenes taxonómicos, se registraron nueve especies del orden primate. Estas especies pertenecen a cuatro familias (Atelidae, Callitrichidae, Cebidae y Pitheciidae), siendo Atelidae y Cebidae las predominantes. El orden Rodentia constituye el segundo grupo orden en riqueza con seis especies. Según la legislación nacional, las especies armadillo gigante



Handwritten signature in blue ink

(*Priodontes maximus*) se encuentran en estado vulnerable (VU), sachavaca (*Tapirus terrestris* y *majaz cuniculus*) paca casi amenazado (NT) mientras que las especies otorongo (*Panthera onca*) Casi Amenazado (NT) y coto (*Alouatta seniculus*) en la categoría vulnerable (VU).

107. En cuanto a la herpetofauna, en el área de estudio, se registraron un total de 36 especies de anfibios y reptiles. Dentro de la clase Reptilia, se registró 13 especies pertenecientes a cuatro familias del orden Anura. Estas familias fueron: Bufonidae, Dendrobatidae, Hylidae y Leptodactylidae. Dentro de la clase Amphibia, se registró especies pertenecientes a 12 familias incluidas en 3 ordenes: Orden Squamata (Familias Gekkonidae, Polycrotidae, Teiidae, Colubridae, Aniidae, Boidae, Elapidae, Viperidae, Alligatoridae, Testudinidae, Pelomedusidae, e Iguanidae), Orden Cocodrylia (Familia Aligatoridae) y Orden Testudinata (Familias Testudinidae, Pelomedusidae e Iguanidae).

### Hidrobiología

108. Se registró un total de 143 especies de peces, destacando Characiformes (peces de escamas), los cuales presentan diferentes hábitos alimenticios y reproductivos que les permiten estar presentes en la mayoría de los hábitats del área de estudio.
109. Con relación a la comunidad de bentos, se obtuvo un registro total de 62 especies, siendo baja la diversidad de macroinvertebrados, lo cual estaría relacionado al tipo de sustrato muy fino (limo o fango), dificultando el asentamiento de comunidades de macro invertebrados.
110. En cuanto a la comunidad de plancton, se registró 71 especies de fitoplancton y 34 especies de zooplancton, siendo la riqueza de especies de fitoplancton y zooplancton baja. Esta escasa presencia de organismos del plancton puede deberse, en la mayoría de los casos a la escasa transparencia de las aguas que ocasiona una disminución en los procesos de fotosíntesis.

### Metales pesados en tejidos de peces

111. Para la selección de los peces, de los cuales se evaluó la concentración de metales pesados en tejido, se usó la constancia de cada taxón en las diferentes estaciones de muestreo. Para la selección de los metales pesados (Ba, Pb, Cd, Cu, Zn y Hg) se tomó como referencia los resultados de la etapa preliminar de dicha evaluación y los reportes del Diario La Región, del GOREL (2005).
112. Las concentraciones de metales en tejido de peces obtenidos durante la época de creciente en la Evaluación del Estado Actual del Río Corrientes indica que el plomo de igual manera que el cadmio y el bario, presentaron concentraciones por debajo del límite de detección del método para todas las estaciones. El cobre presentó concentraciones entre 0,08 mg/kg y 0,96 mg/kg y el zinc presentó concentraciones entre 4,28 mg/kg y 10,70 mg/kg. El mercurio presentó concentraciones entre 0,008 mg/kg y 0,843 mg/kg.
113. Las concentraciones de metales en tejido de peces obtenidos durante la época de vaciante en la Evaluación del Estado Actual del Río Corrientes indica que el cadmio y el plomo presentaron concentraciones por debajo del límite de detección del método para todas las estaciones. El bario presentó concentraciones entre 1



Handwritten signature in blue ink.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

mg/kg y 9 mg/kg. El cobre presentó concentraciones entre 0,13 mg/kg y 1,24 mg/kg y el zinc presentó concentraciones entre 3,57 mg/kg y 12,57 mg/kg.

d) **Estudio de Impacto Ambiental Central de Generación Térmica Guayabal y Tendido de Líneas de Distribución de 13,8 y 33 kV – Lote 1-AB.**

114. Aprobado con R.D. N° 141-2007-MEM/AE, con fecha 05 de febrero de 2007.

Aguas superficial

115. Según los estudios de calidad de agua en la zona muestreada durante el mes de agosto de 2005, se tomaron siete puntos de muestreo; donde se determinó los parámetros presentes en el agua; encontrándose valores inferiores al valor establecido por La Ley General de Aguas; sin embargo, el punto de muestreo AG5, el valor del pH fue menor al mínimo establecido por las CEQG-WQG (Canadian Environmental Quality Guidelines - Water Quality Guidelines) indicadas como las Guías de Calidad Ambiental Canadiense para calidad de agua; el punto de muestreo AG1, registro valores de cloruros en concentraciones que excedieron el nivel establecido por la CEQG-WQG.

116. Con respecto al análisis de metales realizados; estos se compararon con los valores establecidos por la CEQG-WQG. En este grupo se obtuvo que el aluminio cobre, hierro, plata y zinc, presentaron concentraciones mayores a los límites establecidos por la CEQG-WQG, en el caso de aluminio y hierro esto ocurrió en todas las estaciones muestreadas, y en la estación AG1 se registraron concentraciones de aluminio cobre, hierro, plata y zinc mayores a los límites establecidos por la CEQG-WQG.

Flora

117. En este estudio se reportó catorce unidades de vegetación, en los cuales fueron identificadas predominantemente especies de las familias Fabaceae, Myristicaceae, Moraceae, Sapotaceae y Lauraceae. Asimismo, la composición florística de mayor importancia en el área de estudio corresponden a las especies comerciales representados por el "cedro" *Cedrela odorata*, "moena canela" *Ocotea sp.*, "lupuna" *Ceiba pentandra*, "moena blanca" *Nectandra sp.*, "ishpingo" *Amburana cearensis*, "cumala blanca" *Virola peruviana*, "tornillo" *Cedrelinga catenaeformis*, "cumala colorada" *Iryanthera juruensis*, "huairuro" *Ormosia coccinea*, "lagarto caspi" *Calophyllum brasiliense*, "huimba" *Ceiba samauma* y "marupa" *Simarouba amara*, entre otros.

Fauna

118. Según la información recopilada de estudios anteriores realizados en el área se han reportado un total de 104 especies de aves comprendidas en 31 familias y 13 órdenes taxonómicos. El orden Passeriformes presenta el mayor número de especies con 34 especies distribuidas en 12 familias, siendo Formicariidae, Dendrocolaptidae e Icteridae las más predominantes. En segundo lugar, se encuentra el orden Piciformes con 14 especies, registradas en las familias Ramphastidae, Picidae y Galbulidae. En tercer lugar, se tiene al orden Falconiformes, con Psittaciformes con 12 especies distribuida en una solo familia (Psittacidae). En cuarto lugar, se presentan las órdenes Falconiformes y



Vertical handwritten signature in blue ink



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Galliformes con 7 especies cada una, distribuidas en tres y dos familias respectivamente.

119. En el área de estudio se ha registrado un total de 20 especies de mamíferos comprendidas en 16 familias y ocho órdenes taxonómicos. Los roedores (Orden Rodentia) y los primates (Orden Primates) presentaron el mayor número de especies (4), distribuidos en tres familias para los primates y en cuatro familias para los roedores. En segundo lugar se encuentran los órdenes Xenarta y Artiodactyla, cada uno con tres especies registradas y distribuidas en dos familias. En tercer lugar se tiene a los órdenes Chiróptera y Carnívora cada una con dos especies, distribuidas en una familia para los Chiróptera y en dos familias para los carnívoros. Finalmente, los órdenes Didelphimorphia y Perissodactyla, cada uno con una familia y una sola especie.
120. En cuanto a reptiles, en el área de estudio se registró un total de 16 especies de reptiles comprendidas en 11 familias y tres órdenes taxonómicos. Los ofidios presentaron el mayor número de especies distribuido en cinco familias, siendo la más representativa por el mayor número de especies la familia Viperidae. En segundo lugar se encuentran las lagartijas (Orden Squamata, suborden Sauria) con cuatro especies distribuidas en tres familias. En tercer lugar, se tiene al orden Testudine, con dos especies pertenecientes a dos familias. Finalmente el orden Crocodylia, con una familia y una sola especie.
121. Se registraron tres especies de anfibios, correspondientes al orden Anura, y Bufonidae e Hylidae.

### Hidrobiología

122. En la comunidad ictiológica se colectaron 402 individuos, entre los cuales se identificaron 36 especies de peces ordenados en una lista sistemática con 10 familias y cuatro ordenes, correspondiendo 27 especies (75 % del total) al orden Characiformes, seguido de seis especies (16,67 % del total) pertenecientes al orden Siluriformes.
  123. Con relación a la comunidad de bentos, se obtuvo un registro total de 20 especies, siendo baja la diversidad de macroinvertebrados. De acuerdo con la composición de órdenes, la mayor riqueza corresponde a los Díptera Ephemeroptera y Odonata con tres especies cada uno, seguido de los Coleoptera y Tricoptera con dos especies cada uno.
  124. En cuanto a la comunidad de plancton, se identificaron 26 especies de fitoplancton y 14 especies de zooplancton, Dentro del fitoplancton, la mayor riqueza corresponde a la división Chlorophyta con 15 especies, que representan el 57,69 % del total registrado. Con respecto al zooplancton, el phylum Rotifera con siete especies representa el 50 % de la riqueza total registrada.
- e) **Estudio de Impacto Ambiental Centrales Térmicas Capahuari Sur 15 MW, San Jacinto 15 MW, Huayuri 40 MW, Unidad de Producción de Combustible Huayuri y Tendido de Líneas de Transmisión de 13,8, 33 y 60 kV – Lote 1-AB.**
125. Aprobado por R.D.219-2008-MEM/AE con fecha 30 de abril de 2008.



Handwritten signature



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## Flora

126. Se identificaron tres zonas de trabajo y 10 unidades de vegetación en donde se registró un total de 147 especies de plantas vasculares distribuidas en 52 familias botánicas. Las familias que registraron mayor abundancia de especies fueron: Fabaceae, Arecaceae, Myristicaceae, Rubiaceae, Araceae y Sapotaceae. Asimismo se contabilizó un total de 829 individuos siendo los árboles y arbustos los que presentaron la mayor cobertura. Las especies con mayor número de individuos fueron *Cyperus difformis* "piri piri", *Mauritia flexuosa* "aguaje", *Cyperus simplex* "piri piri", *Cyperus aggregatus* "piri piri", *Theobroma cacao* "cacao", *Picramnia martiana* "sani panga" y *Anthurium sp.*
127. Se registraron cuatro especies endémicas y tres especies protegidas por legislación nacional que tienen una amplia distribución en la amazonia por lo que no representan un alto riesgo para el proyecto. Asimismo, se registraron cuatro especies CITES II que tienen amplia distribución y manejo ex situ.

## Fauna

128. Como resultado del estudio de fauna se registró un total de 103 especies de aves, pertenecientes a 35 familias y 16 órdenes, para el Lote 192. De los hábitats evaluados, el bosque de colinas bajas fuertemente disectadas (Bcbfd) presentó el mayor número de especies (21), comprendidas en 16 familias y 9 órdenes taxonómicos.
129. Se registró un total de 51 especies de mamíferos, pertenecientes a 27 familias y 9 órdenes, para el Lote 192. De los hábitats evaluados, el bosque inundable de terrazas bajas con vegetación rala (Bitbvr) presentó el mayor número de especies (11), comprendidas en 10 familias y 5 órdenes taxonómicos.
130. En cuanto a la fauna herpetológica se registraron un total de 39 especies de manera directa, de estos registros 23 especies fueron anfibios y 16 fueron reptiles.

## Hidrobiología

131. Para la comunidad ictiológica se registraron 85 especies de peces, correspondientes a siete órdenes (Clupeiformes, Characiformes, Siluriformes, Beloniformes, Perciformes, Tetraodontiformes y Pleuronectiformes). El orden Characiformes fue el de mayor riqueza de especies y presentó un 68 % (57 especies del total de especies registradas), seguido de Siluriformes con el 24 % (20 especies). Los órdenes Clupeiformes, Beloniformes y Pleuronectiformes presentaron un 2 % con dos especies cada uno. Los órdenes Perciformes y Tetraodontiformes presentaron solo 1 % del total con solo una especie cada uno.
132. Con relación a la comunidad de bentos, se obtuvo un registro total de nueve especies correspondientes a dos phyla (Mollusca y Arthropoda), siendo baja la diversidad de macroinvertebrados. El número de especies del bentos agrupados por phylum, presenta al phylum Artrópodos (Clase Insecta) con el 89 % del total (cinco órdenes) y en menor porcentaje al phylum Mollusca con el 11 % (un orden).
133. En cuanto a la comunidad de plancton, se registraron 20 especies de fitoplancton agrupados en cinco divisiones de algas (Clorophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta,



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación Ambiental

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Euglenophyta y Pyrrhophyta) y siete especies de zooplánctones comprendidos en cuatro phylum (Protozoa, Rotifera, Nematoda y Arthropoda), siendo la riqueza de especies de fitoplancton y zooplancton baja.

**f) Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Perforación de 1 Pozo Exploratorio, 2 Pozos de Desarrollo y Facilidades de Producción en el Yacimiento Carmen Lote 1-AB.**

134. Aprobado por R.D.042-2007-MEM/AE con fecha 11 de enero de 2007.

Agua superficial

- 135. Los resultados obtenidos indican que solo valores de pH en la estación E-03 se encuentra fuera del rango establecido por la CEQG-WQG.
- 136. Solo la estación E-03 registró concentraciones de Solidos Totales Disueltos y Cloruros en concentraciones que superaron el nivel establecido por la CEQG-WQG.

Flora

- 137. En esta evaluación se reportó bosques de terrazas bajas, medias y colinas bajas y altas de acuerdo a la clasificación del Mapa Forestal del Perú. La vegetación se conforma por comunidades vegetales propias de suelos aluviales y colinosos, que dan origen a la formación de vegetales propias para cada tipo de bosques. La composición florística varía en función a la calidad y la disponibilidad de la humedad en el suelo, encontrándose mayor diversidad y volumen de madera a medida que mejoran las características físicas del suelo.

Fauna

- 138. Se registró un total de 23 especies de aves pertenecientes a 14 familias y nueve órdenes. A nivel de familias, dentro del área de estudio, las más predominante fue Icteridae con cuatro especies (tres totalmente identificadas y una identificada solo hasta el nivel de orden) las cuales representan el 14 % del total de especies registradas. De las especies de aves registradas, el 78,26 % (18 especies) se encuentra considerado bajo alguna categoría de conservación internacional de acuerdo a la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2006), y a los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de flora y fauna (CITES, 2006). Sin embargo, ninguna especie se encontró considerada dentro de alguna categoría de conservación nacional por la legislación peruana (D.S. 034-2004-AG)
- 139. Se registró un total de 10 especies de mamíferos, distribuidos en ocho familias y seis órdenes. Los mamíferos incluidos en la presente evaluación son animales mayores, no habiéndose registrado roedores pequeños como ratones o ratas. Entre las especies de mamíferos registrados se encuentran: machín negro, mono ardilla, sachavaca, sajino, huangana, zorrino, pichico común. De las especies de mamíferos registradas, el 90 % (nueve especies) se encuentran consideradas bajo alguna categoría de conservación nacional por la legislación peruana (D.S. 034-2004-AG) y/o internacional de acuerdo a la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (IUCN, 2006), y a los



Handwritten signature in blue ink

apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de flora y fauna (CITES, 2006).

140. Se registró un total de ocho especies de anfibios en el presente estudio, todos los registros pertenecen al orden Anura (ranas y sapos). La mayoría de las especies registradas en la presente evaluación se encuentran dentro de la categoría Preocupación Menor (LC), dado por la IUCN. El CITES, a través de lo establecido en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre, considera a la mayoría de las especies de Dendrobatidae en el apéndice II de su categorización (ítem donde se considera todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia, y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies), debido a la fuerte extracción ilegal que sufren para su comercialización como mascotas. La categorización Nacional de fauna considera a *epipedobates parvulus* como casi amenazado (NT).

141. Se registró un total de cinco especies de reptiles. Los saurios y serpientes fueron los que presentaron una mayor diversidad. Entre las especies registradas podemos mencionar: lagarto, lagarto de chacra, loro machaco, shushupe, motelo. Según el IUCN y el CITES, se considera dentro de la categoría de especies de protección al lagarto y motelo.

#### Hidrobiología

142. Se identificaron cuatro especies de organismos del bentos, agrupados en tres phyla, tres clases, cuatro órdenes y cuatro familias. De toda la colecta, el phylum Arthropoda presenta la mayor riqueza de especies (dos especies, 50 % del total) así como la mayor abundancia (cuatro individuos, 66.67 % del total).

143. Asimismo, se identificaron tres especies de organismos pertenecientes al plancton, todas ellas pertenecientes al fitoplancton y ninguna para zooplancton. Con respecto a la riqueza de especies, se observó que ningún phylum mostró predominancia sobre el resto, obteniéndose una riqueza homogénea. Esto como resultado de una escasa diversidad de especies, en general, en el cuerpo de agua evaluado.

#### **g) Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Prospección Sísmica 3D Áreas: Carmen, Jíbaro NO y Tambo Lote 1-AB.**

144. Aprobado por R.D.176-2004-MEM/AAE con fecha 14 de octubre de 2004. El estudio considero ocho puntos de muestreo de calidad de agua. Seis de estos puntos corresponden a los tributarios de la quebrada Manchari, uno de ellos corresponde a la quebrada Aguajal y otro al río Corrientes.

#### Agua superficial

145. Las mediciones tomadas in situ en los cuerpos de agua mencionados, registran temperaturas que varían entre 23,1 °C y 24,9 °C.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

146. Todos los cuerpos de agua muestreados presentan niveles de pH dentro del rango de 6 a 9, siendo aptos para la vida acuática.
- Las concentraciones de oxígeno disuelto en el sector estudiado varían entre 3,9 y 6,1 mg/l. Los valores hallados pueden considerarse como típicos de los ríos amazónicos (ONERN, 1984).
  - Los valores de hidrocarburos totales de petróleo son menores al límite de detección indicado (<5 mg/l).

### Flora

147. En dicho estudio se identificaron siete formaciones vegetales, destacando los bosques de colinas (ligera y moderadamente disectadas), los bosques de terraza medias (ondulas y depresionadas) y la terrazas inundables de terraza baja (vegetación densa y rala). Dicha formación se presenta en terrenos de fisiografía colinosa y terrazas plana y depresionadas permanentemente inundados. Estas condiciones permiten el desarrollo de palmeras como el "aguaje" *Mauritia flexuosa*), acompañadas por árboles de diversas especies.

### Fauna

148. En cuanto a la avifauna se registró una riqueza total de 60 especies de aves para la zona, siendo las especies de la familia Formicariidae y Psittacidae las más frecuentes durante la evaluación.
149. En relación a la mastofauna se registraron 10 especies de mamíferos. los cuales fueron registrados visualmente y también mediante registros indirectos como huellas y heces, Las especies bastante comunes en los diferentes puntos evaluados fueron *Saguinus fuscicollis* y *Saimiri sciureus* quienes fueron fácilmente detectados en grupos grandes, cuyo número varió entre 16 a 38 individuos.
150. En cuanto a la herpetofauna, se obtuvo una riqueza total de 16 especies. siendo la especie más abundante la Iguana iguana quienes fueron registradas frecuentemente cruzando las pistas afirmadas. Otra especie identificada en el área fue *Hemidactylus mabouya*.

### Hidrobiología

151. Con respecto a los peces, se colectaron 1 191 individuos, entre los cuales se identificaron 47 especies de peces ordenados en una lista sistemática con 11 familias y 5 ordenes. La mayor riqueza, en la muestras colectadas, corresponde al orden Characiformes con 28 especies (59,57 % del total), seguido del orden Siluriformes con 14 especies (29,79 % del total). El orden Perciformes al igual que el orden Cyprinodontiformes representan cada uno el 4,26 % del total de especies, mientras que el orden Clupeiformes representa el 2,13 % del total. El grupo de peces con mayor abundancia corresponde al orden Characiformes que representa el 60,11 % del total colectado, seguido del orden Clupeiformes y Siluriformes con 32,16 % y 7,22 % del total colectado.

### 8.3. Estudios realizados por entidades del Estado

152. A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos de los monitoreos realizados por las diferentes instituciones del estado en el ámbito del Lote 1-AB, describiendo sólo los parámetros críticos encontrados.

**a) Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinermin.**

153. Al 2010, el Osinermin realizó el monitoreo de aguas superficiales y efluentes industriales en los ríos Corrientes y Marañón, y también realizó el análisis de suelos en las locaciones Corrientes, Yanayacu, Capirona y Nueva Esperanza, teniendo como resultados el inicio de Procesos Administrativos Sancionadores (PAS<sup>16</sup>), los cuales se describen en la Tabla 8-4.

**Tabla 8-4.** Reportes de Procesos Administrativos Sancionadores (PAS) – 2010

Entidad estatal	Materia	Estado
Osinermin	Procedimiento sancionador correspondiente al derrame ocurrido en el Splitter V-2718 de la Batería Jibarito, producido en agosto de 2009 en el Lote 1-AB (Oficio N° 18-2010-OS-GFHL/DGLP).	Pluspetrol indica haber presentado dentro de plazo los descargos y espera el pronunciamiento de Osinermin. Osinermin ha impuesto una multa de 4.33 UIT, la misma que ha sido apelada dentro del plazo de ley.
Osinermin	Procedimiento sancionador correspondiente al accidente del señor Keiley Paredes Tello (Oficio N° 84-2010-OS- GFHL/DGLP).	La empresa presentó los descargos a osinermin. Osinermin ha multado con 0.88 UIT. La empresa ha apelado dicha multa y espera el pronunciamiento de dicha entidad.
Osinermin	Procedimiento sancionador correspondiente al derrame producido en el tanque sumidero de la Batería de Dorissa (Pozo 15) (Oficio N° 102-2010-OS-GFHL/DGLP y N° 14224-2010-OS-GFHL/DOP).	Pluspetrol presentó los descargos a Osinermin y espera el pronunciamiento de dicha entidad. Con fecha 15 de diciembre de 2010, se amplió el procedimiento sancionador, mediante Oficio N°14224-2010-OS. Se presentó descargos el 7.1.2011
Osinermin	Procedimiento sancionador correspondiente al amago de incendio ocurrido en la Batería de Dorissa, el 17 de junio de 2009 (Oficio N° 3759-2010-OS- GFHL/DGLP).	La empresa presentó los descargos a Osinermin y espera el pronunciamiento de dicha entidad.
Osinermin	Procedimiento sancionador correspondiente al derrame ocurrido el 26 de junio de 2007 en el Lote 1-AB, por no despresurizar el Pozo 4 (Oficio N° 3762-2010-OS-GFHL/DGHL).	Osinermin impuso una multa de 2.91 UIT, la cual fue apelada dentro del plazo de Ley.
Osinermin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador Anderson Ramos Panduro ocurrido el 13 de diciembre de 2009. (Oficio N° 6174-2010-OS-GFHL/DCLQ).	La empresa presentó los descargos a Osinermin y espera el pronunciamiento de dicha entidad.
Osinermin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador Dimas Domínguez Córdova ocurrido el 27 de enero de 2007. (Oficio N° 6175-2010-OS-GFHL/DCLQ).	Osinermin multó con 0.22 y 0.42 UIT. La empresa ha apelado dichas multas y espera el pronunciamiento de dicha entidad.

<sup>16</sup> En la actualidad, el procedimiento administrativo sancionador (PAS) lo realiza Dirección de Fiscalización, Sanción y Aplicación (DFSAI) abarca desde la emisión de la comunicación de inicio del mismo hasta la emisión de la resolución de sanción al administrado en Primera Instancia.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Entidad estatal	Materia	Estado
Osinerghmin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador Carlos Rojas López ocurrido el 27 de marzo de 2007. (Oficio N° 6172-2010-OS-GFHL/DCLQ).	OSINERGHMIN multó con 0.29 y 1.85 UIT. Se apeló dichas multas y espera el pronunciamiento de dicha entidad.
Osinerghmin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador Jhonny Ríos, ocurrido el 25 de marzo de 2007. (Oficio N° 6173-2010-OS-GFHL/DCLQ).	OSINERGHMIN ha multado con 0.29 y 0.05 UIT, la empresa ha apelado, a la espera del pronunciamiento de dicha entidad.
Osinerghmin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador Juan Bedoya Garibaldi, ocurrido el 30 de julio de 2007. (Oficio N° 6648-2010-OS-GFHL/DCLQ).	OSINERGHMIN ha multado con 0.35 y 0.31 UIT. La empresa apeló dicha multa y espera el pronunciamiento de dicha entidad.
Osinerghmin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador Daniel Alva Romero, ocurrido el 21 de agosto de 2007. (Oficio N° 6536-2010-OS-GFHL/DCLQ).	OSINERGHMIN ha multado con 0.18 y 0.22 UIT. La empresa ha apelado dicha multas y espera el pronunciamiento de dicha entidad.
Osinerghmin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador Arturo Guzmán López, ocurrido el 18 de enero de 2007. (Oficio N° 6535-2010-OS-GFHL/DCLQ).	OSINERGHMIN ha multado con 0.37 UIT. La empresa ha apelado dicha multa y espera del pronunciamiento de dicha entidad.
Osinerghmin	Procedimiento sancionador correspondiente al derrame ocurrido el 22 de junio de 2009 en la Línea Troncal de 8" de Jibaro (Oficios N° 9097-2010-OS-GFHL/DGHL y N° 1064-2010-OS-GFHL/DGHL).	OSINERGHMIN ha impuesto multas de 0.35, 0.64 y 0.30 UIT, las mismas que han sido apeladas por la empresa, estando a la espera del pronunciamiento de dicha entidad.
Osinerghmin	Procedimiento sancionador correspondiente al derrame ocurrido en Tanque de la Batería Forestal (Oficio N° 9882-2010-OS-GFHL).	OSINERGHMIN ha impuesto 2 multas de 0.42 UIT y 0.14 UIT, la empresa ha apelado en el plazo de ley. Espera el pronunciamiento de OSINERGHMIN al respecto.
Osinerghmin	Procedimiento Sancionador por haber operado la Topping de Huayuri sin ITF para el uso y funcionamiento. Oficio N° 13086-2010-OS-GFHL-DOP.	La empresa ha presentado los descargos y espera el pronunciamiento de OSINERGHMIN.
Osinerghmin	Procedimiento sancionador por el accidente fatal sufrido por el trabajador José Dioses Tripul, ocurrido el 09 de junio de 2007. (Oficio N° 13675-2010-OS-GFHL/DOP).	La empresa ha presentado los descargos y espera el pronunciamiento de OSINERGHMIN.

Fuente: Elaboración propia.

**b) Autoridad Nacional del Agua – ANA.**

154. La ANA realizó el análisis de las aguas y sedimentos en los ríos del Lote 1-AB, con sus respectivos tributarios, ubicado en el ámbito del Lote petrolero de Pluspetrol Norte S.A.





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

1) **Informe Técnico N° 012-2013-ANA-DGCRH/RATQ "Resultados de la Identificación de Fuentes Contaminantes y Monitoreo de la Calidad de Agua y Sedimentos de la Cuenca del río Pastaza (sectores Capahuari norte, Tambo, Andoas del Lote 1-AB).**

155. Realizado del 24 de abril al 03 de mayo de 2013, por la Autoridad Nacional del Agua – ANA, actividad que comprendió el monitoreo de agua y sedimentos en la cuenca del río Pastaza, así como la identificación de fuentes contaminantes, dicha actividad la desarrolló en el marco de la Declaratoria de Emergencia Ambiental – DEA del Pastaza aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 094-2013-MINAM, de fecha 22 de marzo de 2013.

Agua superficial

156. Los resultados de la intervención concluyen en la identificación de metales como el plomo, bario en los cuerpos de agua, en concentraciones que mayores a los establecidos en el ECA para Agua del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, Así mismo, en referencia a esta normativa hace referencia de que cualitativamente se observaron películas de aceites y grasas en lagunas no siendo estas cuantificables por el método de ensayo del laboratorio.

Sedimentos

157. Por otro lado los resultados de análisis de sedimentos, registraron presencia de los metales cobre, cromo cadmio y del parámetro orgánico Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en concentraciones mayores a los establecido en las Guías de los Países Bajos

Fuentes contaminantes

158. El informe identifica como fuentes contaminantes a los puntos de válvulas de cierre y apertura de las tuberías las cuales indican estarían vertiendo aguas residuales industriales, fugas de las pozas de contención de derrames, instalaciones abandonadas, goteo liquido de cabezal del pozo, residuos sólidos de origen doméstico en las comunidades de Andoas Nuevo y Andoas Viejo.

2) **Informe Técnico N° 008-2013-ANA-DGCRH/CGEL "Resultados del Monitoreo de la Calidad de Agua Superficial y Sedimentos de la Cuenca Corrientes en el Lote 1-AB".**

159. Actividad realizada del 21 de abril al 04 de mayo de 2013, por la Autoridad Nacional del Agua – ANA, actividad que comprendió el monitoreo de agua y sedimentos en la cuenca del río Corrientes, en el marco de la Normativa Nacional e Internacional como base para la implementación de la estrategia orientada a la recuperación y protección de la calidad de los cuerpos de agua superficial.

Agua superficial

160. Los resultados de la intervención concluyen en la identificación de cloruros y los metales zinc, plomo, bario en los cuerpos de agua, en concentraciones mayores a los establecidos en el ECA para Agua del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, Asimismo, observaron películas de hidrocarburos.



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Sedimentos

161. Por otro lado los resultados de análisis de sedimentos, registraron presencia de los metales cadmio, arsénico, plomo, zinc y de HTP en concentraciones mayores a los establecido en las Guías de los Países Bajos.

**3) Informe de Actividades de Monitoreo de Calidad de Agua y Sedimentos en la Cuenca del Tigre.**

162. Actividad realizado del 26 de junio al 02 de julio de 2013, por la Autoridad Nacional del Agua – ANA, actividad que comprendió el monitoreo de agua y sedimentos en la cuenca del rio Tigre, en el marco de la normativa nacional e internacional como base para la implementación de la estrategia orientada a la recuperación y protección de la calidad de los cuerpos de agua superficial.

Agua superficial

163. Los resultados de la intervención concluyen en la identificación de cloruros en el tributario de la quebrada Piedra Negra y el metal plomo en los cuerpos de agua, en concentraciones mayores a los establecidos en el ECA para Agua del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Sedimentos

164. Por otro lado los resultados de análisis de sedimentos, registraron presencia de los metales cadmio, arsénico, plomo, zinc en la quebrada San Barbarillo en el yacimiento Shivyacu. Asimismo, el parámetro orgánico Hidrocarburos Totales de Petróleo en concentraciones mayores a lo establecido en las Guías de los Países Bajos.

**c) Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA.**

165. El OEFA, en el marco de la Comisión Multisectorial creada mediante Resolución Suprema N° 200-2012-PCM, y las Declaratorias de Emergencia Ambiental – DEA de los ríos de la Selva de la Selva (DEA Pastaza, DEA Corriente y DEA Tigre), y el Plan de Acción Inmediato y de Corto Plazo, ha realizado en reiteradas oportunidades el monitoreo del recurso suelo en los Lote 1-AB y Lote 8 dentro del área de operaciones de la actividad de hidrocarburos a cargo de la empresa Pluspetrol Norte S.A.

**1) Informe N° 392-2013-OEFA/DE-SDCA "Identificación de Sitios Contaminados por la Actividad de Hidrocarburos en el Lote 1-AB de la Cuenca del río Pastaza".**

166. Realizado del 26 de abril al 08 de mayo de 2013, por la Dirección de Evaluación del OEFA, actividad que comprendió el monitoreo de suelos en la cuenca del rio Pastaza, dicha actividad la desarrolló en el marco de la Declaratoria de Emergencia Ambiental – DEA del Pastaza aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 094-2013-MINAM, de fecha 22 de marzo de 2013.



Handwritten signature and initials in blue ink.

### Suelo

167. Los resultados de la intervención concluyen en la identificación de los metales plomo, bario y cadmio en las muestras de suelo, e hidrocarburos en su fracción media y pesada en concentraciones mayores a los establecidos en el ECA para Suelo (Uso Agrícola) del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Como resultado de la intervención se identificaron 38 sitios contaminados, en la cuenca del río Pastaza.

### Fuentes contaminantes

168. El Informe identifica 38 sitios contaminados cuya responsabilidad fue asignada a Pluspetrol Norte S.A. identificándose como origen de los contaminantes en los puntos de derrame o fuga de las válvulas de las tuberías, las cuales indican estarían vertiendo aguas residuales industriales, fugas de las pozas de contención de derrames, instalaciones abandonadas, goteo liquido de cabezal del pozo, residuos sólidos.

2) **Informe N° 121-2014-OEFA/DE-SDCA "Identificación de sitios contaminados del componente suelo en el Lote 1-AB en la Cuenca Corrientes.**

169. Realizado del 25 de noviembre al 03 de diciembre de 2013, por la Dirección de Evaluación del OEFA, actividad que comprendió el monitoreo de suelos en la cuenca del río Corrientes, dicha actividad la desarrolló en el marco de la Declaratoria de Emergencia Ambiental – DEA del Corrientes aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 263-2013-MINAM, de fecha 06 de setiembre de 2013.

### Suelo

170. Los resultados de la intervención concluyen en la identificación de los metales plomo, bario y cadmio en las muestras de suelo, e hidrocarburos en su fracción liviana, media y pesada en concentraciones mayores a los establecidos en el ECA para Suelo (Uso Agrícola) del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Igualmente los resultados del monitoreo de suelos en sitios PAC<sup>17</sup>, concluyen con la identificación de los metales plomo, bario, cadmio y arsénico en las muestras de suelo, e hidrocarburos en su fracción media y pesada en concentraciones mayores a los establecidos en el ECA para Suelo (Uso Agrícola) del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

### Fuentes contaminantes

171. El informe identifica 17 sitios contaminados cuya responsabilidad fue asignada a Pluspetrol Norte S.A. identificándose como origen de los contaminantes en puntos de derrame o fuga de las válvulas de las tuberías las cuales indican estarían vertiendo aguas residuales industriales, fugas de las pozas de contención de derrames, instalaciones de almacenamiento temporal, residuos sólidos.

<sup>17</sup>

El PAC es un Instrumento de Gestión Ambiental presentado por la empresa Pluspetrol Norte S.A. y aprobado debido a la insuficiencia de los compromisos comprendidos dentro del Plan de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA de Pluspetrol Norte S.A. para hacer frente a la contaminación ambiental del Lote 1-AB.

### 3) Informe N° -2014-OEFA/DE-SDCA "Identificación de sitios contaminados del componente suelo en la cuenca del río Tigre en el área de influencia del Lote 1-AB de la empresa PlusPetrol Norte S.A.

172. Realizado del 14 al 30 de marzo de 2014, por la Dirección de Evaluación del OEFA, actividad que comprendió el monitoreo de suelos en la cuenca del río Tigre, dicha actividad la desarrolló en concordancia al Art. 8° del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, donde se menciona que las entidades de Fiscalización ambiental o autoridades competentes podrán identificar sitios contaminados teniendo en cuenta la Declaratoria de Emergencia Ambiental del Tigre aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 370-2013-MINAM, de fecha 29 de noviembre de 2013.

#### Suelo

173. Los resultados de la intervención concluyen en la identificación de los metales plomo, bario, cadmio y arsénico en las muestras de suelo, así como hidrocarburos en su fracción media y pesada se encuentran en concentraciones mayores a los establecidos en el ECA para Suelo (Uso Agrícola) del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

#### Fuentes contaminantes

174. Como resultado de la intervención se identificó 37 sitios contaminados cuyo responsable fue asignado a Pluspetrol Norte S.A., identificándose como origen de los contaminantes a los puntos de derrame o fuga de las válvulas de las tuberías las cuales indican estarían vertiendo aguas residuales industriales, fugas de las pozas de contención de derrames, instalaciones de almacenamiento temporal.

#### 8.4. Denuncias ambientales por Sinada

175. El Servicio de Información Nacional de Denuncias Ambientales – Sinada del OEFA, en su portal institucional para los años 2010 al 2015, atendió denuncias ambientales del Lote 1-AB, el cual se detalla en la Tabla 8-5.

Tabla 8-5. Denuncias ambientales atendidas por el Sinada del OEFA desde el 2010 a 2015

N°	Fecha denuncia	Descripción de hechos	Razón social del denunciante
1	16/07/2015	Presunta contaminación ambiental por desbordamiento de agua salada producto del desborde de efluentes de la poza denominada santán, pozo 02 (capahuari norte km. 22) con afectación al suelo, agua, flora, fauna y población. Presunta contaminación ambiental con petróleo crudo por rotura de tubería, con afectación al suelo, agua, flora, fauna y población, pozo 1001y13 (capahuari norte).	No indica
2	19/06/2015	Presunto impacto ambiental por presencia de hidrocarburos en cuerpos de agua y en áreas de de la zona, producto de las operaciones de pluspetrol, así como tierra con presencia de elementos desconocidos, cilindros enterrados y expuestos a orillas de laguna, geomembranas abandonadas en el bosque, laguna de agua negra, sacos de cal enterrados en un hoyo, tubos metálicos tendidos en medio del bosque próximos a cuerpos de agua entre otros, que constituirían pasivos ambientales	Datos reservados
3	28/08/2014	Presunta contaminación ambiental por derrame de sustancia tóxica usada para mantenimiento de ductos y evitar la corrosión de los tubos, ocurrido el 15 de agosto de 2014, en el tramo del km. 13 al 22 de la carretera jibaro – huayuri, cerca del campamento dorissa (lote 1ab), lo cual estaría afectando a la comunidad nativa de nuevo Jerusalem, ubicada en la Cuenca Corrientes, distrito de trompeteros, provincia y departamento de Loreto.	Congreso de la república
4	23/07/2014	Presunto impacto ambiental por derrame de petróleo crudo ocurrido el 6 de enero del presente año en la localidad denominada el tambo, dentro del área de	Comunidad Nativa Nueva Jerusalén



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N°	Fecha denuncia	Descripción de hechos	Razón social del denunciante
		operaciones de la empresa Pluspetrol norte s.a. evento denunciado el 13 de febrero de 2014 por la Federación Indígena Quechua del Pastaza (FEDIQUEP) vía correo electrónico por dos derrames de hidrocarburos a la altura de la carretera a tambo cerca a la comunidad alianza Capahuari y el otro derrame a la altura del km. 7, cerca de la laguna Shanshococha.	
5	14/08/2013	Denuncia consecuencias directas e indirectas de la actividad petrolera de la zona, asimismo existe pasivos ambientales que perjudican a los habitantes de la zona en épocas de lluvia que estarían vulnerando la salud de los pobladores.	Federación Indígena Achuar Del Alto Pastaza
6	15/03/2013	Denuncia presunto impacto ambiental por contaminación del río Tigre por parte de Pluspetrol, denunciado por el señor Fernando Chuje Ruiz manifiesta que en el lugar denominado Pozo Tigre se ha derramado combustible y en enero de 2012 limpiaron superficialmente y los trabajadores les mencionaron que en dos meses regresarían para el lavado completo, siendo que a la fecha los residuos del crudo van al Río Tigre.	Oficina Defensoría de Loreto – Defensoría del Pueblo
7	28/05/2013	Impacto ambiental producido el día 03 de febrero de 2013, por un derrame de aproximadamente 50 galones de diésel, a la altura de la desembocadura de la quebrada Piedras Negras al río Tigre, debido a que presuntamente la tubería de drenaje ubicada en el canal natural de escurrimiento de agua pluvial, perteneciente a la Base San Jacinto del Lote 1-AB de la empresa Pluspetrol Norte S.A., se había destapado.	Capitanía de Puerto de Yurimaguas – Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú.
8	25/07/2012	Presunto derrame de aproximadamente 25 galones de petróleo (Diésel) ocurrido el 21/07/2012 en el Lote 1-AB, a 50 metros del cruce del río Tigre, causado aparentemente por la manipulación (palanqueo) de una grapa de la tubería de la línea Diésel 4. Fuente: Nota periodística publicada en la página 9 del diario La Región del 25 de julio de 2012 y en el Diario Pro & Contra del 25 de julio de 2012.	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
9	24/10/2011	Denuncia por presunta contaminación ambiental por actividades de extracción de oro realizada con artefactos fluviales (dragas y balsas) en las cuencas de los ríos de Alto Marañón, Ñapo, Curaray, Putumayo y Tigre. El denunciante reporta la alteración de los cauces naturales de los ríos mencionados, como consecuencia de la gran cantidad de material que debe removerse para obtener una pequeña cantidad de oro aluvial, además de elevadas concentraciones de mercurio en el agua y peces de consumo directo de la población de la Amazonia, lo que es en extremo peligroso y dañino para la salud de las personas. El GORE Loreto solicita al MINAM declarar de interés regional el control y vigilancia en las cuencas de los ríos alto marañón, ñapo, Curaray, putumayo y tigre, facultando a las autoridades competentes actuar y destruir todo estos artefactos utilizados en la minería informal e ilegal.	Presidente del Gobierno Regional de Loreto
10	13/10/2011	Impacto Ambiental a las aguas del río Pastaza, generado por la Empresa Petrolera Pluspetrol Norte S.A., debido a las actividades, quienes no han remediado los remanentes contaminantes lo cual ha ido minando el ambiente, al haber usado sustancias toxicas para todo ser vivo. Todos estos daños deben ser evaluados por el OEFA, a través de las muestras al agua de los ríos y determinar la calidad del agua. El hecho es que los peces no han desarrollado adecuadamente, los frutales de la papaya han ennegrecido, por el uso de mercurio supuestamente exista sangre en la sangre de los habitantes del lugar y otros daños más.	Presidente del Gobierno Regional de Loreto
11	08/09/2011	Impacto Ambiental a los suelos y aguas por los vertimientos de petróleo de tres (03) pozos petroleros N° 7, 8 y 9 pertenecientes a la Empresa Plus-Petrol, los cuales han dejado de funcionar desde el año 2010, sin embargo estos pozos vienen expulsando petróleo crudo contaminando la Quebrada Montana, a 12 kilómetros de la Comunidad Nativa de San Juan de Bartra del Alto Tigre-Loreto, lo cual está afectando a la salud de las personas por medio del agua contaminada, además que también se presenta la mortandad de peces, especies que constituyen la alimentación de los nativos de dicha Comunidad. La Defensoría del Pueblo, hace suya la denuncia y corre traslado al OEFA por ser de competencia, debiendo informar de las acciones tomadas en el plazo más breve posible. La Oficina Desconcentrada del OEFA recibió esta denuncia proveniente de la oficina Defensoría de Loreto y la está reenviando al OEFA/SINADA el 02 /09/2011.	
12	30/12/2010	Impacto ambiental por derrame de petróleo de la Empresa Pluspetrol Norte S.A. cerca de la comunidad "12 de Octubre", afectando y amenazando la vida y salud de miles de poblaciones y comunidades indígenas de la zona. Así como los continuos derrames de esta empresa en diversas zonas.	Congreso de La Republica (Comisión de Pueblos Andinos, Amazónicos y Afroperuanos, Ambiente y Ecología)



N°	Fecha denuncia	Descripción de hechos	Razón social del denunciante
13	14/07/2010	Impacto ambiental por probables vertimientos líquidos de las válvulas de purga ubicados en el sector conocido como Capahuari Norte (Lote 1-AB) cerca de los pozos 10 y 12. Se adjunta puntos GPS.	Federación Indígena Quechua Del Pastaza

Fuente: Elaboración propia.

## 8.5. Base conceptual

### 8.5.1. Sistema aluvial amazónico

176. Las cuencas de estudio: Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre son sistemas aluviales amazónicos, donde las aguas son regidos por la gravedad, en lo que una masa de agua de flujo unidireccional, creada principalmente por las precipitaciones que caen sobre la superficie de la tierra, forman cursos de agua permanentes que drenan hacia zonas más bajas y son conocidas como cuerpos de agua superficial principal, siendo en el presente estudio tres ríos principales: Pastaza, Corrientes y Tigre. Estos tres ríos principales son esencialmente sistemas de transferencias que recogen, transportan y controlan los sedimentos hasta cuerpos de agua superficial de mayor caudal como el río Marañón.

177. El lecho de dichas cuencas es de carácter no cohesivo, por lo que la superficie de interacción agua-sedimento sufre modificaciones sustanciales resultando un canal (río principal) o sistemas de canales (quebradas o ríos tributarios) por donde circula el mayor flujo de agua durante gran parte del año (enero-abril) y una llanura de inundación que solo recibe aportes de agua y sedimentos en los momentos de crecida, es decir, cuando se produce un aumento del caudal como consecuencia de las lluvias, siendo de carácter estacional (ver Figura 8-1).

178. Durante estos períodos de crecida de las lluvias, el canal (río principal) no puede evacuar todo el caudal que recibe, se desborda y el flujo de agua circula por la llanura de inundación de forma no confinada.



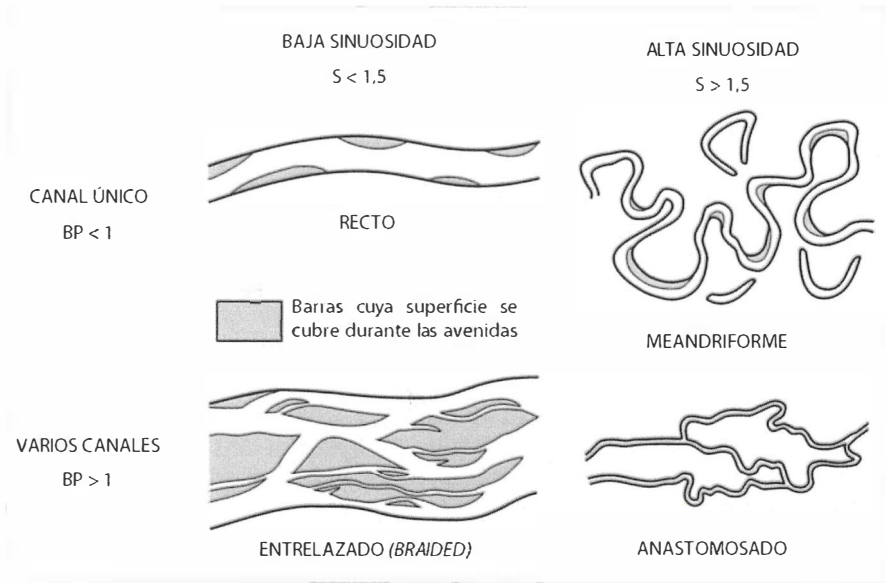
**Figura 8-1.** Sistema aluvial amazónico

Fuente: Fotografía publicada por la ONDS-PCM el 1de febrero de 2015<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> Oficina Nacional de Dialogo y Sostenibilidad de la Presidencia de Consejo de Ministros. Revisado el 28 de octubre de 2016. Disponible en: <http://www.pcm.gob.pe/etiqueta/oficina-nacional-de-dialogo-y-sostenibilidad/>.

### 8.5.2. Clasificación de los sistemas aluviales

179. Según Miall (1977) y Rust (1978), los cuatro tipos básicos de canales fluviales son: rectos, entrelazados, meandriformes y anastomosados (ver Figura 8-2). Los dos criterios utilizados en esta clasificación son también la sinuosidad y el índice de entrelazamiento (*braiding*).



**Figura 8-2.** Principales tipos de ríos modificado por Miall (1977)  
Fuente: Sedimentología. Alfredo Arche<sup>19</sup>.

180. Como se observa en la Figura 8-3 y de acuerdo a la clasificación indicada en la Figura 8-2, el río Pastaza es un sistema fluvial entrelazado de baja sinuosidad y varios canales.



**Figura 8-3.** Río Pastaza de tipo sistema aluvial entrelazado  
Fuente: Google Earth, 2016.<sup>20</sup>

<sup>19</sup>

Arche, A. (Ed). (2010). *Sedimentología: Del proceso físico a la cuenca sedimentaria*. Madrid: CSIC.

<sup>20</sup>

Fotografía revisado el 28 de octubre de 2016. Disponible en: [www.panoramio.com/photo/17586529](http://www.panoramio.com/photo/17586529).

181. En tanto, el río Corrientes y Tigre en la Figura 8-4 y Figura 8-5 respectivamente y de acuerdo a la clasificación indicada en la Figura 8-2, son ríos de tipo sistema fluvial meandriforme de alta sinuosidad y canal único formando en las zonas más playas convexas con porcentaje mayoritario de arena.



**Figura 8-4.** Río Corrientes de tipo sistema aluvial meandriforme

Fuente: Fotografía publicada por el Diario El Comercio el 8 de Septiembre 8 de 2013.<sup>21</sup>



**Figura 8-5.** Río Tigre de tipo sistema aluvial meandriforme

Fuente: Google Earth, 2016.<sup>22</sup>

<sup>21</sup> El Comercio. Revisado el 28 de octubre de 2016. Disponible en: <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/loreto-declaran-emergencia-ambiental-cuenca-rio-corrientes-noticia-1628475>.

<sup>22</sup> Fotografía revisado el 28 de octubre de 2016. Disponible en: [www.panoramio.com/photo/79594277](http://www.panoramio.com/photo/79594277).



### 8.5.3. Evaluación de resultados

#### 8.1.3.1. Agua superficial y sedimentos (pretratamiento y análisis multivariado)

##### 8.1.3.3.1. Pretratamiento de datos

182. Los análisis multivariados son sensibles a los valores atípicos y extremos, por lo que una transformación previa es necesaria que analiza el comportamiento inicial de las variables, esto es, detecta anomalías o errores en las distribuciones de cada uno de los parámetros y puntos de monitoreo (Ramis, 2001).

183. Por lo que la estimación de los valores por debajo de los límites de determinación y cuantificación, la prueba de la distribución normal, la transformación y el autoescalamiento debería tomarse en cuenta, un principio ignorado en muchos estudios ambientales (Su et. al., 2011).

#### a. Manejo de datos por debajo del límite de determinación y cuantificación

184. Los datos producidos de las evaluaciones ambientales pueden estar por debajo del límite de detección, determinación y cuantificación. Estos datos son generalmente descritos como no detectables más que valores ceros o ausentes, siendo desconocidos que se encuentra entre el valor límite y cero (EPA, 2006).

185. La condición más importante para llevar a cabo el análisis y pretratamiento de datos es que los datos producidos sean completos, debido a que una matriz incompleta de datos produce resultados inconclusos o erróneos siendo necesario eliminar o rellenar los espacios vacíos de algún modo (Ramis, 2001).

186. Eliminar los vacíos es una mala alternativa y procediendo de esa manera se desecha la información útil aportada por los datos disponibles en filas o columnas eliminadas (Ramis, 2001). La forma correcta es aplicar diversos criterios de reemplazo con valores; entre los cuales están:

- Relleno medio (media entre el valor límite y cero) y relleno al azar (valor al azar dentro del rango del valor del límite y cero) que atribuyen valores supuestos a los datos no disponibles, procurando distorsionar mínimamente las medias y varianzas de las variables y observaciones (Ramis, 2001).
- Reemplazar los valores menores al límite (LD) por cero, la mitad del valor límite (LD/2) y alternativamente igual al valor límite DL cuando la cantidad de puntos de monitoreos, cuyas concentraciones menores al límite, fueron aproximadamente menores al 15% (EPA, 2006).

#### b. Pruebas de normalidad

187. Antes de proceder a utilizar los análisis multivariados de cluster y factores, que se basan en la hipótesis de la distribución normal multivariado o distribución gaussiana de los datos de las variables de estudio (Render, 2002), se comprueba la normalidad de una distribución se efectúa a través de la estadística inferencial por medio de las diferentes pruebas de normalidad, entre las cuales podemos indicar los siguientes:



*[Handwritten signature in blue ink]*



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

- La prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S) aplica para contrastar la hipótesis nula ( $H_0$ ) de cualquier distribución empírica como la logarítmica (Shrestha & Kazama, 2007). En caso se contraste con los valores extremos se obtienen aplicando la corrección de significación propuesta por Lilliefors, por lo que este método no debería ser recomendado para las pruebas de normalidad (Ghasemi & Zahediasl, 2012).
- La prueba de Shapiro-Wilks se basa en la correlación entre los datos (valor de Wilk) y cuanto más cerca este el valor de wilk a 1, mayor será el grado de normalidad de la distribución. Esta prueba de normalidad es preferente con respecto a las demas pruebas y es mas fuerte que la prueba de Kolgomorov-Smirnov junto con Lilliefors (Statsoft, 2011).

188. Para ambas pruebas, con un nivel de confianza del 95% (p-valor de 0,05), la hipótesis nula ( $H_0$ ): "El conjunto de datos siguen una distribución normal" es aceptada si valor de  $p > 0,05$ , mientras la Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): "El conjunto de datos no siguen una distribución normal" es aceptada si el valor de  $p < 0,05$ .

189. La prueba de Shapiro-Wilks es, en términos generales, más conveniente en muestras pequeñas para un número de puntos de monitoreo menor a 50, mientras que el contraste de Kolmogorov- Smirnov es adecuado para muestras grandes (Molinero, 2003).

190. Otros análisis multivariados utilizados son: pruebas de Anderson– Darling, Cramer-von Mises, Anscombe-Glynn yJarque–Bera con 95% de nivel de confianza (Ghasemi & Zahediasl, 2012; Ismail et.al., 2016).

**c. Transformaciones de datos**

191. Los datos ambientales, en general, no siguen una distribución normal (Kannel et.al., 2007). Sin embargo, la métodos multivariados se basan en la distribución normal de los datos tal como el análisis de factores (Kannel et.al., 2007). La transgresión de la normalidad, tales como demasiada asimetría y la presencia de atípicos y extremos, puede cambiar en los resultados finales.

192. Los métodos de transformación (ver Tabla 8-6) se usan para transformar los datos iniciales en datos con una distribución específica, siendo las transformaciones logarítmicas ampliamente usada para normalizar los datos sesgados positivamente, el cual son encontrados generalmente en los datos ambientales (Kannel et.al., 2007).

Tabla 8-6. Métodos de transformaciones de datos

Método	Función
Logarítmica	Log(x) ó Ln(x)
Raíz cuadrada	$\sqrt{x}$
Arcoseno	$\text{sen}^{-1}(x)$
Recíproca	1/x
Potencia	$x^p$ ( $p > 0$ )
Box- Cox	$f(x)^*$

\*La función será descrita en la sección c del subcapítulo 9.3.3.1: Pretratamiento de datos.  
Fuente: Elaboración propia.



Handwritten signature and initials in blue ink

193. En tanto, la transformación de la raíz cuadrada se usa mayormente en datos de recuento, la transformación arcoseno está relacionada principalmente a los datos asignados a proporciones (porcentajes), la transformación recíproca se usa mayormente en datos de índices de registro (Gotelli & Ellison, 2004). Mientras, la transformación de potencia proporciona una mayor homogeneidad a las varianzas y preservando el orden de los valores iniciales (Mongay, 2005).
194. Sin embargo, los datos ambientales no siempre siguen la distribuciones indicadas anteriormente, en tales casos, una transformación de Box-Cox (caso especial de las transformaciones de potencia) es el método general y ampliamente usado para transformar los datos en modelos líneas, siendo uno de las transformaciones frecuentemente usadas para dichos casos (Škrbic´, B., 2010; Kannel et.al., 2007; Box & Cox, 1964), el cual permitirá que la mayoría de los parámetros tienda tanto como sea posible a la normalidad (Škrbic´, 2010; Filzmoser et.al., 2009)
195. Las transformaciones pueden ser necesarias para que los análisis posteriores sean desarrollados rápidamente, esto es, los datos transformados "adopten las asunciones" de los análisis y modelos de comportamiento generalmente lineal, razón por la que es usado muy frecuentemente en trabajos científicos tales como las evaluaciones de los análisis geoestadísticos y espaciales (Saby et.al., 2009).

**d. Autoescalado o transformación Z**

196. El autoescalado o transformación Z se refiere a la estandarización de los parámetros con tal que todas las variables contengan datos con media cero (centrado) y una varianza de uno (escalado) de este modo todas las variables tienen igual peso estadístico y neutraliza el efecto multidimensional y unidades diferentes de los parámetros (Pandey et.al., 2015).
197. Esta etapa es la parte más importante antes de aplicar el análisis de cluster (Kannel et.al., 2007) para evitar cualquier efecto de la escala de unidades de los parámetros en las mediciones correlaciones (1-r de pearson) así como también las medidas de distancias (euclidianas) para los puntos de monitoreo (Astel et.al., 2007).

**8.1.3.3.2. Análisis multivariado**

198. En los últimos 10 años, la aplicación de los diferentes métodos multivariados, tales como los análisis de cluster (AC), análisis de componentes principales (ACP), análisis de factores (AF) y análisis discriminante (AD) ha ayudado a identificar posibles fuentes de los parámetros que influyen en los sistemas hídricos, y han ofrecido una herramienta valiosa para la gestión adecuada de las fuentes de agua superficial y subterráneas (Chen et.al., 2016; Zhao et.al., 2015). Asimismo, esas técnicas han sido empleadas efectivamente para clasificar la calidad de agua y detectar semejanzas entre los puntos de monitoreo y parámetros en muchos estudios de investigación.
199. La aplicación de los citados análisis permite la identificación de patrones que se encuentran en los diferentes cuerpos de agua superficial (sistemas hídricos) y ofrece una herramienta valiosa para el manejo fiable de los resultados, siendo útil para verificar las variaciones espaciales y temporales causados por los factores antropogénicos y naturales; además de una solución rápida a los problemas de contaminación (Kannel et.al., 2007; Shrestha & Kazama, 2007).



**a. Análisis de clúster (AC)**

200. El análisis de clúster (AC) es una técnica de reconocimiento de patrones no supervisado cuyo propósito básico es agrupar los datos de acuerdo la semejanza de sus varias características (Möller & Einax, 2013); sin hacer una suposición previa de clasificación de las variables (parametros) y observaciones (puntos de monitoreo) (Shrestha, S., Kazama, F, 2007; Fan et.al., 2010; Machiwal & Jha, 2015).
201. El tipo de analisis de cluster es el tipo jerarquico (en ingles HCA), en la cual se forma secuencialmente los clusteres comenzando con las variables y observaciones mas semejantes, con grado de asociación fuerte, que permitan reunirlos en un solo cluster o grupo (Chabukdhara & Nema, 2012; Pereira, 2013).
202. El proceso continua hasta formar clusteres mas grandes con las variables y observaciones menos semejantes y los cuales son representados en un gráfico de dos dimensiones conocido como diagrama de arbol o dendrograma; en donde se visualiza el proceso de agrupamiento (Shrestha & Kazama, 2007; Anderson et.al., 2009; Machiwal & Jha, 2015; Wang et.al., 2013)<sup>23</sup>.
203. El resultado del dendrograma son agrupaciones de variables u observaciones con bastante semejanza o homogeneidad dentro del cluster y poca semejanza o heterogeneidad entre los clusteres de acuerdo algún criterio objetivo (Shrestha & Kazama, 2007; Boyacioglu H. & Boyacioglu H., 2008; Fan et.al., 2010; Wang et.al., 2013).
204. Cabe mencionar que cada cluster describe, en relación a los datos agrupados, la clase al cual cada variable u observación pertenece, y esta descripción puede ser abstraído a través del uso de términos generales o particulares (Kowalkowski et.al., 2006; Einax et al., 1997; Astel et.al., 2007).
205. Finalmente, el analisis de cluster, aparte de agrupar variables u observaciones de los datos originales, también puede agrupar valores como las puntuaciones (scores) obtenidas con el analisis de componentes principales (ACP) (Zhao, et. al., 2012).

**a.1. Medidas de semejanza entre los datos**

206. La idea fundamental en el análisis de clúster, para encontrar semejanzas en una matriz de datos entre las observaciones (puntos de monitoreo y variables (parámetros), es calcular sus medidas de semejanza (ver Tabla 8-7). Así, dos variables y observaciones son asignados a la misma categoría o clase si sus medidas de semejanza son pequeñas.

<sup>23</sup> El dendrograma visualiza los pasos de agrupamiento de los clústeres y la distancia entre las variables y observaciones reduciendo dramáticamente la dimensionalidad de los grupos de datos (Shrestha & Kazama, 2007; Fan et.al., 2010; Shafie et.al., 2014).

**Tabla 8-7. Medidas de semejanza entre variables y observaciones**

Medida de semejanza	Ecuación
Distancia Euclidiana	$d_{euclidiana}(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$ , $i, j = 1, \dots, n$
Distancia Euclidiana Cuadrática	$d_{euclidiana\ cuadrática}(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2$ , $i, j = 1, \dots, n$
Distancia City-Block (Manhattan)	$d_{City-Block}(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = d_{ij} = \sum_{k=1}^m  x_{ik} - x_{jk} $ , $i, j = 1, \dots, n$
Distancia de Minkowski (Poder)	$d_{Minkowski}(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = d_{ij} = \left( \sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^p \right)^{1/p}$ , $i, j = 1, \dots, n$
Distancia de correlación de Pearson	$d_{Pearson}(\bar{y}_i, \bar{y}_j) = d_{ij} = 1 -  r(\bar{y}_i, \bar{y}_j) $ , $i, j = 1, \dots, m$
Distancia de Mahalanobis	$d_{Mahalanobis}(\bar{x}_i, \bar{x}_A) = d_{iA} = [(\bar{x}_i - \bar{x}_A)^T C_A^{-1} (\bar{x}_i - \bar{x}_A)]^{1/2}$ , $i = 1, \dots, n$

$X_i$ : Vector de datos de la observación  $i$  (punto de monitoreo) y  $X_j$ : Vector de datos de la observación  $j$  (punto de monitoreo).

$Y_i$ : Vector de datos de la variable  $i$  (parámetro) y  $Y_j$ : Vector de datos de la variable  $j$  (parámetro).

$C_A^{-1}$ : Inversa de la matriz de covarianza de los vectores de las observaciones y vector centroide del grupo  $A$  ( $\bar{x}_A$ ).

Fuente: Elaboración propia.

207. Las medidas de semejanza más usadas por el análisis de cluster son la distancia euclidiana y distancia euclidiana cuadrática, el cual se deriva de la geometría analítica (ley de Pitágoras) (Einax et.al. 1997; Ramis Ramos, G., 2001).

208. La distancia euclidiana fueron considerados en diversos estudios (ver subcapítulo 9.3.3.2: Análisis Multivariado) y la distancia euclidiana cuadrática fue considerada en los estudios realizados por Astel et.al., 2007; Shrestha & Kazama, 2007; Möller & Einax, 2013.

209. En tanto, la medida de semejanza City-Block o Manhattan describe una distancia absoluta y puede ser fácilmente entendible, y la cual fue considerada en el estudio realizado por Kannel et.al., 2007.

210. La medida de semejanza de Minkowski es una generalización de las tres anteriores medidas, (ecuación con valores  $r$  y  $p$ ) y es usada mayormente en el reconocimiento de outliers (Einax et.al, 2007). Mientras, la distancia de Mahalanobis considera la distribución de las observaciones en ciertos grupos en el espacio de la variable, siendo autoescalado de los datos no es necesario en el cálculo de esta distancia (Otto, 2007; Brereton, 2003).

211. Finalmente, la distancia basada en el coeficiente de correlación de Pearson  $r$  (1- $r$  de Pearson) define una estructura de unión para la medida de semejanza entre cada par de variables (Einax et.al., 1997; Varmuza & Filzmoser, 2008).

### a.2. Medidas de agrupamiento de clusters

212. La información básica para la unión de los clusters es la medida de enlace entre los clusters. Se denota como  $d_i^{(a)}$  y  $d_i^{(b)}$  para  $i = 1, \dots, n$  a todas las distancias asignadas a los clusters  $a$  y  $b$ , con un número de individuos de cluster  $n_a$  y  $n_b$ , respectivamente. La medida de enlace entre los dos clusters  $a$  y  $b$  puede ser



Handwritten signatures and initials in blue ink.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

determinado por diferentes tipos de enlace (ver Tabla 8-8) (Einax et.al., 1997; Varmuza & Filzmoser, 2008).

**Tabla 8-8.** Métodos de agrupamiento de los clústeres

Método de agrupamiento	Tipo de enlace	Resultado
Promedio	Promedio $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)} $	Dendograma con clústeres moderados
Mínimo (vecinos mas cercano)	Mínimo $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)} $	Dendograma con pocos clústeres grandes
Máximo (vecinos mas lejanos)	Máximo $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)} $	Dendograma con muchos clústeres pequeños
Método de Centroide	Centroide $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)} $	Dendograma con tamaño de clústers dependiente del número de muestras
Método de Ward	Centroide $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)}  * \frac{\sqrt{2 * n_a * n_b}}{\sqrt{n_a + n_b}}$	Dendograma con la mejor estructura de clústeres

$n_a$ : número de variables u observaciones asignados al cluster a.

$n_b$ : número de variables u observaciones asignados al cluster b.

$||$ : Valor absoluto de la diferencia entre los valores del cluster a y b.

Fuente: Elaboración propia.



213. El enlace promedio, el cual calcula la distancia de enlace promedio (ponderada o no ponderada) de cada par de distancia de los clústeres a y b. El enlace máximo, el cual define la distancia de enlace entre los dos clústeres a y b como la máxima distancia de cada par de medidas de semejanza pertenecientes a cada clúster. El enlace mínimo define la distancia de enlace entre los dos clústeres a y b como la mínima distancia entre cada par de distancias pertenecientes a cada clúster.



214. El método de centroide es casi similar al enlace promedio y calcula el centro de gravedad de cada par de distancias entre los clústeres a y b. Esto, sin embargo, no conduce estrictamente a que la distancia se incremente dentro de los procedimientos de agrupación (Varmuza & Filzmoser, 2008).

215. Debido a que el análisis de clúster es una técnica de reconocimiento de patrones no supervisado, es necesario obtener resultados que puedan ser fácilmente interpretables.

216. Para ello, dentro de los métodos de agrupamiento indicados en la Tabla 8-8, el método de Ward obtiene resultados que son más fáciles de interpretar (Einax et al., 1997), produciendo clusteres estables y bien estructurados sobre otros rangos amplios de otros métodos de semejanza (Einax et al., 1997; Gielar et.al., 2012).

### a.3. Distancias de agrupamiento de los clusteres

217. El proceso de unificación de los clústeres de las variables u observaciones es representado gráficamente por un dendograma, en donde el eje "x" representa las variables u observaciones. Mientras, el eje "y" representa la distancia de enlace expresado como  $Dlink/Dmax$ , el cual representa el cociente entre la distancia de enlace de un caso particular dividido por la distancia máxima de enlace (Singh et.al., 2004; Shrestha & Kazama, 2007; Chen et.al., 2016).

218. El cociente es luego multiplicado por 100 ( $Dlink/Dmax * 100$ ) como una manera de estandarizar la distancia de enlace representado en el eje y (Shrestha & Kazama,

2007; Chen et.al., 2016). De esta manera, el dendrograma visualiza a todos las variables y observaciones agrupadas, los pasos de agrupamiento de los clústeres y la distancia entre ellos.

219. Dentro del dendrograma, la agrupación de los clústeres es irreversible, en el sentido de que los individuos o clústeres que son unidos en un clúster mayor no pueden ser separados luego, y de esa manera cualquier error de agrupamiento inicial no podrá ser corregido en etapas posteriores (Render, A., 2002).
220. Por consiguiente, determinar los clústeres en el dendrograma se realiza por medio del corte del eje "y" a un cierto valor de la distancia de enlace ( $Dlink/Dmax*100$ ). Este valor es variable en relación a los diferentes investigaciones realizadas, así tenemos:

- Índice de Sneath con valor igual a  $1/3 DMax$  ( $Dlink/Dmax*100 = 33,33$ ) y  $2/3 Dmax$  ( $Dlink/Dmax*100 = 66,67$ ) considerados por Astel et al., 2007; Cienszynska et.al., 2012; Wang et.al., 2013.
- $Dlink/Dmax*100 < 25$  por Gazzaz et.al., 2012; Zou et.al., 2007,  $Dlink/Dmax*100 < 35$  por Zou et.al., 2007,  $(Dlink / Dmax) \times 100 < 40$  por Ismail et.al., 2016,  $Dlink/Dmax \times 100 < 75$  por Machiwal & Jha, 2015, y las distancias  $(Dlink/Dmax) \times 100 < 20$  y  $(Dlink/Dmax) \times 100 < 16$  considerados por Chen et.al., 2016.

#### b. Análisis de factor (AF)

221. El análisis de factor (AF) es un método que tiene características comunes con el análisis de componentes principales (ACP)<sup>24</sup>, que determina estructuras independientes de variables (parámetros) no correlacionados llamado factores (Gazzaz et.al., 2012; Wang et.al., 2015) basadas en las correlaciones lineales de los datos (Wang et.al., 2015). Estos factores tienen influencias de cada una de estas estructuras sobre las observaciones (puntos de monitoreo) (Hardle, W., Simar, L., 2003).
222. El AF ayuda a entender la estructura de los datos en términos de los citados factores que no se mide directamente y refleja la interacción de muchas variables (parámetros) individuales (Pinto & Maheshwari, 2011). Adicionalmente, el AF es muy sensible a los datos que no siguen una distribución normal característicos de diversos datos ambientales como la geoquímica (Reimann et al., 2002).

#### b.1. Métodos de extracción

223. El análisis de factor se basa en los métodos de extracción por análisis de componentes principales (ACP) y el análisis por factores principales (AFP), el cual no extrae toda la varianza (información) de las variables. Dentro de los análisis de factores principales, se encuentran la estimación por máxima verosimilitud (MLE) y el análisis de las comunalidades =  $R^2$ .

<sup>24</sup> El ACP se basa en las correlaciones entre los parámetros para desarrollar a partir de estas correlaciones un grupo pequeño de variables no observables llamadas componentes principales (CP) (Brereton, R., 2003). Estos componentes principales, combinaciones lineales de los parámetros (Simeonov, et.a, 2003), son los ejes ortogonales principales en el nuevo espacio reducido con la máxima interpretación de los resultados (Shrestha, Kazama, 2007).



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

224. El análisis de comunalidades<sup>25</sup> =  $R^2$  se basa en la correlación múltiple cuadrática ( $R^2$ ), donde las comunidades estarán ubicadas en la diagonal de la matriz de correlación múltiple reducida, calculada a partir de la diferencia entre el  $R^2$  y la matriz de varianzas y covarianzas que no puede ser explicada por los factores comunes. Esta técnica es un método estándar para estimar las comunalidades por el AFP (Statsoft, 2011).
225. En tanto, el MLE usa un procedimiento de optimización estadística simplificada para extraer los factores, el cual requiere no solamente una distribución normal para todas las variables sino también una distribución normal multivariada (Reimann et al., 2002).
226. En ambas extracciones, se determina el eigenvalor como una medida de la significancia del factor, siendo considerados los factores extraídos más significativos con eigenvalores mayores a 1 conocido como el "criterio de Kaiser" (Shrestha & Kazama, 2007; Wang et al., 2015).
227. Cabe mencionar que existen otros métodos de extracción de factores en donde se estiman las comunidades mediante el AFP, tales como: Residuales mínimos (MINRES), método del centroide y el método de ejes principales (Statsoft, 2011).

## b.2. Métodos de rotación de cargas de los factores

228. Existen varios métodos de rotación de los factores<sup>26</sup> luego de su extracción. Estos métodos pueden ser clasificados como rotaciones ortogonales, donde los factores permanecen no correlacionados unos con otros y las rotaciones oblicuas, donde los factores están intercorrelacionados (Mostert, 2010).
229. Las rotaciones oblicuas no se utilizan para calcular estructuras o agrupaciones entre las variables debido a que las relaciones entre los factores pueden llevar a confundir los resultados puesto que tales rotaciones a menudo son difíciles de interpretar (Statsoft, 2011). No obstante, estas rotaciones pueden producir factores más fácilmente interpretables en los casos donde los factores no pueden ser independientes (Mostert, 2010).
230. En tanto, las rotaciones ortogonales son más fáciles de interpretar los factores generados en relación al agrupamiento de las variables. Los métodos típicos para la extracción ortogonal son: varimax, biquartimax, quartimax y equamax (mezcla de quartimax y varimax) y sus respectivas formas normalizadas (división por la raíz cuadrada de sus respectivas comunalidades) (Statsoft, 2011).
231. La rotación varimax, método más usado, permite incrementar la participación de los parámetros con la más alta contribución (maximiza los valores de las cargas más altas de los parámetros) y a la vez reduce las variables con una menor contribución (minimiza los valores de las cargas más bajas de los parámetros) de

<sup>25</sup> La Comunalidad es la proporción de la varianza de cada variable que tiene en común con las otras variables (varianza explicada por los factores comunes). La proporción de la varianza es única para cada variable y es la varianza total menos la comunalidad (Statsoft, 2011).

<sup>26</sup> La rotación permite obtener una matriz de cargas (loadings) óptimas de los factores a través de la rotación de los ejes de los factores; esto es, transformar los factores comunes abstractos en factores interpretables, el cual ayuda que la interpretación de las cargas de los factores sea más fácil.



Handwritten signature and initials in blue ink.



cada factor (Tabachnick, B.G., Fidell, L.S., 2006). Los factores rotados mediante la rotación varimax a menudo se conocen como varfactores.

### b.3. Cargas (loadings) y puntuaciones (scores) de los factores

232. Los factores extraídos y rotados generan nuevos valores para variables (parámetros) conocido como cargas (loadings) y observaciones (puntos de monitoreo) conocido como puntuaciones (scores).

#### Cargas

233. Las cargas de los factores son utilizados en la evaluación de la relación entre las variables (parámetros) y los factores extraídos (Gazzaz et.al., 2012).

234. Cada factor usualmente agrupa las variables estudiadas de acuerdo a características comunes y pueden incluir variables ocultas, hipotéticas y no observables (Kannel et.al., 2007). Las cargas son clasificados de acuerdo a lo siguientes:

- Fuerte con valores  $>0,75$ , moderada con valores de  $0,75$  a  $0,50$  y debil con valores de  $0,50$  a  $0,30$  por Shrestha & Kazama, 2007; Huang et.al., 2010; Wang et.al., 2013; Song M et.al., 2014; Shafie et.al., 2014; Fitzpatrick et.al., 2007.
- Fuerte con valores  $>0,6$  y moderado con valores de  $0,6$  a  $0,4$  por Gazzaz et.al., 2012 y fuerte con valores  $> 0,7$  por Möller & Einax, 2013.

#### Puntuaciones

235. Las puntuaciones de los factores mide la prevalencia de un factor sobre cada punto de monitoreo en relación a todos los puntos (cesar et.al., 2014), por lo que los puntos de monitoreo con los mas altas puntuaciones tiene mayor influencia con el factor correspondiente (Möller & Einax, 2013; Wang et.al., 2015), pudiendo representarse espacialmente para determinar áreas con las mayores puntuaciones (Wang et.al., 2015).

236. La representación de las puntuaciones con los puntos de monitoreo permite identificar fuentes antropogenicas o naturales en los componentes ambientales en los sistemas acuaticos (Shrestha & Kazama, 2007; Kowalkowski et.al., 2006; Möller & Einax, 2013). Altas puntuaciones corresponden a una fuerte influencia de los factores sobre los puntos de monitoreo (Kowalkowski et.al., 2006; Shrestha & Kazama, 2007 y Gielar et.al., 2012).

#### 8.1.3.3.3. Diagrama de cajas y bigotes

237. El diagrama de cajas y bigotes representa los valores minimos, maximo y la mediana o media, identificando los valores extremos y atípicos (outliers) (ver Figura 8-6).

238. Este diagrama muestra el sesgo (medida de la asimetría o skewness) y la curtosis (medida de "punta" o "achatamiento" o tailedness) con referencia a una distribución normal o gaussiana (Cienszynska et.al., 2012).



*[Handwritten signature in blue ink]*

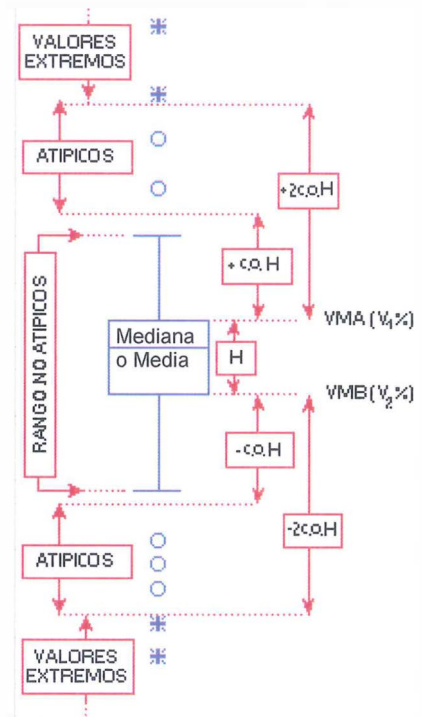


Figura 8-6. Diagrama de Cajas y bigotes modificado de Statsoft, 2011.

239. Dentro de los criterios a diseñar el diagrama de cajas y bigotes se considero a la mediana en vez de la media puesto que la mediana no depende de los valores extremos y atípicos y por lo tanto caracterizar mejor los datos ambientales (Cienszynska et.al., 2012).
240. Además, se consideró el uso del coeficiente del valor outlier o atípico (c.o) que visualizara los valores atípicos y extremos y los porcentajes límites (%) de las cajas o percentiles  $V_1$  y  $V_2$ <sup>27</sup> que determina el valor más alto (VMA) y más bajo (VMB).

#### 8.1.3.3.4. Programa Surfer

241. El surfer es un buen programa procesador bidimensional y tridimensional de interpolación de datos, en modo raster o imagen, se utiliza ampliamente para el modelamiento 3D del terreno, modelamiento batimétrico, la visualización del paisaje, análisis de superficies, cartografía de curvas de nivel, la cartografía de superficie 3D, grillado, la volumetría, y mucho más (Zheng et. al, 2010).
242. Cuando usas el programa surfer para trazar curvas de nivel necesitas introducir 3 tipos de archivos de datos: datos de los niveles, las coordenadas de los límites de la figura y la base del archivo del mapa. El proceso principal de trazado puede ser subdividido en importación de datos, grillado, blanqueado y superposición de los mapas. En este proceso los atributos de los parámetros del mapa de contornos,

<sup>27</sup> Los valores percentiles de  $V_1$  y  $V_2$  son denominados primer y tercer cuartil cuando los valores son 25% y 75% respectivamente. Cabe indicar que el percentil  $V_2$  esta poscionando a un 50% (valor de la mediana o media).

los signos, la coloración y el sistema de coordenadas pueden ser trabajados por separado (Peña J., 2008).

243. El programa Surfer permite representar mapas de concentraciones en los sistemas evaluados. Para ello, a cada punto de muestreo, definido por sus coordenadas de posición (x, y), se le asocia la concentración experimental del parámetro evaluado "z". Con las coordenadas citadas (x, y, z) el programa realiza las interpolaciones necesarias hasta obtener un mapa de isolíneas de concentración que permite visualizar la situación ambiental. A partir de los mapas se puede obtener concentraciones medias, de toda el área o por zonas, y distribuciones superficiales de concentraciones de los parámetros (Baeza et. al, 2001).
244. Las curvas de nivel son una designación general de una serie equivalente de líneas distribuidas en un mapa. Es una herramienta comúnmente utilizada para analizar características espaciales de elementos físicamente cuantificables. Puede ser usado para captar las características de la variación especial de los objetivos de la investigación. Las curvas de nivel son ampliamente utilizadas en geografía, hidrología, meteorología y otros campos de la ingeniería de la construcción. En los últimos años el programa surfer se ha vuelto atractivo debido a que es fácil de usar y rápido en velocidad (Zheng et. al, 2010).

#### 9.3.3.1. Método de extracción secuencial por Tessier

245. El sedimento funciona como un depurador natural, siendo esta la capacidad de retener metales a través de procesos físicos de difusión, advección y turbulencia; como, de procesos químicos de adsorción-desorción, precipitación, complejación y procesos biológicos de bioacumulación (Mauro, 2014), condicionado principalmente por algunos factores como el pH, materia orgánica, minerales de arcillas, carbonatos, etc.
246. Kabata-Pendias (2011) señala que según como se encuentre el metal retenido en el suelo o sedimento, así será su disponibilidad relativa para las plantas y por tanto la incorporación a los organismos vivos. Esta variabilidad de retención del contaminante en sedimento es posiblemente resultado de las de las propiedades de los metales y de la competición entre la adsorción de sedimento y la capacidad de complejación (Suárez, 2011).
247. Por lo antes mencionado, para poder evaluar los análisis de la disponibilidad en la plantas y los organismos vivos (biodisponibilidad), se considera el procedimiento de extracción secuencial para la especiación de metales trazas particulares realizados por Andres Tessier y colaboradores (Tessier, 1979), el cual han sido desarrollados para la especiación de ocho metales (cadmio, cobalto, cobre, níquel, plomo, zinc, hierro y manganeso) involucrado en las siguientes fracciones:

- **Fracción 1:** Metales ligados a los sedimentos por efectos de los procesos de sorción – desorción que influyen en la adsorción de los metales y la composición iónica en el agua en los constituyentes mayores de los sedimentos (arcillas, oxidos hidratados de manganeso y hierro y acidos húmicos).



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

- **Fracción 2:** Metales asociados con los carbonatos de los sedimentos que son susceptibles a los cambios de pH.
- **Fracción 3:** Metales enlazados a los óxidos de hierro y manganeso, los cuales son excelentes rastreadores de metales y termodinámicamente inestables bajo condiciones anoxicas (bajo potencial redox).
- **Fracción 4:** Metales enlazados a la materia orgánica: organismos vivos, detrito, cubiertos en las partículas minerales, etc, bajo las propiedades de complejación y peptización (ácidos húmicos y fúlvicos). La liberación de metales trazas solubles en el agua se lleva a cabo bajo condiciones oxidantes naturales, en el cual la materia orgánica puede ser degradada.
- **Fracción 5:** Metales contenidos en los minerales secundarios y primarios, los cuales los enlazan a su estructura cristalina. No se espera la liberación de estos metales sobre un tiempo razonable bajo condiciones normales en la naturaleza.

248. La metodología de especiación secuencial química propuesta por Tessier (1979), se basa en un intento de reproducir las condiciones fisicoquímicas sobre matrices ambientales, considerando cinco fases que definen asociaciones de los metales pesados a los diversos constituyentes del suelo con distintas energías de enlace; dicho método se aplica de forma secuencial sobre la misma porción de muestra. El esquema de Tessier, consiste en la aplicación de extractantes selectivos en una secuencia, para determinar las formas de la solubilidad decreciente de los elementos metálicos (Fernandez, 2011).

249. El uso de extracciones secuenciales, proporciona información detallada sobre el origen, el modo de ocurrencia, la disponibilidad biológica y físico-química, la movilización y transporte de metales traza (Tessier, 1979).

250. De estas cinco fracciones o extracciones, únicamente están realmente biodisponibles las extracciones 1 y 2, y la concentración total de los metales en el sedimento nos reflejan los niveles de biodisponibilidad (Suárez, 2011).

#### 8.1.3.2. Hidrobiología

##### 8.1.3.3.1. Las comunidades hidrobiológicas

251. Las comunidades hidrobiológicas tanto en ambientes lenticos (lagos, lagunas, embalse, estanques, etc.) como loticos (ríos, quebradas y arroyos) están conformadas por diversos organismos, relacionados entre sí y con el ecosistema acuático. Todas se caracterizan por su compleja composición, organización biótica, estrecha relación con el medio físico acuático del cual son dependientes. Estas comunidades según sus roles en el ecosistema son clasificados como productores (fitoplancton, algas filamentosas), consumidores primarios, secundarios y terciarios (zooplancton, zoobentos y peces) y los descomponedores (bacterias, hongos y algunos organismos del zoobentos) (UNMSN-MHN, 2014).

252. Algunas de estas comunidades como el plancton presenta un mejor desarrollo y representatividad en ecosistemas de aguas lénticas mientras que las comunidades del perifiton, bentos (macroinvertebrados) y la mayoría del necton



*[Handwritten signature]*



(peces) se encuentran mejor representadas en ecosistemas de aguas lóaticas (UNMSN-MHN, 2014).

253. Muchos de los organismos dentro de estas comunidades son utilizados como indicadores biológicos, siendo su presencia (o ausencia) y frecuencia signos de calidad del medio; por lo que su estado de conservación, diversidad y algunos aspectos ecológicos son considerados como indicadores de perturbación en lo que concierne a la calidad de hábitats acuáticos (Armitage et al., 1983; Hilsenhoff, 1988; Roldán, 2003; Mafla, 2005; Vázquez et al., 2006; Acosta et al., 2009).
254. Es necesario por ello que los inventarios de recursos hídricos para ser más completos cuenten con el conocimiento de los componentes biológicos que se desarrollan en ellos, como son las comunidades hidrobiológicas. De esta manera, tendrían mayor respaldo para dictar medidas de conservación de aquellos ecosistemas que muestren deterioro o pérdida de diversidad de componentes bióticos y calidad hídrica.

#### 8.1.3.3.2. Diversidad alfa

255. La diversidad alfa está relacionada al número de especies de un grupo indicador que se encuentra en un determinado punto o área que puede variar mucho de un lugar a otro, aún dentro de un mismo tipo de comunidad y en un mismo ecosistema (Halffter & Moreno, 2005).

#### 8.1.3.3.3. Números de Hill (diversidad verdadera)

256. Los índices de diversidad verdadera son modificaciones de los índices comunes de Shannon ( $H'$ ) y Simpson ( $D$ ) con la finalidad de ajustar la sensibilidad para determinar el comportamiento de la diversidad (Moreno et al., 2011). Es en base a esta modificación que se empezó a hacer uso el término números efectivos de especies, que son las unidades de medición de la diversidad verdadera (Moreno et al., 2011). De ese modo, los datos obtenidos de las comunidades hidrobiológicas se analizan con números efectivos de especies (Hill, 1973; Jost, 2006).

#### 8.1.3.3.4. Diversidad beta

257. La diversidad beta es el marco conceptual del estudio de las similitudes y las diferencias entre comunidades bióticas y permite cuantificar la diferenciación taxonómica entre ellas (Moreno y Halffter, 2001).

#### 8.1.3.3.5. Índice de similitud de Bray Curtis

258. El índice de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957) es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pielou, 1984). Brower y Zar (1984) la consideran como una medida de la diferencia entre las abundancias relativas de cada especie presente. Toma valores entre 0 (ninguna especie en común) y 1 (muestras idénticas) y es uno de los mejores índices de similitud de acuerdo a Washington (1984).



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

#### 8.1.3.3.6. Análisis de conglomerados

259. Los análisis de conglomerados (o análisis Cluster) permiten la evaluación numérica de similitud entre unidades particulares y los agrupamientos de estas unidades (Crisci y López, 1983), en otras palabras, permiten identificar dentro de conjuntos mayores, grupos asociados por su grado de similitud. En este informe se ha elegido como base una matriz de similitud generada mediante el índice de similitud de Bray-Curtis y como criterio de amalgamamiento la unión de pares de promedio (Sokal y Michener, 1958) o UPGMA (por sus siglas en inglés) (Sokal y Sneath, 1973), cuya representación gráfica es un dendograma.

#### 8.1.3.3. Fauna silvestre

##### 8.1.3.4.1. Transecto lineal

260. El transecto lineal es una banda de muestreo sobre la que se toman los datos definidos previamente. Este método de inventario ha sido utilizado para la estimación de la abundancia de especies de flora o fauna (MARSHALL et al., 2000).

##### 8.1.3.4.2. Transectos de ancho fijo o fajas

261. En los transectos de ancho fijo se registran todos los animales observados a lo largo del sendero o transecto de inventario con un ancho predeterminado, a modo de faja. La toma de datos y la longitud del transecto sigue las recomendaciones inicialmente establecidas.

262. El ancho de la faja debe determinarse según la visibilidad transversal, es decir, la distancia a la cual se estimase tiene una probabilidad de 100 % de detección de un individuo; pudiendo ser hasta 100 m a cada lado del transecto como máximo en ambientes abiertos. Este método se aplica para la determinación de la densidad de individuos de mamíferos medianos y grandes (MINAN 2015).

#### 8.1.3.4. Flora silvestre

##### 8.1.3.5.1. Composición florística y diversidad arbórea

263. Composición florística: tratándose de una comunidad vegetal, se refiere al detalle de las distintas estirpes que la constituyen. La composición florística de la cubierta vegetal varía de unos lugares a otros, en relación con las diferencias que se dan en condiciones ecológicas, geográfico-históricas, etc. que rigen la distribución de las plantas.

264. Mientras, la riqueza y diversidad de especies se diferencia en que la riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en una determinada área; mientras que la diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies, como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar.



Handwritten signature in blue ink.

#### 8.1.3.5.2. Índice de diversidad Alfa Fisher

265. Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia) tal como señalan (Moreno C. E. 2001) y (Gastón, K. J. 1996). Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (por ejemplo, diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.).
266. La diversidad arbórea en las parcelas fue determinada utilizando el índice de diversidad Alfa Fisher (Fisher, R.A., *et al.* 1943). Este índice caracteriza las comunidades vegetales que contienen pocas especies que son abundantes y muchas que son escasas, además valoriza la diversidad independientemente del área y del tamaño de la muestra (Krebs, C. J., 1989). Dicho índice evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y de especies, de modo que cuanto más diversa sea un área, mayor será el valor resultante.

#### 8.1.3.5.3. Índice de valor de importancia (I.V.I)

267. La comparación de la composición florística de las parcelas se realizó mediante el análisis del índice de valor de importancia (I.V.I). Este índice revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal (Mostacedo & Fredericksen 2000).

#### 8.1.3.5.4. Biomasa y captura de carbono

268. La biomasa aérea se estimó para todas las especies arbóreas en función al diámetro (D), densidad específica de madera ( $\rho$ ) y a su altura (H), como únicas variables predictoras. De forma adicional, se determinó la captura de carbono para cada especie arbórea en cada una de las parcelas estudiadas.

#### 8.1.3.5.5. Análisis multivariado

269. El análisis multivariado (AM) es la parte de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos. Las variables observables son homogéneas y correlacionadas, sin que alguna predomine sobre las demás. La información estadística en el análisis multivariado es de carácter multidimensional, por lo tanto, la geometría, el cálculo matricial y las distribuciones multivariantes juegan un papel fundamental (Cuadras, M C. 2014).

##### a. Análisis de correspondencia

270. El Análisis de correspondencia, un tipo de análisis multivariado, es una técnica que nos permite representar las categorías de dos o más variables cualitativas en un espacio de pequeñas dimensiones, donde se busca resumir la información aportada por las variables cuantitativas. Los resultados de este análisis son presentados gráficamente sobre ejes de coordenadas, lo cual aporta una gran ayuda a la interpretación de los resultados de similitud (De la Fuente, S. 2011).



Handwritten signature in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## b. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

271. Adicionalmente, usando el programa estadístico de libre acceso R (R Core Team 2013), se realizó el análisis de NMDS (Escalamiento multidimensional no métrico)<sup>28</sup>. Este análisis multivariante de interdependencia trata de representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de objetos, en este caso: las especies registradas en las parcelas y las variables calculadas para cada especie determinada en las parcelas (grado de afectación de los suelos y biomasa).

## 9. METODOLOGÍA

272. La metodología para el desarrollo de la evaluación ambiental consiste en tres etapas: precampo, campo y análisis de datos.

### 9.1. Etapa precampo

273. El trabajo de precampo incluyó el análisis y sistematización de la información relevante relacionada a los objetivos del presente estudio como los sitios de derrame de petróleo, así como información sobre los cuerpos de agua afectados y su alcance en cuerpos de aguas receptores y la ubicación de los suelos. De esta forma se propusieron una serie de puntos de monitoreo a lo largo de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre del Lote 192, y se elaboró el plan de trabajo

274. Por otro lado, se recopiló información registrada en los Informes de Monitoreos de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito del Lote 192, anteriormente realizados por el OEFA y otras Entidades del Estado como la Autoridad Nacional del Agua (ANA); así como información sobre la coyuntura social, por ser este Lote un área de conflictos socioambientales latentes, nuevos y reactivados<sup>29</sup>.

275. Asimismo, en esta etapa se desarrollaron los documentos de apoyo tales como requerimiento de análisis de muestras hidrobiológicas, viáticos, camionetas, materiales, equipos de campo y coordinaciones, elaboración de cronograma de actividades y plan de trabajo entre otros, para el monitoreo de los componentes ambientales.

### 9.2. Etapa de campo

276. La Coordinación de Evaluaciones Ambientales Integrales (CEAI) de la Dirección de Evaluación (DE), unidad orgánica del OEFA, evaluó los siguientes componentes: agua superficial, sedimento, hidrobiología, flora y fauna.

277. La evaluación materia del presente informe fue realizada por el equipo técnico profesional especificado para cada componente según el orden cronológico de las evaluaciones:

<sup>28</sup> El NMDS es un método de ordenación adecuado para datos que no son normales o que están en una escala discontinua o arbitraria. Una ventaja del NMDS frente a otras técnicas de ordenación es que, al estar basada en rangos de distancias, tiende a linealizar la relación entre las distancias ambientales y las distancias biológicas.

<sup>29</sup> Reporte Mensual de Conflictos Sociales N°. 151 de la Defensoría del Pueblo publicado en setiembre de 2016, <http://www.defensoria.gob.pe/conflictos-sociales/home.php>, revisado al 22 de octubre de 2016.



Handwritten signature and initials in blue ink.





"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

278. En marzo de 2016 se efectuó la primera evaluación de la calidad del agua, sedimentos e hidrobiología en los ríos, quebradas y cochas de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre del ámbito del Lote 192, en que participaron los profesionales especificados en la Tabla 9-1.

**Tabla 9-1.** Equipo técnico participante de la primera evaluación

Evaluador	Especialidad	OEFA
Cesar Espiritu Limay	Químico	Dirección de Evaluación
Carlos Llanos Vásquez	Biólogo	
Kilmenia Luna Campos	Biólogo	
Luis Alberto Villasana Virgúez	Ing. Químico	
Larry Delange Santa Gadea	Ing. Ambiental	
Carlos Quispe Huamán	Biólogo	

Fuente: Elaboración propia.

279. En mayo de 2016 se efectuó la evaluación de flora y fauna silvestre en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito del Lote 192, en la cual participaron los profesionales especificados en la Tabla 9-2.

**Tabla 9-2.** Equipo técnico participante de la segunda evaluación

Evaluador	Especialidad	OEFA
Victor Chama Moscoso	Biólogo	Dirección de Evaluación
Mario Escobedo Torres	Biólogo	
Walter Flores Casanova	Ing. Forestal	

Fuente: Elaboración propia.

280. En junio de 2016 se efectuó la evaluación de agua, sedimentos, hidrobiología y fauna en los cuerpos lénticos (cochas) de las cuencas Medio Pastaza y Corrientes en el ámbito del Lote 192, en la cual participaron los profesionales especificados en la Tabla 9-3.

**Tabla 9-3.** Equipo técnico participante de la tercera evaluación

Evaluador	Especialidad	OEFA
Cesar Espiritu Limay	Químico	Dirección de Evaluación
Carlos Llanos Vásquez	Biólogo	
Jorge Álvarez Tejada	Biólogo	
Jessica Espino Ciudad	Biólogo	
José Huamaní Buitrón	Ing. Químico	
Caleb Pérez Quispe	Ing. Agrónomo	
Mario Escobedo Torres	Biólogo	

Fuente: Elaboración propia.

### 9.2.1. Calidad de agua

281. La metodología aplicada para el monitoreo de agua superficial se enmarcó en los procedimientos establecidos en el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", aprobado con Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA del 11 de enero de 2016. El mencionado protocolo estandariza los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos (continentales y marino-costeros), considerando diferentes aspectos: el diseño de las redes de puntos de muestreo, la medición de parámetros de campo, la recolección, preservación, almacenamiento y transporte



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del personal durante el desarrollo del monitoreo, entre otros.

282. Para el presente monitoreo, se tomaron en consideración específicamente aquellos lineamientos estipulados en el Capítulo 6 "Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales", que establece los criterios generales para el desarrollo del monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.
283. Los equipos utilizados durante el trabajo de monitoreo de calidad de agua superficial se indican en la Tabla 9-4. Cabe señalar que la recolección de muestras de aguas fue a nivel superficial de los ríos, quebradas y cochas evaluados con el brazo extensor.

**Tabla 9-4.** Equipos utilizados en el monitoreo de calidad de agua superficial

Equipo	Marca	Modelo	Componente	Utilidad
Brazo muestreador o extensor	--	--	Dos extensores (varillas), una canastilla y dos fijadores tipo cuello de botella. Todo echo de acero inoxidable	Toma de muestra directa del agua superficial de los ríos y canales
Bomba de vacío	--	H003-A	Bomba de succión, mangueras y kitasato.	Filtración del agua superficial mediante filtros de celulosa de 0,45 micras de porosidad
GPS	GARMIN	MONTANA 650	Memoria externa de 4GB, baterías recargables, cargador, cables USB y mosquetón de aluminio	Ubicación de los puntos de muestreo indicados en el plan
Cámara fotográfica	CANON	D30	Cargador y memoria de 32GB.	Toma de fotos de los diversos componentes ambientales evaluados y entorno del punto de muestreo

Fuente: Elaboración propia.

284. En los puntos de muestreo (ver Tablas 7-1 al 7-5), se realizaron las mediciones de parámetros de campo: temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto, los cuales fueron registrados usando el equipo multiparamétrico HQ40d en la evaluación de marzo y junio de 2016.
285. Los equipos multiparamétricos antes mencionados fueron previamente calibrados en un laboratorio de calibración acreditado por el INACAL, siendo las características las que se muestran en las Tablas 9-5 y 9-6 respectivamente; con certificados de calibración correspondientes (ver Anexo J).

**Tabla 9-5.** Características de los equipos usados en la primera evaluación de campo para la calidad de agua superficial

Equipo	Parámetros de medición	Unidad	Rango o límite de lectura	Fecha de calibración
Multiparámetro HQ40d	Temperatura	°C	0 a 60	17 de junio de 2015
	pH	Unidades de pH	0 a 14	
	Conductividad	mS/cm	0 a 200	
	Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	0 a 20	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9-6.** Características de los equipos usados en la segunda evaluación de campo para la Calidad de Agua Superficial

Equipo	Parámetros	Unidad	Rango o límite de lectura	Fecha de calibración
<b>Multiparámetro HQ40d</b>	Temperatura	°C	0 a 60	26 de abril de 2016
	pH	Unidades de pH	0 a 14	
	Conductividad	mS/cm	0 a 200	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	0 a 20	
<b>Multiparámetro HQ40d</b>	Temperatura	°C	0 a 60	10 de marzo de 2016
	pH	Unidades de pH	0 a 14	
	Conductividad	mS/cm	0 a 200	
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	0 a 20	

Fuente: Elaboración propia.

286. Para los análisis de los parámetros físico-químicos (cloruros, sólidos suspendidos totales y alcalinidad) e inorgánicos (metales totales y disueltos), las muestras fueron colectados en envases de plásticos de 500 ml., siendo preservados en campo con ácido nítrico para los metales totales y disueltos (este último parámetro, luego de la filtración).

287. Mientras, las botellas destinadas a la colecta de muestras para análisis de metales totales y disueltos recibieron un lavado especial para eliminar trazas que pudieron haberse generado en la fabricación de las mismas, siendo luego preservados con ácido nítrico para su análisis posterior en el laboratorio.

288. En tanto, el parámetro orgánico de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) fue colectado en envases de vidrio ámbar. Cabe indicar que las muestras de agua para el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) se tomaron de la superficie del cuerpo de agua en sentido contrario a la corriente, debido a que tienden a flotar en ella por ser compuestos de menor densidad; durante la obtención de la muestra se evitó formar burbujas (Ver Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial de la ANA).

289. Las botellas y preservantes para las muestras de agua superficial fueron proporcionadas por los laboratorios Inspectorate Services Perú S.A.C, AGQ PERU S.A.C. y NSF Envirolab S.A.C, acreditados por el INACAL (ver Anexo I).

290. Finalmente, todas las muestras se almacenaron permanentemente en posición vertical en diferentes coolers (cajas térmicas) con ice-packs (hielo gel) y fueron remitidas a los respectivos laboratorios citados en los párrafos anteriores, con las respectivas cadenas de custodia (Ver Anexo F). Los métodos de ensayo utilizados en el análisis de laboratorio, se detallan en la Tabla 9-7.

**Tabla 9-7.** Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua superficial

Parámetro	Método de Ensayo de Referencia	Técnica Empleada	Laboratorio de Ensayo acreditado
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>6</sub> -C <sub>10</sub> , C <sub>6</sub> -C <sub>40</sub> y C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	EPA 8015 C, Rev. 3, Febrero 2007	Cromatografía de gases (CG) con detector de ionización de flama (FID) para compuestos orgánicos no halogenados	<b>Inspectorate Services Perú S.A.C.</b>
Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2540D, 22nd Ed.2012	Pesaje de filtro mediante secado en 103 – 105 °C	
Cloruros	EPA Método 325.3 Revisado en Marzo de 1983	Titulación con nitrato de mercurio	



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Parámetro	Método de Ensayo de Referencia	Técnica Empleada	Laboratorio de Ensayo acreditado
Mercurio total y disuelto	EPA Método 245.7 (validado), Febrero 2005	Espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frío	NSF Envirolab S.A.C
Silicio total y disuelto	EPA Método 200.7, Revisado 4.4, Mayo 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente	
Metales totales y disueltos	EPA Método 200.7, Revisado 4.4, Mayo 1994		
Alcalinidad Total	SM 2320 Ed22	Método de titulación	AGQ PERU S.A.C.

Fuente: Informes de ensayo del Laboratorio.

### 9.2.2. Calidad de sedimentos

291. La evaluación incluyó los siguientes análisis: materia orgánica, análisis textural, hidrocarburos totales de petróleo (HTP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), metales y extracción secuencial de metales por Tessier.
292. Las muestras de sedimento se colectaron siguiendo el procedimiento para muestreo de agua y sedimentos elaborado por el Standard Operating Procedure (SOP) #2013, Sediment Sampling, Environment Protection Agency (EPA), Rev. #0.0, Date: 11/17/1994<sup>30</sup>, así mismo se tomarán en cuenta adicionalmente las recomendaciones de AGQ Perú S.A.C. acreditado por el INACAL. (Ver Anexo I)
293. Los equipos utilizados durante el trabajo de monitoreo de calidad de sedimentos se indica en la Tabla 9-8. Cabe señalar que el muestreo de sedimentos se llevó a cabo utilizando un Barreno AMS, de 1,2 metros de longitud, al que se acoplaron hasta tres extensiones de 1,5 m cada una, dependiendo del nivel del agua superficial, pendiente de los ríos, quebradas y cochas.

Tabla 9-8. Equipos utilizados en el monitoreo de calidad de sedimentos

Equipo	Marca	Modelo	Componente	Utilidad
Barreno	AMS	--	Barreno con tres extensiones, dos perforadores, dos llaves, un mango, una escobilla de metal y una maleta de transporte.	Toma de muestra directa de sedimentos hasta una profundidad máxima de 30 cm de los ríos y canales
GPS	GARMIN	OREGON 650	Memoria externa de 4GB, baterías recargables, cargador, cables USB y mosquetón de aluminio	Ubicación de los puntos de muestreo indicados en el plan
Cámara fotográfica	CANON	D30	Cargador y memoria de 32GB.	Toma de fotos de los diversos componentes ambientales evaluados y entorno del punto de muestreo

Fuente: Elaboración propia.

294. La ubicación de los puntos de muestreo fueron las mismas que se evaluaron para la calidad de agua (ver Tablas 7-1 al 7-5), los sedimentos colectados para análisis de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) fueron colocados en frascos de vidrio ámbar. Mientras, para análisis de metales, metales por Tessier, materia orgánica y análisis textural se colectaron en bolsas de plástico con cierre hermético, estas muestras se preservaron en

<sup>30</sup> En el presente procedimiento para el monitoreo de sedimentos se consideró los siguientes capítulos: Capítulo 7.0 Procedures, Subcapítulo 7.2 Sample Collection, Capítulo 3.0 Sample Preservation, Containers, Handling Storage y Capítulo 4.0 Interferentes and Potencial Problems.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

refrigeración. Los métodos de ensayo utilizados en el análisis de laboratorio, se detallan en la Tabla 9-9.

**Tabla 9-9.** Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios, para el análisis de calidad de sedimentos

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio de ensayo acreditado
Materia orgánica	PEC-012	Gravimetría	AGQ Perú S.A.C.
Naftaleno	EPA 8260 D	Cromatografía de gases (CG) con espectrometría de masas (MS)	
Benzo (a) pireno	EPA 8270 D	Cromatografía de gases (CG) con espectrometría de masas (MS)	
Metales por Tessier	PE-4421	Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente y emisión óptica	
Hidrocarburos totales de petróleo (C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub> , C <sub>10</sub> -C <sub>28</sub> y C <sub>28</sub> -C <sub>40</sub> )	EPA 8015C	Cromatografía de gases (CG) con detector de ionización de flama (FID)	
Análisis textural	PEC-018	Densitometría	
Metales totales	EPA 200.8	Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente	

Fuente: Informes de ensayo del Laboratorio.

295. Finalmente, todas las muestras de sedimentos se almacenaron permanentemente en posición vertical en diferentes coolers con Ice-Packs (hielo gel) y fueron remitidas a los respectivos laboratorios citados en los párrafos anteriores, con las respectivas cadenas de custodia (Ver Anexo F).

### 9.2.3. Hidrobiología

296. Los parámetros biológicos fueron considerados en base a las comunidades hidrobiológicas a evaluar, además de estar acuerdo al tipo de actividad económica existente en la zona de estudio y de acuerdo con las competencias fiscalizadoras del OEFA en los sectores minería, industria y energía<sup>31</sup> (ver Tabla 9-10).

**Tabla 9-10.** Parámetros de calidad evaluados de acuerdo a los componentes ambientales

Matriz	Parámetros biológicos (hidrobiológicos)	Laboratorio de ensayo acreditado
Biológica	<b>Primera evaluación</b>	
	Fitoplancton (cuantitativo) Zooplancton (cuantitativo) Peces (cuantitativo) Metales totales en musculo e hígado de peces Hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en musculo e hígado de peces Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) en musculo e hígado de peces	AGQ PERU S.A.C.
	Perifiton (cuantitativo) Macroinvertebrados bentónicos (cuantitativo)	Especialista Taxónomo <sup>1</sup>
	<b>Tercera evaluación</b>	
	Fitoplancton (cuantitativo) Zooplancton (cuantitativo)	AGQ PERU S.A.C.
	Macroinvertebrados bentónicos (cuantitativo)	A Evaluar

<sup>1</sup>Evaluado por profesionales de la OEFA.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>31</sup> En el Planefa 2014, se menciona la relación de administrados que son fiscalizados por el OEFA. Nota: Se deben utilizar los pies de página solo para hacer referencia a documentos o informes legales.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

297. Antes de iniciar con el desarrollo del monitoreo se prepararon los materiales y equipos, luego se ubicó el punto de monitoreo, se procedió a identificar los riesgos y peligros contraproducentes a la toma de muestras y a la seguridad personal como son dificultad e inaccesibilidad al punto de muestreo, presencia de orillas inestables, arrastre de la corriente del agua, entre otras más.
298. La colecta de muestras hidrobiológicas tuvo como base metodológica las técnicas de monitoreo descritas en el manual de "Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú" (UNMSM-MHN, 2014), para el cual se consideraron los siguientes criterios:
299. Para todos los parámetros hidrobiológicos evaluados (fitoplancton, zooplancton, perifiton y macroinvertebrados bentónicos) se utilizaron guantes descartables, tomando muestras tanto en el cauce principal como en la orilla del cuerpo de agua, para así obtener una muestra representativa.
300. La toma de muestras de fitoplancton y zooplancton realizado en la primera y tercera evaluación, requirió de colectar 40 L de agua superficial, realizando cuatro repeticiones con la ayuda de un balde de 10 L de capacidad. El volumen de agua superficial colectado fue filtrado en una red de plancton cónica de 20  $\mu\text{m}$  de abertura de poro, que posee un vaso colector enroscado al extremo de 200 mL. El contenido del vaso colector fue trasvasado a un frasco de plástico de 0,5 L para posteriormente ser fijado.
301. Las muestras de fitoplancton fueron fijadas con lugol alcalino, en una solución de 3 mL por litro de muestra. Las muestras de zooplancton fueron fijadas con formaldehído al 5 % de concentración, en una proporción de 50 mL de formalina por litro de muestra. Posteriormente se procedió a sellar el frasco con ayuda de una cinta teflón entre la tapa y la contratapa. Al terminar la toma de muestras se lavó la malla (red), para evitar que los residuos puedan contaminar otros puntos de monitoreo.
302. La toma de muestras de perifiton realizado solo en la primera evaluación hidrobiológica, requirió de realizar raspados con un cepillo o cuchilla de distintas áreas que sumaron un área total de 15  $\text{cm}^2$ , esto de acuerdo a los tipos de sustratos encontrados, como sustratos duros removibles (canto rodado y piedras irregulares) y sustratos duros no removibles (arbustos y raíces). Lo colectado se trasvasó a un frasco de polietileno de 250 mL enrasando hasta 200 mL de agua destilada y fijada con formaldehído al 5 % de concentración, en una proporción de 50 mL de formalina por litro de muestra. Posteriormente se procedió a sellar el frasco con ayuda de una cinta teflón entre la tapa y la contratapa. Al terminar las labores de monitoreo, se lavaron y secaron los materiales utilizados para evitar que los residuos puedan contaminar otros puntos de monitoreo.
303. La toma de muestras de macroinvertebrados bentónicos realizado en la primera y tercera evaluación hidrobiológica<sup>32</sup>, requirió del uso de una red Surber tanto para ambientes lénticos como ambientes lóticos. Esta red consta de un marco metálico de 30 x 30 cm (superficie de 0,09  $\text{m}^2$ ), a la cual está sujeta una red de unos 80 cm de longitud y con una abertura de malla de aproximadamente 500  $\mu\text{m}$ . En ambientes lóticos esta red fue colocada sobre el fondo y en contra de la corriente



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

<sup>32</sup> Los resultados de dicha evaluación se tiene previsto ser evaluados en un informe complementario el 2017.

y con las manos se removió el material del fondo. En ambientes lénticos la colecta se realizó al borde del cuerpo de agua facilitando con las manos la remoción del material del fondo.

304. De esta forma quedan atrapados los organismos en la red. Tres muestras simples<sup>33</sup> con red Surber conformaron una muestra compuesta<sup>34</sup>, teniendo como superficie de muestreo final 0,27 m<sup>2</sup>. El material colectado fue vaciado en un frasco de boca ancha de 500 mL, preservándose con alcohol al 70 % v/v. Posteriormente se procedió a sellar el frasco con ayuda de una cinta teflón entre la tapa y la contratapa. Al terminar las labores de monitoreo, se lavó la malla utilizada, para evitar que los residuos puedan contaminar otros puntos de monitoreo.
305. La captura de peces realizado en la primera y segunda evaluación hidrobiológica, se realizó tanto en ambientes lóticos (ríos y quebradas) y lenticos (cochas). Para ello se tuvo en consideración hábitats potenciales como lugares de refugio, zonas con vegetación sumergida, raíces, entre otros. Se empleó el método de colecta pasivo<sup>35</sup> con dos redes de espera, de 20 x 2,5 m de 3 pulgadas de abertura de malla, y una red de trasmallo (red con diferentes tamaños de abertura de malla) de 20 x 3 m con abertura de malla de 3", todas las redes se colocaron en los ríos, quebradas y cochas, asegurando los extremos en las orillas, dejándose como mínimo 12 horas por punto de muestreo, revisándose cada tres horas para evitar que los peces depredadores dañen los especímenes capturados.
306. En los casos que la logística y condiciones ambientales permitieron ingresar a las orillas de los ríos, quebradas y cochas, se empleó el método de colecta activo<sup>36</sup> con una red de arrastre a orilla de 10 m de largo y 3 m de profundidad y 5 mm de abertura de malla, realizándose cinco arrastres hacia la orilla por estación. Los ejemplares colectados fueron fijados inmediatamente en formaldehído al 10 % por un periodo de 48 horas y posteriormente fueron preservadas en alcohol al 70 % envolviéndose cada uno de los individuos colectados en gasa con fines de no maltratar sus escamas y aletas.
307. En algunos casos se extrajo de los peces capturados el tejido muscular (músculo) y hepático (hígado) para la detección de metales totales y compuestos orgánicos como hidrocarburos totales de petróleo (HTP) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), teniendo en consideración tres aspectos para la selección de especies: abundancia registrada en la zona de muestreo, importancia por el nivel

<sup>33</sup> Según el MINAM (2014)  
Las muestras colectadas en un tiempo y en un lugar particular son llamadas muestras simples. Este tipo de muestras representa las condiciones puntuales de una muestra de la población en el tiempo que fue colectado.

<sup>34</sup> Según el MINAM (2014),  
Es aquella constituida por un conjunto de muestras simples (sub muestras), convenientemente mezcladas, y llevadas al laboratorio para su correspondiente análisis. Tiene la ventaja de permitir un muestreo mayor sin aumentar el número de muestras a analizar.

<sup>35</sup> Según Cochare (2005)  
Los artes pasivos en general son el tipo más antiguo de artes de pesca. Estos artes son más apropiados para la pesca a pequeña escala y por lo tanto a menudo son el tipo de artes usados en las pesquerías artesanales.  
Algunos artes de pesca pasivos se conocen como «estacionarios». Los artes estacionarios se anclan al lecho marino y constituyen un grupo grande de artes pasivos. Sin embargo algunos artes móviles como las redes de deriva también podrían clasificarse como artes pasivos, ya que la captura de peces con estos artes también depende del movimiento de la especie objeto de la pesca hacia el arte.

<sup>36</sup> Según Cochare (2005).  
La captura de peces con artes de pesca activos se basa en la persecución dirigida de las especies objeto de la pesca en combinación con diferentes maneras de capturarlas.

tráfico al que pertenece la especie y preferencia de los pobladores para su consumo. Cada ejemplar colectado y seleccionado fue identificado hasta nivel de género o especie procediéndose posteriormente a la extracción de las muestras de músculo e hígado, considerándose extraer 50 g de músculo (sólo pulpa sin hueso y sin piel) y 10 g de hígado del pescado.

308. Es necesario indicar que las muestras dirigidas a análisis de metales totales fueron extraídas utilizando cuchillos de acero inoxidable y posteriormente empaquetadas en bolsas ziploc para su inmediata congelación (-20° C). Así mismo las muestras dirigidas a análisis de compuestos orgánicos (HTP y HAP) fueron manipuladas sin guantes evitándose tener contacto con ningún material composición orgánica como el plástico y posteriormente empaquetadas en papel aluminio para su inmediata congelación (-20° C).
309. Para garantizar la representatividad de los resultados, se realizó una adecuada manipulación de las muestras colectadas, siendo posteriormente almacenadas en coolers limpios y transportadas bajo refrigeración para su análisis. Las cadenas de custodia fueron colocadas y transportadas dentro de los coolers.



#### 9.2.4. Fauna Silvestre

310. En esta sección se detalla la metodología empleada en los censos por transectos y el registro sistemático de especies mediante el uso de cámaras trampa.

#### 9.3.2.1. Censos por transectos



311. La selección de la metodología adecuada para la evaluación de fauna silvestre consideró la variabilidad de las áreas en las que se realizaría los censos (sitios contaminados y sitios blancos); en ese sentido, con la finalidad de evaluar la evaluación de fauna silvestre se realizó mediante el método de censos por transectos de anchura fija. Al respecto, este método demostró ser muy útil en evaluaciones de fauna silvestre con poca cobertura (Burnham *et al.* 1980; Aquino *et al.* 2001).
312. El equipo conformado para los censo de fauna silvestre estuvo conformado por un especialista en fauna silvestre del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y un asistente de campo integrante de la Federación Indígena Quechua del Pastaza (FEDIQUEP) (ver Fotografía N°170, 171 y 172 del Anexo G.2).
313. Los censos de fauna silvestre se realizaron con el objetivo principal de registrar mamíferos medianos y grandes en las áreas de evaluación (sitios contaminados y sitios blancos). Para ello, los censos se realizaron a través de observaciones directas e indirectas. Las observaciones directas consistieron en registrar visualmente al animal en el transecto, mientras que las observaciones indirectas implicaron registrar indicios que indiquen la presencia del animal en el área estudiada (rastros de huellas, madrigueras, bañaderos, caminos, despojos, heces, cerdas, rasguños en troncos de árboles, emanación de sustancias odoríferas, entre otros).
314. Cada vez que se encontraron tales indicadores se anotaron el tipo de evidencia, lugar, género y la especie (cuando fue posible su determinación) y la composición florística dominante. Estas evidencias fueron fotografiadas en cada transecto



recorrido (ver Fotografía N°170 del Anexo G.2). Los transectos se recorrieron a una velocidad promedio de 1.0 km/hora con paradas cada 10 minutos con la finalidad de observar los alrededores y poder detectar algún movimiento y/o percibir algún ruido o vocalización. Los censos fueron solo de ida y comprendieron desde las 08:30 a 15:00h.

315. Finalmente, a fin de complementar la información de los registros de fauna silvestre en el área de estudio, se hicieron entrevistas no estructuradas a los asistentes de campo de la comunidad Nuevo Andoas. Se entrevistaron dos personas, las cuales ayudaron en el proceso de apertura de los transectos que normalmente realizan sus actividades de caza en bosques aledaños a los yacimientos.
316. La entrevista consistió en la formulación de preguntas respecto a las especies de mamíferos grandes habitan en el área de estudio, valor económico desde el punto de vista de su uso en la alimentación (valor de subsistencia y/o comercial), usos en medicina tradicional, venta de animales para mascotas y una apreciación personal en cuanto al estado actual en que se encuentran estos animales. Para facilitar la identificación en algunos casos fue necesario mostrarles las ilustraciones de Emmons y Feer (1996) y las de Aquino et al., 2001. Los censos de fauna silvestre no se realizaron en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre por mal tiempo (lluvias constantes) durante la fase de campo de este estudio.

#### 9.3.2.2. Cámaras trampa

317. El monitoreo de fauna silvestre mediante el uso de cámaras trampa comprendió la identificación de los sitios objetivos y determinación la ubicación de la cámara dentro del sitio objetivo (área donde se observó mayor actividad de mamíferos silvestres). Las cámaras fueron instaladas entre 50 y 130 cm del suelo, fijadas en árboles de mediano fuste con una posición contraria a la salida y ocaso del sol.
318. La instalación de las cámaras trampa se inició en la cuenca Medio Pastaza (16 y 19 de mayo), en los yacimientos Capahuari Norte, Capahuari Sur y Tambo; seguido de la cuenca Medio Alto Tigre (22 y 23 de mayo), en el yacimiento San Jacinto; y finalmente, en la cuenca Corrientes (24 y 25 de mayo), en los yacimientos Shiviyacu, Carmen y Huayuri (ver Fotografía N°173 del Anexo G.2).
319. Los equipos (cámaras trampa) utilizados en este estudio fueron cámaras digitales de marca Bushnell, modelo Trophy Cam HD Hybrid con sensores de movimiento; en cada cámara se colocó una tarjeta de memoria de 16 GB y seis baterías de litio AA. Las cámaras fueron programadas, unas para registrar animales por medio de videos y otras para registrarlos a través de fotos (tres fotos cada vez que se active el sensor de movimiento) con intervalos entre eventos de un minuto (una vez que la cámara realizó las primeras 3 fotos, espera un minuto para activarse nuevamente) (ver Fotografía N°174 del Anexo G.2).

#### 9.2.5. Flora silvestre

320. Particularmente en lo que se refiere a la ciencia de la ecología vegetal, entre ellas las evaluaciones de flora silvestre, ha cobrado importancia por estar relacionada con el manejo forestal, las evaluaciones de impacto ambiental y los estudios de conservación.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

321. Sin embargo, esta área de la ecología aún no cuenta con las herramientas necesarias para profundizar los estudios. Son pocos los libros que tocan el tema de métodos de muestreo, medición y análisis en estudios de ecología vegetal; entre ellos los más rescatables son Mueller-Dombois (1974), Matteuci y Colma (1982) y Magurran (1989). Además, la necesidad de contar con información práctica es muy importante para tener resultados que coincidan en mayor grado con la realidad.
322. En la actualidad, recientemente se ha estado estandarizando protocolos de muestreo para la evaluación de diferentes estratos de flora, es así que para la evaluación de flora silvestre (especies arbóreas) se realizó tomando como referencia la metodología de parcelas permanentes, establecida por Phillips, O.L., *et al* (2009a) en el "Manual de campo para el establecimiento y remediación de parcelas" de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR). Además, se tuvieron en consideración los lineamientos establecidos en la Guía de inventario de la flora y vegetación<sup>37</sup> publicada y aprobada por el Ministerio del Ambiente.
323. De acuerdo a los citados protocolos, las parcelas permanentes tuvieron una dimensión de 40 x 120 m y sub-divididas en 12 sub-parcelas de 20 x 20 m, además de una sub-parcela de 20 x 10 m (0,5 hectárea (ha) de superficie (ver Anexo B.3). Sin embargo, es importante señalar que el manual de RAINFOR indica que se debe delimitar parcelas cuadrangulares con dimensiones de 100 x 100 m. Esta modificación de forma y diseño en el presente estudio se realizó con el objetivo de abarcar únicamente el área afectada.
324. Las parcelas fueron delimitadas colocando cuerdas a lo largo de los bordes externos, así como en los bordes internos de cada sub-parcela. Cabe precisar que la orientación de los límites de cada parcela fue registrada y guiada por una brújula, para evitar que pequeñas desviaciones en la orientación causen una incorrecta inclusión o exclusión de árboles cercanos a los bordes de la parcela. Luego, se registró los datos de todos los árboles que tuvieran igual o más de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) medidos a 1,3 m del suelo.
325. Es decir, se anotó el diámetro y la altura de cada individuo; además, se registraron características de forma, posición, inclinación, estado, entre otras. Asimismo se tomó en cuenta el hábito<sup>38</sup>, ingreso de luz, composición florística, fenología<sup>39</sup>, diversidad e infestación de lianas en las especies arbóreas registradas. En este sentido, se evaluó el 100 % de la vegetación arbórea existente en las parcelas de muestreo de 0,5 ha; donde cada individuo recibió una placa numerada que lo identificaba, la cual fue referenciada bajo el sistema cartesiano (x, y).
326. Las colecciones botánicas "voucher" se realizaron en el caso de que una especie no haya sido identificada y cuando existió cualquier incertidumbre para su identificación en campo. Todo individuo colectado tuvo un duplicado además del



H  
a  
r  
a  
K

<sup>37</sup> Aprobada con Resolución Ministerial N° 059-2015-MINAM por la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural del Ministerio del Ambiente – MINAM. 2015. 21-31pp.

<sup>38</sup> Hábito. Se refiere a un patrón general de desarrollo de una planta, el mismo que puede ser descrito como trepador, arbustivo, arborescente, etc.

<sup>39</sup> Fenología: El estudio de la fenología en cualquier planta tiene especial interés por su relación con el clima en general, y el microclima en particular en el que se desarrolla la planta, actuando en este caso como un indicador biológico del mismo.



original, por otro lado, las colecciones repetidas de plantas estériles fueron usadas para distinguir confiablemente las morfo-especies<sup>40</sup>. La colecta de muestras de las especies arbóreas evaluadas se realizó haciendo uso de los siguientes equipos: tijeras botánicas de mano, tijeras botánicas telescópicas para árboles de gran tamaño, las "patas de loro" y arnés de seguridad para trepar árboles de gran tamaño.

327. El material botánico colectado fue conservado en alcohol y posteriormente procesado en las instalaciones del Herbario Vargas CUZ<sup>41</sup>. Los especímenes colectados fueron determinados de acuerdo con el sistema del Grupo Filogenético de las Angiospermas – (APG III 2009), para lo cual se utilizaron las claves taxonómicas actualizadas, además de las usadas por (Gentry 1993), (Vásquez 1997), (Spichiger *et al.* 1989), (Reynel *et al.* 2003) y (Vásquez y Rojas 2004). Luego, se procedió a comparar con excicatas<sup>42</sup> del Herbario y se revisó virtualmente en la página del Missouri Botanical Garden, además del herbario virtual del Field Museum of Chicago, para constatar las recientes actualizaciones taxonómicas de las mismas. No obstante, para facilitar la determinación, se tomó en cuenta observaciones registradas en campo, como presencia y color de exudados, características de las hojas y de la corteza (olor y textura principalmente), tipo de ramificación, color de flores y frutos, entre otros.

### 9.3. Análisis de datos

#### 9.3.1. Calidad de agua

328. Las concentraciones de los parámetros evaluados para calidad de agua superficial de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre fueron comparadas con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la selva"; según lo indicado en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA "Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales y Marinos-Costeros".
329. Los tributarios fueron clasificados en la Categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la selva", de acuerdo a lo indicado con el numeral 3.3 del artículo 3 del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM que indica literalmente: "Para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad, se considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan".
330. En cuanto a los parámetros que no se encuentran en el ECA, solamente los cloruros fueron comparadas con los valores guías para la protección de la vida acuática para aguas continentales - CEQG-WQG (Canadian Environmental Quality Guidelines - Water Quality Guidelines for Freshwater).
331. Estos estándares permiten evaluar los efectos de la exposición de los elementos tóxicos en los organismos vivos a: (i) Corto plazo (Short-term): Se emplean para estimar los efectos graves y para proteger a la mayoría de las especies contra la

<sup>40</sup> Morfo-especie: Nombre eventual de una especie, basado en caracteres morfológicos.

<sup>41</sup> Herbario Vargas CUZ, forma parte de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, disponible en <http://bi.unsaac.edu.pe/herbario.php?p=13>.

<sup>42</sup> Excicatas: Muestras botánicas correctamente determinadas y depositadas en herbarios.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

letalidad durante eventos intermitentes y transitorios (por ejemplo eventos de derrames en ambientes acuáticos receptores, poco frecuentes sustancias no persistentes o de corta vida) y (ii) Largo plazo (Long-term): Están diseñados para proteger contra los efectos negativos durante exposiciones indefinidas.

332. Cabe señalar que los parámetros que no tienen estándares de comparación (tanto en la normativa nacional: ECA para agua como internacional: CEQG) se han considerado como información de línea base para el cuerpo de agua evaluado dentro del rango de resultados obtenidos del laboratorio acreditado. Los estándares de comparación nacional e internacional para cada parámetro se presentan en la Tabla 9-11.

Tabla 9-11. Estándares de Calidad Ambiental Nacional para agua superficial

Parámetro	Unidad	ECA para Agua Categoría 4 (mg/L)	
		E1. Lagos y Lagunas	E2. Ríos de Selva
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. de pH	6,5 – 9	
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	≥ 5	
Conductividad	µS/cm	1000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	5	10
Cromo Hexavalente	mg/L	0,011	
Fenoles	mg/L	2,56	
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05
Nitratos	mg/L	13	
Amoniaco	mg/L	1,9	
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	...
Sulfuros	mg/L	0,002	
Aceites y grasas	mg/L	5,0	
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	mg/L	0,5	
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L	≤ 25	≤ 400
Cloruros <sup>1</sup>	mg/L	640 <sup>2</sup>	120 <sup>3</sup>
Antimonio total (Sb)	mg/L	0,61	
Arsénico total (As)	mg/L	0,15	
Bario total (Ba)	mg/L	0,7	1
Boro total (B)	mg/L	...	...
Cadmio total (Cd)	mg/L	0,00025	
Cobre total (Cu)	mg/L	0,1	
Cromo total (Cr)	mg/L	...	...
Hierro total (Fe)	mg/L	...	...
Mercurio total (Hg)	mg/L	0,0001	
Molibdeno total (Mo)	mg/L	...	...
Níquel total (Ni)	mg/L	0,052	
Plata total (Ag)	mg/L	...	...
Plomo total (Pb)	mg/L	0,0025	...
Selenio total (Se)	mg/L	0,005	
Talio total (Tl)	mg/L	0,0008	
Zinc total (Zn)	mg/L	0,012	...

"..." no cuenta con valor estándar.

- (1) CEQG - WQG: Canadian Environmental Quality Guidelines - Water Quality Guidelines for freshwater): Guías de Calidad Ambiental Canadiense para Aguas Continentales, actualizada al 2016
- (2) Corto plazo: Los valores guía de exposición a corto plazo se emplean para estimar los efectos graves y para proteger a la mayoría de las especies contra la letalidad durante eventos intermitentes y transitorios (por ejemplo, eventos de derrames en ambientes acuáticos receptores, pocas frecuentes sustancias no persistentes o de corta vida).
- (3) Largo plazo: Los valores guía de exposiciones a largo plazo, están diseñados para proteger contra los efectos negativos durante exposiciones indefinidas.

Fuente: Elaboración propia.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

333. Asimismo, se evaluó los afloramientos ubicados en el yacimiento San Jacinto, el cual de manera referencial se está evaluando con los ECA Agua para en la Categoría 4 y las normas internacionales (guía canadiense) para cloruros, debido a la cercanía con ciertos cuerpos de agua superficial dentro de las cuales esta la quebrada Cachiyacu, aproximadamente a 750 metros al sur de los afloramientos, clasificada dentro de esta categoría.

### 9.3.2. Calidad de sedimentos

334. Para los sedimentos, la norma internacional que se consideraron de manera referencial es la Norma canadiense de calidad para sedimentos (CEQG-SQG Canadian Environmental Quality Guidelines - Sediment Quality Guidelines for freshwater - Guías de Calidad Ambiental canadiense para Sedimentos de Aguas Continentales) actualizada al 2014 según pagina web: <http://st-ts.ccme.ca/en/index.html?lang=en> (© CCME 2014. All Rights Reserved), consultada el 01 de noviembre de 2016.

335. Dicha norma presenta un estándar científico adecuado para observar efectos biológicos adversos en sistemas acuáticos. Las CEQG - SQG establece dos tipos de valores y un rango: (i) ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines), que corresponde al límite por debajo el cual ocurre rara vez efectos biológicos adversos sobre los ecosistemas acuáticos, (ii) PEL (Probable Effect Level), que corresponde al límite por encima del cual ocurre frecuentemente efectos biológicos adversos sobre los ecosistemas acuáticos, y (iii) al valor que se encuentra entre los valores ISQG y PEL, corresponde al rango de efecto posible dentro del cual ocurre ocasionalmente efectos biológicos adversos sobre los ecosistemas acuáticos.

336. En cuanto al metal bario, se comparó de manera referencial con los Estándares Nacionales de Calidad para suelo de uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N°002-2013-MINAM, para poder determinar relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP), compuesto que se produce por la actividad hidroburifera<sup>43</sup> (Mogollon, 1996).

337. En el caso de los hidrocarburos totales de petróleo (HTP), fueron comparados referencialmente con el valor máximo para la protección de la vida acuática y marina en sedimentos para las acciones correctivas basadas en riesgos (RBCA) de la Guía Atlantic RBCA (formación de cuatro provincia atlánticas de Canadá) de 2015<sup>44</sup> y el valor de intervención de la guía de Los Países Bajos de 2010<sup>45</sup>.

<sup>43</sup> Entre los diversos efluentes generados en la industria petrolera, se encuentran las aguas de producción, que son mezclas complejas de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos y disueltos, cuya composición varía con el origen y el tiempo de explotación del yacimiento al cual pertenecen. Dentro de dichos componentes se encuentra el bario, metal pesado cuya concentración en estos efluentes puede exceder los límites permisibles exigidos por la legislación vigente, constituyéndose en un problema de gran importancia ambiental (Ministerio de Salud, 1983, 1984 y OMS, 1990).

<sup>44</sup> Tabla 4 del Appendix 2 – User Guidance of Atlantic RBCA Version 3 Ecological Screening Protocol for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada publicado en Julio de 2012 y revisado en enero de 2015. Revisado el 01 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.atlanticrbc.ca/document/atlantic-rbca-user-guidance-revised-january-2015/>.

<sup>45</sup> Anexo C (Página 112) de la Guidance Document for Sediment: *Assessment Methods to determine to what extent the realization of water quality objectives of a water system is impeded by contaminated sediments* publicado el 4 de noviembre de 2010. Revisado el 01 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.helpdeskwater.nl/secundaire-navigatie/english/sediment/guidance-document/>

338. Los estándares de comparación internacional para cada parámetro se presentan en el Tabla 9-12.

**Tabla 9-12. Estándares de Calidad Ambiental Internacional para sedimentos**

Parámetro	Unidad	Norma canadiense (CEQG) <sup>a</sup>	
		ISQG <sup>b</sup>	PEL <sup>c</sup>
Arsénico	mg/kg	5,9	17
Cadmio	mg/kg	0,6	3,5
Cromo	mg/kg	37,3	90
Cobre	mg/kg	35,7	197
Mercurio	mg/kg	0,17	0,486
Plomo	mg/kg	35	91,3
Zinc	mg/kg	123	315
Bario	mg/kg	750 <sup>1</sup>	
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	mg/kg	500 <sup>2</sup>	5000 <sup>3</sup>
Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAP)			
Naftaleno	mg/kg	0,0346	0,391
Benzo (a) antraceno	mg/kg	0,0317	0,385
Acenafteno	mg/kg	0,00671	0,0889
Acenaftileno	mg/kg	0,00587	0,128
Antraceno	mg/kg	0,0469	0,245
Benzo (a) pireno	mg/kg	0,0319	0,782
Fluoranteno	mg/kg	0,111	2,355
Criseno	mg/kg	0,0571	0,862
Dibenzo (a, h) antraceno	mg/kg	0,00622	0,135
Fenantreno	mg/kg	0,0419	0,515
Fluoreno	mg/kg	0,0212	0,144
Pireno	mg/kg	0,053	0,875

(a) CEQG-SQG (Canadian Environmental Quality Guidelines - Sediment Quality Guidelines for freshwater): Guías de Calidad Ambiental canadiense para sedimentos de aguas continentales actualizada al 2016, el cual establece dos valores y un rango:

(b) ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines – Guías para calidad de sedimentos interinos): Limite por debajo el cual ocurre rara vez efectos biológicos adversos sobre los ecosistemas acuáticos.

(c) PEL (Probable Effect Level – Nivel de Efecto Probable): Limite por encima el cual ocurre frecuentemente efectos biológicos adversos sobre los ecosistemas acuáticos.

ISQG y PEL: Rango de efecto posible dentro del cual ocurre ocasionalmente efectos biológicos adversos sobre los ecosistemas acuáticos.

(1) Valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental para suelos de uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N°002-2013-MINAM publicado el 25 de marzo de 2013 en el diario oficial "El Peruano"

(2) Valor máximo para la protección de la vida acuática y marina en sedimentos para las acciones correctivas basadas en riesgos (RBCA) de la Guía Atlántica RBCA (formación de cuatro provincias atlánticas de Canadá) de 2015.

(3) Valor de intervención de la guía de Los Países Bajos (Guidance Document for Sediment Assessment - GDSA) de 2010

Fuente: Elaboración propia.

### 9.3.3. Pretratamiento y análisis multivariado del agua superficial y sedimentos

339. En el presente estudio, una matriz de datos de los diferentes parámetros (variables) y puntos de monitoreo (observaciones) de agua superficial y sedimentos, obtenido durante los monitoreos realizados en el mes de marzo y junio de 2016 en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre será sujeto a los análisis multivariados para extraer la información entre los puntos de monitoreo de características similares y diferentes, identificando variaciones de los parámetros en el agua superficial y sedimentos, explicando patrones que explican la estructura de los datos obtenidos y la influencia de fuentes posibles (natural o antropogénico) en los cuerpos de agua superficial de las citadas tres cuencas.



Handwritten signatures and initials in blue ink.

340. Lo cálculos matemáticos y estadísticos realizados en el presente estudio fueron desarrollados con la versión 10.0 del software Statistica (StatSoft Inc., 2011) y la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2010. Dicho software estadístico en otras versiones, junto con otro software u otra hoja de cálculo de Excel, han sido usados en los siguientes trabajos de investigación:

- Statistica 6.0 y Microsoft Office Excel 2003 por Shrestha & Kazama, 2007, Statistica 6.0 en la plataforma Windows 2000 por Kowalkowski et.al., 2006, Statistica versión 7.3 por Pereyra et.al., 2013; Statistica versión 6.1 por Möller & Einax, 2013 y Statistica versión 8.0 junto con Microsoft Office Excel 2003 por Cieszynska et. al., 2012.
- Asimismo, se utilizaron el software Statistica 6.0 y Matlab 6.5 en la plataforma Windows 2000/XP platform. Por Astel et.al., 2007, Statistica 12.0 por Cesar et.al., 2014, Statistica 6.0 por Arizio et.al., 2013, Statistica 9.7 y Microsoft Excel for Windows por Gielar et.al., 2012 y Statistica 6.0 por Machiwal & Jha, 2015.

### 9.3.3.2. Pretratamiento de datos

341. Para el pretratamiento de datos del presente estudio, se realizarán los siguientes análisis:

- a. Manejo de datos por debajo del límite de determinación o cuantificación.
- b. Pruebas de normalidad de Shapiro Wilks.
- c. Transformaciones de datos de Box-Cox.
- d. Autoescalado Z.

342. Cabe mencionar que los valores atípicos y extremos fueron mantenidos en cada parte de los análisis posteriores (multivariado), tal como fue considerado por Gazzaz et.al., 2012.

**a. Manejo de datos por debajo del límite de determinación y cuantificación**

343. En primer lugar se escogió, los parámetros ambientales utilizados para los análisis multivariados de cluster y factores, fueron aquellos cuyos puntos de monitoreo registraron concentraciones no detectables (debajo de los límites de determinación o cuantificación de los métodos de ensayo de análisis del laboratorio utilizados) menores al 15 % del total de puntos de monitoreo de acuerdo el método establecido por la Agencia de Protección Ambiental - Environmental Protection Agency (EPA, 2006).

344. Luego, en cada uno de los parámetros considerados, debido a que no fue posible operar con datos menores a los límites de determinación o cuantificación de los métodos de análisis de los laboratorios se considero la mitad de los valores del límite determinación y cuantificación, tal y como fue considerado en el estudio de investigación por Škrbic', 2010 y por el método estadístico establecido por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, 2006).



*[Handwritten signature]*

**b. Pruebas de normalidad de Shapiro-Wilks**

345. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilks fue utilizado como prueba de normalidad para cada uno de los parámetros para ver si era necesario aplicar la transformación Box-Cox, siendo esta prueba la más poderosa contra toda clase de distribuciones alternativas (Škrbic´, 2010;). Esta prueba fue considerada en los estudios de Ismail et.al., 2016 y Kowalkowski et.al., 2006.
346. En dicha prueba, una hipótesis nula de cada parámetro antes y después de aplicar la transformación Box-Cox fue aceptada si el valor de probabilidad (P-valor) fue más alto que 0,05; de otra manera, la hipótesis nula fue rechazada (Škrbic´, 2010). Cabe indicar que aquellos parámetros en el cual sus datos iniciales tenían una distribución normal, no fueron sujetos a una transformación Box-Cox; salvo si la transformación Box-Cox registró un P-valor de los datos transformados mayor al P-valor de los datos iniciales.

**c. Transformación de Box-Cox**

347. La transformación de Box-Cox será utilizada en el presente estudio antes de realizar el análisis multivariado (análisis de factores) para que los nuevos datos de los parámetros estén cercanas a la normalidad o tengan una distribución normal, el cual mejorar los resultados estadísticos de acuerdo a Škrbic´, 2010.
348. El procedimiento de la transformación Box-Cox está diseñado para determinar un nuevo valor a partir de los datos iniciales positivos mediante una transformación iterativa y optima de acuerdo a la ecuación 9.1 (Kannel et.al, 2007; Varmuza & Filzmoser, 2008; StatSoft, 2011).

$$x_{\text{Box-Cox}} = \begin{cases} ((x)^\lambda - 1) / (g^{(\lambda-1)} * \lambda) & (\text{para } \lambda \neq 0) \\ g * \log(x) & (\text{para } \lambda = 0) \end{cases} \quad (9.1)$$

Dónde:

- x : Valor original del parámetro.  
 $x_{\text{Box-Cox}}$  : Valor transformado del parámetro.  
 g : Media geométrica del parámetro.  
 $\lambda$  : Valor a calcular para cada parámetro mediante la estimación de máxima verosimilitud<sup>46</sup>.

**d. Autoescalado o transformación Z**

349. En el presente estudio, cada uno de los datos iniciales de los parámetros serán sujetos inicialmente al autoescalado o transformación Z (Cienszynska et.al., 2012) previo el análisis de cluster (AC) para evitar cualquier efecto de escala de las unidad en las medidas de distancia y obtener una mala clasificación o agrupación debido a los diferentes órdenes de magnitud de los valores numéricos de los parámetros analizados (Shrestha & Kazama, 2007).

<sup>46</sup> Estimación de máxima verosimilitud (Maximun Likelihood Estimation – MLE) es un método general para estimar el valor óptimo ( $\lambda$ ) de un grupo de valores para modelos no lineales con datos que siguen una distribución normal. El buen ajuste se evalúa al encontrar el valor  $\lambda$  que mejor se ajustan a la transformación respectiva con los datos transformados ( $x_{\text{Box-Cox}}$ ) que se aproximan o tenga una distribución normal.





350. Los parámetros fueron estandarizados mediante la aplicación de ecuación 9.2 (Kannel et.al., 2007; Kowalkowski et.al., 2006; Gazzaz et.al., 2012; StatSoft, 2011; Machiwal & Jha, 2015):

$$z = \frac{x - x'}{\sigma} \quad (9.2)$$

Dónde:

- x : Valor original del parámetro.  
z : Valor estandarizado.  
x' : Valor promedio del parámetro  
σ : Desviación estándar.

### 9.3.3.3. Análisis multivariado

351. Los métodos multivariados usados en el presente estudio fueron: análisis de cluster (AC) y el análisis de factores (AF), los cuales han sido aplicados en diversos estudios de investigación para caracterizar y evaluar los resultados de los cuerpos de agua superficial continental (agua dulce) y marino.
352. El objetivo del AC y AF es extraer la información significativa (Wang et.al., 2015) y reducir la complejidad de los grupos de datos obtenidos (matriz de datos) de los análisis de calidad de agua y sedimentos para ofrecer una mejor interpretación y entendimiento de los resultados (Kannel et.al., 2007; Shrestha & Kazama, 2007).

#### a. Análisis de clúster (AC) o conglomerado

353. El análisis de clúster serán utilizados para los análisis de alcalinidad y su relación con los metales, conductividad y los sólidos suspendidos totales en las tres cuencas: Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre, así como agrupar los puntos de monitoreo de las cuatro cochas en relación a la diferencia fisicoquímica del agua superficial entre ellas, y las semejanzas entre sus parámetros evaluados los cuales son visualizados mediante un dendrograma.
354. Para las citadas evaluaciones, y dentro de las diversas opciones para realizar el análisis de cluster, se establecieron criterios de evaluación (medidas de semejanza y agrupamiento, así como la distancia a establecer los clústeres) descritos a continuación:

#### a.1. Medidas de semejanzas: Distancia euclidiana y basada en 1-r de Pearson

355. En el presente estudio, la medida de semejanza usada para los puntos de monitoreo fue la distancia euclidiana, la cual fue considerada en los estudios de investigación de Fitzpatrick et.al., 2007; Cienszynska et.al., 2012 y Wang et.al., 2013.
356. La medida de semejanza usada entre los parámetros fue la distancia basada en el coeficiente de correlación de Pearson r por medio del valor de 1-r (Einax et.al., 1997; Varmuza & Filzmoser, 2008). El uso del valor de 1-r de Pearson fue considerada en los estudios de investigación de Dębska & Guzowska-Świder, 2011; Cienszynska et.al., 2012 y Pereira, 2013.



*[Handwritten signature]*



357. Cabe indicar que dicha la distancias euclidiana y de 1-r de Pearson han sido utilizados para otras áreas como la arqueología de acuerdo al estudio de Arizio et.al., 2013.

#### a.2. Medida de agrupamiento: Método de Ward

358. El método de agrupamiento considerado en el presente estudio fue el Ward. Esta medida de ha sido utilizada en muchos estudios tales como:

- Fitzpatrick et.al., 2007 para la interacción suelo y agua, Arizio et.al., 2013 para la arqueología y Pereira, 2013 para el estudio de efluente de una mina de uranio.
- Wang et.al., 2013 para el análisis de HAP en sedimentos; Möller & Einax, 2013 y Anderson et.al., 2009 para metales en sedimentos.
- Astel et al., 2007 para la evaluación de cluster junto con otros análisis como los análisis de redes neuronales (ANN)<sup>47</sup> con los mapas auto-organizados de Kohonen (SOM)<sup>48</sup>.
- Machiwal & Jha, 2015 para la evaluación de la contaminación de agua subterránea en un sistema acuífero de roca dura.
- Shrestha & Kazama, 2007; Kannel et.al., 2007; Cienszynska et.al., 2012 y Azhar et.al., 2015 para evaluar la calidad del agua del río y Chen et.al., 2016 para evaluar la contaminación del agua de lagos, entre otros estudios.



#### a.3. Distancia de agrupamiento de los clústeres: (DLink/Dmax)\*100

359. La distancia para establecer los clusters en el presente estudio fue  $(DLink/Dmax)*100 = 20$  para los puntos de monitoreo y los parámetros.

360. Este criterio fue considerado tomando como referencia lo utilizado en los siguientes trabajos de investigación: Zhou et.al., 2007 con  $(DLink/Dmax)*100 < 35$  y Gazzaz et.al., 2012 con  $(DLink/Dmax)*100 < 25$ , ambos para para establecer las agrupaciones o clusters en los puntos de monitoreo.

#### b. Análisis de Factor (AF)

361. La matriz de datos originales es descompuesto en una matriz de cargas y de puntuaciones de los factores más una matriz de residuales. La matriz de carga contiene información sobre las correlaciones entre los parámetros y la matriz de puntuaciones contiene información acerca de las influencias de cada factores sobre las diferentes observaciones (Möller & Einax, 2013).

<sup>47</sup> ANN son técnicas que actualmente viene usando en los datos ambientales (Vallejuelo et.al., 2011) que describe o modela matemáticamente como opera las neuronas individuales y sus redes (Peterson, 2000).

<sup>48</sup> En 1982, Teuvo Kohonen presentó un modelo de red denominado mapas auto-organizados o SOM (Self-Organizing Maps), basado en ciertas evidencias descubiertas a nivel cerebral. Es un modelo de red neuronal que implementa una proyección no lineal característico desde el espacio de alta dimensión u otras señales de entrada en una matriz de baja dimensionalidad de neuronas (Kohonen et al., 1996).

362. Esto se visualiza en un espacio de nuevas variables llamada factores, con el concepto básico expresado en la ecuación 9.3 (Shrestha & Kazama, 2007; Kannel et.al., 2007; Wang et.al., 2013).

$$z_{ij} = a_{f1}f_{1i} + a_{f2}f_{2i} + a_{f3}f_{3i} + \dots + a_{fm}f_{mi} + e_{fi} \quad (9.3)$$

Donde:

- $z$  : Valor medido de la variable (parámetro).  
 $a$  : Cargas (loadings).  
 $f$  : Puntuaciones (scores).  
 $e$  : Término residuales que cuenta los errores de otras fuentes de variación  
 $i$  : Número de observaciones (puntos de monitoreo).  
 $j$  : Número de variables (parámetros).  
 $m$  : Número de factores.

### b.1. Método de extracción: Análisis de Comunalidades= $R^2$

363. El método de extracción utilizada en el presente estudio fue el Análisis de Comunalidades =  $R^2$ , donde  $R$  es la correlación multivariada entre los parámetros (variables). Esta técnica calculó la matriz de correlación reducida de los parámetros, la cual tiene en su diagonal principal a las llamadas comunalidades, y los respectivos cálculos de los autovalores y autovectores por medio de ecuaciones lineales múltiples

### b.2. Rotación de componente: Varimax

364. La rotación de los factores (ejes) considerada en el presente estudio fue la rotación ortogonal de Varimax, en el cual los factores rotados son conocidos como varifactores. Esta rotación varimax ha sido considerado en la mayoría de los estudios durante la última década.

### b.3. Cargas (loadings) y puntuaciones (scores) de los factores

365. Los valores de influencia moderada considerados para cargas (loadings) de los factores fueron entre 0,6 y 0,7, y para puntuaciones (scores) fueron entre 0,5 a 0,7. Mientras, los valores con mayor influencia fueron mayores a 0,7, en donde las cargas tienen valor máximo de 1 y las puntuaciones pueden tener valores mayores a 1.

366. El criterio anterior fue establecido en base a lo considerado en los siguientes estudios:

- Fuerte influencia de los factores en las variables son mayores a 0,7 por Möller & Einax, 2013, el cual fue considerado para las cargas y puntuaciones.
- Fuerte influencia de los factores mayores a 0,6 por Gazzaz et.al., 2012, el cual fue considerado para las cargas con influencia moderada hasta el valor de 0,7.



- Moderada influencia de los factores con valor de 0,75 a 0,5 por Shrestha & Kazama, 2007; Huang et.al., 2010; Wang et.al., 2013; Song M et.al., 2014; Shafie et.al., 2014; Fitzpatrick et.al., 2007, en el cual fue considera para las puntuaciones con influencia moderada hasta el valor de 0,7.
- Altas puntuaciones corresponden a una fuerte influencia de los factores en los puntos de monitoreo por Kowalkowski et.al., 2006; Shrestha & Kazama, 2007 y Gielar et.al., 2012, por lo que en el presente estudio; mientras mayores sean las puntuaciones a 1, la influencia es mas fuerte.

**9.3.3.4. Diagrama de cajas y bigotes**

367. El criterio para realizar el diagrama de cajas y bigotes fue establecer en primer lugar a la mediana como el centro de la distribución de los datos.
368. Para el análisis textural para el porcentaje de arcilla y arena en las cuatro cochas, se realizó el diagrama de cajas y bigotes considerando el rango mínimo y máximo de los bigotes y el rango de 20 % y 80% como el valor mas bajo (VMB) y ma bajo (VMB) del rango de la caja.
369. En caso del análisis de los metales para la evaluación de agua y sedimentos, se considero el diagrama de bigotes, donde el coeficiente del valor outliier o atípico (c.o) fue de 0,5, puesto que con el valor default de 1,5 no se apreciaba algunos valores extremos o atípicos visualizados en los mapas surfer.



**9.3.3.5. Programa Surfer**

370. En el presente estudio, una matriz de datos de los diferentes parámetros y puntos de monitoreo de agua superficial y sedimentos, obtenidos durante el monitoreo de junio de 2016 en los cuerpos lénticos (cochas) de las cuencas Medio Pastaza y Corrientes, fueron tratados con el programa computacional Surfer versión 10.1.561 (Marca registrada de Golden software Inc.) para la creación de las diferentes capas e isolíneas, como también del gráfico de distribución de parámetros, debido a su versatilidad, calidad de cálculo y adecuada presentación de resultados.
371. La elaboración de los mapas de distribución de parámetros en el presente estudio fueron desarrollados con la versión 10.1.561 (64 bit) del software Surfer (Golden Software Inc., 2011) y la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2010.
372. Dicho software en otras versiones, ha sido usado en los trabajos de investigación realizados por Rojas H. et. al. (2011) y Zheng S., Shouyi L., Lingzhi H., Yaolong C. (2010).
373. Los mapas de concentraciones se construyen con el programa Surfer, utilizando como datos de entrada las concentraciones obtenidas en cada punto, a continuación el programa interpola y determina línea de isoconcentración (Baeza et. al, 2001).
374. Antes de realizar un mapa Surfer es preciso crear un archivo grid de extensión .grd a partir de una hoja de cálculo, la cual puede crearse en el mismo programa



Handwritten signature in blue ink

o desde un documento Excel, seguido del cargado de las coordenadas de los puntos de muestreo evaluados en las cochas.

375. El grillado, crea una rejilla de datos regularmente espaciados a partir de datos irregularmente espaciados, utilizando algún método de interpolación. El seguido aquí es el de la función inversa de la distancia. Los valores de los datos son pesados de manera inversamente proporcional a una potencia de la distancia respecto del punto en el que se desea interpolar, de modo que los puntos lejanos tienen escasa influencia. La potencia 2, es decir, la función que decrece con el cuadrado de la distancia, es la de empleo más generalizado y la que se ha utilizado en este estudio. Este método es rápido y suficientemente adecuado al objeto del trabajo que se pretende (Gallego F., 1997).
376. Al archivo grid creado por el programa surfer, se le asigna una gama de colores según a las concentraciones de los parámetros en cada punto de muestreo tomado, de modo que el mapa refleje las zonas de los cuerpos de agua donde haya mayor y menor concentración del parámetro, así como su distribución.
377. El tamaño de la rejilla y los límites se determinaron según las coordenadas de los extremos de los cuerpos de agua evaluados (cochas), una vez definidos los límites de las rejillas se digitalizó el contorno de las cochas en estudio, para finalmente exportar el mapa creado en archivo de formato PDF raster.
378. Los datos producidos de las evaluaciones ambientales que estuvieron por debajo del límite de detección, determinación y cuantificación, no fueron desestimados sin embargo se les puso en el mapa el color blanco, ya que aunque sean no detectables no quiere decir que sean valores ceros o ausentes.



#### 9.3.3.6. Método de extracción secuencial por Tessier

379. Se realizaron los análisis de especiación de nueve metales, en donde se incluyó bario debido a la problemática en relación a la actividad extractiva de hidrocarburos en adición a los ocho metales: cadmio, cobalto, cobre, níquel, plomo, zinc, hierro y manganeso considerados en las extracciones secuenciales en cinco fracciones de acuerdo a la metodología por André Tessier de la Universidad de Quebec de Canadá publicado en Analytical Chemistry en 1979 (Tessier, 1979).
380. Seguidamente de los análisis por Tessier, se calculan los porcentajes de las fracciones se realizaron tomando en cuenta la división entre la concentración de cada fracción y la suma de las cinco fracciones. Las fracciones de los metales cuyos porcentajes fueron mayores al 10% fueron consideradas como significativas. Para el caso de las fracciones menores al límite de determinación o detección del método de ensayo del laboratorio, se consideró el mismo valor del límite; no obstante en caso que estos tengan un porcentaje mayor al 10%; no se consideraron significativos.

#### 9.3.4. Hidrobiología

##### 9.3.4.1. Composición, riqueza y abundancia

381. Se representó la clasificación taxonómica (división, clase, orden, familia y especie) de los parámetros hidrobiológicos como plancton (fitoplancton y zooplancton),



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces evaluados en los cuerpos de agua de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en el ámbito de las actividades hidrocarburíferas en el Lote 192, durante el 2016. Esta clasificación taxonómica se encuentra en el Anexo A.3. del presente informe.

- 382. Se evaluó el comportamiento de la distribución de las comunidades hidrobiológicas en términos de riqueza y abundancia, considerándose la categoría taxonómica phylum para plancton (fitoplancton y zooplancton) y perifiton (microalgas y microorganismos), y la categoría taxonómica orden para macroinvertebrados bentónicos y peces.
- 383. Es necesario indicar que los resultados de abundancia se analizaron en base a la densidad de la muestra. Para plancton (fitoplancton y zooplancton) en org/L, perifiton (microalgas y microorganismos) en org/cm<sup>2</sup>, macroinvertebrados bentónicos en org/0,27m<sup>2</sup> y peces en base al número de individuos.
- 384. Para ello se utilizó el programa Excel, donde se sistematizó los nombres y números de cada especie por cada punto de monitoreo reportado por los laboratorios, enseguida se hizo las representaciones mediante gráficas acumuladas por sector analizado.

**9.3.4.2. Diversidad alfa y beta**

- 385. Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizaron los índices de diversidad verdadera (Números de Hill) en base al número de especies de cada punto de monitoreo para cada comunidad hidrobiológica.
- 386. Para ello se usó la variable N1 como la modificación del índice Shannon (H') (Jost, 2006) que tiene la siguiente ecuación:

$$N1 = \exp(H')$$

- 387. Por otro lado se usó la variable N2 como la modificación del índice de Simpson (D) (Jost, 2006) que tiene la siguiente ecuación:

$$N2 = \frac{1}{\text{Índice de Simpson}}$$

- 388. Por último, se desarrolló el índice de equidad de Pielou, el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (ver ecuación 9.6). Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Peet, 1974).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:

- J' : Índice de equidad de Pielou.
- H' : Índice de diversidad de Shannon-Wiener.
- H' max : Ln(S) y S = número de especies.



Handwritten signature and initials

389. Para la evaluación de diversidad beta se utilizó el coeficiente de similitud de Bray Curtis en base a la similitud de especies entre puntos de monitoreo para cada comunidad hidrobiológica. Para determinar el índice de Bray Curtis se empleó la siguiente ecuación:

$$IBC = 1 - \frac{(\sum xi - yi)}{(\sum xi + yi)} \quad (9.7)$$

Donde:

- IBC : Índice de Bray Curtis.  
xi : Abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1.  
yi : Abundancia de las especies en el otro.

390. Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal y Michener, 1958; Crisci y López, 1983) utilizando el programa estadístico PAST (Hammer et al., 2001). Esta gráfica resume la similitud de las especies entre dos estaciones de monitoreo.

#### 9.3.4.3. Análisis de tejido muscular (músculo) y hepático (hígado) en peces

391. Este análisis fue dirigido a las muestras de tejidos de peces extraídos en la evaluación de marzo de 2016 (primera temporada).

392. Los resultados de detección de 13 distintos metales pesados en músculo e hígado (reportados por el laboratorio acreditado por el INACAL<sup>49</sup>) se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) señalados en el manual "Indicadores o criterios de seguridad alimentaria e higiene para alimentos y piensos de origen pesquero y acuícola" del SANIPES (2010) el cual referencia a los metales pesados de interés para alimentos en la salud humana como cadmio, mercurio y plomo. Adicionalmente se compararon los resultados para arsénico con la "Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995)" del Programa conjunto FAO/OMS (2015), ver Tabla 9-13.

Tabla 9-13. Rangos de detección y LMP para metales totales en peces

Parámetro	Rangos de detección del laboratorio acreditado por el INACAL	LMP (SANIPES, 2010; Programa conjunto FAO/OMS, 2015)
	mg/kg	
Arsénico	0,005 – 100	0,5*
Cadmio	0,01 – 100	0,05**
Mercurio	0,005 – 100	0,5**
Plomo	0,05 – 100	0,3**

(\*) Según el Codex Alimentario Standard 193 (General Standard For Contaminants And Toxins In Food And Feed Adopted In 1995. Revised In 1997, 2006, 2008, 2009. Enmendada en 2010, 2012, 2013, 2014, 2015) (Programa conjunto FAO/OMS, 2015).

(\*\*) Según Manual de Indicadores o Criterios Microbiológicos de Seguridad Alimentaria e Higiene para Alimentos y Piensos de Origen Pesquero y Acuícola (SANIPES, 2010).

Fuente: Elaboración propia.

393. Los resultados de detección de 11 tipos de HAP en músculo e hígado (reportados por el laboratorio acreditado por el INACAL<sup>50</sup>) se compararon con los límites

<sup>49</sup> AGQ Perú S.A.C.

<sup>50</sup> AGQ Perú S.A.C.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

máximos permisibles (LMP) señalados en el manual "Indicadores o criterios de seguridad alimentaria e higiene para alimentos y piensos de origen pesquero y acuícola" del SANIPES (2010) en el cual solo se referencia al HAP benzopireno (ver Tabla 9-14).

**Tabla 9-14.** Rangos de detección y LMP para metales totales en peces

Parámetro	Rangos de detección del laboratorio acreditado por el INACAL	LMP (SANIPES, 2010; Programa conjunto FAO/OMS, 2015)
	mg/kg	
Benzopireno	0,005 – 100	2,0*

(\*) Según Manual de Indicadores o Criterios Microbiológicos de Seguridad Alimentaria e Higiene para Alimentos y Piensos de Origen Pesquero y Acuícola (SANIPES, 2010).

Fuente: Elaboración propia.

394. Los resultados de detección de tres tipos de HTP en músculo e hígado sólo se compararon entre los puntos de monitoreo debido a que no se cuenta con una norma nacional e internacional referente a su concentración en peces.

**9.3.5. Fauna silvestre**

395. El área de estudio fueron sistematizados para el cálculo de los índices de ocurrencia (IO) y abundancia (IA), propuestos por Boddicker et al. (2001, 2002). Al respecto, cabe precisar que la identificación por los apoyos locales (entrevistas) es una evidencia considerada para el índice de ocurrencia más no para el índice de abundancia.

396. El índice de ocurrencia (IO) provee una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas (rastros y entrevistas), cuando los puntos acumulados de las diferentes evidencias alcanzan un mínimo de 10 puntos o más, se concluye que la especie está presente en el sitio. Los valores para cada uno de estos registros están contenidos en la (Tabla N°1-3).

397. El índice de abundancia (IA) nos proporciona el grado de actividad del animal en el área de estudio. La aplicación del índice de abundancia es el más apropiado cuando no es posible una gran cobertura en un tiempo relativamente corto, de modo que para este propósito se usó la metodología descrita por Rodríguez y Amanzo (2001). Este índice se obtiene multiplicando el valor de un tipo de evidencia (ver Tabla 9-15) por el número de veces que fue registrada; en este sentido, los resultados de la sumatoria de todos los productos iguales o superiores a 25 nos indican mayor actividad de una especie en el área, mientras que valores inferiores a 25 nos indican niveles bajos de actividad.

**Tabla 9-15.** Puntaje por tipos de evidencias para el cálculo del índice de ocurrencia

Tipo de evidencia	Puntaje
<b>Evidencia no ambigua</b>	
Especie observada	10
<b>Evidencia de alta calidad</b>	
Huellas	5
Despojos (Huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales	5
Vocalizaciones, emanación de sustancias odoríferos	5
<b>Evidencias de baja calidad</b>	
Camas, madrigueras, caminos, rasguños	4



Handwritten signature and initials in blue ink.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tipo de evidencia	Puntaje
Restos fecales	4
Restos de alimentos	4

Fuente: Elaboración propia a partir de Boddicker *et al.* 2001.

398. La interpretación de los datos proporcionados por las cámaras trampa se realizó mediante el programa Camera Base versión 1.6.1, una base de datos en el programa Access, específicamente diseñada para analizar fotos de cámaras trampa (Tobler, 2013).

399. Para el análisis de datos se consideraron sólo los eventos independientes (registros fotográficos que ocurrieron cada 30 minutos) se obviaron las fotos blanco y aquellas que registraron a personas. Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1,000 días-cámara. El conteo de captura tomó en cuenta el número de cámaras en las cuales aparece la especie. Luego, con la información de las cámaras trampa sistematizada, se calculó la composición, riqueza de especies, abundancia y diversidad de fauna silvestre en el área de estudio, haciendo uso del software libre PAST 3.10 (Hammer *et al.*, 2001).

400. La diversidad fue calculada mediante el índice de Diversidad de Shannon (Moreno, 2001); el cual señala que los valores más altos corresponden a una gran riqueza de especies (número de especies) y heterogeneidad (distribución del número de cada especie). La ecuación de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = \sum (p_i)(\log_2 p_i) \quad (9.8)$$

Dónde:

$p_i$  : Abundancia proporcional de la especie.

$i$  : Número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

401. Finalmente, el desarrollo del proceso de categorización y la elaboración de la lista oficial de especies amenazadas de fauna silvestre, se utilizaron como base los criterios y categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), dicha lista es el resultado de un proceso basado en el intercambio abierto y participativo de información científica, en el que investigadores nacionales, extranjeros e instituciones científicas involucradas en la conservación de la fauna silvestre en el país, evaluaron los criterios, categorías y el riesgo de extinción de los diferentes taxones clasificándolos según su grado de amenaza (N° 004-2014-MINAGRI).

402. Para documentar a las especies comprendidas en alguna categoría internacional de conservación nos basamos en la lista roja de especies amenazadas (UICN 2016), y para documentar a las especies comprendidas en algún apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre nos basamos en el (CITES 2014).

### 9.3.6. Flora silvestre

403. En esta sección se presenta la metodología de análisis de datos, la cual consistió en la cuantificación de la información obtenida en la determinación de especies



Handwritten signature and initials in blue ink.



arbóreas en el área de estudio, mediante el cálculo de los siguientes parámetros: composición florística y diversidad arbórea, índice de valor de importancia (I.V.I) y la estimación de biomasa; además del análisis de correspondencia y escalamiento multidimensional no métrico (NMDS).

### 9.3.6.1. Composición florística y diversidad arbórea

404. La caracterización de comunidades vegetales en el área de estudio consistió en la evaluación de la composición florística (arbórea), haciendo uso del registro de las cantidades y tipo de las especies presentes en cada parcela.
405. La riqueza (número de especies) fue calculada cuantificando el número de especies y morfo-especies por parcela y la abundancia fue determinada realizando un listado de individuos por especies.
406. Mientras, y la abundancia (número de individuos) fue realizada por parcelas con el propósito de describir y diferenciar las parcelas de sitios PAC y contaminado con la parcela en sitio blanco.
407. Adicionalmente, con la finalidad de fortalecer visualmente el análisis de abundancia, se elaboró un mapa de dispersión de los individuos, el cual referencia la ubicación de las especies arbóreas en las parcelas.



### 9.3.6.2. Índice de diversidad Alfa Fisher

408. El índice de diversidad Alfa Fisher evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y de especies, de modo que cuanto más diversa sea un área, mayor será el valor resultante. La ecuación para determinar este índice es la siguiente:

$$S = \alpha \log_e [1 + (N/\alpha)] \quad (9.9)$$

Dónde:

- S : Número total de especies registradas en la muestra.  
N : Número de individuos en la muestra.  
 $\alpha$  : Índice de diversidad.

### 9.3.6.3. Índices de valor de importancia (I.V.I)

409. El cálculo de I.V.I se realizó sobre la base de la determinación de tres parámetros principales: dominancia (área basal) o relativa (Do. R.), densidad relativa (De. R.) y frecuencia relativa (Fr. R.) indicadas en las siguientes ecuaciones:

$$\text{Do. R.} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 \quad (9.10)$$

$$\text{De. R.} = \frac{\text{Nº de individuos por especie}}{\text{Nº total de individuos}} \times 100 \quad (9.11)$$

$$\text{Fr. R.} = \frac{\text{Nº de sub parcelas en que está la especie}}{\Sigma \text{ de las frecuencias de todas las especies}} \times 100 \quad (9.12)$$



SUBDIRECCIÓN DE LA  
 LINEA DE AGENTES  
 CONTAMINANTES  
 ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA

410. Finalmente, el índice de valor de importancia (I.V.I.) se calculó mediante la suma de esos tres parámetros, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I.V.I = Do.R. + De.R. + Fr.R \quad (9.13)$$

Dónde:

I.V.I. = Índice de Valor de Importancia.  
Do.R = Dominancia rrelativa.  
De.R = Densidad relativa.  
Fr.R = Frecuencia relativa.

#### 9.3.6.4. Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas

411. El cálculo de la biomasa se realizó siguiendo una ecuación alométrica para árboles tropicales<sup>51</sup>, basada en todos los datos alométricos pantropicales disponibles para bosques húmedos de tierras bajas, según (Chave *et al.*, 2014):

$$\text{Biomasa (kg)} = 0,0673 * [\rho(d^2) * H]^{0,976} \quad (9.14)$$

Dónde:

$\rho$  = densidad específica de la madera.  
 $d$  = diámetro del individuo.  
 $H$  = altura del individuo.

412. Brown (1997) también considera la fórmula alométrica descrita líneas arriba como la más usada últimamente, además de considerarla como el método más preciso y eficaz para estimar biomasa. Cabe señalar que la densidad de la madera fue obtenida de la base de datos de (Zanne *et al.*, 2009 & Chave, J. 2009) a nivel de especie, sin embargo, cuando la especie no era conocida, se utilizó el promedio del valor a nivel de género o familia.

413. Mientras, la captura de carbono se calculó de acuerdo con la fórmula descrita por (MacDicken 1997; Brown *et al.* 2005 y IPCC 2007), haciendo uso de los datos obtenidos de biomasa (50 % de la biomasa obtenida), de la siguiente ecuación:

$$\text{Captura de carbono} = \text{Biomasa} * 0,5 \quad (9.15)$$

414. Es importante resaltar, que si bien la estimación de biomasa está influenciada por la densidad de la madera de cada especie, los diámetros de cada árbol tienen un papel importante en el cálculo de biomasa; por tanto, es muy importante que estas clases diamétricas se grafiquen.

415. De esta manera, se dispone de material que permite observar gráficamente la dinámica en cuanto a edades de los árboles se refiere (Aguirre, Z. 2013). En este sentido, se elaboró un gráfico a partir de las clases diamétricas de las especies arbóreas registradas en las parcelas evaluadas.

<sup>51</sup> Alométricas, refiere al termino alometria, y alometria se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionados con los cambios en el tamaño total.



### 9.3.6.5. Análisis multivariado

#### 9.3.6.5.1. Análisis de correspondencia

416. El análisis de correspondencia se realizó con los datos de las especies arbóreas registradas en las parcelas, haciendo uso del programa PAST (Hammer Ø, Harper, D & Ryan, D. 2001). La finalidad de utilizar este estadístico es ordenar las parcelas en un plano espacial, donde se muestre su ubicación en las cuencas Pastaza y Corrientes del Lote 192.
417. De este modo, se podría diferenciar claramente la similitud entre parcelas, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies previamente categorizadas<sup>52</sup> en cada parcela. Los criterios utilizados en la categorización de las especies registradas en las parcelas se establecieron sobre la base de bibliografía especializada (Popma, I, E *et al.* 1988; & Lieberman, D., *et al.* 1985b) e información virtual disponible en el museo de Chicago, los cuales permitieron definir el tipo de especie tomando en cuenta el tipo de bosque o ecosistema en el que normalmente se desarrollan (bosque maduro o perturbado) y de este modo, definir las categorías utilizadas en el análisis de correspondencia del presente estudio. Estos criterios se presentan en la Tabla 9-16.

Tabla 9-16. Categorización de las especies registradas en las parcelas

Criterios	Categoría
Arboles grandes de bosque maduro "Intacto"	A
Arboles pequeños de bosque maduro "intacto"	B
Arboles grandes de bosque perturbado "pioneras"	C
Arboles pequeños de bosques perturbados "pioneras"	D
Árboles que se pueden desarrollar en ambos casos	E

Fuente: Elaboración propia.

#### 9.3.6.5.2. Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS)

418. El análisis de NMDS se realizó en las especies registradas en las parcelas (ver Tablas A.5.1 y A.5.2 del Anexo A.5) y las variables calculadas para cada especie determinada en las parcelas (grado de afectación de los suelos y biomasa (ver Tablas A.5.8 y A.5.9 del Anexo A.5). Los criterios utilizados para definir la variable "grado de afectación" y su escala de valoración se determinaron en función de la información precisada en los informes de sitios contaminados y declaración de sitios PAC<sup>13</sup>, tal como se detalla en la Tabla 9-17.

Tabla 9-17. Grado de afectación del suelo en los sitios evaluados

Criterios	Valor
Alejado de sitios que puedan tener algún grado de afectación con actividades hidrocarburíferas	1
Sitio contaminado por alta concentración de Bario, debido a que excede los ECA en Bario (Ba) en el informe N° 326-2013-OEFA/DE-SDCA	2
Sitio PAC, identificado en la RD: 0153-2005-MEM/AAE (elaborado por Pluspetrol)	3
Sitio contaminado por hidrocarburo, debido a que excede los ECA en HTP, según informe N° 326-2013-OEFA/DE-SDCA	4

Fuente: Elaboración propia.

52

La categorización es el intento progresivo de agrupar la información recogida en base a ciertos criterios.

### 9.3.6.6. Determinación de especies en categorías de protección

419. La identificación de especies protegidas se realizó principalmente sobre la base de la última recategorización de flora silvestre para el Perú, realizada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (Decreto Supremo N° 043-2006-AG del 06 de julio de 2006<sup>53</sup>). Adicionalmente, también se tomó en cuenta la Resolución Ministerial N° 0505-2016-MINAGRI del 29 de setiembre de 2016, que aprueba el proyecto de decreto supremo, referido a la "*Lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas*"; considerando que en esta clasificación se incrementa la cantidad de especies a proteger y presenta modificaciones en las categorías para ciertas especies.
420. Además, se tomó en cuenta las categorías determinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para la clasificación de especies sobre la base de criterios que determinan su estatus de conservación. Estas categorías son: extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), menor riesgo o casi amenazado (LR), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Las especies listadas en las categorías CR, EN y VU se consideran "amenazadas".
421. Finalmente, el registro de especies identificadas fue comparado con la lista de especies que está incluida en los apéndices de La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES 2015).

## 10. RESULTADOS Y ANÁLISIS

422. Los resultados obtenidos en la evaluación de los componentes: agua superficial, sedimentos, hidrobiología, flora y fauna fueron analizados dentro del ámbito del Lote 192 en las tres cuencas: Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en los meses de marzo, mayo y junio de 2016.
423. Los componentes agua superficial y sedimentos respectivamente, fueron analizados en las tres cuencas: Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre en marzo de 2016 y las cuatro cochas: Shirunchicocha, Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma en junio de 2016.
424. Para ambos monitoreos, en las tres cuencas y las cuatro cochas, los resultados de calidad de agua superficial se evaluaron con la normativa nacional del ECA para agua en la Categoría 4-E2 para ríos de Selva y Categoría 4-E1 para lagos y lagunas (cochas) y cloruros con la guía canadiense, mientras la calidad de sedimentos se evaluaron los metales (excepto para bario que fue evaluado con los ECA-Suelo) y naftaleno y benzo (a) pireno (compuestos de los hidrocarburos aromáticos policíclicos - HAP) con la guía canadiense; y los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) con la guía de Los Países Bajos y la guía del usuario de Canadá Atlántica.
425. Asimismo, se evaluaron los parámetros que no cuenta con valores establecidos en la normativa nacional e internacional, así como los análisis multivariados de conglomerados o cluster (previo estandarización por medio del autoescalamiento

<sup>53</sup> D.S. 043-2006-AG. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.



z) aplicando el método de Ward y las distancias de 1-r de Pearson para los parámetros y euclidiana para los puntos de monitoreo.

426. Mientras, los análisis de factores (previo transformación de datos por el de Box-Cox) aplicando la rotación varimax y por el método de extracción por Componentes Principales permitieron evaluar el comportamiento de todos los parámetros evaluados (excepto temperatura, pH y los metales menores a los límites de determinación y cuantificación) y sus agrupaciones en relación a las relaciones entre sí.
427. Para el componente hidrobiología, se seguirá el mismo patrón de análisis de agua y sedimento, el cual hace referencia a los dos monitoreos (tres cuencas en el mes de marzo de 2016 y cuatro cochas en el mes de junio de 2016). Se tuvo en consideración para ambos monitoreos que las comunidades hidrobiológicas a evaluarse en ambientes lénticos serán fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados bentónicos y peces; mientras que las comunidades hidrobiológicas a evaluarse en ambientes lóticos fueron perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces.
428. En ambos monitoreos se consideró el análisis de composición de especies, riqueza, abundancia y diversidad, tanto alfa como beta. De forma complementaria, para el primer monitoreo se realizó el análisis de metales totales, HAP y HTP en tejido muscular y tejido hepático en peces, mientras que para el segundo monitoreo se realizó el análisis de correspondencia canónica entre la comunidad del fitoplancton y las variables ambientales de mayor relevancia o importancia de acuerdo a los análisis realizados a los resultados de metales totales y parámetros de campo en agua superficial.
429. Para la evaluación del componente fauna silvestre, se enfocó en realizar un diagnóstico de la condición actual de las poblaciones de animales silvestres y su relación con los sitios contaminados, para ello se realizaron censos de fauna silvestre en tres sitios contaminados de la cuenca media del río Pastaza y en un sitio blanco.
430. Para documentar de manera gráfica a los animales silvestres en los sitios impactados se instalaron 40 cámaras trampa los que estuvieron distribuidas de la siguiente manera, 14 en la cuenca Medio Pastaza, en los yacimientos, Capahuari Norte, Tambo Capahuari Sur y un sitio blanco, 14 cámaras trampa se instalaron en la cuenca Medio Alto Tigre, en el yacimiento San Jacinto y en un sitio blanco y 12 cámaras en la cuenca Corrientes en los yacimientos Shiviyaqu, Carmen, Huayuri y un sitio blanco. Las variables que se tomaron en cuenta para el diagnóstico de la fauna silvestre fueron la diversidad y la abundancia.
431. El componente flora, la evaluación se enfocó en realizar un diagnóstico de la situación actual de la flora arbórea en dos sitios contaminados en la cuenca Medio Pastaza y dos sitios PAC en la cuenca Corrientes, respecto al sitio blanco en la cuenca Medio Pastaza, relacionado al grado de afectación de los suelos por derrames directa o indirectamente relacionado a hidrocarburos. Tomando en cuenta variables como riqueza de especies, su abundancia, diversidad, biomasa y captura de carbono.





### 10.1. Agua superficial

432. A continuación, se presentan y evalúan los resultados de los parámetros de agua superficial en cada una de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre y los tres afloramientos en la cuenca Medio Alto Tigre monitoreadas en el mes de marzo de 2016. Mientras, se presentan y evalúan los resultados de agua superficial en cada una de las cuatro cochas monitoreadas en el mes de junio y julio de 2016.
433. Al respecto, primero se evaluaron los parámetros de campo: temperatura, potencial de hidrógeno (pH), oxígeno disuelto y conductividad. Asimismo, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos: sólidos suspendidos totales (SST) y cloruros y los metales: bario, plomo y zinc e hidrocarburos totales de petróleo (HTP)<sup>54</sup> que registraron valores establecidos en el ECA para agua en la Categoría 4-E2 para ríos de selva y Categoría 4-E1 lagos y lagunas (cochas).
434. Para las tres cuencas, se evaluaron los agrupamientos y por ende las relaciones de los metales con la conductividad y sólidos suspendidos totales (SST) mediante el análisis de factores, así como la relación entre los metales disueltos y suspendidos, y mediante el análisis de conglomerados o cluster se evaluó la alcalinidad y su relación con los SST, conductividad y metales realizador por el versión 10.0 del software Statistica (StatSoft Inc., 2011).
435. En tanto, para las cuatro cochas, mediante el análisis de conglomerados o cluster se evaluó el agrupamiento de los puntos de monitoreo y los metales así como la relación descendente de la concentración de metales y la distribución de los metales mediante los mapas realizados por el software Surfer version 10.1.561 para windows 64-bit (Golden Stofware Inc., 2011)
436. Finalmente, se evaluó los tres afloramientos de manera referencial con los valores establecidos en el ECA para agua en la Categoría 4-E2 para ríos selva y el control de calidad mediante la evaluación de los blancos de campo y viajero.

#### 10.1.1. Cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre

437. Los resultados obtenidos en cada monitoreo se presentaron en figuras en forma ordenada. Estos resultados fueron obtenidos de las hojas de registro de datos de campo de la calidad de agua presentados en el Anexo C.1.
438. Por otro lado, en la presente sección se muestran solamente los resultados de campo que tienen comparación con los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua. El global de los resultados obtenidos se exponen en el Anexo A.1: Tabla de resultados de agua superficial, con sus respectivas comparaciones con los ECA.

<sup>54</sup>

Cabe indicar que los análisis de HTP en la tres cuencas se realizaron en aquellos cuerpos de agua superficial en considerados en los estudios de la ANA, 2013-A que registraron HTP en agua superficial y sedimentos, además de todos los cuerpos lénticos (cochas) por lo que no se realizaron en todos los puntos de monitoreo. Asimismo, se discriminó el análisis de HTP en los ríos Pastaza y Tigre y sus tributarios en base a los resultados (menores al límite de cuantificación del método de ensayo del laboratorio) indicados en el Informe N°075-2016—OEFA/DE-SDLB-CEAI (Monitoreo en el río Tigre – Ámbito del Lote 192) e Informe N°076-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI (Monitoreo en el río Pastaza – Ámbito del Lote 192).



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

439. A continuación se expone el análisis de resultados para los parámetros determinados en campo, tomando en cuenta la agrupación de los cuerpos de agua superficial establecida en el capítulo 9.3. Análisis de datos.

#### 10.1.1.1. Cuenca Medio Pastaza

##### a. Parámetros de campo

##### a.1. Potencial de hidrogeno (pH)

440. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.1 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron pH ácidos, los cuales están por debajo del valor inferior del rango establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 6,5 unid. de pH, excepto para el río Pastaza (punto de monitoreo: RPast5) con 6,80 unid. de pH dentro del citado rango establecido en el ECA para agua.

##### a.2. Oxígeno disuelto

441. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.2 del Anexo B.1, las quebradas Ushpayacu y Anapaza, los tributarios del río Pastaza: quebrada Ismacaño, río Capahuari y quebrada Shoroyacu y las cochas Boquichico, Piripiricocha y Shirunchicocha registraron concentraciones de oxígeno disuelto por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2:  $\geq 5,0$  mg/L.

442. Mientras, los demás cuerpos de agua superficial registraron concentraciones de oxígeno disuelto por encima del valor establecido en el citado ECA para agua.

##### a.3. Conductividad

443. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.3 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron conductividades por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 1000  $\mu$ S/cm.

444. Además, el río Pastaza y dos de sus tributarios: quebradas Titiyacu e Ismacaño y las quebradas Tanquiyacu y Ushpayacu registraron mayores conductividades que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza.

##### b. Parámetros fisicoquímicos

##### b.1. Sólidos suspendidos totales (SST)

445. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.4 del Anexo B.1, el río Pastaza (en los puntos de monitoreo: RPast4, RPast5 y RPast6) registraron concentraciones de SST por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2:  $\leq 400$  mg/L, mientras las cochas registraron concentraciones de SST por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1:  $\leq 25$  mg/L.

446. Cabe señalar que el río Pastaza y su tributario: quebrada Titiyacu registraron mayores concentraciones de SST que los demás cuerpos de agua lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza.



## b.2. Cloruros

447. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.5 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de manera referencial registraron concentraciones de cloruros por debajo del valor de largo plazo de la Guía Canadiense (CEQG-WQG): 120 mg/L.
448. Cabe resaltar que la cocha Shirunchicocha y las quebradas Ismacaño, Tanquiyacu y Ushpayacu registraron mayores concentraciones de cloruros que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza.

## b.3. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

449. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.1.1 y A.1.2 del Anexo A.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> menores al límite de cuantificación del método de ensayo del laboratorio (<0,20 mg/L), lo cual esta por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2:0,50 mg/L.

## c. Metales Totales

### c.1. Bario

450. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.6 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de bario total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1: 0,7 mg/L para lagos y lagunas y Cat.4-E2: 1,00 mg/L para ríos de selva.
451. Cabe resaltar que las cochas Shanshocochocha y Pashincocha registraron mayores concentraciones de bario total que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza.

### c.2. Plomo

452. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.1.1 y A.1.2 del Anexo A.1, el río Pastaza (en los puntos de monitoreos: RPast4, RPast5 y RPast6) registraron concentraciones de plomo total por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,0025 mg/L.
453. Estas concentraciones de plomo total de los citados cuerpos de agua superficial fueron mayores a las demás concentraciones de los cuerpos de agua lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza que registraron concentraciones de plomo total menores al límite de cuantificación del método de ensayo del laboratorio (<0,001 mg/L).

### c.3. Zinc

454. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.7 del Anexo B.1, el río Pastaza (en el punto de monitoreo: RPast6), la quebrada Bujurquicocha y las cochas Shanshocochocha y Pashincocha registraron concentraciones de zinc total por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,12 mg/L.



*[Handwritten signature in blue ink]*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

455. Estas concentraciones de zinc total de los citados cuerpos de agua superficial fueron mayores a los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza.

**d. Agrupamiento de parámetros mediante el análisis de factores**

456. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (ver Tabla A.1.13 del Anexo A.1), los resultados de agua superficial en la cuenca Medio Pastaza fueron normalizados mediante la transformación Box-Cox para obtener parámetros con una distribución normal de sus datos para realizar el análisis de factores. Luego de la transformación de los parámetros (ver Tabla A.1.14 del Anexo A.1), los siguientes parámetros no fueron considerados en el análisis de factores: conductividad, fósforo y magnesio, debido a que sus valores de probabilidad (p-valor) fueron menores a 0,05 (95 % de confianza).

457. Los resultados del análisis de factores son mostrados en la Tabla 10-1, en base a una explicación de datos o varianza de 72,10 % (ver Tabla A.1.19 del Anexo A.1); tomando en cuenta el "criterio de Kaiser" o del eigenvalor mayor a 1, registrando las influencias de los factores para cada punto de monitoreo (puntuaciones o scores) y los agrupamientos de los parámetros (cargas o loadings) indicadas en las Tablas A.1.20 y A.1.21 del Anexo A.1 respectivamente.

458. Cabe señalar que no se consideró los metales de boro y titanio debido a que registraron concentraciones menores al valor de cuantificación del método de ensayo del laboratorio respectivo en más del 15 % de los puntos de monitoreo evaluado de acuerdo el método establecido por la Agencia de Protección Ambiental - Environmental Protection Agency (EPA, 2006).

459. Asimismo, en la Tabla 10-1 se resalta las mayores concentraciones de los parámetros que no fueron asociados y concentraciones resaltantes de aquellos puntos de monitoreo en los parámetros que estuvieron asociados.



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-1. Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factores de los metales, conductividad y sólidos suspendidos totales en la cuenca Medio Pastaza

Punto de Monitoreo	Unidad	Parámetro														
		S.A					Sólidos suspendidos totales	Varifactor 1							Varifactor 2	
		Cloruros	Conductividad*	Magnesio	Fósforo	Zinc		Aluminio	Silicio	Potasio	Estroncio	Sodio	Calcio	Manganeso	Hierro	Bario
RPast1	mg/L	2,10	90,50	4,528	0,25	0,019	332,4	3,477	11,20	1,81	0,073	5,03	9,749	0,213	4,369	0,070
RPast2	mg/L	1,49	83,00	4,358	0,23	0,025	369,0	3,622	11,30	2,16	0,073	4,90	9,399	0,214	4,538	0,070
QTitit	mg/L	1,49	81,50	3,858	0,18	0,015	320,0	3,392	11,40	2,19	0,069	4,54	8,454	0,164	4,185	0,062
RPast4	mg/L	1,80	87,70	5,414	0,32	0,087	485,0	8,602	15,20	2,42	0,085	5,50	9,079	0,219	9,239	0,092
RPast5	mg/L	2,20	80,30	5,174	0,31	0,112	431,0	8,154	14,30	2,54	0,080	5,02	8,528	0,213	8,740	0,089
QShor1	mg/L	1,00	16,17	0,625	0,04	0,047	9,2	0,384	4,50	0,38	0,020	1,25	1,763	0,050	1,307	0,016
RPast6	mg/L	1,80	80,10	5,206	0,34	0,128	477,0	8,543	14,70	2,36	0,079	5,51	8,115	0,212	9,056	0,090
QRCap1	mg/L	0,80	12,83	0,285	0,05	0,021	20,0	0,197	5,25	0,81	0,013	1,43	1,248	0,012	0,264	0,016
QRCap2	mg/L	0,50	11,02	0,265	0,01	0,059	14,4	0,135	5,54	0,40	0,011	1,76	0,719	0,016	0,360	0,017
QTanq1	mg/L	6,70	38,20	0,560	0,01	0,085	42,4	1,036	3,79	0,66	0,020	3,06	2,146	0,136	1,373	0,024
QBuju1	mg/L	0,90	9,91	0,252	0,01	0,014	9,6	0,126	2,27	0,09	0,009	0,90	0,958	0,043	1,116	0,140
RCapa1	mg/L	0,90	12,88	0,229	0,02	0,044	17,2	0,292	3,17	0,29	0,016	0,64	0,777	0,023	0,578	0,020
RCapa2	mg/L	0,79	15,40	0,397	0,01	0,005	16,8	0,241	6,78	0,59	0,0295	1,30	1,108	0,056	1,110	0,024
RCapa3	mg/L	1,29	16,37	0,414	0,02	0,009	14,0	0,248	6,12	0,52	0,033	1,40	1,339	0,070	1,352	0,027
RCapa4	mg/L	1,20	15,92	0,434	0,02	0,011	12,0	0,194	5,90	0,55	0,033	1,42	1,251	0,067	1,281	0,026
RCapa5	mg/L	0,70	13,64	0,459	0,02	0,105	14,8	0,502	4,18	0,26	0,028	1,10	1,821	0,037	1,049	0,022
QUshp2	mg/L	13,10	59,10	0,361	0,02	0,028	10,4	0,173	1,84	0,38	0,039	3,33	3,004	0,051	2,056	0,064
QUshp3	mg/L	1,10	13,40	0,347	0,03	0,069	7,6	2,272	3,87	0,46	0,028	1,31	1,457	0,033	1,034	0,023
QAnap1	mg/L	1,00	10,29	0,301	0,01	0,106	5,2	0,147	2,14	0,22	0,008	0,82	0,702	0,023	0,760	0,019
QAnap2	mg/L	0,79	10,91	0,289	0,01	0,036	<3,0	0,147	1,85	0,15	0,008	0,30	0,814	0,026	0,738	0,015
QAnap3	mg/L	0,89	15,94	0,631	0,02	0,010	3,6	0,168	4,60	0,52	0,0242	0,99	1,426	0,084	1,732	0,025
CShan1	mg/L	1,90	14,56	0,181	0,02	0,149	21,6	0,258	0,91	0,34	0,018	1,15	0,018	0,058	0,669	0,272
CBoqui1	mg/L	0,80	10,00	0,266	0,01	0,088	5,2	0,090	2,34	0,38	0,012	1,36	0,012	0,044	2,500	0,014
CPash1	mg/L	0,80	19,20	0,585	0,03	0,162	7,2	0,105	1,29	1,07	0,022	0,97	0,022	0,072	2,350	0,155
CPiri1	mg/L	1,20	10,91	0,253	0,02	0,100	4,0	0,187	1,55	0,48	0,014	0,49	0,014	0,033	2,611	0,024
CShiru1	mg/L	3,49	14,65	0,216	0,01	0,040	4,8	0,052	1,12	0,41	0,042	0,99	0,042	0,041	1,475	0,007

Números en cursiva: Cuerpos de agua superficial con altas puntuaciones de factores no considerados por tener bajas concentraciones de los metales.  
S.A: Sin asociación y \* Concentraciones de conductividad en µS/cm.

Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factor.

Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor

Fuente: Elaboración propia.

460. Adicionalmente, no se resaltó aquellos puntos de monitoreo en cuyo parámetro asociado tuvieron influencia de cada Varifactor debido a que se encontraba menor al valor mínimo que será establecido en las discusiones. Las asociaciones de los parámetros en los dos varifactores (factores rotados por la rotación varimax) y los parámetros no asociados se resumen en la Tabla 10-2.

**Tabla 10-2.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados

Varifactor	Parámetros asociados y no asociados
1	Sólidos suspendidos totales, aluminio, silicio, potasio, sodio, manganeso, estroncio y calcio
2	Bario y hierro
Sin asociación	Conductividad <sup>1</sup> , magnesio <sup>1</sup> , fósforo <sup>1</sup> , cloruros <sup>2</sup> y zinc <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parámetro cuyos p-valores fueron menores a 0,05 luego de la transformación de Box-Cox.

<sup>2</sup>Parámetro con cargas (loadings) menores a 0,6 (ver Tabla 3 del Anexo A.1.4.2)

Fuente: Elaboración propia.

461. De acuerdo a dichas asociaciones de los parámetros de los cuerpos de agua superficial con las mayores concentraciones de los parámetros de la cuenca Medio Pastaza se indican en la Tabla 10-3.

**Tabla 10-3.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados

Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Río Pastaza (RPast1 a RPast6) <sup>1</sup> Quebrada Titiyacu (QTiti1)	Conductividad, sólidos suspendidos totales, aluminio, silicio, magnesio, fósforo, potasio, sodio, manganeso, estroncio y calcio
Quebrada Ushpayacu (QUshp2)	Cloruros y conductividad
Río Pastaza (RPast5 y RPast6) Cocha Shanshococho (CShan1) Cocha Pashincocho (CPash1)	Zinc
Río Pastaza (RPast1 a RPast6) Quebrada Titiyacu (QTiti1) Quebrada Ushpayacu 2 (QUshp2) Cochas Pashincocho (CPash1)	Hierro y bario
Quebrada Bujurquicocho (QBuju1) Cocha Shanshococho (CShan1)	Bario
Quebrada Ushpayacu 3 (QUshp3) Quebrada Tanquiyacu (QTanq1)	Aluminio
Cocha Boquichico	Hierro
Río Capahuari (RCapa2 a RCapa5) Quebrada ramal Capahuari (QRCapa1 y QRCapa2)	Silicio

<sup>1</sup>Cabe indicar que el río Pastaza presenta dichos metales desde aguas arriba del Lote 192 (punto de monitoreo: RPast1), cuyas aguas provienen desde de la frontera Perú-Ecuador.

Fuente: Elaboración propia.



Handwritten signature and initials in blue ink.

### 10.1.1.2. Cuenca Corrientes

#### a. Parámetros de campo

##### a.1. Potencial de hidrógeno (pH)

462. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.8 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron pH ácidos, los cuales están por debajo del valor inferior del rango establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 6,5 unid. de pH, excepto para el río Corrientes (en el punto de monitoreo: RCorr4) y 6,65 unid. de pH dentro del citado rango en el ECA para agua y la quebrada Cepur Entsa con pH básico con 7,11 unid. de pH y dentro del citado rango establecido en el ECA para agua.

##### a.2. Oxígeno disuelto

463. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.9 del Anexo B.1, las cochas Esteban y Machupicchu y la quebrada Afluente Huayuri registraron concentraciones de oxígeno disuelto por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2:  $\geq 5,0$  mg/L.

464. Mientras, las demás quebradas y ríos afluentes en la cuenca Corrientes, así como las cochas Mesa y Huarashma registraron oxígeno disuelto por encima del valor establecido en el citado ECA para agua.

##### a.3. Conductividad

465. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.10 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron conductividades por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 1000  $\mu$ S/cm.

466. Cabe resaltar que las quebradas Ukunch Entsa, Machupicchu y Afluente Huayuri registraron mayores conductividades que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Corrientes.

#### b. Parámetros fisicoquímicos

##### b.1. Sólidos suspendidos totales (SST)

467. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.11 del Anexo B.1, las quebradas Pucacungayacu y Cepur Entsa registraron concentraciones de SST por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2:  $\leq 400$  mg/L, mientras la cocha Mesa registraron SST por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1:  $\leq 25$  mg/L.

468. Estas concentraciones de SST en la cocha Mesa y las quebradas Pucacungayacu y Cepur Entsa registraron mayores SST que los demás cuerpos de agua lénticos y lóticos de la cuenca Corrientes.

##### b.2. Cloruros

469. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.12 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de manera referencial registraron concentraciones de



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

cloruros por debajo del valor de largo plazo de la Guía Canadiense (CEQG-WQG):  
120 mg/L.

470. Además, las quebradas Ukunch Entsa, Afluente Machupicchu y Afluente Huayuri registraron mayores concentraciones de cloruros que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Corrientes.

### b.3. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

471. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.1.3 y A.1.4 del Anexo A.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> menores al límite de cuantificación del método de ensayo del laboratorio (<0,20 mg/L), lo cual está por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2: 0,50 mg/L.

### c. Metales totales

#### c.1. Bario

472. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.13 del Anexo B.1, la quebrada Afluente Machupicchu registró concentración de bario total con 2,109 mg/L por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1: 1,0 mg/L. Mientras, las cochas registraron concentraciones de bario total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2: 0,7 mg/L.

473. Cabe resaltar que las quebradas Afluente Kuch Entsa y Afluente Machupicchu registraron mayores concentraciones de bario que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos.

#### c.2. Plomo

474. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.1.3 y A.1.4 del Anexo A.1, el río Corrientes (en el punto de monitoreo: RCorr3), las quebradas Pucacungayacu y Cepur Entsa y la cocha Mesa registraron concentraciones de plomo total por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,0025 mg/L.

475. Estas concentraciones de plomo total de los citados cuerpos de agua superficial fueron mayores a las demás concentraciones de los cuerpos de agua lénticos y lóticos que registraron concentraciones de plomo total menores al límite de cuantificación del método de ensayo del laboratorio (<0,001 mg/L).

#### c.3. Zinc

476. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.14 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de zinc total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,12 mg/L. Cabe resaltar que las quebradas Pucacungayacu y Afluente Huayuri registraron mayores concentraciones de zinc total que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos.



*[Handwritten signature]*



**d. Agrupamiento de parámetros mediante el análisis de factores**

477. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (ver Tabla A.1.15 del Anexo A.1), los resultados de agua superficial en la cuenca Corrientes fueron normalizados mediante la transformación Box-Cox para obtener parámetros distribución normal de sus datos para realizar el análisis de factores.
478. Luego de la transformación de los parámetros (ver Tabla A.1.16 del Anexo A.1), todos los metales totales, conductividad y sólidos suspendidos totales fueron considerados en el análisis de factores debido a que sus valores de probabilidad (p-valor) fueron mayores a 0,05 (95 % de confianza).
479. Los resultados del análisis de factores son mostrados en la Tabla 10-4, en base a una explicación de datos o varianza de 77,69 % (ver Tabla A.1.22 del Anexo A.1); tomando en cuenta el "criterio de Kaiser" o del eigenvalor mayor a 1, registrando las influencias para cada punto de monitoreo (puntuaciones o scores) y los agrupamientos de los parámetros (cargas o loadings) indicadas en las Tablas A.1.23 y A.1.24 del Anexo A.1 respectivamente
480. Cabe señalar que no se consideró los metales de boro, fósforo y titanio debido a que registraron concentraciones menores al valor de cuantificación del método de ensayo del laboratorio respectivo en más del 15 % de los puntos de monitoreo evaluados de acuerdo el método establecido por la Agencia de Protección Ambiental - Environmental Protection Agency (EPA, 2006).
481. Asimismo, en la Tabla 10-4 se resalta las mayores concentraciones de los parámetros que no fueron asociados y concentraciones resaltantes de aquellos puntos de monitoreo en los parámetros que estuvieron asociados.
482. Adicionalmente, no se resaltó aquellos puntos de monitoreo en cuyo parámetro asociado tuvieron influencia de cada Varifactor debido a que se encontraba menor al valor mínimo que será establecido en las discusiones.



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-4. Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factores de los metales, conductividad y sólidos suspendidos totales en la cuenca Corrientes

Punto de Monitoreo	Unidad	Parámetro													
		S.A		Varifactor 1						Varifactor 2			Varifactor 3		
		Bario	Zinc	Conductividad <sup>a</sup>	Cloruros	Estroncio	Sodio	Magnesio	Calcio	Sólidos Suspendidos Totales	Aluminio	Silicio	Manganeso	Potasio	Hierro
RCorr1	mg/L	0,045	0,014	15,04	0,40	0,0210	1,16	0,648	1,659	128,5	1,064	5,24	0,086	0,63	2,154
RCorr2	mg/L	0,034	0,019	16,52	3,10	0,0181	1,21	0,538	1,884	71,0	1,300	5,33	0,066	0,67	2,262
RCorr3	mg/L	0,037	0,022	13,26	1,00	0,0152	1,03	0,533	1,534	149,0	3,144	6,66	0,070	0,73	4,521
RCorr4	mg/L	0,038	0,013	14,30	0,80	0,0177	1,02	0,530	1,643	129,0	0,973	4,20	0,070	0,66	2,269
QTimu1	mg/L	0,072	0,009	18,80	0,90	0,0105	0,93	0,468	0,888	58,0	0,267	3,57	0,107	0,72	2,353
QAHua1	mg/L	0,094	0,033	331,00	95,18	0,4206	36,71	1,102	7,888	19,6	0,070	2,43	1,374	1,69	6,496
QWayu1	mg/L	0,038	0,016	29,30	4,80	0,0254	2,36	0,497	1,623	26,8	0,329	4,52	0,086	0,44	1,201
QAMach1	mg/L	2,109	0,011	154,50	17,60	0,1515	8,31	1,206	9,206	7,2	0,016	3,78	0,535	0,82	2,750
QCepu1	mg/L	0,032	0,016	8,95	0,80	0,0034	0,44	0,227	0,591	717,5	2,412	4,21	0,146	10,60	5,579
QPani1	mg/L	0,028	0,011	9,98	0,50	0,0073	0,57	0,302	0,957	184,0	0,872	3,35	0,099	0,92	2,442
QAKuc1	mg/L	0,364	0,009	53,30	0,80	0,0485	3,64	0,269	3,025	12,0	0,120	1,87	0,098	0,57	2,132
QUkun1	mg/L	0,077	0,015	223,00	60,90	0,2088	28,82	0,697	5,594	5,2	0,042	3,11	0,123	0,87	1,448
QPuca1	mg/L	0,026	0,009	30,40	6,61	0,0314	3,64	0,333	1,327	8,8	0,123	3,70	0,029	0,41	1,075
QDPo1	mg/L	0,110	0,014	25,00	3,80	0,0276	2,03	0,274	1,941	6,0	0,167	3,62	0,082	0,60	2,805
QChue2	mg/L	0,065	0,010	6,78	2,02	0,0150	1,04	0,198	0,970	5,6	0,080	3,22	0,062	0,56	1,964
QChue1	mg/L	0,032	0,010	14,29	0,70	0,0057	0,41	0,166	0,879	4,8	0,095	3,12	0,028	0,35	1,129
QPucaC1	mg/L	0,034	0,033	11,68	2,20	0,0103	0,76	0,314	0,922	745,0	9,105	10,1	0,139	0,93	17,780
QAPaña1	mg/L	0,034	0,012	13,16	0,90	0,0122	1,48	0,322	1,304	7,6	0,164	2,71	0,032	0,50	1,187
QPo11	mg/L	0,039	0,018	20,10	0,50	0,0130	1,65	0,396	1,734	4,4	0,105	4,03	0,042	0,32	0,808
CEste1	mg/L	0,052	0,006	10,63	1,10	0,0107	0,30	0,125	1,081	3,2	0,054	1,04	0,065	0,77	1,538
CMach1	mg/L	0,016	0,023	26,50	4,10	0,0318	1,80	0,481	1,114	10,8	0,093	1,94	0,216	0,32	3,931
CHuar1	mg/L	0,015	0,018	8,86	0,70	0,0110	0,90	0,299	1,462	9,6	0,301	2,15	0,036	0,41	1,421
CMesa1	mg/L	0,016	0,024	12,00	6,01	0,0085	1,08	0,372	1,166	940,0	1,645	4,25	0,124	0,96	4,357

Números en cursiva: Cuerpos de agua superficial con altas puntuaciones de factores no considerados por tener bajas concentraciones de los metales.

S.A: Sin asociación <sup>a</sup> Concentraciones de conductividad en µS/cm.

Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factor.

Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor.

Fuente: Elaboración propia.



483. Las asociaciones de los parámetros en los tres varifactores (factores rotados por la rotación varimax) y los parámetros no asociados se resumen en la Tabla 10-5.

**Tabla 10-5.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados

Varifactor	Parámetros asociados
1	Conductividad, cloruros, estroncio, sodio, magnesio y calcio
2	Sólidos suspendidos totales, aluminio y silicio
3	Manganeso, potasio y hierro
Sin asociación	Bario y zinc <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Parámetro con cargas (loadings) menores a 0,6 (ver Tabla 6 del Anexo A.1.4.2).  
 Fuente: Elaboración propia.

484. De acuerdo a dichas asociaciones de los parámetros de los cuerpos de agua superficial con las mayores concentraciones de los parámetros de la cuenca Corrientes se indican en Tabla 10-6.

**Tabla 10-6.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados

Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Río Corrientes (RCorr1 a RCorr4) <sup>1</sup> Quebrada Wayur Entsa (QWayu1) Quebrada Cepur Entsa (QCepu1) Quebrada Pucacungayacu (QPucaC1) Cocha Mesa (CMesa1)	Sólidos suspendidos totales, aluminio y silicio
Quebrada Afluente Huayuri (QAHua1) Quebrada Cepur Entsa (QCepu1) Quebrada Pucacungayacu (QPucaC1) Cocha Mesa (CMesa1)	Manganeso, potasio y hierro
Quebrada Afluente Huayuri (QAHua1) Quebrada Afluente Machupicchu (QAMach1) Quebrada Ukunch Entsa (QUkun1) <sup>2</sup>	Conductividad, cloruros, estroncio, sodio, magnesio y calcio
Quebrada afluente kunch Entsa 1 (QAKuc1)	Conductividad
Quebrada Timunsa Entsa (QTimu1) Quebrada Afluente Huayuri (QAHua1) Quebrada Afluente Machupicchu (QAMach1) Quebrada Afluente kunch Entsa 1 (QAKuc1) Quebrada Ukunch Entsa (QUkun1) Quebrada Dorissa Pozo 1 (QDPo1) Quebrada Chue Entsa (QChue1) Cocha Esteban (CEste1)	Bario
Quebrada Afluente Huayuri (QAHua1) Quebrada Pucacungayacu (QPucaC1)	Zinc
Quebrada Afluente Machupicchu (QAMach1) Cocha Machupicchu (CMach1)	Manganeso y hierro
Río Corrientes 3 (RCorr3)	Hierro
Quebrada Timunsa Entsa (QTimu1) Quebrada Pani Entsa (QPani1)	Sólidos suspendidos totales

<sup>1</sup>Cabe indicar que el río Corrientes presenta dichos metales desde aguas arriba del Lote 192 (punto de monitoreo: RCorr 1), cuyas aguas provienen desde de la frontera Perú-Ecuador.

<sup>2</sup>No considera magnesio y calcio, <sup>3</sup>No considera silicio, <sup>4</sup>No considera manganeso.

Fuente: Elaboración propia.



*[Handwritten signature]*



### 10.1.1.3. Cuenca Medio Alto Tigre

#### a. Parámetros de campo

##### a.1. Potencial de hidrógeno (pH)

485. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.15 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron pH ácidos, los cuales están por debajo del valor inferior del rango establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 6,5 unid. de pH, excepto para la quebrada San Barbarillo con 6,96 unid. de pH dentro del citado rango establecido en el ECA para agua.

##### a.2. Oxígeno disuelto

486. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.16 del Anexo B.1, las quebradas Manchari, Cuicayacu, Afluente Limón, Guayabal, Gringoyacu, Shiviayacu y San Barbarillo y las cochas: Sol Sol, Tipishca y Muriticocha registraron concentraciones de oxígeno disuelto por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2:  $\geq 5,0$  mg/L.

487. Mientras, los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre registraron oxígeno disuelto por encima del valor establecido en el citado ECA para agua.

##### a.3. Conductividad

488. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.17 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron conductividades por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 1000  $\mu$ S/cm.

489. Además, las quebradas Cachiyacu, Shiviayacu, Shiviayacu pozo 13 y Rafaelyacu registraron mayores conductividades que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre.

#### b. Parámetros fisicoquímicos

##### b.1. Sólidos suspendidos totales (SST)

490. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.18 del Anexo B.1, los cuerpos de agua lóticos (ríos y quebradas) registraron concentraciones de SST por debajo del valor establecido en la Cat. 4-E2:  $\leq 400$  mg/L, mientras la cocha Montano registró concentración de SST por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1:  $\leq 25$  mg/L.

491. Además, el río Tigre, la quebrada Piedra Negra (en el punto de monitoreo: RPied2) y las quebradas tributarias a la quebrada Piedra Negra: Cachiyacu: y Cuicayacu registraron mayores concentraciones de SST que los demás cuerpos de agua lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## b.2. Cloruros

492. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.19 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de manera referencial registraron concentraciones de cloruros por debajo del valor de largo plazo de la Guía Canadiense (CEQG-WQG): 120 mg/L.
493. Cabe resaltar que la quebrada Cachiyacu registró mayor concentración de cloruros con 83,60 mg/L que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre Cabe resaltar que la quebrada Cachiyacu aporta concentraciones de cloruros a la quebrada Piedra Negra incrementándose de 0,59 a 5,59 mg/L.

## b.3. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

494. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.1.5 y A.1.6 del Anexo A.1, la quebrada Cuicayacu registró concentración de HTP en la fracción C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> con 0,56 mg/L por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2: 0,50 mg/L.
495. Mientras, los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub> menores al límite de cuantificación del métodos de ensayo del laboratorio (<0,20 mg/L).

## c. Metales Totales

### c.1. Bario

496. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.20 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de bario total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1: 0,7 mg/L para lagos y lagunas y Cat.4-E2: 1,00 mg/L para ríos de selva.
497. Cabe resaltar que las quebradas Afluente Limón, Shiviayacu, Shiviayacu pozo 13 y Rafaelyacu registraron mayores concentraciones de bario que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre.

### c.2. Plomo

498. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.1.5 y A.1.6 del Anexo A.1, las quebradas Afluente Limón, Cachiyacu y Cuicayacu registraron concentraciones de plomo total por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,0025 mg/L.
499. Estas concentraciones de plomo de los citados cuerpos de agua superficial fueron mayores a las demás concentraciones de los cuerpos de agua lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre que registraron concentraciones menores al límite de cuantificación del métodos de ensayo de ensayo del laboratorio (<0,001 mg/L).



Handwritten signature in blue ink

**c.3. Zinc**

500. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.21 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de zinc total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,12 mg/L.
501. Cabe resaltar que las quebradas Cachiyacu y Afluente Limón registraron mayores concentraciones de zinc que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre.

**d. Agrupamiento de parámetros mediante el análisis de factores**

502. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (ver Tabla A.1.17 del Anexo A.1), los resultados de sedimentos en la cuenca Medio Alto Tigre fueron normalizados mediante la transformación Box-Cox para obtener parámetros con una distribución normal de sus datos para realizar el análisis de factores.
503. Luego de la transformación de los parámetros (ver Tabla A.1.18 del Anexo A.1), el fósforo fue el único parámetro que no fue considerado en el análisis debido a que su valor de probabilidad (p-valor) fue menor a 0,05 (95 % de confianza).
504. Los resultados del análisis de factores son mostrados en la Tabla 10-8, en base a una explicación de datos o varianza de 79,34 % (ver Tabla A.1.25 del Anexo A.1); tomando en cuenta el "criterio de Kaiser" o del eigenvalor mayor a 1, registrando las influencias para cada punto de monitoreo (puntuaciones o scores) y los agrupamientos de los parámetros (cargas o loadings) indicadas en Tablas A.1.26 y A.1.27 del Anexo A.1 respectivamente.
505. Las asociaciones de los parámetros en los cuatro varifactores (factores rotados por la rotación varimax) y los parámetros no asociados se resumen en la Tabla 10-7.

**Tabla 10-7.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados

Varifactor	Parámetros asociados y no asociados
1	Conductividad, estroncio, bario, sodio, calcio y magnesio
2	Sólidos suspendidos totales, aluminio, titanio, zinc y boro
3	Manganeso y hierro
4	Silicio
Sin asociación	Fósforo <sup>1</sup> , cloruros <sup>2</sup> y Potasio <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parámetro cuyo p-valor fue menor a 0,05 luego de la transformación de Box-Cox.

<sup>2</sup>Parámetro con cargas (loadings) menores a 0,6 (ver Tabla 9 del Anexo A.1.4.2).

Fuente: Elaboración propia.



*[Handwritten signature and initials]*



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-8. Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factores de los metales, conductividad y sólidos suspendidos totales en la cuenca Medio Alto Tigré

Punto de Monitoreo	Unidad	Parámetro																
		S.A			Varifactor 1					Varifactor 2					Varifactor 4	Varifactor 3		
		Fósforo	Cloruros	Potasio	Conductividad <sup>a</sup>	Estroncio	Bario	Sodio	Calcio	Magnesio	Sólidos suspendidos totales	Aluminio	Titanio	Zinc	Boro	Silicio	Manganeso	Hierro
RTigr1	mg/L	0,05	0,49	0,73	26,60	0,074	0,041	1,37	3,046	0,963	86,7	2,443	0,071	0,027	0,020	7,49	0,098	3,451
QManc1	mg/L	0,03	3,55	0,46	24,00	0,021	0,021	1,00	3,380	0,394	42,0	1,058	0,008	0,022	0,036	1,09	0,039	1,472
RTigr2	mg/L	0,05	1,59	0,76	26,40	0,029	0,042	1,44	3,296	0,968	279,0	2,089	0,062	0,028	0,010	7,01	0,097	3,142
RTigr3	mg/L	0,05	0,89	0,73	24,50	0,025	0,039	1,26	2,834	0,861	103,1	1,847	0,050	0,027	0,021	6,32	0,095	3,011
RTigr4	mg/L	0,04	0,69	0,59	24,40	0,023	0,035	1,23	2,757	0,752	100,0	1,654	0,043	0,025	0,074	5,53	0,086	2,609
QCeme1	mg/L	0,03	0,59	0,64	26,80	0,022	0,026	1,32	2,444	0,716	28,8	1,324	0,028	0,018	0,029	5,83	0,024	1,715
QGrin1	mg/L	0,02	1,00	0,54	33,70	0,028	0,034	1,14	4,055	0,618	24,8	0,901	0,018	0,021	0,025	4,32	0,130	2,760
QSanA1	mg/L	0,05	0,49	0,40	21,77	0,012	0,019	0,55	3,571	0,334	16,8	0,662	0,004	0,018	0,011	3,20	0,026	0,963
QSanB1	mg/L	0,02	1,10	0,55	17,51	0,014	0,022	0,59	2,738	0,320	33,6	0,507	0,005	0,016	0,014	3,96	0,044	1,287
RTigr5	mg/L	0,02	1,00	0,68	24,10	0,026	0,037	1,34	3,100	0,797	97,3	1,586	0,041	0,034	0,061	5,79	0,091	2,785
QPaus1	mg/L	0,02	1,50	0,60	14,10	0,016	0,023	0,74	3,793	0,535	8,0	0,105	<0,001	0,010	0,031	1,15	0,144	1,662
QAflu1	mg/L	0,06	0,90	0,42	33,80	0,018	0,040	1,21	3,284	0,629	7,2	0,319	0,002	0,012	0,014	3,20	0,031	0,997
QLupu1	mg/L	0,03	1,30	0,25	16,05	0,008	0,014	1,11	1,411	0,351	23,2	0,344	0,002	0,012	<0,008	2,73	0,028	0,948
QAfLi1	mg/L	0,03	1,50	0,36	50,10	0,038	0,218	2,08	6,145	0,385	13,6	0,627	0,004	0,067	0,054	1,82	0,044	1,380
QPied1	mg/L	0,12	0,59	0,47	16,77	0,011	0,015	0,64	2,384	0,343	22,4	0,865	0,007	0,019	0,016	3,18	0,038	1,460
QCach1	mg/L	0,02	83,69	1,11	132,50	0,188	0,052	38,67	10,070	1,150	330,0	4,446	0,049	0,057	0,066	5,49	0,185	6,285



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Punto de Monitoreo	Unidad	Parámetro																
		S.A			Varifactor 1						Varifactor 2					Varifactor 4	Varifactor 3	
		Fósforo	Cloruros	Potasio	Conductividad <sup>a</sup>	Estroncio	Bario	Sodio	Calcio	Magnesio	Sólidos suspendidos totales	Aluminio	Titanio	Zinc	Boro	Silicio	Manganeso	Hierro
QPied2	mg/L	0,03	5,59	0,56	35,70	0,023	0,021	3,26	3,237	0,418	71,5	1,559	0,013	0,023	0,194	3,96	0,051	2,274
QCuic1	mg/L	0,03	1,39	0,54	20,54	0,014	0,077	0,79	3,100	0,294	131,3	1,603	0,011	0,021	0,010	2,43	0,054	4,435
QGuay1	mg/L	0,03	1,29	0,48	9,30	0,019	0,040	0,93	5,526	0,476	32,0	0,535	0,003	0,018	0,047	1,99	1,204	5,353
QMont1	mg/L	0,05	1,19	0,48	11,92	0,009	0,018	0,65	2,136	0,291	16,4	0,814	0,003	0,014	0,029	3,55	0,055	1,644
QShiv1	mg/L	0,07	4,00	0,22	131,40	0,071	0,088	3,61	12,830	1,215	33,5	0,122	0,002	0,007	<0,008	3,21	1,183	3,153
QShiPo13	mg/L	0,03	2,20	0,95	230,00	0,142	0,146	3,06	28,950	2,611	4,8	0,109	<0,001	0,005	<0,008	3,77	0,053	0,294
QRafa1	mg/L	0,02	12,70	0,53	184,10	0,139	0,114	3,86	20,440	2,020	<3	0,040	<0,001	0,007	<0,008	3,51	0,056	0,545
QSaba1	mg/L	0,02	0,80	0,98	11,30	0,007	0,018	0,37	0,794	0,269	5,6	0,033	<0,001	0,007	<0,008	1,43	0,087	3,296
CAuca1	mg/L	0,06	1,00	0,50	17,85	0,019	0,021	1,02	2,077	0,434	12,0	0,335	0,004	0,015	0,015	2,88	0,103	2,620
CSol1	mg/L	0,05	1,09	0,56	23,00	0,024	0,033	1,01	2,267	0,527	16,8	0,454	0,007	0,015	0,024	3,83	0,190	3,318
CCami1	mg/L	0,02	1,10	0,26	16,28	0,017	0,027	1,47	3,664	0,558	12,4	0,848	0,007	0,018	0,025	3,50	0,024	1,039
CTiph1	mg/L	0,05	1,99	0,67	22,10	0,020	0,021	1,09	2,801	0,554	9,2	0,282	0,003	0,019	0,011	3,59	0,043	1,275
CMont1	mg/L	0,03	0,79	0,62	20,49	0,022	0,025	1,33	2,628	0,649	28,8	1,004	0,021	0,021	0,032	4,87	0,042	1,668
CMuri1	mg/L	0,04	2,61	0,59	17,33	0,014	0,022	0,88	3,402	0,402	18,5	0,519	0,003	0,019	0,048	0,79	0,149	2,532

Números en cursiva: Cuerpos de agua superficial con altas puntuaciones de factores no considerados por tener bajas concentraciones de los metales.

S.A: Sin asociación y <sup>a</sup> Concentraciones de conductividad en µS/cm.

Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factor.

Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor

Fuente: Elaboración propia.

506. De acuerdo a dichas asociaciones y no asociaciones, los parámetros de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones se indican en la Tabla 10-9.

**Tabla 10-9.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados

Cuerpos de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones	Cuerpos de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Río Tigre (RTigr1 a RTigr5) <sup>1</sup> Quebrada Manchari (QManc1) Quebrada Cementerio <sup>2,3</sup> Quebrada Gringoyacu <sup>3</sup> Quebrada Cachiyacu (QCach1) Quebrada Piedra Negra 2 (QPied2) Quebrada Cuicayacu (QCuic1) Cocha Montano (CMont1) <sup>3</sup>	Sólidos suspendidos totales Aluminio Titanio Zinc	Quebrada Manchari (QManc1) Río Tigre (RTigr4 y RTigr5) Quebrada Cachiyacu (QCach1) Quebrada Piedra Negra 2 (QPied2) Quebrada Afluente Limón (QAfLi1)	Boro
Río Tigre (RTigr1 a RTigr5) <sup>1</sup> Quebrada Cementerio (QCeme1) Quebrada Cachiyacu (QCach1)	Silicio	Quebrada Cachiyacu (QCach1) Quebrada Guayabal (QGuay1) Quebrada Shivyacu (QShivi1) Cocha Sol Sol (CSol1)	Manganeso y Hierro
Río Tigre (RTigr1, RTigr2, RTigr3 y RTigr5) <sup>1</sup> Quebrada Cuicayacu (QCuic1) Quebrada San Barbarillo (QSaba1)	Hierro	Cocha Muriticocha (CMuri1)	Manganeso
Quebrada Afluente Limón (QAfLi1)	Conductividad, bario y calcio	Quebrada Afluente Limón (QAfLi1)	Zinc
Quebrada Cachiyacu (QCach1) Quebrada Shivyacu (QShivi1) <sup>4</sup> Quebrada Shivyacu Pozo 13 <sup>4</sup> (QShiPo13) Quebrada Rafaelyacu (QRafa1) <sup>3</sup>	Conductividad Estroncio Bario Sodio Calcio Magnesio	Quebrada Cachiyacu (QCach1) Quebrada Rafaelyacu (QRafa1)	Cloruros
		Quebrada Piedra Negra 2 (QPied2)	Sodio
Río Tigre 1 (RTigr1)	Estroncio	Quebrada Piedra 1 (QPied1)	Fósforo
Quebrada Cachiyacu (QCach1)	Potasio	Quebrada Cuicayacu (QCuic1)	Bario

<sup>1</sup>Cabe indicar que el río Tigre presenta dichos metales desde aguas arriba del Lote 192 (punto de monitoreo: RTigr1), cuyas aguas provienen desde de la frontera Perú-Ecuador.

<sup>2</sup>No considera zinc, <sup>3</sup>No considera sólidos suspendidos totales y <sup>4</sup>No considera sodio.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 10.1.1.4. Relación metales disueltos y suspendidos

507. De acuerdo a las Figuras B.1.22 a B.1.32 del Anexo B.1, las concentraciones de los metales registraron diferente relación de su forma suspendida y disuelta, dentro del cual se agrupan de acuerdo a los número de puntos de monitoreo (ver Tabla 10-10).

**Tabla 10-10.** Relación de las concentraciones de metal suspendido y disuelto en los puntos de monitoreo de la cuenca Medio Pastaza

N°	Metal	N° Puntos de monitoreo	
		Relación metal suspendido / metal disuelto > 1	Relación metal suspendido / metal disuelto < 1
1	Aluminio	14	1 <sup>a</sup>
2	Hierro	15	0
3	Manganeso	7	8
4	Zinc	8	7
5	Estroncio	1 <sup>b</sup>	14

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N°	Metal	N° Puntos de monitoreo	
		Relación metal suspendido / metal disuelto > 1	Relación metal suspendido / metal disuelto < 1
6	Calcio	2 <sup>b,c</sup>	13
7	Bario	3 <sup>d</sup>	11
8	Silicio	2 <sup>d</sup>	13
9	Sodio	3 <sup>a,e,f</sup>	11
10	Magnesio	0	15
11	Potasio	0	15
Puntos de monitoreo mayor a 10			

<sup>a</sup> Quebrada Bujurquicocha, <sup>b</sup> Cocha Piripiricocha, <sup>c</sup> Cocha Shirunshicocha, <sup>d</sup> Río Pastaza y <sup>e</sup> Quebrada Anapaza y <sup>f</sup> Cocha Boquichico.

Fuente: Elaboración propia.

508. De acuerdo a la Tabla 10-10, las concentraciones de aluminio y hierro predominó la forma suspendida sobre el disuelto, y la predominancia entre la forma suspendida y disuelta es variable del manganeso y zinc (7 y 8 cuerpos de agua superficial).

509. En caso de las concentraciones de estroncio, calcio, bario, silicio y sodio predominaron la forma disuelta que suspendida. No obstante, hay cuerpos de agua superficial cuyo punto (s) de monitoreo predominó la forma suspendida que disuelta de la siguiente manera:

- Concentraciones de estroncio y calcio para las cochas.
- Concentraciones de bario y silicio para río Pastaza.
- Concentraciones de sodio para la cocha (Bujurquicocha) y quebradas (Bujurquicocha y Anapaza) para sodio.

510. Finalmente, las concentraciones de magnesio y potasio en todos los cuerpos de agua evaluados en la cuenca Medio Pastaza predominaron la forma disuelta que suspendida.

**10.1.1.5. Análisis de la alcalinidad en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre mediante el análisis de conglomerados o cluster**

511. El dendrograma obtenido por el análisis de conglomerados o cluster se muestra en la Figura 10-1, el cual agrupa los parámetros: conductividad, metales y alcalinidad en base a la cercanía de sus concentraciones tomando en cuenta las distancias en base al valor de 1-r de Pearson (correlaciones de Pearson entre los parámetros) mediante la regla de agrupación: Método de Ward sobre datos estandarizados de metales, alcalinidad y conductividad en solo aquellos cuerpos de agua superficial en donde se tomaron las muestras de alcalinidad.

512. Los agrupamientos a un valor de  $(Dlink/Dmax)*100 = 20$ , fueron los siguientes:

- **Grupo I:** Aluminio, silicio y hierro asociados a los sólidos suspendidos totales.
- **Grupo II:** Magnesio, calcio y manganeso asociados a la alcalinidad.
- **Grupo III:** Sodio, estroncio y cloruros asociados a la conductividad.

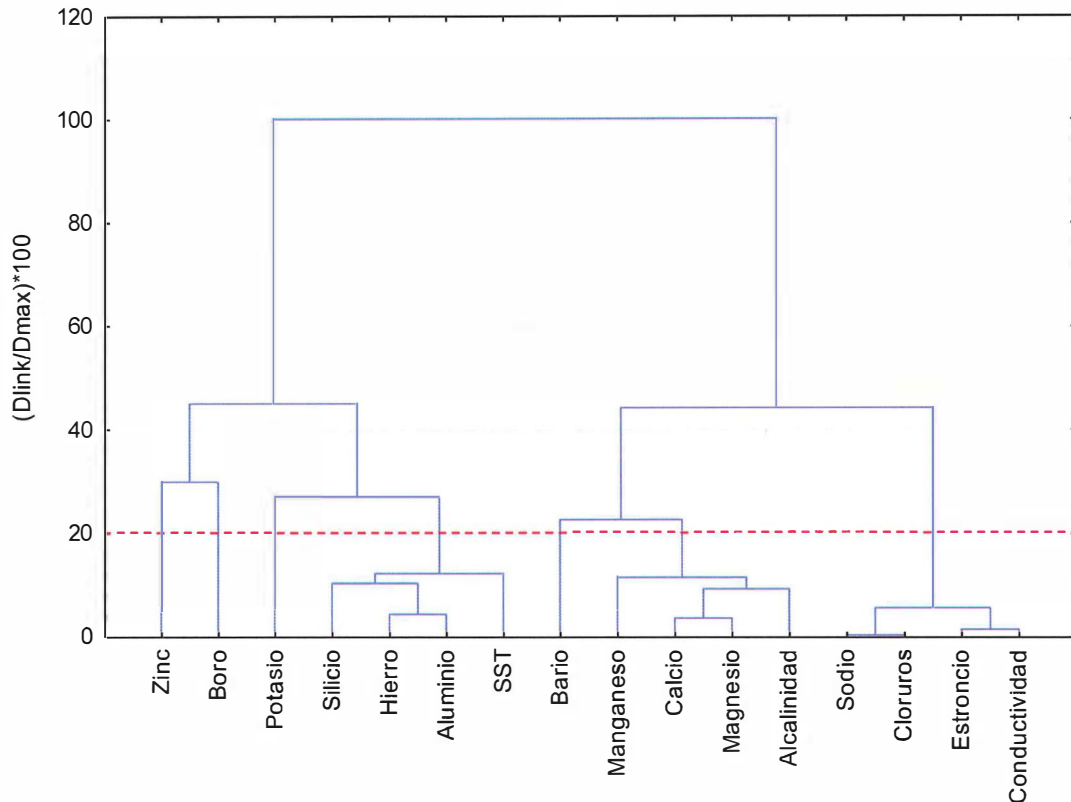


@  
 H  
 A  
 O  
 E



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

- Zinc, boro, potasio y bario son metales independientes y no relacionados a la conductividad, alcalinidad y sólidos suspendidos totales (SST).



**Figura 10-1.** Dendrograma por análisis de cluster mediante el método de Ward y la distancia medida de 1-r de Pearson para la alcalinidad, sólidos suspendidos totales (SST) y metales en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre

513. La Tabla 10-11 muestra los resultados dados por el análisis de clusters, en donde se presenta las concentraciones de alcalinidad, conductividad, sólidos suspendidos totales (SST) y los metales en los cuerpos de agua superficial de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Pastaza, dando los siguientes resultados:
514. Cuando las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) son mayores a 70 mg/L, la concentración de alcalinidad fue menor a 5,0 mg/L. Cabe indicar que los SST están relacionadas directamente con el aluminio, silicio y hierro, siendo evidente esta relación en la quebrada Pucacungayacu.
515. Mientras, las concentraciones de SST fueron menores a 40 mg/L, la alcalinidad estuvo en un rango de concentración entre 5 mg/L y 50 mg/L con valores de conductividad mayores a 130  $\mu$ S/cm, excepto para la quebrada Cachiyacu que registró concentraciones de SST de 330 mg/L y la quebrada Ukunch Entsa que registró conductividad de 223  $\mu$ S/cm.



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"**Tabla 10-11.** Agrupamiento mediante análisis de cluster de las concentraciones de alcalinidad con los valores de conductividad y las concentraciones de los sólidos suspendidos totales y metales en las cuencas Medio Pastaza, Medio Alto Tigre y Corrientes

Cuerpo de agua superficial	Unidad	Parámetros											
		Grupo III				Grupo II				Grupo I			
		Sodio	Estroncio	Cloruros	Conductividad	Magnesio	Calcio	Manganeso	Alcalinidad	SST	Aluminio	Silicio	Hierro
Quebrada Shivyacu (QShiv1)	mg/L	3,610	0,071	4,00	131,40	1,215	12,830	1,183	50,0	33,5	0,122	3,210	3,153
Quebrada Afluente Machupicchu (QAMach1)	mg/L	8,310	0,152	17,60	154,50	1,206	9,206	0,535	33,3	7,2	0,016	3,780	2,750
Quebrada Afluente Huayuri (QAHua1)	mg/L	36,710	0,421	95,18	331,00	1,102	7,888	1,374	12,4	19,6	0,070	2,430	6,496
Quebrada Guayabal (QGuay1)	mg/L	0,930	0,019	1,29	9,30	0,476	5,526	1,204	13,4	32,0	0,535	1,990	5,353
Quebrada Gringoyacu (QGrin1)	mg/L	1,140	0,028	1,00	33,70	0,618	4,055	0,130	12,4	24,8	0,901	4,320	2,760
Quebrada Afluente Limón (QAfLi1)	mg/L	2,080	0,038	1,50	30,10	0,385	6,145	0,044	11,9	13,6	0,627	1,820	1,380
Quebrada Paushiyacu (QPaus1)	mg/L	0,740	0,016	1,50	14,10	0,535	3,793	0,144	14,8	8,0	0,105	1,150	1,662
Cocha Camiloyacu (CCam1)	mg/L	1,470	0,017	1,10	16,28	0,558	3,664	0,024	10,0	12,4	0,848	3,500	1,039
Cocha Shanshococho (CShan1)	mg/L	1,150	0,018	1,90	14,56	0,181	2,336	0,058	8,1	21,6	0,258	0,910	0,669
Cocha Montano (CMont1)	mg/L	0,973	0,022	0,80	19,20	0,585	2,529	0,072	5,3	7,2	0,105	1,290	2,350
Cocha Pashincocha (CPash1)	mg/L	1,010	0,024	1,09	23,00	0,527	2,267	0,190	7,6	16,8	0,454	3,830	3,318
Cocha Sol Sol (CSol1)	mg/L	0,880	0,014	2,61	17,33	0,402	3,402	0,149	9,1	18,5	0,519	0,790	2,532
Cocha Muriticocha (CMuri1)	mg/L	1,650	0,013	0,50	20,10	0,396	1,734	0,042	7,2	4,4	0,105	4,030	0,808
Quebrada pozo 11 (QPo11)	mg/L	1,090	0,020	1,99	22,10	0,554	2,801	0,043	7,6	9,2	0,282	3,590	1,275
Cocha Tipishca (CTiph1)	mg/L	1,020	0,019	1,00	17,85	0,434	2,077	0,103	6,2	12,0	0,335	2,880	2,620
Cocha Aucacocho (CAuca1)	mg/L	1,480	0,012	0,90	13,16	0,322	1,304	0,032	5,7	7,6	0,164	2,710	1,187
Quebrada Afluente Pañayacu (QAPaña1)	mg/L	0,973	0,022	0,80	19,20	0,585	2,529	0,072	5,3	7,2	0,105	1,290	2,350
Cocha Mesa (CMesa1)	mg/L	1,080	0,009	6,01	12,00	0,372	1,166	0,124	<5,0	940,0	1,645	4,250	4,357
Quebrada Pucacungayacu (QPucaC1)	mg/L	0,760	0,010	2,20	11,68	0,314	0,922	0,139	<5,0	745,0	9,105	10,100	17,780
Quebrada Cepur Entsa (QCepu1)	mg/L	0,440	0,003	0,80	8,95	0,227	0,591	0,146	<5,0	717,5	2,412	4,210	5,579
Quebrada Cachiyacu (QCach1)	mg/L	38,670	0,188	83,69	132,5	1,150	10,070	0,185	<5,0	330,0	4,446	5,490	6,285
Quebrada Pani Entsa (QPani1)	mg/L	0,570	0,007	0,50	9,98	0,302	0,957	0,099	<5,0	184,0	0,872	3,350	2,442
Quebrada Cuicayacu (QCuic1)	mg/L	0,790	0,014	1,39	20,54	0,294	3,100	0,054	<5,0	131,3	1,603	2,430	4,435



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Cuerpo de agua superficial	Unidad	Parámetros											
		Grupo III				Grupo II				Grupo I			
		Sodio	Estroncio	Cloruros	Conductividad	Magnesio	Calcio	Manganeso	Alcalinidad	SST	Aluminio	Silicio	Hierro
Quebrada Piedra Negra 2 (QPied2)	mg/L	3,260	0,023	5,59	35,70	0,418	3,237	0,051	<5,0	71,5	1,559	3,960	2,274
Quebrada Ushpayacu 2 (QUshp2)	mg/L	3,330	0,039	13,10	59,1	0,361	3,004	0,051	<5,0	10,4	0,173	1,840	2,056
Quebrada Ukunch Entsa (QUkun1)	mg/L	28,820	0,209	60,90	223,00	0,697	5,594	0,123	<5,0	5,2	0,042	3,110	1,448
Quebrada Ramal Capahuari Norte 2 (QRCap2)	mg/L	1,760	0,011	0,50	11,02	0,265	0,719	0,016	<5,0	14,4	0,135	5,540	0,360
Quebrada Ushpayacu 3 (QUshp3)	mg/L	1,310	0,028	1,10	13,4	0,347	1,457	0,033	<5,0	7,6	2,272	3,870	1,034
Río Capahuari 1(RCapa1)	mg/L	0,640	0,016	0,90	12,88	0,229	0,777	0,023	<5,0	17,2	0,292	3,170	0,578
Cocha Boquichico (CBoqui1)	mg/L	1,360	0,012	0,80	10,00	0,266	0,629	0,044	<5,0	5,2	0,090	2,340	2,500
Cocha Piripiricocha (CPiri1)	mg/L	0,490	0,014	1,20	10,91	0,253	1,809	0,033	<5,0	4,0	0,187	1,550	2,611
Quebrada Anapaza 1 (QAnap1)	mg/L	0,820	0,008	1,00	10,29	0,301	0,702	0,023	<5,0	5,2	0,147	2,140	0,760
Quebrada Anapaza 3 (QAnap3)	mg/L	0,991	0,024	0,89	15,94	0,631	1,426	0,084	<5,0	3,6	0,168	4,600	1,732
Cocha Huarashma (CHuar1)	mg/L	0,900	0,011	0,70	8,86	0,299	1,462	0,036	<5,0	9,6	0,301	2,150	1,421
Cocha Esteban (CEste1)	mg/L	0,300	0,011	1,10	10,63	0,125	1,081	0,065	<5,0	3,2	0,054	1,040	1,538
Quebrada Chue Entsa 2 (QChue2)	mg/L	1,040	0,015	2,02	6,78	0,198	0,970	0,062	<5,0	5,6	0,080	3,220	1,964
Quebrada Anapaza 2 (QAnap2)	mg/L	0,300	0,008	0,79	10,91	0,289	0,814	0,026	<5,0	<3,0	0,147	2,420	0,738
Quebrada Lupuna (QLupu1)	mg/L	1,110	0,008	1,30	16,05	0,351	1,411	0,028	<5,0	23,2	0,344	2,730	0,948
Quebrada Montano (CMont1)	mg/L	0,650	0,009	1,19	11,92	0,291	2,136	0,055	<5,0	16,4	0,814	3,550	1,644
Cocha Shirunchicocha (CShiru1)	mg/L	0,992	0,042	3,49	14,65	0,216	2,096	0,041	<5,0	4,8	0,052	1,120	1,475
Cocha Machupicchu (CMach1)	mg/L	1,800	0,032	4,10	26,50	0,481	1,114	0,216	<5,0	10,8	0,093	1,940	3,931
Quebrada Piedra Negra 1 (QPied1)	mg/L	0,640	0,011	0,59	16,77	0,343	2,384	0,038	<5,0	22,4	0,865	3,180	1,460
		Mayores concentraciones de los parámetros relacionados al Grupo III											
		Mayores concentraciones de los parámetros relacionados al Grupo II											
		Mayores concentraciones de los parámetros relacionados al Grupo I											

SST: Sólidos suspendidos totales.

Fuente: Elaboración propia.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

### 10.1.2. Cochas Shirunchicocha, Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma

516. El análisis de los parámetros de campo: potencial de hidrógeno (pH) y oxígeno disuelto (mg/L) y de laboratorio: metales totales se realizó mediante la interpretación de las gráficas de bigotes, con relación a la mediana, tomando en cuenta los valores extremos y atípicos para los resultados de pH y oxígeno disuelto y exceptuando los demás parámetros de campo y metales totales.

#### a. Parámetros de campo

##### a.1. Potencial de hidrógeno (pH)

517. Los gráficos de bigotes para los resultados de pH para las cuatro cochas se muestra en la Figura 10-2, tomando en cuenta la mediana y el rango de valores no atípicos y extremos.

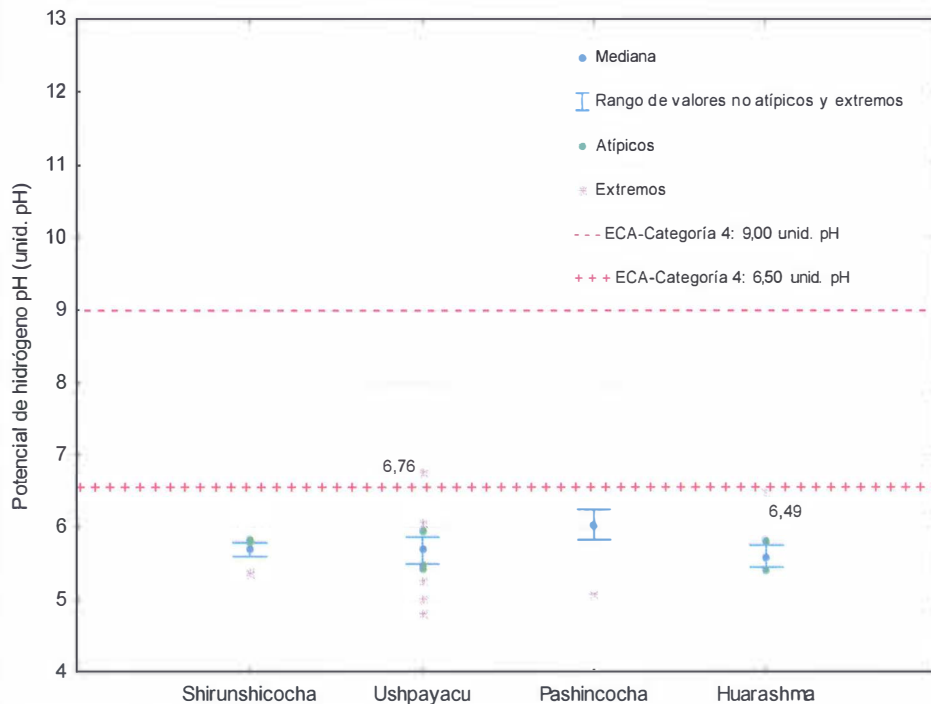


Figura 10-2. Gráfico de bigotes de pH en las cuatro cochas

518. El resultado de los citados gráficos de bigotes indica que las cuatro cochas tienen aguas superficiales ácidas, los cuales están por debajo del valor inferior del rango establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 6,5 unid. de pH, excepto para la quebrada Ushpayacu (CUshp-3) con 6,76 unid. de pH, concentración ácida dentro del citado rango establecido en el ECA para agua.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## a.2. Oxígeno disuelto

519. Los gráficos de bigotes para los resultados de oxígeno disuelto para las cuatro cochas se muestra en la Figura 10-3, tomando en cuenta la mediana y el rango de valores no atípicos y extremos.

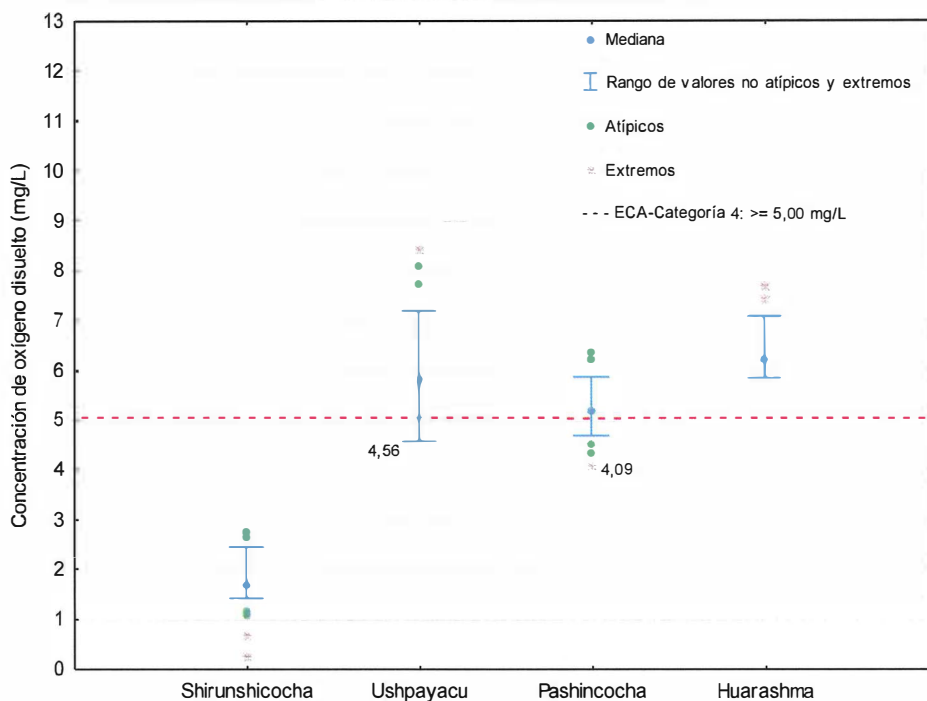


Figura 10-3. Gráfico de bigotes de oxígeno disuelto en las cuatro cochas

520. El resultado de los citados gráficos de bigotes indica que la cocha Huarashma en todos los puntos de monitoreo y la mediana (50 % de los puntos de monitoreo) de las cochas: Ushpayacu y Pashincocha registraron concentraciones de oxígeno disuelto por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2:  $\geq 5,0$  mg/L.
521. Mientras, todos los puntos de monitoreo de la cocha Shirunshicocha registraron concentraciones de oxígeno disuelto por debajo del valor establecido en el citado ECA para agua.

## a.3. Conductividad

522. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.33 del Anexo B.1, las cuatro cochas registraron conductividades por debajo del valor en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 1000  $\mu$ S/cm.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

523. Cabe resaltar que la cocha Ushapayacu registró mayor conductividad que las cochas: Shirunchicocha, Pashincocha y Huarashma.

**b. Metales totales**

**b.1. Bario**

524. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.37 del Anexo B.1, las cuatro cochas registraron concentraciones de bario total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2: 0,7 mg/L.

525. Asimismo, la cocha Pashincocha registró mayor concentración de bario total que las cochas: Shirunchicocha, Ushpayacu y Huarashma.

**b.2. Plomo**

526. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.1.7, A.1.8, A.1.9 y A.1.10 del Anexo A.1, las cuatro cochas registraron concentraciones de plomo total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,0025 mg/L.

527. Cabe indicar que todas las concentraciones de plomo total fueron menores al límite de cuantificación del métodos de ensayo de ensayo del laboratorio (<0,001 mg/L).

**b.3. Zinc**

528. De acuerdo a lo observado en la Figura B.1.42 del Anexo B.1, los cuerpos de agua superficial lénticos y lóxicos registraron concentraciones de zinc total por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E1 y E2: 0,12 mg/L.

529. Además, las concentraciones de zinc total de las cuatro concentraciones: Shirunchicocha, Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma fueron similares.

**c. Agrupamiento de los puntos de monitoreo y metales de acuerdo al análisis de conglomerados o cluster**

530. El dendrograma obtenido por el análisis de clusters de los parámetros se muestra en la Figura 10-4, el cual agrupa los parámetros: conductividad y metales en base a la cercanía de sus concentraciones tomando en cuenta las distancias al valor de  $1-r$  de Pearson (correlaciones de Pearson entre los parámetros) mediante la regla de agrupación: Método de Ward sobre datos estandarizados de metales y conductividad.

531. Los agrupamientos a un valor de  $(Dlink/Dmax)*100= 20$ , fueron los siguientes:

- **Grupo I:** potasio, magnesio y bario asociados.
- **Grupo II:** estroncio, calcio y sodio asociados a la conductividad.



PERÚ

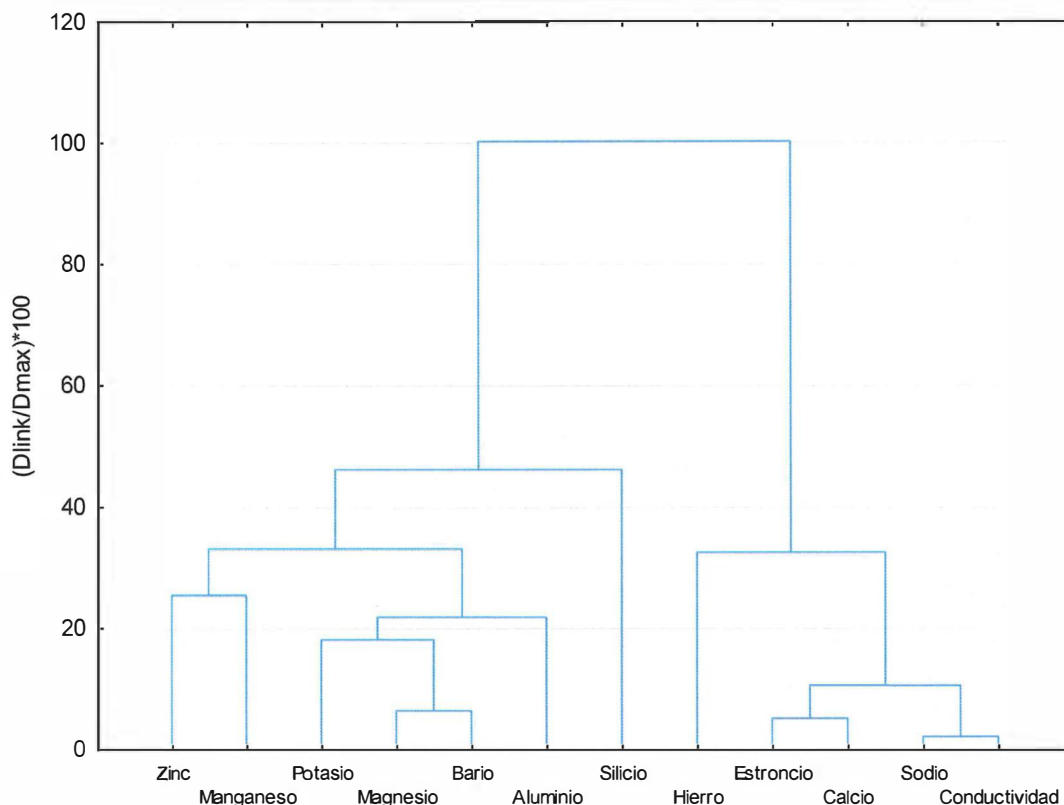
Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

- Manganeso, zinc, silicio, aluminio y hierro son metales independientes y no relacionados a la conductividad.



**Figura 10-4.** Dendrograma por análisis de cluster mediante el método de Ward y la distancia medida de 1-r de Pearson para la conductividad y metales totales de las cuatro cochas

532. Por otro lado, el dendrograma de los puntos de monitoreo de las cuatro cochas (ver Figura 10-5) agrupa cada uno de los puntos de monitoreo de las cochas en relación a los características fisicoquímicas (metales totales y conductividad) del agua superficial. Al respecto, cada uno de los puntos de monitoreo de las cochas forma un grupo sin traslaparse al grupo de otra cocha, teniendo los siguientes resultados:
533. El agua superficial de la cocha Huarashma tuvo gran diferencia fisicoquímica con las otras tres cochas debido a que el valor de asociación es de  $(Dlink/Dmax)*100= 100$ .
534. Asimismo, la cocha Shirunshicocha tuvo gran diferencia fisicoquímica con la cochas Pashincocha y Ushpayacu con un valor de asociación de  $(Dlink/Dmax)*100= 81$  y la cocha Pashincocha con la cocha Ushpayacu tuvieron gran diferencias fisicoquímicas entre sí.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



*[Handwritten signature]*

$(Dlink/Dmax)*100$

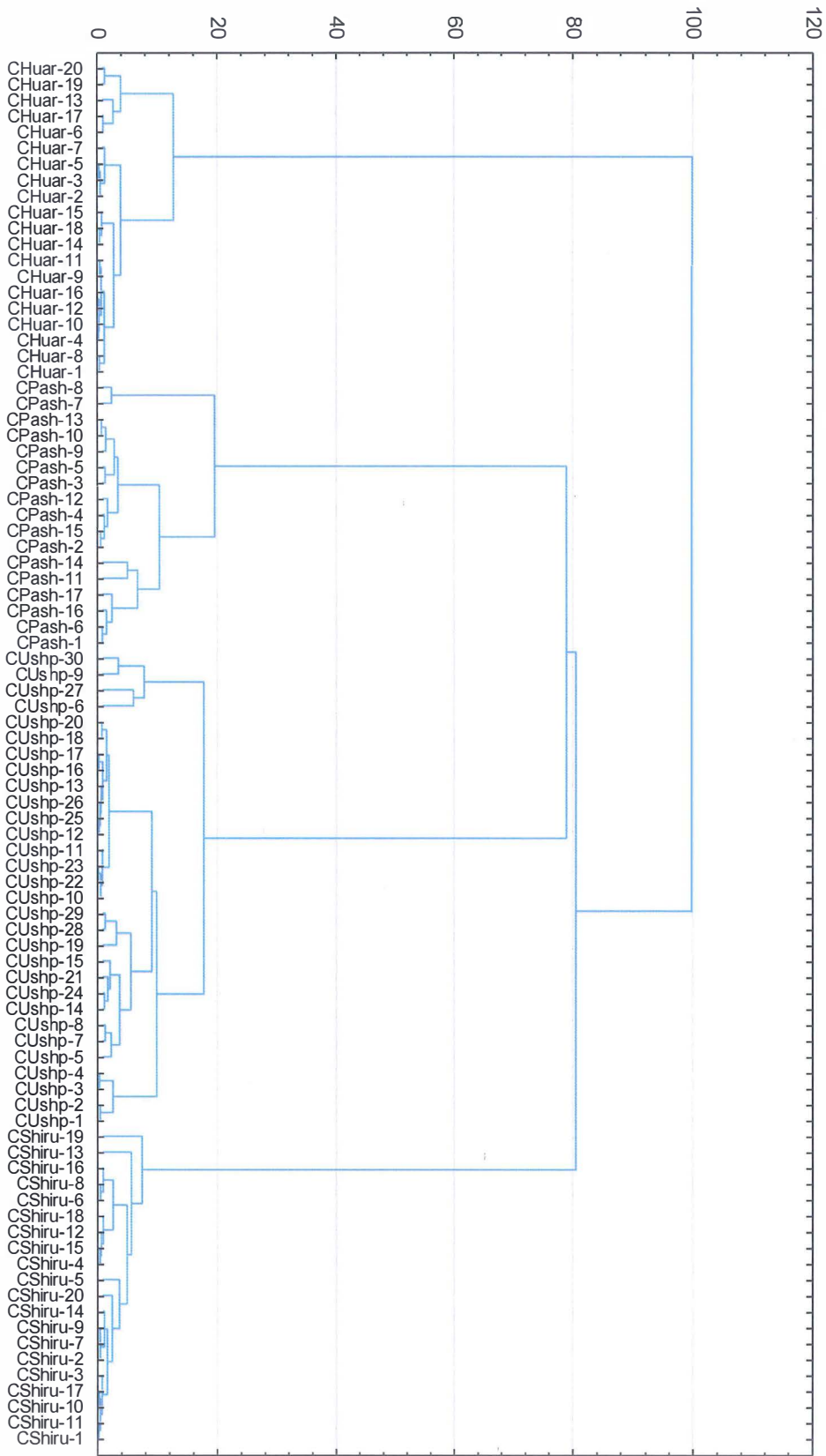


Figura 10-5. Dendrograma por análisis de cluster mediante el método de Ward y la distancia medida euclidiana para los puntos de monitoreo de las cuatro cochas



**d. Relación descendente de la concentración de metales en las cuatro cochas**

535. Con respecto a las comparaciones de las medianas y rango de los valores no atípicos y extremos de las concentraciones de los metales de acuerdo a las Figuras B.1.33 a B.1.44 del Anexo B.1.5, se indica la relación descendente de las concentraciones de los metales en las cuatro cochas (ver Tabla 10-12).

**Tabla 10-12.** Relación descendente de las concentraciones de las cuatro cochas en base a las medianas y rango de los valores no atípicos y extremos

Parámetro	Relación descendente de concentración de metales en las cuatro cochas	Figura <sup>i</sup>
Conductividad <sup>1</sup>	• Ushpayacu > Shirunchicocha > Pashincocha > Huarashma.	B.1.33
Estroncio	• Shirunchicocha > Ushpayacu > Pashincocha > Huarashma.	B.1.36
Bario <sup>2</sup>	• Pashincocha > Ushpayacu > Huarashma > Shirunchicocha.	B.1.37
Potasio	• Pashincocha > Shirunchicocha > Huarashma > Ushpayacu	B.1.39
Aluminio	• Pashincocha > Ushpayacu > Huarashma > Shirunchicocha.	B.1.40
Manganeso	• Ushpayacu ~ Pashincocha > Shirunchicocha > Huarashma.	B.1.41
Zinc	• Ushpayacu ~ Shirunchicocha ~ Pashincocha ~ Huarashma.	B.1.42
Silicio	• Huarashma > Ushpayacu > Pashincocha > Shirunchicocha	B.1.43
Hierro	• Shirunchicocha > Pashincocha ~ Ushpayacu > Huarashma.	B.1.44

<sup>i</sup>Ver Anexo B.1.

<sup>1</sup>Mismo comportamiento para sodio (ver Figura B.1.34 del Anexo B.1) y calcio (ver Figura B.1.35 del Anexo B.1.).

<sup>2</sup>Mismo comportamiento para magnesio (ver Figura B.1.38 del Anexo B.1.).

Fuente: Elaboración propia.

536. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-12 y las agrupaciones de los parámetros del dendograma (ver Figura 10-4), se tiene los siguientes resultados:

- El **grupo I**, que agrupó los metales **bario, potasio y magnesio**, se encontraron en mayores concentraciones en la cocha Pashincocha, cuya mediana y rango de valores es mayor que las demás cochas: Shirunchicocha, Ushpayacu y Huarashma (ver Figuras B.1.37, B.1.38, B.1.39 del Anexo B.1).
- El **grupo II**, que agrupó los metales: **sodio, calcio y estroncio** y la **conductividad** se encontraron en mayores concentraciones en la cocha Ushpayacu, cuya mediana y rango es mayor que las demás cochas: Shirunchicocha, Ushpayacu y Huarashma (excepto para estroncio con mediana similar pero menor rango de concentración en la cocha Shirunchicocha) (ver Figuras B.1.33, B.1.34, B.1.35 y B.1.36 del Anexo B.1).
- El **aluminio** fue reportado en mayores concentraciones en la cocha Pashincocha que cochas Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma (ver Figura B.1.40 del Anexo B.1). El **manganeso** fue reportado en mayores concentraciones en las cochas: Ushpayacu y Pashincocha que las cochas Shirunchicocha y Huarashma (ver Figura B.1.41 del Anexo B.1).
- El **zinc** fue reportado en similares concentraciones en las cuatro cochas (ver Figura B.1.42 del Anexo B.1). El **silicio** fue reportado en mayores concentraciones en la cocha Huarashma que las demás cochas Shirunchicocha, Ushpayacu y Pashincocha (ver Figura B.1.43 del Anexo B.1.).



*[Handwritten signature]*

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

- El **hierro** fue reportado en mayores concentraciones en la cocha Shirunchicocha que las demás cochas: Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma (ver Figura B.1.44 del Anexo B.1).

**e. Distribución de la concentración de metales en las cuatro cochas**

537. Con respecto a la distribución de la conductividad y las concentración de los metales en las cuatros cochas podemos indicar que la Tabla 10-13 muestra los puntos de monitoreo de cada una de las cochas, donde las concentraciones de los metales fueron mayores a un valor de conductividad y concentraciones de metales establecidas para diferenciar las cochas que cuentan con los mas altos valores (incluye los valores atípicos y extremos indicados en las Figuras B.1.33 a B.1.44 del Anexo B.1) y los cuales están indicados en las Figura B.1.45 a B.1.76 del Anexo B.1 para la conductividad y metales: estroncio, bario, aluminio, manganeso, zinc, silicio y hierro, y las Tablas A.1.7 a A.1.10 para sodio, calcio, potasio y magnesio.

**Tabla 10-13.** Puntos de monitoreo de las cuatro cochas con las mayores concentraciones de metales (incluyendo los valores atípicos y extremos)

Metal	Puntos de monitoreo y ubicación en las cuatro cochas	Figura <sup>i</sup>
Conductividad (mayor a 50 µS/cm)	• Ushpayacu: CUshp-09 a CUshp-27 y CUshp-30, siendo la mas alta conductividad en CUshp-30.	B.1.45 a B.1.48
Estroncio (mayor a 0,07 mg/L)	• Ushpayacu: CUshp-6, CUshp-9, CUshp-15 y CUshp-30, siendo la más alta concentración en CUshp-30.	B.1.49 a B.1.52
Bario (mayor a 0,10 mg/L)	• Shirunchicocha: CShiru-13. • Pashincocha: Toda el área, siendo la más alta concentración en CPash-11.	B.1.49 a B.1.52
Aluminio (mayor a 0,35 mg/L)	• Pashincocha: CPash-6, CPash-9, CPash-11 y CPash-14, siendo la más alta concentración en CPash-14. • Ushpayacu: CUshp-19 y CUshp-27, siendo la más alta concentración en CUshp-27. • Shirunchicocha: CShiru-19.	B.1.53 a B.1.56
Manganeso (mayor a 0,1 mg/L)	• Ushpayacu: CUshp-6, CUshp-9 y CUshp-15, siendo la más alta concentración en CUshp-6. • Pashincocha: CPash-7, CPash-8, CPash-11 y CPash-14, siendo la más alta concentración en CPash-7.	B.1.57 a B.1.60
Zinc (mayor a 0,01 mg/L)	• Shirunchicocha: CShiru-5. • Ushpayacu: CUshp-5, CUshp-6, CUshp-14, CUshp-15, CUshp-21, CUshp-24 y CUshp-27, siendo la más alta concentración en CUshp-27. • Pashincocha: CPash-1, CPash-6, CPash-8, CPash-11, CPash-16 y CPash-17, siendo la más alta concentración en CPash-17. • Huarashma: CHuar-6, CHuar-13, CHuar-17, CHuar-19 y CHuar-20, siendo la más alta concentración en CHuar-13.	B.1.61 a B.1.64
Silicio (mayor a 2,0 mg/L)	• Huarashma: Todo el área, siendo la más alta concentración en Huar-20). • Ushpayacu: CUshp-11, CUshp-17, CUshp-24 y CUshp-27, siendo la más alta concentración en CUshp-27.	B.1.65 a B.1.68
Hierro (mayor a 3,0 mg/L)	• Shirunchicocha: Todo el área, siendo la más alta concentración en CShiru-19. • Ushpayacu: CUshp-30.	B.1.69 a B.1.72
Sodio (mayor a 3,5 mg/L)	• Ushpayacu: Todo el área, siendo la más alta concentración en CUshp-6.	Ver Tablas A.1.7 a A.1.10 del Anexo A.1.
Calcio (mayor a 2,0 mg/L)	• Ushpayacu: CUshp-9, CUshp-28, CUshp-29 y CUshp-30, siendo la más alta concentración en CUshp-30.	
Potasio (mayor a 0,8 mg/L)	• Pashincocha: Todo el área, siendo la más alta concentración en CPash-17.	
Magnesio (mayor a 0,4 mg/L)	• Pashincocha: Todo el área, siendo la más alta concentración en CUshp-11. • Ushpayacu: CUshp-9, CUshp-28, CUshp-29 y CUshp-30, siendo la más alta concentración en CUshp-30.	

<sup>i</sup>Ver Anexo B.1.

Fuente: Elaboración propia.

538. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-13, las concentraciones de los metales y la conductividad en el agua superficial en cada una de las cuatro cochas no fueron homogéneas; registrando en toda el área o ciertas áreas de cada una de las cochas mayores concentraciones de los metales.
539. El agua superficial en toda el área de la cocha Ushpayacu registró los mayores valores de conductividad y sodio; en ciertas partes del área en estroncio, aluminio, manganeso, zinc, silicio, hierro, calcio y magnesio. En todos los casos, el punto de monitoreo CUshp-30, excepto silicio y zinc en CUshp-27; manganeso y sodio en CUshp-6; registró la más alta conductividad y citados metales de todos los puntos de monitoreo de la cocha (CUshp-1 a CUshp-30).
540. La cocha Shirunchicocha registró en el agua superficial de toda el área las mayores concentraciones de hierro y en ciertas áreas de conductividad, bario, aluminio y zinc siendo variable los puntos de monitoreo con las más altas concentraciones de los citados parámetros. En tanto, la cocha Pashincocha registró en el agua superficial mayores concentraciones en toda el área de bario, potasio y magnesio y en ciertas áreas de bario, aluminio, manganeso y zinc, siendo el punto de monitoreo CPash-11 que registró las más altas concentraciones de bario y magnesio; asimismo en altas concentraciones para los metales aluminio en CPash-14, manganeso en CPash-7 y zinc y potasio en CPash-17.
541. Finalmente, el agua superficial de toda el área de la cocha Huarashma registró mayores concentraciones de silicio con la más alta concentración en CHuar-19 y en ciertas áreas de zinc con la más alta concentración en CUshp-6.

### 10.1.3. Afloramientos en el yacimiento San Jacinto de la cuenca Medio Alto Tigre

542. El análisis de los afloramientos (ver Tabla A.1.5 del Anexo A.1) se realizará en base a la comparación de manera referencial con los valores establecidos en el ECA para agua en la Cat.4-E2: ríos de selva para los metales totales y los parámetros de campo: oxígeno disuelto, temperatura, conductividad y pH; en tanto los análisis de cloruros se harán en referencia al valor establecido en las Guías de Calidad Ambiental Canadiense para la protección de la vida acuática en aguas dulces (CEQG – WQG), actualizada al 2016.
543. Lo anterior mencionado se debe a la influencia de los afloramientos sobre los cuerpos de agua superficial cercanos en el yacimiento San Jacinto, entre ellos a la quebrada Cachiyacu, por lo que se tienen los siguientes resultados:
- El pH de los tres afloramientos son ácidos, los cuales están referencialmente por debajo del valor inferior del rango establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2: 6,5 unid. de pH. Asimismo, estos tres afloramientos registran concentraciones de plomo total por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2: 0,0025 mg/L.
  - Mientras, el afloramiento 2 registra baja concentración de oxígeno disuelto con 0,44 mg/L por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2:  $\geq 5,0$  mg/L. Este afloramiento 2 también registra los siguientes metales por encima del valor respectivo establecido en el ECA para agua en: 0,342 mg/L y 0,0139 mg/L para cobre y mercurio respectivamente.

- Además, el afloramiento 2 tiene mayor conductividad que los afloramientos 1 y 3 (afloramiento 2 tiene valores de conductividad por encima del valor establecido en la Cat.4-E2: 1000  $\mu$ S/cm) y mayor concentración de cloruros (los afloramientos 2 y 3 tienen concentraciones de cloruros por encima del valor establecido en la guía canadiense: 120 mg/L).
- En adición a lo anterior, el afloramiento 2 es mas salino que los afloramientos 1 y 3 debido a que tiene mayor concentración de metales alcalinos: litio, sodio y potasio y alcalinos térreos: magnesio, calcio, estroncio y bario, además de conductividad y cloruros. Cabe señalar que el afloramiento 2 es más salino que todos los cuerpos de aguas superficial de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre.

#### 10.1.4. Control de calidad

544. En el monitoreo realizado en junio de 2016 para el monitoreo de las cochas: Shirunchicocha, Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma se consideró evaluar la calidad del transporte de los envases vacíos, la calidad y precisión de la toma de muestra (llenado de envases) considerando los análisis de siete blancos de campo, blancos viajeros y siete duplicados de las muestras (un duplicado por cada grupo de 15 muestras), realizándose el análisis de metales totales.

##### 10.1.3.1. Blanco de campo (BK campo) y viajero (BK viajero)

545. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-14, los resultados de los siete blancos de campo y de los dos blancos viajeros registraron en cada uno de los metales totales concentraciones menores a los límites de cuantificación del método de ensayo del laboratorio respectivamente.

##### 10.1.3.2. Duplicados de campo

546. Con respecto a la Tabla 10-15, se puede indicar que seis metales registraron una diferencia porcentual relativa (RPD en %) mayor a 20 %, valor considerado en la: "Methodology for the Sampling of Surface Water, Department of Mines and Energy, Northern Territory Government from Australia, March 2009".

547. Dichos metales que registraron RPD mayor a 20 % fueron: aluminio y titanio para cuatro puntos de monitoreo en cada metal, el manganeso y zinc para dos puntos de monitoreo, y finalmente para boro y fósforo en un punto de monitoreo Mientras, cada uno de los restantes metales registraron una RPD menor a 20 %.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-14. Resultados de los blancos de campo y blancos viajero de agua superficial

Metal Total	Código	BK Campo 1	BK Campo 2	BK Campo 3	BK Campo 4	BK Campo 5	BK Campo 6	BK Campo 7	BK Campo 8	BK Viajero 1	BK Viajero 2
	Fecha	2016/06/21	2016/06/23	2016/06/22	2016/06/29	2016/07/28	2016/07/01	2016/07/02	2016/07/03	2016/06/06	2016/06/06
	Hora	15:00	13:00	14:00	13:00	16:00	16:00	17:00	12:30	12:00	12:00
Silicio	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Aluminio	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Antimonio	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Arsénico	mg/L	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Bario	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Berilio	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Bismuto	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Boro	mg/L	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Cadmio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Calcio	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cobalto	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cobre	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Cromo	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Estaño	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Estroncio	mg/L	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007	<0,0007
Fosforo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro	mg/L	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003
Litio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Magnesio	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Manganeso	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Níquel	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Plata	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Plomo	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Potasio	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Selenio	mg/L	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Sodio	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Talio	mg/L	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Titanio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Vanadio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zinc	mg/L	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004

Fuente: Elaboración propia.



Handwritten signature and initials



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-15. Resultados de los siete duplicados de metales totales para agua superficial y el RPD (%) respectivo para las cuatro cochas

Table with 22 columns: Metal Total, Código, DUP-1, Ushp-20, RPD (%), DUP-2, Shiru-7, RPD (%), DUP-3, Ushp-25, RPD (%), DUP-4, Huar-20, RPD (%), DUP-5, Pash-10, RPD (%), DUP-6, Pash-12, RPD (%), DUP-7, Pash-17, RPD (%). Rows list various metals like Silicio, Mercurio, Aluminio, etc., with their respective concentrations and RPD percentages across different sampling locations and dates.



Handwritten signatures and initials in blue ink on the left margin.



## 10.2. Sedimentos

548. A continuación, se presentan y evalúan los resultados de los parámetros de sedimentos en cada una de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre monitoreadas en el mes de marzo de 2016. Asimismo, se presentan y evalúan los resultados de sedimentos en cada una de las cuatro cochas monitoreadas en el mes de junio y julio de 2016.
549. Al respecto, primero se evaluaron los metales que registraron valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEWQG-SQG): arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc; mientras para el bario se evaluó de manera referencial con los ECA-Suelo. En tanto, se evaluó los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) con el valor máximo de la guía Atlantic RBCA y el valor de intervención de la guía de los Países Bajos.
550. Por otro lado, para los cuerpos de agua superficial de las tres cuencas; se evaluaron los porcentajes de la materia orgánica y la clase textural sin estándar alguno y la relación entre los HTP y los metales pesados en su forma total los cuales tienen valores estándares de ECA-suelo, ISQG y PEL (adicionalmente se consideró al níquel) mediante análisis de factores para evaluar las semejanzas o patrones por medio de las agrupaciones de los metales
551. Asimismo, se considero la relación de HTP y los metales extraídos por Tessier, considerándose los ocho metales por extracciones secuenciales en cinco fracciones de acuerdo a la metodología por André Tessier de la Universidad de Quebec de Canadá publicado en Analytical Chemistry en 1979. Adicionalmente, se consideró incluir el bario (Ba) por ser un metal relacionado a las actividades hidrocarburíferas realizada en el ámbito de trabajo.
552. Adicionalmente, los cálculos de porcentajes de las fracciones se realizaron tomando en cuenta la división entre la concentración de cada fracción y la suma de las cinco fracciones. Las fracciones de los metales cuyos porcentajes fueron mayores al 10% fueron consideradas como significativas. Para el caso de las fracciones menores al límite de determinación de los métodos de ensayo del laboratorio, se consideró el mismo valor del límite.
553. En tanto, para las cuatro cochas, se evaluó el porcentaje de arena y arcilla mediante el diagrama de cajas y bigotes, teniendo como primer y tercer percentil a 20 y 80 % respectivamente. Para la distribución de los metales con valores estándares de los ECA-suelo, ISQG y PEL, además de aluminio, hierro y manganeso que no cuenta con los citados valores, y los Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) fueron evaluados mediante la elaboración de mapas por el programa Surfer versión 10.1.561.



Handwritten signature and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## 10.2.1. Cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre

### 10.2.1.1. Cuenca Medio Pastaza

#### a. Metales

##### a.1. Arsénico

554. De acuerdo a lo observado en la Tablas A.2.1 y A.2.2 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de arsénico por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 5,9 mg/kg.

555. En adición a lo anterior, los sedimentos de estos cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza registraron concentraciones de arsénico menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,4 mg/kg), excepto para la cocha Pashincocha con 3,7 mg/kg.

##### a.2. Bario

556. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.1 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada Ismacaño, y las cochas Shanshococho y Pashincocha registraron concentraciones de bario por encima del valor referencial establecido en el ECA-Suelo: 750 mg/kg.

##### a.3. Cadmio

557. De acuerdo a lo observado en la Tablas A.2.1 y A.2.2 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de cadmio por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,6 mg/kg.

558. Adicionalmente, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza registraron concentraciones de cadmio menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,007 mg/kg).

##### a.4. Cobre

559. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.2 del Anexo B.2, los sedimentos del río Pastaza (excepto el punto de monitoreo: RPast2) y sus tributarios registraron concentraciones de cobre por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 35,7 mg/kg.

##### a.5. Cromo

560. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.3 del Anexo B.2, los sedimentos del río Pastaza en los puntos de monitoreo: RPast3 y RPast5 y la quebrada Ismacaño, la quebrada Anapaza en los puntos de monitoreo: QAnap2 y QAnap3 y las cochas: Pashincocha y Piripiricocha registraron concentraciones de cromo por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 35,7 mg/kg.



**a.6. Mercurio**

561. De acuerdo a lo observado en la Tablas A.2.1 y A.2.2 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de mercurio por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,17 mg/kg.
562. Además, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza registraron concentraciones de mercurio menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,03 mg/kg).

**a.7. Plomo**

563. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.4 del Anexo B.2, los sedimentos de la cocha Pashincocha registró concentración de plomo por encima del valor PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG): 91,3 mg/kg.

**a.8. Zinc**

564. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.5 del Anexo B.2, los sedimentos de la cocha Pashincocha registró concentración de zinc por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 123 mg/kg.

**b. Materia orgánica**

565. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.6 del Anexo B.2, el porcentaje de materia orgánica de los sedimentos fue menor al 20 %, siendo la quebrada Ushpayacu en el punto de monitoreo: QUshp3 (17,5 %), las quebrada Anapaza en dos puntos de monitoreo: QAnap1 (17,80 %) y QAnap3 (16,30 %) y la cocha Pashincocha (15,20 %) con los mayores porcentajes de materia orgánica registradas en los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza. Mientras, los menores porcentajes de materia orgánica se registraron en la cocha Shanshocochoa (8,69 %) y quebrada ramal Capahuari Norte 2 (6,66 %).

**c. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)**

566. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.7 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que se encuentra por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg y el valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg se indican en la Tabla 10-16.

**Tabla 10-16.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con concentración de HTP en sedimentos mayores al valor de intervención y valor máximo

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>
Quebrada Ushpayacu 3	7,1	4 840	4 152	8 999,1
Quebrada Anapaza 1	<0,3	2 227	3 104	5 331
Cocha Shirunchicocha	<0,3	1 785	2 534	4 319
Cocha Pashincocha	22,1	1 625	2 373	4 020,1
Quebrada Ushpayacu 2	<0,3	929	1 721	2 650
Quebrada Tanquiyacu	1,2	430	827	1 258,2
Cocha Shanshocochoa	<0,3	305	313	618

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> - C <sub>40</sub>
Concentraciones de HTP en la fracción ligera				
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlántica RBCA para HTP: 500 mg/kg.				
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP: 5 000 mg/kg				

Fuente: Elaboración propia.

567. La Tabla 10-16 indica que los sedimentos de las quebradas Ushpayacu (punto de monitoreo QUshp3) y Anapaza registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub> mayores al valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg.

568. Mientras, los sedimentos de las quebradas Ushpayacu (punto de monitoreo QUshp2) y Tanquiyacu y las cochas Shirunchicocha, Pashincocha y Shanshocochoa registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub> mayores al valor máximo de la guía Atlántica RBCA: 500 mg/kg.

569. Cabe resaltar que los sedimentos de las quebradas Ushpayacu (punto de monitoreo QUshp3) y Tanquiyacu, y la cocha Pashincocha registraron concentraciones de fracciones ligeras de HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>), mientras la fracción pesada (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>) fue mayor a la fracción media (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) en los puntos de monitoreo indicados en la Tabla 10-16, excepto en la quebrada Ushpayacu en el punto de monitoreo QUshp3.

**d. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)**

570. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.1 y A.2.2 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial en donde se realizaron los compuestos de los HAP: Naftaleno y Benzo (a) pireno fueron menores al límite de determinación del métodos de ensayo del laboratorio (<0,010 mg/kg y <0,024 mg/kg respectivamente). Estas concentraciones fueron menores a los valores ISQG establecidos en la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,0346 mg/kg y 0,0319 mg/kg respectivamente.

**e. Clase textural**

571. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.8 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial en la cuenca Medio Pastaza registraron en su mayoría sedimentos de similar **porcentaje de arena** (50 %) y la **suma de arcilla y limo** (50 %), siendo la clase textural **Franca** la más común en 11 cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza (ver Tabla 10-17).

**Tabla 10-17.** Cuerpos de agua superficial para cada clase textural de los sedimentos en la cuenca Medio Pastaza

Cuerpo de agua superficial	Clase textural					
	Franco-Limosa	Franco-Arenosa	Areno-Francosa	Franca	Franco-Arcillosa	Franco-Arcillo-Arenosa
	% Arena					
	20-50	50-65	85	35-50	40	50
Río Pastaza	4	2	0	0	0	0
Tributarios del río Pastaza	2	1	0	0	0	0
Río Capahuari	1	0	0	4	0	0

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Cuerpo de agua superficial	Clase textural					
	Franco-Limosa	Franco-Arenosa	Areno-Francosa	Franca	Franco Arcillosa	Franco-Arcillo-Arenosa
	% Arena					
	20-50	50-65	85	35-50	40	50
Tributarios del río Capahuari	0	1	1	4 <sup>a</sup>	0	0
Quebrada Anapaza	0	2	0	0	0	1 <sup>b</sup>
Tributario de la quebrada Anapaza	0	1	0	0	0	0
Cochas	0	0	0	3 <sup>c</sup>	2 <sup>d</sup>	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Registro de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la fracción total (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) en mg/kg:

(a) 8 999,1 (Qda. Ushpayacu –QUshp3); 2 650 (Qda. Ushpayacu –QUshp2) y 1 258,2 (Qda. Tanquiyacu); (b) 5 331 (Qda. Anapaza – QAnap1); (c) 4 319 (Cocha Shirunchicocha) y 4 020,1 (Cocha Pashincocha); y (d) 618 (Cocha Shanshococho).

Fuente: Elaboración propia.

572. De acuerdo a los resultados de la Tabla 10-17, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial con resultados de HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg registraron como porcentaje de arena máximo de 50 %, lo cuales estan distribuidos en las siguientes clases texturales:

- Franca para cinco cuerpos de agua superficial (quebradas Ushpayacu en QUshp-3 y QUshp-2, Tanquiyacu y las cochas Shirunchicocha y Pashincocha), y Franco-Arcillosa (cocha Shanshococho) y Franco-Arcillo-Arenosa (quebrada Anapaza) para un cuerpo de agua superficial cada uno.

**f. Metales por extracción secuencial de Tessier e Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)**

573. De acuerdo a lo observado en las Figuras B.2.9 a B.2.15 del Anexo B.2 y Tablas A.2.1 y A.2.2 del Anexo A.2 para visualizar los resultados de cadmio y cobalto, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con los porcentajes de los metales de mayor biodisponibilidad (mayor al 10 %) relacionadas en la fracción 1 (intercambiable) o fracción 2 (enlazado a carbonatos) son indicadas en la Tabla 10-18.

**Tabla 10-18.** Porcentajes de metales en sedimentos con biodisponibilidad mayor al 10 % en la fracciones 1 (intercambiable) o 2 (enlazado a carbonatos)

N°	Metal	Fracción 1 (%) > 10	Fracción 2 (%) > 10	Suma de Fracción 1 y Fracción 2 (%)	Cuerpo de agua superficial
1	Bario	38,9	23,4	62,3	Quebrada Ismacaño
		35,4	12,8	48,2	Cocha Shanshococho
		27,3	20,2	47,5	Quebrada Anapaza (QAnap1)
		25,9	17,7	43,6	Quebrada Anapaza (QAnap3)
		22,2	14,5	36,7	Quebrada Ushpayacu (Ushp2)
		23,6	12,8	36,4	Quebrada Ramal Capahuari (QRCap2)
		22,3	12,1	34,4	Río Capahuari (RCapa1)
		20,9	11,4	32,3	Cocha Piripiricocha
1	Bario	16,4	12,4	28,8	Quebrada Ushpayacu (QUshp3)
		7,3	11,8	19,1	Cocha Shirunshicocha
2	Plomo	<4,8	23,4	23,4	Cocha Shanshococho
		<0,2	19	19,0	Cocha Pashincocha
		<6,3	11,1	11,1	Quebrada Anapaza (QAnap1)
		<7,3	10,6	10,6	Cocha Shirunchicocha



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N°	Metal	Fracción 1 (%) > 10	Fracción 2 (%) > 10	Suma de Fracción 1 y Fracción 2 (%)	Cuerpo de agua superficial
3	Zinc	<9,6	15,9	15,9	Quebrada Ramal Capahuari (QRCap2)
		<0,9	13,6	13,6	Cocha Pashincocha
4	Manganeso	41,2	30,1	71,3	Quebrada Anapaza (QAnap1)
		22,8	34,4	57,2	Quebrada Anapaza (QAnap3)
		37	13,8	50,8	Quebrada Ramal Capahuari (QRCap2)
		16,0	21,8	37,8	Quebrada Ismacaño
		15,2	11,2	26,4	Quebrada Ushpayacu (QUshp3)
		13,7	12,4	26,1	Río Capahuari (RCapa1)
		2,2	22,8	25,0	Cocha Shirunshicocha
		5,5	18	23,5	Cocha Shanshococho
		7,3	11,6	18,9	Quebrada Ushpayacu (Ushp2)
5	Cadmio	<3	27	27	Cocha Shanshococho
<i>En cursiva porcentajes menores a 10 %.</i>					
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo menores a 500 mg/kg.					
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo mayores a 500 mg/kg.					
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo mayores a 5 000 mg/kg.					

Fuente: Elaboración propia.



574. En tanto, los metales: cobre, cobalto, hierro y níquel registraron concentraciones por debajo del límite de determinación del método de ensayo del laboratorio y porcentajes de biodisponibilidad menor al 10 %, tanto para la fracción 1 (intercambiable) y fracción 2 (enlazado a carbonato).

575. Se resalta que los siguientes cuerpos de agua superficial (HTP mayor al valor máximo: 500 mg/kg) registraron los porcentajes de metales biodisponibles mayores al 10 % en sus sedimentos:



576. **Cocha Shanshococho** en bario (fracción 1: 35,4 % y fracción 2: 12,8 %), plomo (fracción 2: 23,4 %), cadmio (fracción 2: 27 %) y manganeso (fracción 1: 5,5 % y fracción 2: 18 %), **cocha Pashincocha** en plomo (fracción 2: 19,0 %) y zinc (fracción 2: 13,6 %), y la **cocha Shirunchicocha** en bario (fracción 2: 11,8 %), plomo (fracción 2: 10,6 %) y manganeso (fracción 1: 2,2 % y fracción 2: 22,8 %).

577. Asimismo, la **quebrada Anapaza 1 (QAnap1)** en bario (fracción 1: 27,3 % y fracción 2: 20,2 %), plomo (fracción 2: 11,1 %) y manganeso (fracción 1: 41,2 % y fracción 2: 30,1 %), **quebrada Ushpayacu 2 (QUshp2)** en bario (fracción 1: 22,2 % y fracción 2: 14,5 %) y manganeso (fracción 1: 7,3 % y fracción 2: 11,6 %), y **quebrada Ushpayacu 3 (QUshp3)** en bario (fracción 1: 16,4 % y fracción 2: 12,4 %) y manganeso (fracción 1: 15,2 % y fracción 2: 11,2 %).

*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-19. Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factor de los metales y su relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la cuenca Medio Pastaza

Punto de Monitoreo	Unidad	HTP (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> )	Parámetro														
			Varifactor 1							Varifactor 2			Varifactor 3				S.A
			Fósforo	Magnesio	Estroncio	Sodio	Calcio	Potasio	Cobre	Aluminio	Cromo	Hierro	Bario	Plomo	Zinc	Manganeso	
RPast1	mg/kg	...	534	6 317	65,7	845	4 671	1 064	45,8	15 715	22,4	25 377	110	8,0	54,5	382	25,5
RPast2	mg/kg	...	475	7 240	55,5	745	4 208	783	26,6	10 362	21,2	22 196	60	2,2	40,0	285	26,1
QTiti1	mg/kg	...	529	7 136	63,1	763	4 786	798	40,9	15 495	28,3	27 197	103	5,3	53,7	438	29,9
RPast3	mg/kg	...	362	2 377	21,7	230	1 016	348	44,8	36 134	54,9	41 482	346	10,2	55,9	316	37,5
Qlsm1	mg/kg	<5,00	670	1 787	142,0	386	1 793	501	81,4	67 617	66,1	37 609	1 004	8,8	80,0	413	57
RPast4	mg/kg	...	266	3 751	47,6	565	2 625	547	35,8	19 009	27,7	21 747	196	7,1	55,1	233	21,9
RPast5	mg/kg	...	217	2 768	53,6	373	2 460	325	57,8	20 868	52,6	29 777	224	8,8	71,1	573	24,3
QShor1	mg/kg	...	421	4 296	48,5	544	3 236	633	31,7	14 099	39,9	19 893	113	6,5	55,4	386	21,9
RPast6	mg/kg	...	369	3 007	55,2	763	3 236	451	53,2	25 140	31,0	21 666	231	6,3	52,2	175	20,1
QRCap1	mg/kg	...	131	1 132	33,8	38	544	157	18,4	12 074	<0,1	13 094	146	6,2	37,3	221	7,3
QRCap2	mg/kg	101,0	85	594	21,0	62	491	103	11,5	7 271	<0,1	6 910	254	8,8	41,4	151	<0,1
QTanq1	mg/kg	1 258,2	131	1 695	62,2	351	1 412	290	26,9	19 964	10,0	22 850	76	23,3	84,8	242	<0,1
QBuju1	mg/kg	...	96	501	8,7	62	399	211	12,1	13 649	19,5	22 834	57	8,9	25,2	96	14,4
RCapa1	mg/kg	227,0	249	1 273	58,9	54	1 624	191	16,0	13 914	10,3	19 715	139	18,5	60,0	964	<0,1
RCapa2	mg/kg	...	325	1 186	111,0	45	1 859	268	18,5	15 478	6,0	26 060	184	7,8	68,3	1 184	9,2
RCapa3	mg/kg	...	370	923	52,5	19	1 405	247	20,4	12 835	6,1	23 873	199	7,8	66,3	911	9,1
RCapa4	mg/kg	...	353	1 253	76,3	52	1 500	248	15,9	16 681	7,2	24 703	173	10,9	59,4	1 098	8,3
RCapa5	mg/kg	...	534	6 010	76,1	898	4 518	918	46,4	18 371	22,8	26 428	134	6,4	58,3	352	23,8
QUshp2	mg/kg	2 650,0	273	856	79,2	869 <sup>a</sup>	1 654	281	17,7	28 229	26,5	27 258	149	10,7	37,8	92	<0,1
QUshp3	mg/kg	8 999,1	374	1 147	106,0	125	1 921	292	13,3	18 649	12,8	24 780	137	13,3	55,8	418	<0,1
QAnap1	mg/kg	5 331,0	133	545	11,5	16	479	224	24,9	20 625	27,6	18 635	154	11,1	40,7	193	8,9
QAnap2	mg/kg	203,2	214	1 450	20,0	127	881	157	23,5	29 045	55,4	35 454	291	31,5	74,6	1 345	25,4
QAnap3	mg/kg	93,4	976	1 051	40,6	99	867	393	26,7	43 125	43,5	35 315	334	21,7	104,0	723	28,3
CShan1	mg/kg	618,0	69	276	14,7	17	502	204	7,9	13 569	30,0	23 329	817	15,5	31,0	113	2,6
CBoqui1	mg/kg	31,1	181	446	12,1	13	787	222	7,7	11 452	13,4	19 568	48	6,8	20,9	93	2,8
CPash1	mg/kg	4 020,1	290	1 072	62,3	82	3 916	8 112	27,5	18 696	40,7	23 390	2 335	118,0	214,0	178	6,6
CPiri1	mg/kg	18,6	112	291	4,9	13	183	150	25,3	33 421	77,3	34 266	195	13,2	40,3	54	15,4
CShiru1	mg/kg	4 319,0	87	203	15,2	45	311	202	7,9	19 429	35,0	35 059	30	7,9	16,9	65	3,6

Números en cursiva: Cuerpos de agua superficial con altas puntuaciones de factores no considerados por tener bajas concentraciones de los metales.

S.A: Sin agrupamiento e HTP: Hidrocarburos totales de petróleo

Valores que se encuentran por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg.

Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factor.

Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor.

Fuente: Elaboración propia.

**g. Agrupamiento de metales mediante análisis de factor y la relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP)**

- 578. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (ver Tabla A.2.11 del Anexo A.2), los resultados de metales de sedimentos en la cuenca Medio Pastaza, excepto para cromo y hierro, fueron normalizados mediante la transformación Box-Cox, debido a que registraron un p-valor menor a 0,05 (95 % de confianza) para obtener resultados con una distribución normal y por ende realizar el análisis de factores.
- 579. Luego de la transformación de los parámetros (ver Tabla A.2.12 del Anexo A.2) el níquel fue el único metal no considerado en el análisis debido a que su valor de probabilidad (p-valor) fue menor a 0,05 (95 % de confianza).
- 580. Los resultados del análisis de factores son mostrados en la Tabla 10-19, en base a una explicación de datos o varianza de 75,41 % (ver Tabla A.2.17 del Anexo A.2), tomando en cuenta el eigenvalor mayor a uno y el registro de las influencias para cada punto de monitoreo (puntuaciones o scores) y los agrupamientos de los parámetros (cargas o loadings) indicadas en las Tablas A.2.18 y A.2.19 del Anexo A.2 respectivamente.
- 581. Las asociaciones de los parámetros de los sedimentos en los tres varifactores y los parámetros no asociados se resumen en la Tabla 10-20.

**Tabla 10-20.** Parámetros asociados y no asociados en sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza

Varifactor	Parámetros asociados
1	Fósforo, magnesio, estroncio, sodio, calcio, potasio y cobre
2	Aluminio, cromo y hierro
3	Bario, plomo, manganeso y zinc
Sin asociación	Níquel <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Parámetro cuyo p-valor fue menor a 0,05 luego de la transformación de Box-Cox.  
Fuente: Elaboración propia.

- 582. De acuerdo a dichas asociaciones y no asociaciones, los parámetros en los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Pastaza con las mayores concentraciones se indican en la Tabla 10-21.

**Tabla 10-21.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Pastaza con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados en los sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones	Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Río Pastaza (RPast1 a RPast6) Quebrada Titiyacu (QTiti1) Quebrada Shoroyacu (QShor1) Río Capahuari 5 (RCapa5) Quebrada Ismacaño (QIsma1)	Fósforo Magnesio Sodio Calcio Potasio <b>Cobre</b>	Río Pastaza 3 (RPast3) Quebrada Ismacaño (QIsma1) Quebrada Anapaza (Anap2 y Anap3) Cocha Piripiricocha (CPiri1)	Aluminio Cromo Hierro
Cocha Shirunchicocha (CShiru1)	Hierro	Río Pastaza 5 (RPast5)	Cromo
Quebrada Anapaza 2 (QAnap3)	Fósforo	Quebrada Ushpayacu 2 (QUshp2)	Sodio

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones	Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Cocha Pashincocha (CPash2)	Calcio Potasio	Quebrada Ismacaño (QIsma1)	Níquel Estroncio
Quebrada Anapaza (QAnap2 y QAnap3)	<b>Bario</b> <b>Plomo</b> <b>Zinc</b> Manganeso	Cocha Pashincocha (Cpash1)	<b>Bario</b> <b>Plomo</b> <b>Zinc</b>
Río Capahuari (RCapa2 a RCapa4)	<b>Zinc</b> Manganeso	Río Pastaza 5 (RPast5) Río Capahuari (RCapa5)	<b>Zinc</b>
Río Capahuari 1 (RCapa1)	<b>Plomo</b> <b>Zinc</b> Manganeso	Quebrada Ismacaño (QIsma1)	<b>Bario</b> <b>Zinc</b>
Quebrada Tanquiyacu (QTanq1)	<b>Plomo</b> <b>Zinc</b>	Cocha Shanshocochoa (QShan1) Río Pastaza 3 (RPast3)	<b>Bario</b>

Metal en negrita relacionado con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP).

Fuente: Elaboración propia.

583. La Tabla 10-22 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) mayores al valor máximo de la guía Atlántica RBCA y metales como: bario, plomo y zinc en concentraciones mayores que los demás valores de sedimentos de los cuerpos de agua lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza.

584. Cabe indicar que las concentraciones de plomo y zinc de la quebrada Tanquiyacu estuvieron por debajo de los respectivos valores ISQG de la guía canadiense.

**Tabla 10-22.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la guía del Atlántica RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)				Metales en mayores concentraciones
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>	
Cocha Pashincocha (CPash1)	22,1	1 625	2 373	4 020,1	Bario, plomo y zinc
Quebrada Tanquiyacu (QTanq1)	1,2	430	827	1 258,2	Plomo y zinc
Cocha Shanshocochoa (CShan1)	<0,3	305	313	618	Bario
Concentraciones de HTP en la fracción ligera.					
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlántica RBCA para HTP: 500 mg/kg.					
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP: 5 000 mg/kg.					

Fuente: Elaboración propia.

585. En tanto, la Tabla 10-23 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP menores al valor máximo de la Guía Atlántica RBCA y metales como: bario, zinc, cobre y níquel en mayores concentraciones que los demás cuerpos de agua lénticos y lóticos de la cuenca Medio Pastaza.

586. Cabe indicar que las concentraciones de plomo y zinc de las quebradas Anapaza y río Capahuari, y zinc para la quebrada Ismacaño estuvieron por debajo de los respectivos valores ISQG de la guía canadiense, mientras las concentraciones de níquel no tuvieron norma de comparación internacional.



M  
 H  
 J  
 K

**Tabla 10-23.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP menores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)				Metales en mayores concentraciones
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>	
Quebrada Ismacaño (QIsma1)	<0,3	<5,00	<5,00	<5,00	Bario, zinc, cobre y níquel
Quebrada Anapaza 2 (QAnap2)	<0,3	38,2	165,0	203,2	Bario, plomo y zinc
Quebrada Anapaza 3 (QAnap3)	<0,3	26,8	66,6	93,4	Bario, plomo y zinc
Río Capahuari 1 (RCapa1)	<0,3	57,4	170,0	227,0	Plomo y zinc

Fuente: Elaboración propia.

587. Por otro lado, la Tabla 10-24 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales como bario, zinc, cadmio, cobre, plomo y níquel en bajas concentraciones.

**Tabla 10-24.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y bajas concentraciones de metales en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>
Quebrada Ushpayacu 3 (QUshp3)	7,1	4 152,0	4 840,0	8 999,1
Quebrada Anapaza 1 (QAnap1)	<0,3	2 227,0	3 104,0	5 331,0
Cocha Shirunchicocha (CShiru1)	<0,3	1 785,0	2 534,0	4 319,0
Quebrada Ushpayacu 2 (QUshp2)	<0,3	929,0	1 721,0	2 650,0
Concentraciones de HTP en la fracción ligera.				
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg.				
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP: 5 000 mg/kg.				

Fuente: Elaboración propia.



A  
H  
4  
B  
K

**10.2.1.2. Cuenca Corrientes**

**a. Metales**

**a.1. Arsénico**

588. De acuerdo a lo observado en la Tablas A.2.3 y A.2.4 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de arsénico por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 5,9 mg/kg, excepto la quebrada Afluente Machupicchu que tuvo una concentración de 10,6 mg/kg.

589. En adición a lo anterior, los sedimentos de los cuerpos agua superficial de la cuenca Corrientes registraron concentraciones de arsénico menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,4 mg/kg).

**a.2. Bario**

590. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.16 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de bario por debajo del valor referencial establecido en el ECA-Suelo: 750 mg/kg.

591. Adicionalmente, los sedimentos de las quebradas Chue Entsa, Dorissa pozo 1, Afluente Kuch Entsa, Afluente Machupicchu, Timunsa Entsa y la cocha



Machupicchu registraron mayores concentraciones de bario que los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Corrientes.

### a.3. Cadmio

592. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.17 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada Afluente Machupicchu registró concentración de cadmio por encima del valor PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG): 3,5 mg/kg y los sedimentos de la quebrada Afluente Huayuri registró ligeramente concentración de cadmio por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,6 mg/kg.

### a.4. Cobre

593. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.18 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de cobre por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 35,7 mg/kg.

### a.5. Cromo

594. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.19 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada Timunsa Entsa registró concentración de cromo por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CQG-SQG): 37,3 mg/kg.

### a.6. Mercurio

595. De acuerdo a lo observado en la Tablas A.2.3 y A.2.4 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de mercurio por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,17 mg/kg. Cabe resaltar, que dichos cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes registraron concentraciones de mercurio menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,03 mg/kg).

### a.7. Plomo

596. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.20 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada aAfluente Machupicchu registró concentración de plomo por encima del valor PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG): 91,3 mg/kg y la quebrada Afluente Huayuri registró concentración de plomo por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 35,0 mg/kg.

### a.8. Zinc

597. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.21 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada Afluente Machupicchu y la quebrada Afluente Huayuri registraron concentraciones de zinc por encima del valor PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG): 315 mg/kg.

### b. Materia orgánica

598. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.22 del Anexo B.2, el porcentaje de materia orgánica en los sedimentos fue menor al 20 %, siendo la cocha Huarashma (14 %) y quebrada Afluente Huayuri (12,5 %) con los mayores porcentajes de materia orgánica que los demás cuerpos de agua superficial



Handwritten signature in blue ink.

lénticos y lóticos de la cuenca Corrientes. Mientras, los menores porcentajes de materia orgánica se registraron en las quebradas Afluente Pañayacu (3,51 %), Afluente Machupicchu (3,37 %) y Dorissa Pozo 1 (4,10%).

**c. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)**

599. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.23 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que se encuentra por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg y el valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg se indica en la Tabla 10-25.

**Tabla 10-25.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con concentración de HTP en sedimentos mayores al valor de intervención y valor máximo

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>
Quebrada Afluente Huayuri	3,7	8 485	8 142	16 631
Quebrada Afluente Machupicchu	83,5	8 034	3 382	11 499
Quebrada Dorissa Pozo 1	7,6	5 330	5 459	10 797
Cocha Machupicchu	3,8	870	1 607	1 607
Quebrada Ukunch Entsa	<0,3	532	242	774
Quebrada Pucacungayacu	<0,3	270	258	527
Concentraciones de HTP en la fracción ligera				
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/Kg				
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP: 5 000 mg/Kg				

Fuente: Elaboración propia.



600. La Tabla 10-25 indica que los sedimentos de las quebradas Afluente Huayuri, Afluente Machupicchu y Dorissa Pozo 1 registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub> mayores al valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg.

601. Mientras, los sedimentos de las quebradas Ukunch Entsa y Pucacungayacu y la cocha Machupicchu registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub> mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg.

602. Cabe resaltar que los sedimentos de las quebradas Afluente Huayuri, Machupicchu, Dorissa Pozo 1 y la cocha Machupicchu registraron concentraciones de fracciones ligeras de HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>), mientras la fracción media (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) es mayor a la fracción pesada (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>) en los puntos de monitoreo indicados en la Tabla 10-25, excepto en la quebrada Dorissa Pozo 1 y la cocha Machupicchu.

**d. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)**

603. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.3 y A.2.4 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial en donde se realizaron los compuesto de los HAP: Naftaleno y Benzo (a) pireno fueron menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,010 mg/kg y <0,024 mg/kg). Estas concentraciones fueron menores al valores ISQG establecidos en la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,0346 mg/kg y 0,0319 mg/kg respectivamente.

*[Handwritten signature in blue ink]*

**e. Clase textural**

604. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.24 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial en la cuenca Corrientes registraron en mayoría sedimentos con **mayor porcentaje de arcilla y limo** (suma o igual o mayor al 50 %), siendo la clase textural **Franca** la más común en nueve cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes (ver Tabla 10-26).

**Tabla 10-26.** Cuerpos de agua superficial para cada clase textural de los sedimentos en la cuenca Corrientes

Cuerpo de agua superficial	Clase Textural				
	Franco-Arenosa	Areno-Francosa	Franca	Franco-Arcillosa	Franco-Arcillo-Arenosa
	% Arena				
	50-75	85	30-50	30-45	55
Río Corrientes	1	1	2	0	0
Yacimiento Dorissa	0	1	2	2 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>
Yacimiento Jibarito	2 <sup>c</sup>	0	1	0	0
Yacimiento Huayuri	1 <sup>d</sup>	1 <sup>e</sup>	1	1	0
Huayuri y Jibarito	0	0	2	0	0
Cochas	0	0	1 <sup>f</sup>	3	0
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

Registro de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la fracción total (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) en mg/kg:

(a) 774 (Qda. Ukunch Entsa); (b) 10 797 (Qda. Dorissa Pozo 1); (c) 527 (Qda. Pucacungayacu); (d) 11 499 (Qda. Afluente Machupicchu); (e) 16 631 (Qda. Afluente Huayuri) y (f) 1 607 (Coche Machupicchu).

Fuente: Elaboración propia.



605. De acuerdo a los resultados de la Tabla 10-26, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial con resultados de HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) mayores al valor máximo de la Guía Atlántic RBCA: 500 mg/kg registraron como porcentaje de arena máximo de 85 %, lo cuales están distribuidos en las siguientes clases texturales:

- Franco-Arenosa para dos cuerpos de agua superficial (quebradas Pucacungayacu y Afluente Machupicchu), y Areno-Francosa (quebrada Afluente Huayuri), Franca (cocha Machupicchu), Franco-Arcillosa (quebrada Ukunch Entsa) y Franco-Arcillo-Arenosa (quebrada Dorissa Pozo 1) para un cuerpo de agua superficial cada uno.

**f. Metales por extracción secuencial de Tessier e hidrocarburos totales de petróleo (HTP)**

606. De acuerdo a lo observado en las Figuras B.2.25 a B.2.31 del Anexo B.2 y la Tablas A.2.3 y A.2.4 del Anexo A.2 para visualizar los resultados de cadmio y cobalto, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con los porcentajes de los metales de mayor biodisponibilidad (mayor al 10 %) en la fracción 1 (intercambiable) o fracción 2 (enlazado a carbonatos) son indicadas en la Tabla 10-27.

**Tabla 10-27.** Porcentajes de metales en sedimentos con biodisponibilidad mayor al 10 % en las fracciones 1 (intercambiable) o 2 (enlazado a carbonatos)

N°	Metal	Fracción 1	Fracción 2	Suma de fracción 1 y fracción 2 (%)	Cuerpo de agua superficial
		(%) > 10	(%) > 10		
1	Bario	20,8	18	38,8	Cocha Esteban
		21	8,8	29,8	Quebrada Pozo 11



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N°	Metal	Fracción 1	Fracción 2	Suma de fracción 1 y fracción 2 (%)	Cuerpo de agua superficial
		(%) > 10	(%) > 10		
1	Bario	14,9	14,3	29,2	Quebrada Afluyente Machupicchu
		14,3	13,5	27,8	Quebrada Dorissa Pozo 1
		17,1	8,8	25,9	Quebrada Chue Entsa 2
		11,9	8,4	20,3	Quebrada Pucacungayacu
		14,9	5	19,9	Quebrada Afluyente Pañayacu
		12,7	7,2	19,9	Quebrada Ukunch Entsa
		11,0	8,5	19,5	Quebrada Afluyente Huayuri
2	Plomo	<3,2	25,4	25,4	Cocha Machupicchu
		<0,4	11,4	11,4	Quebrada Afluyente Machupicchu
3	Zinc	<0,9	12,2	12,2	Quebrada Afluyente Huayuri
		<8,7	10,3	10,3	Quebrada Afluyente Pañayacu
4	Manganeso	8,2	29,8	38	Quebrada Pucacungayacu
		16	20,4	36,4	Cocha Mesa
		16,2	16,1	32,3	Quebrada Afluyente Huayuri
		17	13,4	30,4	Cocha Huarashma
		14,4	14,6	29	Quebrada Pozo 11
		0,4	26,7	27,1	Quebrada Afluyente Machupicchu
		12	14,1	26,1	Quebrada Pani Entsa
		8,3	15,4	23,7	Cocha Esteban
		16,1	6,4	22,5	Quebrada Afluyente Pañayacu
<i>En cursiva porcentajes menores a 10 %.</i>					
					Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo menores a 500 mg/kg
					Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo mayores a 500 mg/kg
					Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo mayores a 5 000 mg/kg

Fuente: Elaboración propia.

607. En tanto, los metales: cadmio, cobre, cobalto, hierro y níquel registraron concentraciones por debajo del límite de determinación del método de ensayo del laboratorio y porcentajes de biodisponibilidad menor al 10 %, tanto para la fracción 1 (intercambiable) y fracción 2 (enlazado a carbonato).

608. Se resalta que los siguientes cuerpos de agua superficial (HTP mayor al valor máximo: 500 mg/kg) registraron los porcentajes de metales biodisponibles mayores al 10 % en sus sedimentos :

609. **Cocha Machupicchu** en plomo (fracción 2: 25,4 %) y las quebradas **Dorissa Pozo 1** en bario (fracción 1: 14,3 % y fracción 2: 8,8 %), **Pucacungayacu** en bario (fracción 1: 11,9 % y fracción 2: 8,4 %) y manganeso (fracción 1: 8,2 % y fracción 2: 29,8 %), **Ukunch Entsa** en bario (fracción 1: 12,7 % y fracción 2: 7,2 %).

610. Asimismo, las quebradas **Afluyente Machupicchu** en plomo (fracción 2: 11,4 %) y manganeso (fracción 1: 0,4 % y fracción 2: 26,7 %) y **Afluyente Huayuri** en bario (fracción 1: 11 % y fracción 2: 8,5 %), zinc (fracción 2: 10,3 %) y manganeso (fracción 1: 16,2 % y fracción 2: 16,1 %).

g. **Agrupamiento de metales mediante análisis de factor y la relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP)**

611. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (ver Tabla A.2.13 del Anexo A.2), los resultados de metales en los sedimentos de la cuenca Corrientes, excepto para hierro, fueron normalizados mediante la transformación Box-Cox debido a que registraron un p-valor menor a 0,05 (95 % de confianza) para obtener resultados con una distribución normal y por ende realizar el análisis de factores.



Handwritten signature and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-28. Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factor de los metales y su relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la cuenca Corrientes

Punto de Monitoreo	Unidad	Parámetro															
		HTP (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> )	Varifactor 1						Varifactor 2				Varifactor 3	S.A			
			Estroncio	Calcio	Cobre	Magnesio	Potasio	Zinc	Cromo	Hierro	Aluminio	Plomo	Bario	Fosforo	Niquel	Cadmio	Manganeso
RCorr1	mg/kg	...	14,7	524	10,20	842	164	41	15,4	12 777	6 951	6,9	85,1	70,7	7,58	0,3425	273,0
RCorr2	mg/kg	...	24,6	597	11,80	682	137	43	15,5	9 097	6 615	7,0	67,9	89,4	7,96	0,3031	104,0
RCorr3	mg/Kg	...	6,2	150	7,53	136	59	17	13,3	16 612	5 631	6,5	46,8	30,7	4,47	0,2913	101,0
RCorr4	mg/kg	...	6,9	395	4,94	347	97	22	9,6	6 580	2 543	4,0	43,9	116,0	6,73	0,2268	123,0
QTimu1	mg/kg	...	8,3	232	9,86	167	109	50,1	44,8	23878	14370	9,5	586	40,1	52,80	0,4172	47,4
QAHua1	mg/kg	16 631	44,6	749	6,92	270	182	706	16,0	29592	8 789	43,5	119	579,0	6,79	0,6080	188,0
QWayu1	mg/kg	...	4,6	148	7,19	340	113	29	10,9	10 483	4 980	7,3	80	88,4	4,83	0,3579	136,0
QAMach1	mg/kg	11 499	29,0	3 790	27,20	750	259	2 833	20,6	16 385	3 944	186	436	135,0	6,94	14,6	166,0
QCepu1	mg/kg	57,4	2,2	104	5,65	99	116	14	9,3	21 766	5 399	9,3	24	91,7	8,94	0,3898	106,0
QPani1	mg/kg	261	2,6	107	5,19	156	125	26	8,5	10 669	4 119	6,3	38	94,4	5,74	0,5666	66,5
QAKuc1	mg/kg	...	8,9	434	9,49	192	117	36	23,6	24 598	10 102	13,1	329	62,3	4,00	<0,0007	105,0
QUkun1	mg/kg	774	3,9	151	5,53	165	82	17	18,2	17 656	7 978	7,9	35	55,6	3,38	0,0611	44,8
QPuca1	mg/kg	...	6,6	164	6,77	223	114	26	7,5	3 751	4 414	7,4	76	34,2	5,23	0,1372	26,9
QDPo1	mg/kg	10 797	5,0	119	4,47	149	75	20	8,2	8 503	5 444	7,6	210	<0,8	9,18	0,3725	23,6
QChue2	mg/kg	484	5,6	206	5,65	175	75	15	11,1	16 110	8 486	9,4	52	16,5	3,61	0,4003	56,2
QChue1	mg/kg	...	5,6	126	3,88	138	86	17	6,4	6 256	4 007	7,4	229	8,9	5,59	0,2445	24,1
QPucaC1	mg/kg	527	6,2	124	8,07	141	98	17	12,5	18 318	6 219	6,7	30	41,6	4,52	0,1284	83,8
QAPaña1	mg/kg	<5,00	4,2	133	6,76	371	119	33	8,1	6 837	4 091	6,2	65	26,8	6,17	0,1675	40,2
QPo11	mg/kg	469	9,0	436	8,64	272	126	29	11,8	17 044	6 662	10,9	212	106,0	4,50	0,3214	90,6
CEste1	mg/kg	145	12,4	333,0	8,02	218	101	20	14,7	21 894	11 250	11,2	112	64,3	64,50	<0,0007	68,2
CMach1	mg/kg	1 607	46,6	839,0	12,30	390	261	39,5	17,7	22 213	6 903	13,4	248	90,0	4,89	0,4206	70,7
CHuar1	mg/kg	25,7	7,6	225,0	9,82	278	106	28	10,1	11 520	6 624	8,7	108	45,3	4,93	0,0556	40,3
CMesa1	mg/kg	<5,00	4,4	125,0	8,10	187	137	19	14,5	20 661	9 070	10,1	44,4	36,4	4,64	0,0029	95,1

Números en cursiva: Cuerpos de agua superficial con altas puntuaciones de factores no considerados por tener bajas concentraciones de los metales.  
S.A: Sin agrupamiento e HTP: Hidrocarburos totales de petróleo

Valores que se encuentran por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg.

Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factor.

Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor.

Fuente: Elaboración propia.

612. Luego de la transformación de los parámetros (ver Tabla A.2.14 del Anexo A.2) el cadmio y fósforo fueron los metales no considerados en el análisis debido a que su valor de probabilidad (p-valor) fue menor a 0,05 (95 % de confianza).
613. Los resultados del análisis de factores son mostrados en la Tabla 10-28, en base a una explicación de datos o varianza de 71,01 % (ver Tabla A.2.20 del Anexo A.2) tomando en cuenta el eigenvvalor mayor a uno y el registro para cada punto de monitoreo (puntuaciones o scores) y los agrupamientos de los parámetros (cargas o loadings) indicadas Tablas A.2.21 y A.2.22 del Anexo A.2 respectivamente.
614. Las asociaciones de los parámetros de los sedimentos en los tres varifactores y los parámetros no asociados se resumen en la Tabla 10-29.

**Tabla 10-29.** Parámetros asociados y no asociados en sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes

Varifactor	Parámetros asociados y no asociados
1	Estroncio, calcio, cobre, magnesio, potasio y zinc
2	Aluminio, cromo, hierro y plomo
3	Bario
Sin asociación	Fósforo <sup>1</sup> , cadmio <sup>1</sup> , níquel <sup>2</sup> y manganeso <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Parámetro cuyo p-valor fue menor a 0,05 luego de la transformación de Box-Cox.

<sup>2</sup>Parámetro con cargas (loadings) menores a 0,6 (ver Tabla 6 del Anexo A.2.3.2).

Fuente: Elaboración propia.

615. De acuerdo a dichas asociaciones y no asociaciones, los parámetros en los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con las mayores concentraciones se indican en la Tabla 10-30.

**Tabla 10-30.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados en los sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones	Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Río Corrientes (RCorr1 y RCorr2) Quebrada Afluyente Machupicchu (QAMach1) Cocha Machupicchu (CMach1)	Estroncio Calcio <b>Cobre</b> Magnesio Potasio <b>Zinc</b>	Quebrada Timunsa Entsa (QTimu1) Quebrada Afluyente Huayuri (QAHua1) Quebrada Afluyente Kuch Entsa (QAKuc1) Quebrada Ukunch Entsa (QUkun1) Cocha Esteban (CEste1) Cocha Machupicchu (CMach1) Cocha Mesa (CMesa1)	Cromo Hierro Aluminio <b>Plomo</b>
Quebrada Timunsa Entsa (QTimu1) Quebrada Afluyente Machupicchu (QAMach1) Quebrada afluyente Kuch Entsa (QAKuc1)	<b>Bario</b>	Quebrada Afluyente Huayuri (QAHua1) Quebrada Afluyente Machupicchu (QAMach1) Quebrada Chue Entsa 2 (QChue2)	Fósforo Cromo Aluminio
Quebrada Timunsa Entsa (QTimu1) Cocha Esteban (CEste1)	<b>Níquel</b>	Quebrada Afluyente Machupicchu (QAMach1) Quebrada Afluyente Huayuri (QAHua1)	<b>Cadmio</b>
Quebrada Afluyente Machupicchu (QAMach1) Quebrada Pozo 11 (QP011)	<b>Plomo</b>	Quebrada Timunsa Entsa (QTimu1)	<b>Zinc</b>
Río Corrientes 1 (RCorr1)	Manganeso Aluminio	Quebrada Cepur Entsa (QCepu1)	Hierro

Metal en negrita relacionado con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP).

Fuente: Elaboración propia.





"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

616. La Tabla 10-31 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) mayor al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales: bario, cobre, plomo, cadmio y zinc en sedimentos con concentraciones mayores que los demás cuerpos de agua lenticos y lóticos de la cuenca Corrientes.
617. Cabe indicar que las concentraciones de bario y cobre de la quebrada Afluente Machupicchu estuvieron por debajo del valor referencial de los ECA-Suelo y valor ISQG de la guía canadiense. Asimismo, las concentraciones de zinc, cobre y plomo de la cocha Machupicchu estuvieron por debajo de los respectivos valores ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG).

**Tabla 10-31.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)				Metales en mayores concentraciones
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>	
Quebrada Afluente Huayuri (QAHua1)	3,7	8 485	8 142	16 631	Zinc, cadmio y plomo
Quebrada Afluente Machupicchu (QAMach1)	83,5	8 034	3 382	11 499	Zinc, cobre, plomo, bario y cadmio
Cocha Machupicchu (CMach1)	3,8	870	733	1 607	Zinc, cobre y plomo
Concentraciones de HTP en la fracción ligera					
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg					
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP : 5 000 mg/kg					

Fuente: Elaboración propia.

618. En tanto, la Tabla 10-32 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP menores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y níquel en mayores concentraciones que los demás cuerpos de agua lenticos y lóticos de la cuenca Corrientes.
619. Cabe indicar que las concentraciones de plomo de la quebrada Pozo 11 y las cochas Esteban y Mesa estuvieron por debajo del valor referencial de los ECA-Suelo y valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG), mientras el níquel no tiene norma de comparación internacional.

**Tabla 10-32.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP menores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)				Metales en mayores concentraciones
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>	
Quebrada Pozo 11 (QPo11)	<0,3	222	248	469	Plomo
Cocha Esteban (CEste1)	<0,3	59,3	85,4	145,0	Plomo y níquel
Cocha Mesa (CMesa1)	<0,3	<5	<5	<5	Plomo

Fuente: Elaboración propia.

620. Por otro lado, la Tabla 10-33 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales: bario, zinc, cadmio, cobre, plomo y níquel en bajas concentraciones.

**Tabla 10-33.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y bajas concentraciones de los metales en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> - C <sub>40</sub>
Quebrada Dorissa Pozo 1 (QDPo1)	7,6	5 330	5 459	10 797
Quebrada Ukunch Entsa (CUKun1)	<0,3	532	242	774
Quebrada Pucacungayacu (QPucaC1)	<0,3	270	258	527
Concentraciones de HTP en la fracción ligera				
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg.				
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP : 5 000 mg/kg				

Fuente: Elaboración propia.

**10.2.1.3. Cuenca Medio Alto Tigre****a. Metales****a.1. Arsénico**

621. De acuerdo a lo observado en la Tablas A.2.5 y A.2.6 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de arsénico por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 5,9 mg/kg.

622. Cabe resaltar, que los sedimentos en los cuerpos agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre registraron concentraciones de arsénico menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,4 mg/kg).

**a.2. Bario**

623. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.32 del Anexo B.2, los sedimentos de las quebradas afluente Limón y afluente Lupunillo, registraron concentraciones de bario por encima del valor referencial establecido en el ECA-Suelo: 750 mg/kg.

**a.3. Cadmio**

624. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.33 del Anexo B.2, los sedimentos de las quebradas afluente Limón y Gringoyacu registraron concentraciones de cadmio por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,6 mg/kg.

**a.4. Cobre**

625. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.34 del Anexo B.2, los sedimentos del río Tigre en el punto de monitoreo RTigr3 y la cocha Sol Sol registraron concentraciones de cobre por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG):35,7 mg/kg.

**a.5. Cromo**

626. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.35 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada Shiviayacu registró concentración de cobre por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 37,3 mg/kg.



Handwritten signature and initials in blue ink.





**a.6. Mercurio**

627. De acuerdo a lo observado en la Tablas A.2.5 y A.2.6 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos registraron concentraciones de mercurio por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,17 mg/kg. Cabe resaltar, que los cuerpos agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre registraron concentraciones de mercurio menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,03 mg/kg).

**a.7. Plomo**

628. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.36 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada afluente Limón registró concentración de plomo por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG): 35,0 mg/kg.

**a.8. Zinc**

629. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.37 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada afluente Limón –registraron una concentración de zinc por encima del valor PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG): 315 mg/kg.

**b. Materia orgánica**

630. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.38 del Anexo B.2, los sedimentos de la quebrada Gringoyacu fue el único cuerpo de agua superficial donde el porcentaje de materia orgánica con 26,90 % fue mayor al 20 % de las tres cuencas evaluadas.

631. Cabe indicar que la quebrada Cuicayacu (19,3 %) y el afluente Limón (17,8 %), junto con la quebrada Gringoyacu registraron los mayores porcentajes de materia orgánica en relación con los demás cuerpos de agua superficial lénticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre. Mientras, los menores porcentajes de materia orgánica se registraron en las quebradas Piedra Negra 1 (3,85 %) y Cachiyacu (4,57 %).

**c. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)**

632. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.39 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que se encuentran por encima del valor de intervención de la guía de Los Países Bajos: 5 000 mg/kg y el valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg se indica en la Tabla 10-34.

**Tabla 10-34.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con concentración de HTP en sedimentos mayores al valor de intervención y valor máximo

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>
	mg/kg			
Quebrada Gringoyacu	<0,3	7 118	8 419	15 537
Quebrada Guayabal	<0,3	2 879	4 370	7 249
Quebrada Cachiyacu	<0,3	940	877	1 817
Quebrada afluente Limón	<0,3	724	951	1 675
Quebrada Cuicayacu	<0,3	889	516	1 404
Cocha Muriticocha	<0,3	387	428	814
Quebrada Piedra Negra 1 (QPied1)	<0,3	353	356	709



Handwritten signature and initials in blue ink



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>
	mg/kg			
Quebrada Piedra Negra 2 (QPied2)	<0,3	209	347	556
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlántic RBCA para HTP: 500 mg/kg.				
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP: 5 000 mg/kg.				

Fuente: Elaboración propia.

633. La Tabla 10-34 indica que los sedimentos de las quebradas Gringoyacu y Guayabal registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub> mayores al valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg.

634. Mientras que los sedimentos de las quebradas Cachiyacu, afluente Limón, Cuicayacu, Piedra Negra en los puntos de monitoreo QPied1 y QPied2 y la cocha Muriticocha registraron concentraciones de HTP en la fracción C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub> mayores al valor máximo de la guía Atlántic RBCA: 500 mg/kg.

635. Cabe resaltar que los sedimentos de ningún cuerpo de agua superficial léntico y lótico registraron concentraciones de fracciones ligeras de HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>), mientras la fracción pesada (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>) es mayor a la fracción media (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) en los puntos de monitoreo indicados en la Tabla 10-34, excepto en la quebrada Cachiyacu.

#### d. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)

636. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.5 y A.2.6 del Anexo A.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial en donde se realizaron los compuestos de los HAP: Naftaleno y Benzo (a) pireno fueron menores al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio (<0,010 mg/kg y <0,024 mg/kg respectivamente). Estas concentraciones fueron menores al valores ISQG establecidos en la guía canadiense (CEQG-SQG): 0,0346 mg/kg y 0,0319 mg/kg respectivamente.

#### e. Clase textural

637. De acuerdo a lo observado en la Figura B.2.40 del Anexo B.2, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial en la cuenca Medio Alto Tigre registraron en mayoría sedimentos con **mayor porcentaje de arcilla y limo** (suma igual o mayor al 50 %), siendo la clase textural **Franca** la más común en 11 cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre (ver Tabla 10-17). Tabla 10-35

**Tabla 10-35.** Cuerpos de agua superficial para cada clase textural de los sedimentos en la cuenca Medio Alto Tigre

Cuerpo de agua superficial	Clase textural						
	% Arena						
	30-40	20	30-35	35-50	65-70	90	50
Río Tigre	3	1	1	0	0	0	0
Tributarios del río Tigre	2	0	0	1	0	0	0
Yacimiento San Jacinto	1 <sup>a</sup>	0	1 <sup>b</sup>	3 <sup>c</sup>	2 <sup>d</sup>	0	0
Yacimiento Bartra	0	0	1	1 <sup>e</sup>	0	0	0
Marsella	0	0	0	0	1 <sup>f</sup>	0	0
Yacimiento Shivyacu	0	0	1	1	0	1	1
Cochas	0	0	0	5 <sup>g</sup>	1	0	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Registro de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la fracción total (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) en mg/kg:

(a) 556 (Qda. Piedra Negra – QPied2), (b) 1 404 (Qda. Cuicayacu), (c) 1 675 (Qda. afluente Limón), (d) 709 (Qda. Piedra Negra – QPied1) y 1 817 (Qda. Cachiyacu), (e) 7 249 (Qda. Guayabal), (f) 15 537 (Qda. Gringoyacu) y (g) 814 (Cocha Muriticocha).

Fuente: Elaboración propia.



638. De acuerdo a los resultados de la Tabla 10-35, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial con resultados de HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg registraron como porcentaje de arena máximo de 70 %, los cuales están distribuidos en las siguientes clases textural:

- Franco-Arenosa para tres cuerpos de agua superficial (quebradas Piedra Negra 1, Cachiyacu y Gringoyacu), Franca para tres cuerpos de agua superficial (y Franco-Limosa (quebrada Piedra Negra 2) y Franco-Arcillosa (quebrada Cuicayacu) para un cuerpo de agua superficial cada uno.

**f. Metales por extracción secuencial de Tessier e hidrocarburos totales de petróleo (HTP)**

639. De acuerdo a lo observado en las Figuras B.2.41 a B.2.48 del Anexo B.2 y las Tablas A.2.5 y A.2.6 del Anexo A.2 para visualizar los resultados de cadmio, los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con los porcentajes de los metales con los porcentajes de mayor biodisponibilidad (mayor al 10 %) relacionadas en la fracción 1 (intercambiable) o fracción 2 (enlazado a carbonatos) son indicadas en la Tabla 10-36.

**Tabla 10-36.** Porcentajes de metales en sedimentos con biodisponibilidad mayor al 10 % en las fracciones 1 (intercambiable) o 2 (enlazado a carbonatos)

N°	Metal	Fracción 1	Fracción 2	Suma de fracción 1 y fracción 2 (%)	Cuerpo de agua superficial
		(%) > 10	(%) > 10		
1	Bario	32,5	12,2	44,7	Quebrada Guayabal
		19,3	9,9	29,2	Quebrada Shiviayacu
		18,6	8,9	27,5	Cocha Sol Sol
		10,5	15,9	26,4	Quebrada Cachiyacu
		16,2	8,4	24,6	Cocha Montano
		14,4	9,0	23,4	Quebrada Gringoyacu
		16,2	6,5	22,7	Cocha Muriticocha
		13,6	8,1	21,7	Cocha Aucacocha
		14,6	4,8	19,4	Quebrada Lupuna
		11,1	7,6	18,7	Quebrada Cuicayacu
		11,9	5,5	17,4	Cocha Camilonyacu
11,0	6,0	17,0	Cocha Tipishca		
1	Bario	12,2	4,6	16,8	Quebrada Paushiyacu
		10,7	6,1	16,8	Quebrada Piedra Negra (QPied2)
		11,1	5,1	16,2	Quebrada Montano
2	Plomo	<0,7	16,2	16,2	Quebrada afluente Limón
		<4,5	10,7	10,7	Cocha Muriticocha
3	Zinc	<0,8	12,7	12,7	Quebrada afluente Limón
		<4,5	10,2	10,2	Quebrada Gringoyacu
4	Manganeso	52,2	22,6	74,8	Quebrada Montano
		56,8	17,7	74,5	Quebrada Paushiyacu
		43,1	17,9	61,0	Cocha Muriticocha
		40,2	18,4	58,6	Quebrada Gringoyacu
		36,0	21,3	57,3	Quebrada Piedra Negra (QPied2)
		39,2	16,4	55,6	Cocha Camilonyacu
		44,6	10,4	55,0	Cocha Montano
		36,5	16,9	53,4	Cocha Tipishca
		25,5	27,3	52,8	Quebrada Shiviayacu
		33,7	15,7	49,4	Cocha Aucacocha
		23,8	15,9	39,7	Quebrada Guayabal
		24,5	10,2	34,7	Quebrada Lupuna
		16,6	13,8	30,4	Quebrada Cuicayacu
		16,9	12,1	29,0	Quebrada Piedra Negra (QPied1)
		16,6	13,1	29,7	Quebrada Cachiyacu
14,0	6,6	20,6	Cocha Sol Sol		



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

N°	Metal	Fracción 1 (%) > 10	Fracción 2 (%) > 10	Suma de fracción 1 y fracción 2 (%)	Cuerpo de agua superficial
5	Cobalto	6,04	17,11	23,2	Quebrada Gringoyacu
		4,62	19,75	24,4	Cocha Tipishca
		4,51	19,75	24,3	Cocha Aucacocha
		3,85	17,22	21,1	Cocha Sol Sol
		<2,56	13,82	13,8	Quebrada Montano
		<2,49	12,60	12,6	Quebrada Guayabal
		<5,31	11,41	11,4	Cocha Muriticocha
5	Cobalto	<4,10	10,93	10,9	Quebrada Piedra Negra (QPied2)
		<5,78	10,51	10,5	Quebrada Cachiyacu
		<i>En cursiva porcentajes menores a 10 %.</i>			
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo menores a 500 mg/kg.					
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo mayores a 500 mg/kg.					
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo mayores a 5 000 mg/kg.					

Fuente: Elaboración propia.

640. En tanto, los metales: cadmio, cobre, hierro y níquel registraron concentraciones por debajo del límite de determinación del método de ensayo del laboratorio y porcentajes de biodisponibilidad menor al 10 %, tanto para la fracción 1 (intercambiable) y fracción 2 (enlazado a carbonato).

641. Se resalta que los siguientes cuerpos de agua superficial (HTP mayor al valor máximo: 500 mg/kg) registraron los porcentajes de metales biodisponibles mayores al 10 % en sus sedimentos:

642. **Quebrada Guayabal** en bario (fracción 1: 32,5 % y fracción 2: 12,2 %), manganeso (fracción 1: 23,8 % y fracción 2: 15,9 %), **quebrada Cachiyacu** en bario (fracción 1: 10,5 % y fracción 2: 15,9 %), manganeso (fracción 1: 16,6 % y fracción 2: 13,1 %) y cobalto (fracción 2: 10,51 %).

643. **Quebrada Gringoyacu** en bario (fracción 1: 14,4 %), zinc (fracción 2: 10,2 %), manganeso (fracción 1: 40,2 % y fracción 2: 18,4 %) y cobalto (fracción: 17,11 %), **quebrada Cuicayacu** en bario (fracción 1: 11,1 %), manganeso (fracción 1: 16,6 % y fracción 2: 13,8 %), **quebrada Piedra Negra (QPied2)** en bario (fracción 1: 10,7 %), manganeso (fracción 1: 36,0 % y fracción 2: 21,3 %) y cobalto (fracción 2: 10,51 %).

644. **Quebrada afluente limón** en plomo (fracción 2: 16,2 %) y zinc (fracción 2: 12,7 %), **quebrada Piedra Negra (QPied1)** en manganeso (fracción 1: 16,9 % y fracción 2: 12,1 %) y la **cocha Muriticocha** en plomo (fracción 2: 10,7 %) y manganeso (fracción 1: 43,1 % y fracción 2: 17,9 %) y cobalto (fracción 2: 11,41 %).

g. **Agrupamiento de metales mediante análisis de factor y la relación con los hidrocarburos totales del petróleo (HTP)**

645. De acuerdo a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (ver Tabla A.2.15. del Anexo A.2) los resultados de metales en los sedimentos de agua superficial en la cuenca Medio Alto Tigre, excepto para fósforo, hierro y potasio, fueron normalizados mediante la transformación Box-Cox, debido a que registraron un p-valor menor a 0,05 (95 % de confianza), para obtener resultados con una distribución normal y por ende realizar el análisis de factores.



Handwritten signature in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Tabla 10-37. Resultados de agrupamientos mediante el análisis de factor de los metales y su relación con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la cuenca Medio Alto Tigre

Punto de Monitoreo	Unidad	Parámetro																
		HTP (C <sub>s</sub> -C <sub>40</sub> )	Varifactor 1					Varifactor 2				S.A						
			Magnesio	Manganeso	Níquel	Cobre	Aluminio	Cromo	Fosforo	Potasio	Hierro	Estroncio	Calcio	Plomo	Bario	Zinc	Sodio	Cadmio
RTigr1	mg/kg	...	2 005	585	17,8	27,8	13 756	31,8	325	380	24 147	30,8	1 815	11,9	154,0	87,4	39,0	<0,0007
QManc1	mg/kg	...	1 680	439	10,5	20,8	11 043	13,3	282	501	17 642	37,9	1 990	13,6	99,2	73,3	97,1	<0,0007
RTigr2	mg/kg	...	1 612	135	8,0	37,8	9 465	8,7	73	421	22 578	52,5	4 260	14,4	57,8	67,8	65,8	<0,0007
RTigr3	mg/kg	...	2 062	528	21,3	28,4	17 945	37,3	243	386	26 527	22,9	1 034	10,2	110,0	97,2	63,3	<0,0007
RTigr4	mg/kg	...	1 905	1 018	16,0	23,4	18 339	30,5	369	507	29 736	27,4	1 439	15,7	131,0	97,4	52,0	<0,0007
QCeme1	mg/kg	...	1 199	265	10,4	16,1	7 505	14,9	220	183	13 432	16,6	1 188	7,0	86,3	56,6	20,7	<0,0007
QGrin1	mg/kg	15 537,0	1 631	191	22,7	33,5	16 275	25,0	385	479	18 227	31,2	1 538	12,2	148,0	116,0	63,4	1,5875
QSanA1	mg/kg	...	1 681	332	9,1	17,8	14 300	9,8	305	823	16 573	17,6	2 077	13,2	91,8	71,1	32,3	<0,0007
QSanB1	mg/kg	...	770	317	6,5	11,8	7 063	5,5	233	360	11 988	11,4	1 271	10,1	65,4	49,6	34,1	<0,0007
RTigr5	mg/kg	...	1 902	523	18,4	23,3	7 063	29,5	267	409	21 963	44,7	2 059	7,7	145,0	84,3	46,5	<0,0007
QPaus1	mg/kg	<5,00	1 300	640	16,8	20,2	13 283	16,9	201	490	19 650	12,6	1 128	12,5	68,3	51,2	<1,0	0,3633
QAflu1	mg/kg	...	635	106	6,5	18,6	5 795	11,4	125	206	10 812	29,4	637	25,3	2 084,0	83,4	<1,0	0,4492
QLupu1	mg/kg	31,7	1 334	80	9,5	13,4	5 250	9,1	19	242	7 485	17,2	1 042	8,3	134,0	50,0	<1,0	0,5039
QAflu1	mg/kg	1 675,0	1 090	86	9,1	24,0	11 278	23,3	203	398	16 947	52,7	3 129	77,2	2 262,0	487,0	33,5	3,2989
QCach1	mg/kg	1 817,0	590	117	3,4	13,0	6 601	6,4	167	248	11 726	33,9	900	7,0	105,0	35,5	303,0	<0,0007
QPied1	mg/kg	709,0	578	109	3,9	12,7	6 619	5,9	126	330	9 035	9,0	744	9,8	42,5	31,0	64,3	<0,0007
QPied2	mg/kg	556,0	891	205	5,7	17,4	8 377	8,3	226	380	14 498	19,7	1 377	13,5	59,0	43,8	51,3	<0,0007
QCuic1	mg/kg	1 404,0	1 025	96	8,5	25,7	18 974	24,8	310	577	21 245	28,2	3 273	25,4	692,0	79,0	106,0	<0,0007
QGuay1	mg/kg	7 249,0	734	1 930	9,5	27,7	9 978	11,5	204	547	33 668	10,6	2 847	18,6	77,5	53,0	10,8	<0,0007
QMont1	mg/kg	<5,00	969	546	5,5	21,3	13 598	11,6	244	621	23 028	13,1	1 197	15,0	68,0	49,7	28,6	<0,0007
QShiv1	mg/kg	13,1	1 502	406	628,0	13,5	14 602	39,4	95	615	20 245	19,4	2 507	10,3	214,0	43,3	<1,0	0,0626
QShiPo13	mg/kg	...	2 505	289	12,1	15,9	12 439	12,2	303	845	18 276	32,2	4 263	10,1	196,0	52,9	27,8	0,2052
QRafa1	mg/kg	...	1 280	219	10,0	6,9	51 855	7,6	65	285	11 430	35,8	1 552	8,2	57,0	72,8	91,2	0,0784
QSaba1	mg/kg	...	171	27,0	25,3	4,3	6 253	9,3	23	130	12 584	2,3	88	4,7	10,6	8,2	<1,0	<0,0007
CAuca1	mg/kg	<5,00	1 057	250	10,9	19,0	10 488	15,6	272	333	13 801	14,6	801	12,9	101,0	63,2	54,1	<0,0007
CSol1	mg/kg	<5,00	1 998	428	19,8	36,1	19 392	33,3	468	488	31 337	30,1	10 740	10,6	192,0	103,0	66,6	<0,0007
CCami1	mg/kg	58,2	697	204	6,9	8,4	5 793	9,4	144	169	10 129	7,0	863	9,0	60,9	32,5	<1,0	0,4047
CTiph1	mg/kg	20,9	1 326	187	13,3	23,2	12 381	19,2	411	403	22 575	23,8	1 300	11,0	141,0	77,1	49,6	<0,0007
CMont1	mg/kg	228,0	1 052	300	8,7	17,9	9 838	13,6	313	376	15 927	17,7	1 074	6,3	85,5	55,4	29,2	<0,0007
CMuri1	mg/kg	814,0	1 056	176	5,5	26,3	15 947	13,8	204	645	25 118	12,9	1 586	16,4	88,6	61,6	72,1	<0,0007

Números en cursiva: Cuerpos de agua superficial con altas puntuaciones de factores no considerados por tener bajas concentraciones de los metales.  
S.A: Sin agrupamiento e HTP: Hidrocarburos totales de petróleo

Valores que se encuentran por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg.

Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factor.

Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor.

Fuente: Elaboración propia.

646. Asimismo, no se consideró el cadmio debido a que los puntos de monitoreo cuyas concentraciones fueron menores al límite de determinación fueron mayores al 15 %, por lo que no se consideró el análisis de factores. Luego de la transformación de los parámetros (ver Tabla A.2.16 del Anexo A.2), el bario, calcio, sodio y zinc fueron los metales no considerados en el análisis debido a que su valor de probabilidad (p-valor) fue menor a 0,05 (95 % de confianza).
647. Los resultados del análisis de factores son mostrados en la Tabla 10-37, en base a una explicación de datos o varianza de 62,13 % (ver Tabla A.2.23 del Anexo A.2), tomando en cuenta el eigenvvalor mayor a uno y el registro de las influencias para cada punto de monitoreo (puntuaciones o scores) y los agrupamientos de los parámetros (cargas o loadings) indicadas en las Tablas A.2.24 y A.2.25 del Anexo A.2 respectivamente.
648. Las asociaciones de los parámetros de los sedimentos en los dos varifactores y los parámetros no asociados se resumen en la Tabla 10-38.

**Tabla 10-38.** Parámetros asociados y no asociados en sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre

Varifactor	Parámetros asociados
1	Magnesio, manganeso, níquel, cobre y aluminio
2	Cromo, fósforo, potasio y hierro
Sin asociación	Calcio <sup>1</sup> , bario <sup>1</sup> , zinc <sup>1</sup> y sodio <sup>1</sup> , estroncio <sup>2</sup> y plomo <sup>2</sup> y cadmio <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Parámetro cuyo p-valor fue menor a 0,05 luego de la transformación de Box-Cox.

<sup>2</sup>Parámetro con cargas (loadings) menores a 0,6 (ver Tabla 9 del Anexo A.2.3.2).

<sup>3</sup>Parámetro no considerando en el análisis de factores debido al número de resultados menores al límite de determinación mayor al 15 % según criterio de la EPA, 2006.

Fuente: Elaboración propia.

649. De acuerdo a dichas asociaciones y no asociaciones, los parámetros en los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones se indican en la Tabla 10-39.

**Tabla 10-39.** Cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre con las mayores concentraciones de los parámetros asociados y no asociados en los sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones	Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Río Tigre 1 (RTigr1)	Magnesio Manganeso Níquel	Río Tigre 3 (RTigr3) Quebrada Rafaelyacu (QRafa1)	Aluminio
Quebrada Gringoyacu (QGrin1) Cocha Sol Sol (CSol1)	Níquel Cobre Aluminio	Río Tigre (RTigr4) Quebrada Cuicayacu (QCuic1)	Cromo Fósforo Potasio Hierro
Río Tigre 3 (RTigr3) Quebrada Shiviayacu Pozo 13 (QShiPo13) Cocha Sol Sol (CSol1)	Magnesio	Quebrada Guayabal (QGuay1) Quebrada Montano (QMont1) Cocha Muriticocha (CMuri1)	Potasio Hierro
Río Tigre (RTigr 3 y RTigr5)	Cromo Hierro	Río Tigre 1 (RTigr1) Cocha Sol Sol (CSol1) Cocha Tipishica (CTiph1)	Cromo Fósforo Hierro
Río Tigre (RTigr3 y RTigr5) Quebrada Shiviayacu (QShiv1) Quebrada San Barbarillo (Qsaba1)	Níquel	Quebrada afluente Limón (Qafli1)	Plomo Bario Zinc Cadmio
Quebrada Gringoyacu (Qgrin1)	Zinc Cadmio	Quebrada afluente Lupunillo (Qafli1) Quebrada Cuicayacu (Qcuic1)	Bario



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones	Cuerpo de agua superficial	Parámetros con mayores concentraciones
Quebrada Cachiyacu (Qcach1)	Sodio	Cocha Sol Sol	Calcio
Río Tigre 2 (RTigr2) Quebrada afluente Limón (QAfli1)	Estroncio	Quebrada Gringoyacu (QGrin1)	Cromo Fósforo

Metal en negrita relacionado con los hidrocarburos totales de petróleo (HTP).

Fuente: Elaboración propia.

650. La Tabla 10-40 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub>) mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales: bario, plomo, níquel, cobre y zinc en concentraciones mayores que los demás cuerpos de agua lenticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre.

651. Cabe indicar que las concentraciones de cobre y zinc de la quebrada Gringoyacu, y bario para que la quebrada Cuicayacu estuvieron por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG); mientras la concentración de níquel no tuvo norma de comparación.

**Tabla 10-40.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP				Metales en mayores concentraciones
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>	
	mg/kg				
Quebrada Gringoyacu (QGrin1)	<0,3	7 118	8 419	<b>15 537</b>	Níquel, cadmio, cobre y zinc
Quebrada afluente Limón (QAfli1)	<0,3	724	951	<b>1 675</b>	Bario, cadmio, plomo y zinc
Quebrada Cuicayacu (QCui1)	<0,3	889	516	<b>1 404</b>	Bario
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg					
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP : 5 000 mg/kg					

Fuente: Elaboración propia.

652. En tanto, la Tabla 10-41 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP menores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales: cobre y níquel en mayores concentraciones que los demás cuerpos de agua lenticos y lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre. Cabe señalar que el níquel no tiene norma internacional de comparación.

**Tabla 10-41.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP menores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales en mayores concentraciones en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP (mg/kg)				Metales en mayores concentraciones
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>	
Cocha Sol Sol (CSol1)	<0,3	<5,0	<5,0	<5,0	Cobre y níquel
Quebrada Shiviayacu (QShiv1)	<0,3	<5,0	13,1	13,1	Níquel

Fuente: Elaboración propia.

653. En tanto, la Tabla 10-42 indica los sedimentos de los cuerpos de agua superficial que registraron HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y metales: bario, zinc, cadmio, cobre, plomo y níquel en bajas concentraciones.

**Tabla 10-42.** Cuerpos de agua superficial con concentración de HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA y bajas concentraciones de los metales en sedimentos

Cuerpo de agua superficial	Fracción de HTP			
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub>
	mg/kg			
Quebrada Guayabal (QGuay1)	<0,3	2 879	4 370	7 249
Quebrada Cachiyacu (QCach1)	<0,3	940	877	1 817
Quebrada Cuicayacu (QCuic1)	<0,3	889	516	1 404
Cocha Muriticocha (CMuri1)	<0,3	387	428	814
Quebrada Piedra Negra 1 (QPied1)	<0,3	353	356	709
Quebrada Piedra Negra 2 (QPied2)	<0,3	209	347	556
Concentración por encima de valor máximo de la Guía Atlantic RBCA para HTP: 500 mg/kg.				
Concentración por encima de valor de intervención de la guía de Los Países Bajos para HTP: 5 000 mg/kg.				

Fuente: Elaboración propia.

### 10.2.2. Cochas Pashincocha, Shirunchicocha, Ushpayacu y Huarashma

#### a. Metales

##### a.1. Arsénico

654. De acuerdo a lo observado de las Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-43 la comparación de las concentraciones en sedimentos de arsénico con los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).

**Tabla 10-43.** Puntos de monitoreo de concentración de arsénico por debajo del ISQG, entre los valores ISQG y PEL, y por encima del valor PEL

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	N° Puntos de monitoreo		
		As < ISQG (5,9 mg/kg)	PEL (17 mg/kg) > As > ISQG (5,9 mg/kg)	As > PEL (17 mg/kg)
Ushpayacu	30	29	1	0
Shirunchicocha	20	17	0	0
Pashincocha	17	10	3	4
Huarashma	20	19	1	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima de los valores ISQG y/o PEL				

Fuente: Elaboración propia.

655. De acuerdo a la Tabla 10-43, los sedimentos de la cocha Pashincocha registraron en siete y cuatro puntos de monitoreo concentraciones de arsénico por encima de los valores ISQG y PEL respectivamente.

656. Mientras, las cochas Ushpayacu y Huarashma registraron, en un punto de monitoreo cada uno, concentraciones de arsénico entre los valores ISQG y PEL, y todos los puntos de monitoreo de la cocha Shirunchicocha estuvieron por debajo del citado valor ISQG.

##### a.2. Bario

657. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-44 la comparación de las concentraciones de bario con el valor referencial del ECA-Suelo.



Handwritten signature and initials.



**Tabla 10-44.** Puntos de monitoreo de concentración de bario por debajo o encima del valor referencial establecido en el ECA-Suelo

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	N° Puntos de monitoreo	
		Ba < ECA-Suelo (750 mg/kg)	Ba > ECA-Suelo (750 mg/kg)
Ushpayacu	30	30	0
Shirunchicocha	20	20	0
Pashincocha	17	9	8
Huarashma	20	20	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima del valor referencial del ECA-Suelo			

Fuente: Elaboración propia.

658. De acuerdo a la Tabla 10-44, los sedimentos de la cocha Pashincocha registraron ocho puntos de monitoreo cuyas concentraciones de bario se encuentran por encima del valor referencial establecido en el ECA-Suelo.

659. Mientras, todos los puntos de monitoreo de las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha y Huarashma registraron concentraciones de bario por debajo del citado valor referencial establecido en el ECA-Suelo.

**a.3. Cadmio**

660. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-45 la comparación de las concentraciones de cadmio con los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).

**Tabla 10-45.** Puntos de monitoreo de concentración de cadmio por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	N° Puntos de monitoreo		
		Cd < ISQG (0,6 mg/kg)	PEL (3,5 mg/kg) > Cd > ISQG (0,6 mg/kg)	Cd > PEL (3,5 mg/kg)
Ushpayacu	30	30	0	0
Shirunchicocha	20	20	0	0
Pashincocha	17	10	4	3
Huarashma	20	20	0	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima de los valores ISQG y/o PEL				

Fuente: Elaboración propia.

661. De acuerdo a la Tabla 10-45, los sedimentos de la cocha Pashincocha registraron en siete y tres puntos de monitoreo concentraciones de cadmio por encima de los valores ISQG y PEL respectivamente.

662. Mientras, todos los puntos de monitoreo de las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha y Huarashma registraron concentraciones de cadmio por debajo del citado valor ISQG.

**a.4. Cobre**

663. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-46 la comparación de las concentraciones de cobre con los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).



Handwritten signatures and dates in blue ink, including '4/10/14' and '4/10/14'.

**Tabla 10-46.** Puntos de monitoreo de concentración de cobre por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	N° Puntos de monitoreo		
		Cu < ISQG (35,7 mg/kg)	PEL (197 mg/kg) > Cu > ISQG (35,7 mg/kg)	Cu > PEL (197 mg/kg)
Ushpayacu	30	30	1	0
Shirunchicocha	20	20	0	0
Pashincocha	17	10	7	0
Huarashma	20	20	0	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima de los valores ISQG y/o PEL				

Fuente: Elaboración propia.

664. De acuerdo a la Tabla 10-46, los sedimentos de la cocha Pashincocha y Ushpayacu registraron en siete y en un punto de monitoreo concentraciones de cobre entre los valores ISQG y PEL respectivamente.
665. En tanto, todos los puntos de monitoreo de las cochas Shirunchicocha y Huarashma registraron concentraciones de cobre por debajo del valor ISQG.

**a.5. Cromo**

666. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-47 la comparación de las concentraciones de cromo con los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).

**Tabla 10-47.** Puntos de monitoreo de concentración de cromo por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	N° Puntos de monitoreo		
		Cr < ISQG (37,3 mg/kg)	PEL (90 mg/kg) > Cr > ISQG (37,3 mg/kg)	Cr > PEL (90 mg/kg)
Ushpayacu	30	25	5	0
Shirunchicocha	20	20	0	0
Pashincocha	17	9	7	1
Huarashma	20	20	0	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima de los valores ISQG y PEL				

Fuente: Elaboración propia.

667. De acuerdo a la Tabla 10-47, los sedimentos de la cocha Pashincocha registraron en ocho y en un punto de monitoreo concentraciones de cromo por encima de los valores ISQG y PEL respectivamente.
668. Mientras, cinco puntos de monitoreo de la cocha Ushpayacu registraron concentraciones de cromo entre los valores ISQG y PEL, y todos los puntos de monitoreo de las cochas Shirunchicocha y Huarashma registraron concentraciones de cromo por debajo del citado valor ISQG.

**a.6. Mercurio**

669. De acuerdo a lo observado Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-48 la comparación de las concentraciones de mercurio con los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).



[Handwritten signature and initials in blue ink]

**Tabla 10-48.** Puntos de monitoreo de concentración de mercurio por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	Número de puntos de monitoreo		
		Hg < ISQG (0,17 mg/kg)	PEL (0,486 mg/kg) > Hg > ISQG (0,17 mg/kg)	Hg > PEL (0,486 mg/kg)
Ushpayacu	30	20	9	1
Shirunchicocha	20	16	4	0
Pashincocha	17	8	7	2
Huarashma	20	20	0	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima de los valores ISQG y/o PEL				

Fuente: Elaboración propia.

670. De acuerdo a la Tabla 10-48, los sedimentos de las cocha Pashincocha y Ushpayacu registraron en dos y en un punto de monitoreo concentraciones de mercurio por encima del valor PEL.

671. Mientras, los puntos de monitoreo de las cochas que registraron mercurio entre los valores ISQG y PEL fueron: nueve para la cocha Ushpayacu, cuatro para la cocha Shirunchicocha y siete para la cocha Pashincocha. En tanto, todos los puntos de monitoreo de la cocha Huarashma registraron concentraciones de mercurio por debajo del citado valor ISQG.

#### a.7. Plomo

672. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-49 la comparación de las concentraciones de plomo con los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).

**Tabla 10-49.** Puntos de monitoreo de concentración de plomo por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	Número de puntos de monitoreo		
		Pb < ISQG (35mg/kg)	PEL (91,3 mg/kg) > Pb > ISQG (35 mg/kg)	Pb > PEL (91,3 mg/kg)
Ushpayacu	30	30	0	0
Shirunchicocha	20	20	0	0
Pashincocha	17	9	1	7
Huarashma	20	20	0	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima de los valores ISQG y/o PEL				

Fuente: Elaboración propia.

673. De acuerdo a la Tabla 10-49, los sedimentos de la cocha Pashincocha registraron en ocho y siete puntos de monitoreo concentraciones de plomo por encima del valor ISQG y PEL respectivamente.

674. Mientras, todos los puntos de monitoreo de las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha y Huarashma registraron concentraciones de plomo por debajo del citado valor ISQG.

#### a.8. Zinc

675. De acuerdo a lo observado en las Tablas A.2.7 a A.2.10 del Anexo A.2, se registra en la Tabla 10-50 la comparación de las concentraciones de zinc con los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).

**Tabla 10-50.** Puntos de monitoreo de concentración de zinc por debajo del ISQG, entre los valores de ISQG y PEL, y por encima del valor PEL

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	Número de puntos de monitoreo		
		Zn < ISQG (123 mg/kg)	PEL (315 mg/kg) > Cu > ISQG (123 mg/kg)	Cu > PEL (315 mg/kg)
Ushpayacu	30	30	0	0
Shirunchicocha	20	20	0	0
Pashincocha	17	9	3	5
Huarashma	20	20	0	0
N° Puntos de monitoreo mayor a 1 por encima de los valores ISQG y/o PEL				

Fuente: Elaboración propia.

676. De acuerdo a la Tabla 10-50, los sedimentos de la cocha Pashincocha registraron en ocho y tres puntos de monitoreo concentraciones de zinc por encima del valor ISQG y PEL respectivamente.
677. Mientras, todos los puntos de monitoreo de las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha y Huarashma registraron concentraciones de zinc por debajo del citado valor ISQG.

**a.9. Relación descendente de la concentración de metales en las cuatro cochas**

678. Con respecto a las comparaciones de las medianas, rango, y valores extremos y atípicos de las concentraciones de los principales metales de acuerdo a los diagramas de bigotes indicadas de las Figuras B.2.49 a B.2.59 del Anexo B.2, se indica la relación descendente de las concentraciones de los metales en las cuatro cochas (ver Tabla 10-51).
679. Para determinar la relación descendente, se estableció los siguientes criterios: (i) Amplitud del rango de valor del diagrama por encima de la mediana, (ii) ubicación de la mediana y (iii) registró de valores extremos y atípicos.

**Tabla 10-51.** Relación descendente de las concentraciones de las cuatro cochas en base a las medianas, rango y los valores extremos y atípicos

Metal	Relación descendente de concentración de metales en las cuatro cochas	Figura <sup>i</sup>
Arsénico	• Pashincocha > Huarashma > Ushpayacu > Shirunchicocha	B.2.49
Bario	• Pashincocha > Ushpayacu > Huarashma > Shirunchicocha	B.2.50
Cadmio	• Pashincocha > Ushpayacu > Shirunchicocha > Huarashma	B.2.51
Cobre	• Pashincocha > Ushpayacu > Huarashma > Shirunchicocha	B.2.52
Cromo	• Pashincocha > Ushpayacu > Shirunchicocha > Huarashma	B.2.53
Mercurio	• Pashincocha > Ushpayacu > Shirunchicocha > Huarashma	B.2.54
Plomo	• Pashincocha > Ushpayacu > Shirunchicocha > Huarashma	B.2.55
Zinc	• Pashincocha > Ushpayacu > Huarashma > Shirunchicocha	B.2.56
Aluminio	• Ushpayacu > Shirunchicocha > Pashincocha > Huarashma	B.2.57
Hierro	• Shirunchicocha > Pashincocha > Ushpayacu > Huarashma	B.2.58
Manganeso	• Pashincocha > Ushpayacu > Huarashma > Shirunchicocha	B.2.59

<sup>i</sup>Ver Anexo B.2.

Fuente: Elaboración propia.

680. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-51, la cocha Pashincocha registró las mayores concentraciones de arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo, zinc y manganeso.



681. Mientras, la cocha Ushpayacu registró la mayor concentración de aluminio y las cochas Shirunshicocha y Pashincocha registraron la mayor concentración de hierro y manganeso respectivamente.

#### a.10. Distribución de la concentración de metales en las cuatro cochas

682. Con respecto a la distribución de la concentración de los metales en las cuatro cochas, la Tabla 10-52 muestra los puntos de monitoreo de cada una de las cuatro cochas cuyas concentraciones de los metales fueron mayores a los valores ISQG y PEL de la guía canadiense, y los cuales están indicados mediante los mapas surfer de la Figura B.2.65 a Figura B.2.96 del Anexo B.2.

683. Mientras, para los metales aluminio, hierro y manganeso, indicados en los mapas surfer de la Figura B.2.97 a Figura B.2.108 del Anexo B.2, se determinará los puntos de monitoreo con las mayores concentraciones registradas, el cual incluye los valores atípicos y extremos (ver Figuras B.2.57, B.2.58 y B.2.59).

**Tabla 10-52.** Puntos de monitoreo de las cuatro cochas cuyas concentraciones de los metales estuvieron por encima de los valores ISQG y/o PEL de la guía canadiense

Metal	Puntos de monitoreo y ubicación en las cuatro cochas	Figura <sup>1</sup>
Arsénico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-10, CPash-14 y CPash-17 (gran parte de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-10 (lado este de la cocha).</li> <li>Huarashma: CHuar-10 (lado este de la cocha).</li> <li>Ushpayacu: CUshp-5 (final del canal de formación del lado sur de la cocha).</li> </ul>	B.2.65 a B.2.68
Bario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-1 y CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-13, CPash-14 y CPash-17 (gran parte de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-14 (suroeste central de la cocha).</li> </ul>	B.2.69 a B.2.72
Cadmio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-10, CPash-14 y CPash-17 (lado este medio de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-10 (lado este de la cocha).</li> </ul>	B.2.73 a B.2.76
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-10, CPash-14 y CPash-17 (gran parte de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-10 (lado este de la cocha).</li> <li>Ushpayacu: CUshp-16 (en la area grande de la cocha cerca de la tubería de drenaje pluvial de conexión con el área norte y más pequeña de la cocha).</li> </ul>	B.2.76 a B.2.80
Cromo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-10, CPash-13, CPash-14, CPash-16 y CPash-17 (parte sur y este de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-10 (lado este de la cocha).</li> <li>Ushpayacu: CUshp-12 y CUshp-13 (parte media del área grande de la cocha), CUshp-22 y CUshp-23 (cerca a la tubería de drenaje pluvial de salida a la quebrada Ushpayacu) y CUshp-26 (en la área norte y pequeña de la cocha cerca a la tubería de drenaje pluvial de conexión con el area grande de la cocha), siendo la mas alta concentración en CUshp-22.</li> </ul>	B.2.81 a B.2.84
Mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-1 y CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-10, CPash-13, CPash-14 y CPash-17 (gran parte de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-5 (parte central de la cocha).</li> <li>Ushpayacu: CUshp-4 (parte media del canal de formación del lado sur de la cocha), CUshp-6 y CUshp-9 (parte media del área grande de la cocha a la salida del canal de formación), CUshp-15, CUshp-20 y CUshp-30 (en la area grande de la cocha cerca de la tubería de drenaje pluvial de conexión al area norte y pequeña de la cocha) y CUshp-22, CUshp-23, CUshp-24, CUshp-25 (área norte y pequeña de la cocha), siendo la más alta concentración en CUshp-25.</li> <li>Shirunshicocha: CShiru-14, CShiru-15, CShiru-17 y CShiru-20 (área cercana a la tubería que sale de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur), siendo la mas alta concentración en CShiru-14.</li> </ul>	B.2.85 a B.2.88



Handwritten signatures and initials in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Metal	Puntos de monitoreo y ubicación en las cuatro cochas	Figura <sup>1</sup>
Plomo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-10, CPash-13, CPash-14 y CPash-17 (gran parte de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-10 (lado este de la cocha).</li> </ul>	B.2.89 a B.2.92
Zinc	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-5, CPash-6, CPash-9, CPash-10, CPash-13, CPash-14 y CPash-17 (gran parte de la cocha), siendo la más alta concentración en CPash-10 (lado este de la cocha).</li> </ul>	B.2.93 a B.2.96
Aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ushpayacu: Casi toda el área, excepto CUshp-2, CUshp-3, CUshp-28 (canal de formación del lado sur de la cocha) y CUshp-14 (cerca a la tubería de drenaje pluvial de conexión con el área norte y más pequeña de la cocha).</li> <li>Shirunchicocha: CShiru-1 (lado norte de la cocha), CShiru-11, CShiru-13, CShiru-14, CShiru-15, CShiru-16, CShiru-18, CShiru-19 y CShiru-20 (área cercana a la tubería que sale de los pozos viene de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur).</li> <li>Pashincocha: CPash-6 (lado este de la cocha) y CPash-13, CUshp-14, CUshp-16 y CUshp-17 (lado sur de la cocha, más cercano a la carretera).</li> </ul>	B.2.97 a B.2.100
Hierro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Shirunchicocha: CShiru-1 (lado norte de la cocha), CShiru-14, CShiru-16, CShiru-18, CShiru-19 y CShiru-20 (área cercana a la tubería que sale de los pozos viene de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur).</li> <li>Pashincocha: CPash-5, CPash-6 y CPash-10 (lado este de la cocha) y CPash-13, CUshp-14, CUshp-16 y CUshp-17 (lado sur de la cocha, más cerca de la carretera).</li> <li>Ushpayacu: CUshp-5 (final del canal de formación del lado sur de la cocha).</li> </ul>	B.2.101 a B.2.104
Manganeso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pashincocha: CPash-5 y CPash-10 (lado este de la cocha).</li> </ul>	B.2.105 a B.2.108

<sup>1</sup>Ver Anexo B.2.

Fuente: Elaboración propia.

684. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-52, la cocha **Pashincocha** en su lado norte (CPash-2) y en la parte media de la cocha (CPash-5, CPash-6, CPash-9, CUshp-10, CPash-13, CPash-14, y CPash-17) se concentraron los metales: arsénico (excepto CPash-13), bario (excepto CPash-10), cadmio (excepto CPash-13), cobre (excepto CPash-13), cromo (excepto CPash-2), mercurio, plomo y zinc que se encuentran por encima de los valores ISQG y/o PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG).

685. Además, la cocha **Pashincocha** en su lado norte (CPash-1 para bario y mercurio) y la parte media (CPash-16 para cromo) registraron concentraciones por encima de los citados valores ISQG y/o PEL. Cabe mencionar que el punto de monitoreo CPash-10 es la que más concentra los metales arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc, mientras el punto de monitoreo CPash-14 concentra el bario y el punto CPash-5 concentra el mercurio.

686. Mientras, la cocha **Ushpayacu** registró concentraciones de metales por encima del valor ISQG pero menores al valor PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG) en zonas puntuales como: arsénico al final del canal de formación del lado sur de la cocha (CUshp-5) y cobre en la área grande de la cocha cerca de la tubería de drenaje pluvial de conexión al area norte y más pequeña de la cocha (CUshp-16). En tanto, las concentraciones de mercurio y cromo registraron en diferentes áreas de la cocha por encima del valor ISQG y solamente el punto de monitoreo CUshp-25 por encima del valor PEL para mercurio.

687. Para el caso de la cocha **Shirunchicocha**, registró solamente mercurio cerca a la tubería que sale de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur (CShiru-14, CShiru-15, CShiru-17 y CShiru-20). Mientras, la cocha



*[Handwritten signature and initials in blue ink]*

**Huarashma**, solamente registró de manera puntual arsénico en CHuar-10, en el lado este de la cocha, por encima del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG).

688. Por otro lado, las mayores concentraciones de aluminio y hierro se registraron en casi toda el área de la cocha Ushpayacu y en ciertas áreas de la cocha Shirunchicocha (lado norte y cercano y cerca a la tubería que sale de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur) y Pashincocha (lado este y sur de la cocha).

689. En adición a lo anterior, la cocha Ushpayacu registro mayor concentración de hierro en el final del canal de formación del lado sur de la cocha. Mientras, las mayores concentraciones de manganeso se registró de manera puntual en el lado este de la cocha Pashincocha (CPash-5 y CPash-10).

**b. Clase textural**

690. El análisis de clase textural se realizó, en primer lugar, en base a los mayores números de puntos de monitoreo de cada cocha (ver Tabla 10-53); y en segundo lugar, el análisis se realizó en base a los porcentajes de arcilla y arena, debido a las diferencias de estos entre las cochas.

**Tabla 10-53.** Número de puntos de monitoreo para cada clase textural en las cuatro cochas de acuerdo al porcentaje de arena

Cocha	Nro Puntos Totales	Clase textural									
		Arcillosa	Arcillo-Arenosa	Franco-Arcillosa	Franca	Franco-Arenosa	Franco-Arcillo-Arenosa	Areno-Francosa	Franco-Arcillo-Limosa	Arcillo-Limosa	
		% Arena									
		0-40	50-55	35-45	50	60-80	50-70	85	20	10-20	
Ushpayacu	30	6	0	2	2	11	6	1	1	1	
Shirunchicocha	20	17	2	1	0	0	0	0	0	0	
Pashincocha	17	13	1	1	1	0	1	0	0	0	
Huarashma	20	11	1	3	0	0	4	0	0	1	
Mayor número de puntos de monitoreo											

Fuente: Elaboración propia.

691. De acuerdo a los resultados de la Tabla 10-53, las cochas registraron las siguientes clases texturales:

- La cocha Ushpayacu registró en 11 puntos de monitoreo (mayor número), sedimentos con clase textural **Franco-Arenosa** (porcentaje de arena de 60 a 80 %) y seis puntos de monitoreo con clase textural **Arcillosa** (porcentaje de arena de 0 a 40 %) y **Franco-Arcillo-Arenosa** (porcentaje de arena de 50 a 70 %).
- En tanto, en la mayoría de puntos de monitoreo de las cochas Shirunchicocha (17), Pashincocha (13) y Huarashma (11), registraron sedimentos con clase textural **Arcillosa** (porcentaje de arena de 0 a 40 %).

**b.1. Porcentaje de arcilla**

692. De acuerdo a los diagramas de cajas y bigotes mostrados en la Figura 10-6 se tiene la siguiente relación decreciente de la mediana (mitad) de los puntos de monitoreo (m) para el porcentaje de arcilla para cada cocha:

- Shirunchicocha (m=50 %) > Pashincocha (m=50 %) > Huarashma (m=40 %) > Ushpayacu (m=20 %).

693. Las cochas Shirunchicocha y Pashincocha registraron sedimentos con los mayores porcentajes de arcilla de las cuatro cochas (mediana de 50 %) para cada uno, siendo la cocha Shirunchicocha de mayor porcentaje que la cocha Pashincocha debido a que el rango de valores mínimos y máximos fue mayor a la cocha Pashincocha.

694. Mientras, la cocha Ushpayacu registró sedimentos con poco porcentaje de arcilla (mediana de 20 %) y en 80 % de los puntos de monitoreo registraron porcentajes de arcilla menores al 40 % (porcentaje más bajo que las medianas de las otras tres cochas).

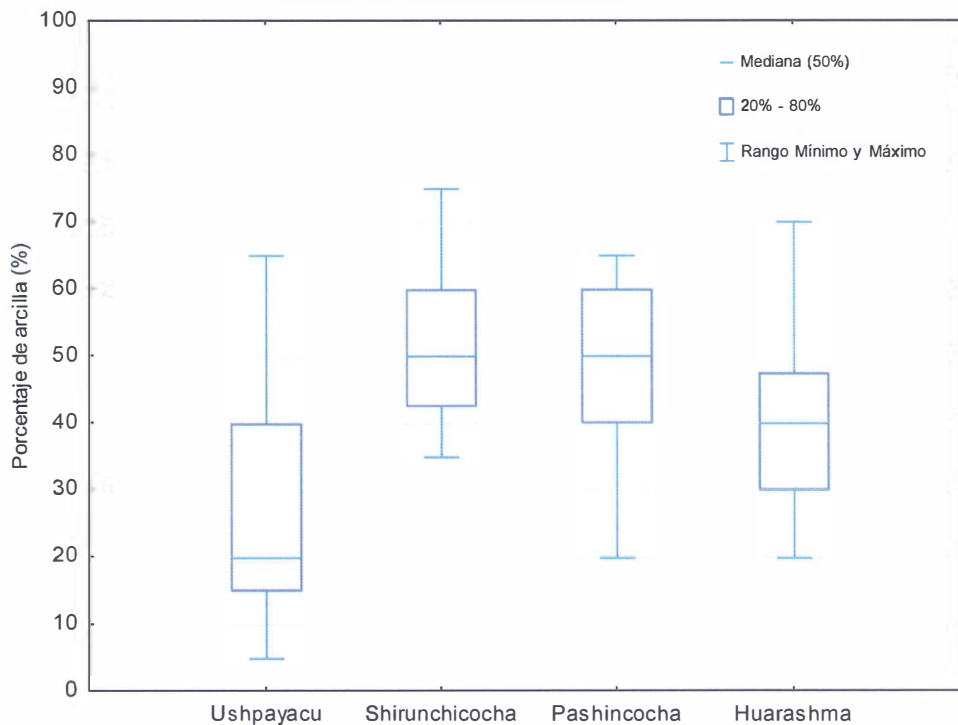


Figura 10-6. Diagrama de cajas y bigotes de porcentaje de arcilla de las cuatro cochas.

**b.2. Porcentaje de arena**

695. De acuerdo a los diagramas de cajas y bigotes mostrados en la Figura 10-7 se tiene la siguiente relación decreciente de la mediana de los puntos de monitoreo (m) para el porcentaje de arena para cada cocha:

- Ushpayacu (m=60 %) > Shirunchicocha (m=38 %) > Huarashma (m=35 %) > Pashincocha (m=30 %).



696. La cocha Ushpayacu registró sedimentos con mayor porcentaje de arena de las cuatro cochas (mediana de 60 %) y en 20 % de los puntos de monitoreo porcentajes de arena mayor al 70%, mientras las otras tres cochas no registran en ningún punto de monitoreo porcentajes de arena mayor al 70 %.
697. La cocha Pashincocha registró sedimentos con poco porcentaje de arena (mediana de 30 %), la cocha Shirunchicocha registró en el 80 % de los puntos de monitoreo porcentaje de arena menor al 40% y la cocha Huarashma registró en el 80% de los puntos de monitoreo porcentaje de arena menor al 55 %.

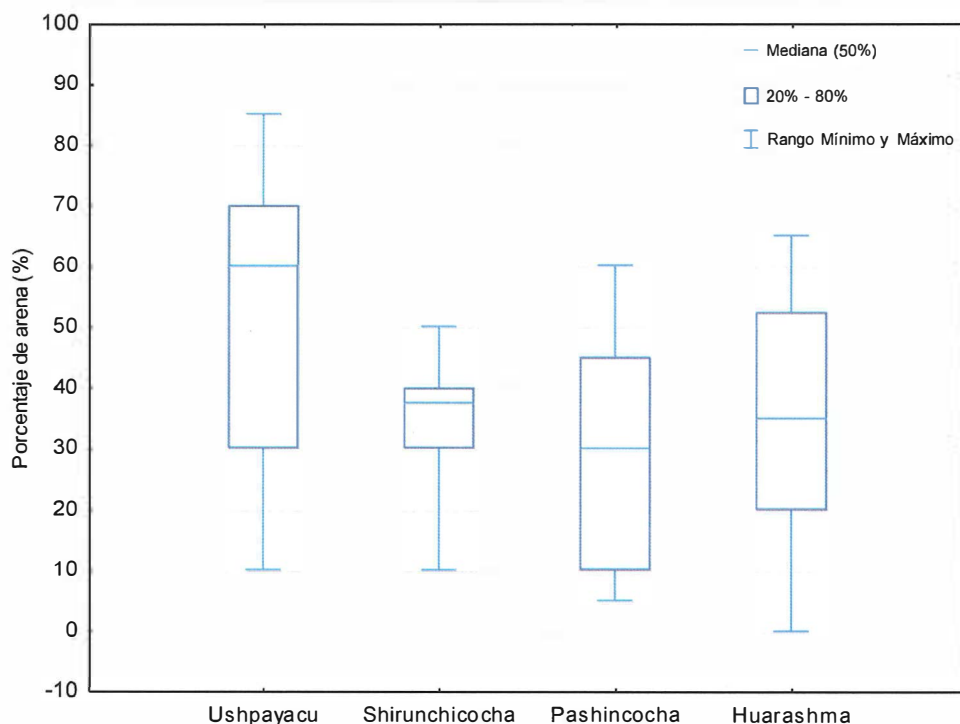


Figura 10-7. Diagrama de cajas y bigotes de porcentaje de arcilla de las cuatro cochas

**c. Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)**

698. De acuerdo a lo mostrado por la Figura B.2.60 del Anexo B.2, la cocha Ushpayacu registró mayor concentración de HTP (mediana de 15 000 mg/kg) que las otras tres cochas (Shirunchicocha, Pashincocha y Huarashma), las cuales registraron una mediana menor al valor de intervención: 5 000 mg/kg de la guía de los Países Bajos, siendo la cocha Huarashma la cocha de menor concentración de HTP de las cuatro cochas.
699. Con respecto al número de puntos de monitoreo totales evaluados que registraron concentraciones de HTP totales (C<sub>5</sub> – C<sub>40</sub>) por encima del valor de intervención: 5 000 mg/kg de la guía de los Países Bajos y valor máximo: 500 mg/kg de la guía Atlantic RBCA, la Tabla 10-54 muestra los siguientes resultados:

**Tabla 10-54.** Puntos de monitoreo de concentración de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) mayores al valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	HTP > Valor máximo (500 mg/kg)		HTP > Valor de intervención (5 000 mg/kg)	
		N° Puntos de monitoreo	Porcentaje evaluado (%)	N° Puntos de monitoreo	Porcentaje evaluado (%)
Ushpayacu	30	30	100	27	90
Shirunchicocha	20	6	30	4	20
Pashincocha	17	11	65	4	24
Huarashma	20	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

700. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-54, todos los puntos de monitoreo evaluados de la cocha Ushpayacu (100 %) registraron concentraciones de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg. Asimismo, esta cocha registró 27 puntos de monitoreo (90 %) cuyas concentraciones estuvieron por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg.
701. En tanto, la cocha Pashincocha registró mayores porcentajes de puntos de monitoreo que la cocha Shirunchicocha cuyas concentraciones de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) estuvieron por encima del valor de máximo: 500 m/kg (65 % de la cocha Pashincocha y 30 % de la cocha Shirunchicocha) y valor de intervención: 5 000 mg/kg (24 % de la cocha Pashincocha y 15 % de la cocha Shirunchicocha).
702. Para el caso de la cocha Huarashma no registró punto de monitoreo cuya concentración de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) estuvieron por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg y por ende por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 m/kg.
703. De acuerdo a lo indicado en las Figuras B.2.61 a B.2.64 del Anexo B.2 con respecto al número de puntos de monitoreo totales evaluados que registraron de manera referencial concentraciones de HTP en la fracción pesada ( $C_{28} - C_{40}$ ) por encima del valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg, la Tabla 10-55 muestra los siguientes resultados:

**Tabla 10-55.** Puntos de monitoreo de concentración de HTP en la fracción pesada ( $C_{28} - C_{40}$ ) mayores al valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	HTP > Valor máximo (500 mg/kg)		HTP > Valor de intervención (5 000 mg/kg)	
		N° Puntos de monitoreo	Porcentaje evaluado (%)	N° Puntos de monitoreo	Porcentaje evaluado (%)
Ushpayacu	30	30	100	25	83
Shirunchicocha	20	5	25	4	20
Pashincocha	17	10	59	1	6
Huarashma	20	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

704. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-55, todos los puntos de monitoreo evaluados de la cocha Ushpayacu (100 %) registraron concentraciones de HTP en la fracción pesada ( $C_{28} - C_{40}$ ) por encima del valor máximo de la guía Atlantic



H  
 K

RBCA: 500 mg/kg. Asimismo, la cocha Ushpayacu registró 25 puntos de monitoreo (83 %) por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg.

705. En tanto, la cocha Pashincocha registró mayores porcentajes de puntos de monitoreo que la cocha Shirunchicocha cuyas concentraciones de HTP en la fracción pesada (C<sub>28</sub> – C<sub>40</sub>) estuvieron por encima del valor de máximo: 500 m/kg (59 % de la cocha Pashincocha y 25 % de la cocha Shirunchicocha), pero menor porcentaje de puntos de monitoreo cuyas concentraciones estuvieron por encima del valor de intervención: 5 000 mg/kg (6 % de la cocha Pashincocha que 20 % de la cocha Shirunchicocha).

706. Mientras, la cocha Huarashma no registró punto de monitoreo cuyas concentraciones de HTP en la fracción pesada (C<sub>28</sub> – C<sub>40</sub>) estuvieron por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg y por ende por encima del valor de intervención de la guía de Los Países Bajos: 5 000 m/kg.

707. Con respecto al número de puntos de monitoreo totales evaluados que registraron de manera referencial concentraciones de HTP en la fracción mediana (C<sub>10</sub> – C<sub>28</sub>) por encima del valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg (ver Figuras B.2.61 a B.2.64 del Anexo B.2), la Tabla 10-56 muestra los siguientes resultados:

**Tabla 10-56.** Puntos de monitoreo de concentración de HTP en la fracción mediana (C<sub>10</sub> – C<sub>28</sub>) mayores al valor de intervención: 5 000 mg/kg y valor máximo: 500 mg/kg

Cuerpo léntico (cocha)	N° Puntos totales	HTP > Valor máximo (500 mg/kg)		HTP > Valor de intervención (5 000 mg/kg)	
		N° Puntos de monitoreo	Porcentaje evaluado (%)	N° Puntos de monitoreo	Porcentaje evaluado (%)
Ushpayacu	30	30	100	17	57
Shirunchicocha	20	4	20	4	20
Pashincocha	17	9	53	2	12
Huarashma	20	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

708. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-56, todos los puntos de monitoreo evaluados de la cocha Ushpayacu (100 %) registraron concentraciones de HTP en la fracción mediana (C<sub>10</sub> – C<sub>28</sub>) por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg. Asimismo, la cocha Ushpayacu registró 17 puntos de monitoreo (57 %) por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg.

709. En tanto, la cocha Pashincocha registró mayores porcentajes de puntos de monitoreo que la cocha Shirunchicocha cuyas concentraciones de HTP en la fracción mediana (C<sub>10</sub> – C<sub>28</sub>) estuvieron por encima del valor de máximo: 500 m/kg (53 % de la cocha Pashincocha y 20 % de la cocha Shirunchicocha), pero menor porcentaje de puntos de monitoreo cuyas concentraciones estuvieron por encima del valor de intervención: 5 000 mg/kg (12 % de la cocha Pashincocha que 20 % de la cocha Shirunchicocha).

710. Mientras, la cocha Huarashma no registró punto de monitoreo cuyas concentraciones de HTP en la fracción mediana (C<sub>10</sub> – C<sub>28</sub>) estuvieron por encima



Handwritten signature and initials in blue ink.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg y por ende por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 m/kg.

711. Con respecto al número de puntos de monitoreo totales evaluados que registraron de manera referencial concentraciones de HTP en la fracción ligera (C5 - C10) mayores al límite de determinación del método de ensayo de laboratorio (0,03 mg/kg) (ver Figuras B.2.61 a B.2.64 del Anexo B.2), la Tabla 10-57 muestra los siguientes resultados:

Tabla 10-57. Puntos de monitoreo de concentración de HTP en la fracción ligera (C5 - C10) mayor al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio

Table with 6 columns: Cuerpo lenticó (cocha), N° Puntos de monitoreo, Punto de monitoreo, Concentración de HTP (mg/kg), Punto de monitoreo, Concentración de HTP (mg/kg). Rows include Ushpayacu, Shirunchicocha, Pashincocha, and Huarashma.

N.R: No registra punto de monitoreo cuya concentración fue mayor al límite de determinación del método de ensayo del laboratorio respectivo.
Fuente: Elaboración propia.



Vertical handwritten signature or initials on the left margin

712. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-57, la cocha Ushpayacu registró 10 puntos de monitoreo cuyas concentraciones de HTP en la fracción ligera (C5 - C10) estuvieron en el rango de 2,5 mg/kg a 7,5 mg/kg.

713. Mientras, la cocha Pashincocha registró nueve puntos de monitoreo cuyas concentraciones de HTP en la fracción ligera (C5 - C10) en rango de 3,6 mg/kg a 70,6 mg/kg (valor máximo registrado) fueron mayores a los registrados por la cocha Ushpayacu, excepto para tres puntos de monitoreo CPash-5, CPash-13 y CPash-15.

714. En tanto, la cocha Shirunchicocha registró tres puntos de monitoreo de HTP en la fracción ligera (C5 - C10) cuyas concentraciones fueron mayores al respecto límite de determinación, siendo el punto de monitoreo CShiru-16 con 45,7 mg/kg de mayor concentración que todos los 10 puntos de monitoreo de la cocha Ushpayacu y 8 puntos de monitoreo de la cocha Pashincocha.

715. Finalmente, la cocha Huarashma no registró punto de monitoreo cuya concentración de HTP en la fracción ligera (C5 - C10) estuvieron por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg y por ende por encima del valor de intervención de la guía de Los Países Bajos: 5 000 m/kg.

**C.1. Distribución de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en las cuatro cochas**

716. Por otro lado, los mapas Surfer para evaluar la distribución de las concentraciones de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) (ver Figuras B.2.109 a B.2.112 del Anexo B.2), al respecto la Tabla 10-58 muestra los resultados de los puntos de monitoreo de cada una de las cuatro cochas cuyas concentraciones de los metales fueron mayores al valor de intervención de la guía de los Países Bajos.

**Tabla 10-58.** Puntos de monitoreo de las cuatro cochas cuyas concentraciones de HTP fueron mayores el valor máximo: 5 000 mg/kg

Puntos de monitoreo y ubicación en las cuatro cochas	Figura <sup>1</sup>
Shirunchicocha: CShiru-16, CShiru-18, CShiru-19 y Shiru-20 (área cercana a la tubería que sale de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur).	B.2.109
Huarashma: Ningún punto de monitoreo, siendo todas las concentraciones menores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg.	B.2.110
Pashincocha: CPash-2 (lado norte de la cocha) y CPash-10, CPash-9 y CPash-14 (parte media de la cocha) rodeado de puntos de monitoreo con concentraciones de HTP mayores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA.	B.2.111
Ushpayacu: Casi toda el área, excepto CUshp-5 (final del canal de formación del lado sur de la cocha), CUshp-22 (cerca a la tubería de drenaje pluvial de salida a la quebrada Ushpayacu) y CUshp-29 (parte media del área grande de la cocha a la salida del canal de formación), los cuales registraron concentraciones de HTP mayores al valor máximo de la Guía Atlantic RBCA.	B.2.112

<sup>1</sup>Ver Anexo B.2.

Fuente: Elaboración propia.

717. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-58, el área de la cocha Ushpayacu registraron en sus sedimentos concentraciones de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg, excepto y de manera puntual en los puntos de monitoreo: CUshp-5 (fin del canal de formación del lado sur de la cocha), CUshp-22 (cerca a la tubería de drenaje pluvial de salida a la quebrada Ushpayacu) y CUshp-29 (parte media del área grande de la cocha a la salida del canal de formación), cuyas concentraciones estuvieron por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg.

718. En tanto, las concentraciones de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) en los sedimentos de la cocha Pashincocha que por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos 5 000 mg/kg está enfocada en dos áreas: la primera área en el ámbito del punto de monitoreo CPash-2 en el lado norte de la cocha y la segunda área en el ámbito de los puntos de monitoreo CPash-10, CPash-9 y CPash-14 (parte media de la cocha cercano a la entrada de la cocha desde la carretera), siendo el CPash-14 con la más alta concentración de HTP de toda la cocha.

719. Cabe mencionar que en gran parte del área de la cocha se registraron concentraciones de HTP por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg, excepto en los puntos de monitoreo ubicados en los diferentes bordes de la cocha, lado noreste (CPash-3), lado este (CPash-7 y CPash-11), lado sur (CPash-16) y lado noroeste (CPash-4 y CPash-1).

720. Mientras, el área de la cocha Shirunchicocha donde los sedimentos registraron altas concentraciones de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg se encuentran en el ámbito de los puntos de monitoreo CShiru-16, CShiru-18, CShiru-19 y CShiru-20,



los cuales se encuentran cercanos a la tubería que sale de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur.

721. Cabe mencionar que la extensión de hidrocarburos se extiende hasta el CShiru-12 (cerca al área media de la cocha) y cuya concentración fue de 992 mg/kg, estando por encima del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg.
722. Finalmente, toda el área de la cocha Huarashma registraron concentraciones de HTP totales ( $C_5 - C_{40}$ ) por debajo del valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg y por ende por debajo del valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 m/kg, siendo la mayor concentración registrada en CHuar-19 (lado norte de la cocha).

### 10.3. Hidrobiología

723. En esta sección se presentan y analizan los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología descrita anteriormente, con el propósito de alcanzar los objetivos planteados en la presente evaluación. Las listas de especies y abundancias (densidades y números de individuos) de las comunidades hidrobiológicas por punto de monitoreo se pueden observar en el Anexo A.3.

#### 10.3.1. Evaluación de marzo de 2016

724. A continuación se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de las comunidades hidrobiológicas realizada en marzo de 2016. Estos resultados se encuentran divididos por cuencas hidrográficas y subdivididos por los tipos de ambientes evaluados (lénticos o lóticos) correspondientes a cada una de las cuencas.

##### 10.3.1.1. Cuenca Medio Pastaza

###### 10.3.1.1.1. Puntos de monitoreo en ambientes lénticos

725. Se realizó el muestreo de la comunidad del plancton (fitoplancton y zooplancton), macroinvertberados bentónicos y peces en cinco puntos de monitoreo correspondientes a las cochas Boquichicococha (CBoqui1), Shirunchicococha (CShiru1), Pashincocha (CPash1), Piripiricococha (CPiri1) y Shanshococha (CShan1). Se registraron las comunidades del plancton y de los macroinvertebrados bentónicos en los cinco puntos de monitoreo. Para la comunidad de peces, se tuvo éxito de colecta en dos puntos de monitoreo correspondientes a las cochas Boquichicococha (CBoqui1) y Shanchococha (CShan1).

###### a. Plancton

###### a.1. Fitoplancton

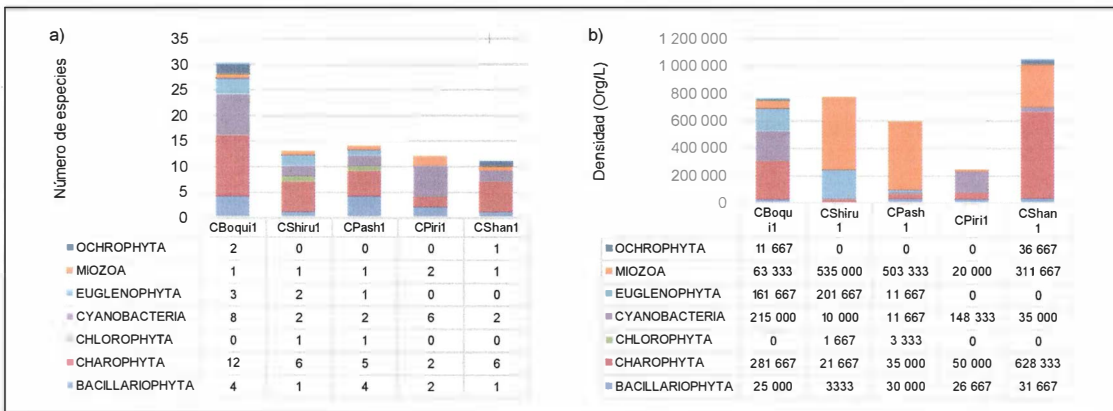
###### a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

726. La muestra estuvo representada por 41 especies (dos especies no determinadas), 27 familias, 17 órdenes y nueve clases, distribuidas en siete phyla: Charophyta con 15 especies, Cyanobacteria con nueve especies, Bacillariophyta con ocho

especies, Euglenophyta con tres especies, y finalmente Miozoa, Chlorophyta y Ochrophyta con dos especies cada uno (ver Tabla A.3.1 del Anexo A.3).

727. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde 11 especies (punto de monitoreo CShan1) hasta 30 especies (punto de monitoreo CBoqui1) (ver Figura 10-8a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue PERIDINIALES ND (especie no determinada del orden Peridinales, phylum Miozoa) registrada en las cinco cochas evaluadas.

728. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 3 415 000 org/L, variando los valores de densidad desde 245 000 org/L (punto de monitoreo CPiri1) hasta 1 043 333 org/L (punto de monitoreo CShan1). El phylum con mayor densidad fue Miozoa con 1 433 333 org/L, seguido del phylum Charophyta con 1 016 667 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Chlorophyta con 5 000 org/L (ver Figura 10-8b). La especie de mayor densidad fue PERIDINIALES ND (especie no determinada del orden Peridinales, phylum Miozoa) con 1 425 000 org/L (phylum Miozoa) siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo CShiru1 (cocha Shirunchicocha) y CPash1 (cocha Pashincocha). En el punto de monitoreo CBoqui1 (cocha Boquichicocha) la especie más abundante fue *Euglena* sp. (phylum Euglenophyta), en CPiri1 (cocha Piripiricocha) fue *Pseudanabaena* sp. (phylum Cyanobacteria) y en CShan1 (cocha Shanchocochoa) fue *Gonatozygon* sp. (pylum Charophyta).



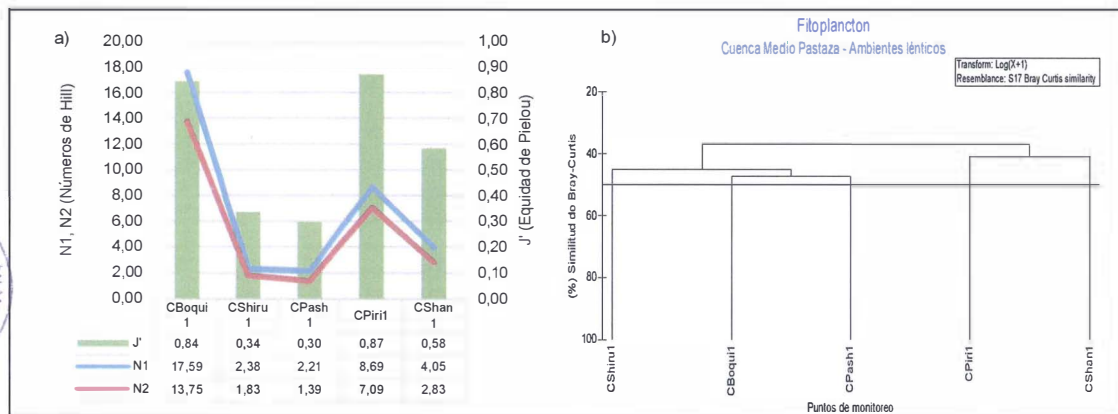
**Figura 10-8. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016**  
Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

729. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 2,21 especies efectivas (punto de monitoreo CPash1) hasta 17,59 especies efectivas (punto de monitoreo CBoqui1). El número de Hill N2 varió desde 1,39 especies efectivas (punto de monitoreo CPash1) hasta 13,75 especies efectivas (punto de monitoreo CBoqui1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,30 (punto de monitoreo CPash1) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,87 (punto de monitoreo CPiri1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso de los puntos de monitoreo en CShiru1 y CPash1, donde PERIDINIALES ND (especie no determinada del orden Peridinales, phylum

Miozoa) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-9a).

730. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos conglomerados con una similitud mayor al 40%: el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo CShiru1 (cocha Shirunchicocha), CBoqui1 (cocha Boquichicococha) y CPash1 (cocha Pashincocha), teniendo como principal especie en común a PERIDINIALES ND (especie no determinada del orden Peridiniales, phylum Miozoa); mientras que el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo CPiri1 (cocha Piripecocha) y Cshan1 (cocha Shanchococha), teniendo como principal especie en común a *Frustulia* sp. (phylum Bacillariophyta) (ver Figura 10-9b).



**Figura 10-9. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016  
Fuente: Elaboración propia.

## a.2. Zooplancton

### a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

731. La muestra estuvo representada por 18 especies (cuatro no determinadas), 16 familias, ocho órdenes y siete clases (una de ellas sin definir), distribuidas en cinco phyla: Rotifera con 12 especies, Arthropoda con tres especies y finalmente Gastrotrichia, Nematoda y Protozoa con una especie cada uno (ver Tabla A.3.4 del Anexo A.3)
732. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (punto de monitoreo CPiri1) hasta 12 especies (punto de monitoreo CBoqui1) (ver Figura 10-10a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue NEMATODA ND (especie no determinada del phylum Nematoda) registrada en los puntos de monitoreo CBoqui1, CShiru1, CPash1 y CShan1.
733. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 24,3 org/L, variando los valores de densidad desde 0,1 org/L (punto de monitoreo CPiri1) hasta 9,20 org/L (punto de monitoreo CBoqui1). El phylum con mayor densidad fue Rotifera con 15,7 org/L, seguido del phylum Arthropoda con 4,9 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Gastrotrichia con 0,2 org/L



ver Figura 10-10b). La especie de mayor densidad fue *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) con 8,20 org/L, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo CShiru1 (cocha Shirunchicocha) y CPash1 (cocha Pashincocha). En el punto de monitoreo CBoqui1 (cocha Boquichicocha) la especie más abundante fue MAXILLOPODA ND (especie no determinada de la clase Maxillopoda, phylum Arthropoda), en CPiri1 (cocha Piripiricocha) fue *Chaetonotus* sp. (phylum Gastrotrichia) y en CShan1 (cocha Shanchocochoa) fue *Arcella* sp. (phylum Protozoa).

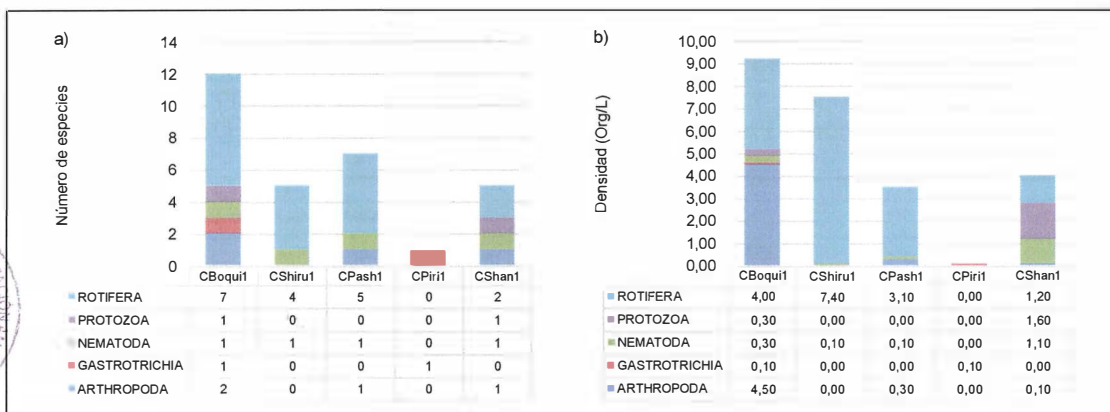


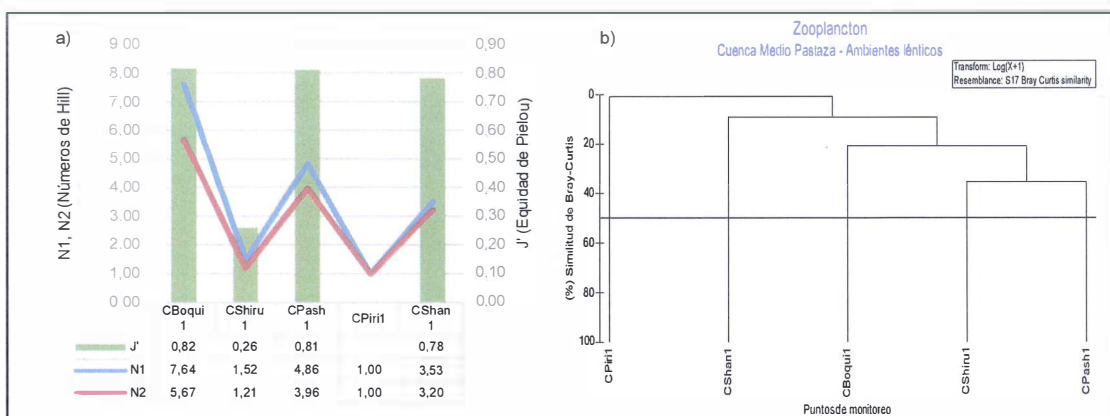
Figura 10-10. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

### a.2.2. Diversidad alfa y beta

734. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo CPiri1) hasta 7,64 especies efectivas (punto de monitoreo CBoqui1). El número de Hill N2 varió desde 1 especie efectiva (punto de monitoreo CPiri1) hasta 5,67 especies efectivas (punto de monitoreo CBoqui1).
735. El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) varió desde 0,26 (punto de monitoreo CShiru1) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,82 (punto de monitoreo CBoqui1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. El punto de monitoreo CPiri1 no obtuvo ningún valor de equidad debido a que solo registró una sola especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CShiru1, donde *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-11a).
736. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis no conformó conglomerados con una similitud mayor al 50%, sin embargo el conglomerado con mayor similitud estuvo conformado por los puntos de monitoreo CShiru1 (Cocha Shirunchicocha) y CPash1 (Cocha Pashincocha), con una similitud cercana al 40%), teniendo como principal especie en común a *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) (ver Figura 10-11b).

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-11. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**b. Macroinvertebrados bentónicos**

**b.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

737. La muestra estuvo representada por 19 especies y 16 familias, distribuidas en ocho órdenes: Ephemeroptera con cinco especies, Coleoptera y Diptera con cuatro especies cada uno, Hemiptera con dos especies y finalmente Decapoda, Odonata, OSTRACODA ND (orden no determinado perteneciente a la clase Ostracoda) y Rhynchobdellida con una especie cada uno (ver Tabla A.3.16 del Anexo A.3)

738. La riqueza de especies por puntos de monitoreo varió desde cinco especies (punto de monitoreo CBoqui1) hasta 14 especies (punto de monitoreo CShan1) (ver Figura 10-12a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron *Bezzia* sp. (orden Diptera) y *Pentamerura* sp. (orden Diptera) registradas en las cinco cochas evaluadas.

739. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 914 org/0,27m<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 39 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo CShiru1) hasta 347 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo CPiri1). El orden con mayor densidad fue Diptera con 808 org/0,27m<sup>2</sup>, seguido del orden Odonata con 28 org/0,27m<sup>2</sup>, mientras que el orden con menor abundancia fue Decapoda con 4 org/0,27m<sup>2</sup> (ver Figura 10-12b). La especie de mayor densidad fue *Cricotopus* sp. (orden Diptera) con 479 org/0,27m<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo CBoqui1 (cocha Boquichicococha), CShiru1 (cocha Shirunchicococha), CPash1 (cocha Pashincocha) y CPiri1 (cocha Piripiricocha). En el punto de monitoreo CShan1 (cocha Shanchococha) la especie más abundante fue TIPULIDAE ND (especie no determinada de la familia Tipulidae, orden Diptera).



Handwritten signature and date in blue ink.

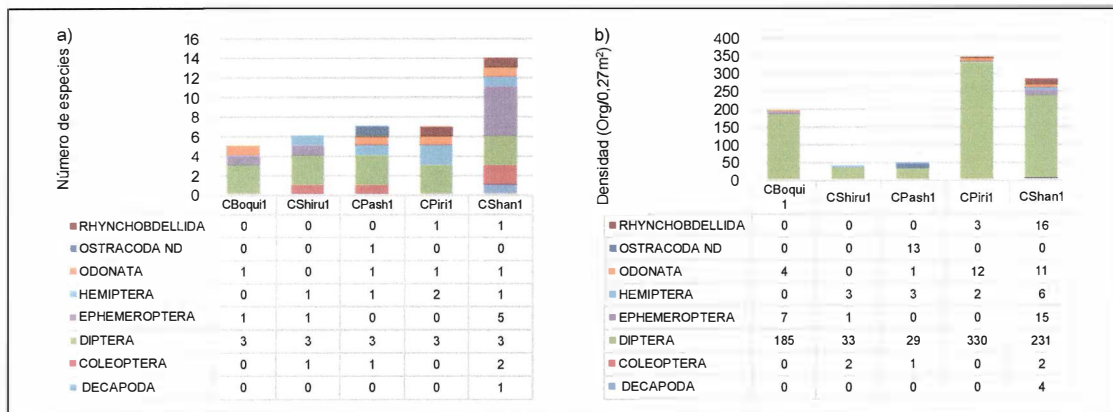


Figura 10-12. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

### b.2. Diversidad alfa y beta

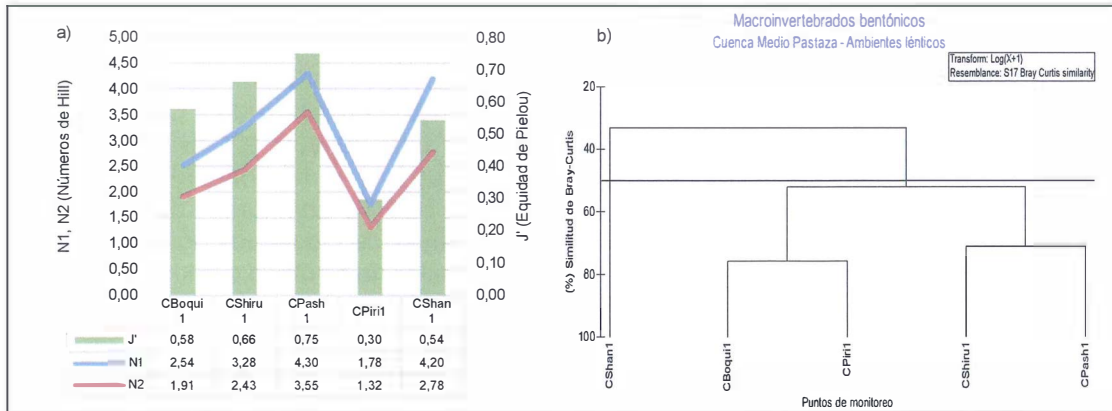
740. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,78 especies efectivas (punto de monitoreo CPiri1) hasta 4,30 especies efectivas (punto de monitoreo CPash1). El número de Hill N2 varió desde 1,32 especies efectivas (punto de monitoreo CPiri1) hasta 3,55 especies efectivas (punto de monitoreo CPash1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,30 (punto de monitoreo CPiri1) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,75 (punto de monitoreo CPash1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CPiri1, donde *Cricotopus* sp. (orden Diptera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-13a).

741. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos conglomerados con una similitud mayor al 50% (cerca al 80%): el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo CBoqui1 (Cocha Boquichicococha) y CPiri1 (Cocha Piripiricococha), teniendo como principal especie en común a *Cricotopus* sp. (orden Diptera); mientras que el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo CShiru1 (cocha Shirunchicococha) y CPash1 (cocha Pashincocha), teniendo como principal especie en común a *Cricotopus* sp. (orden Diptera) (ver Figura 10-13b).



*[Handwritten signature]*

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



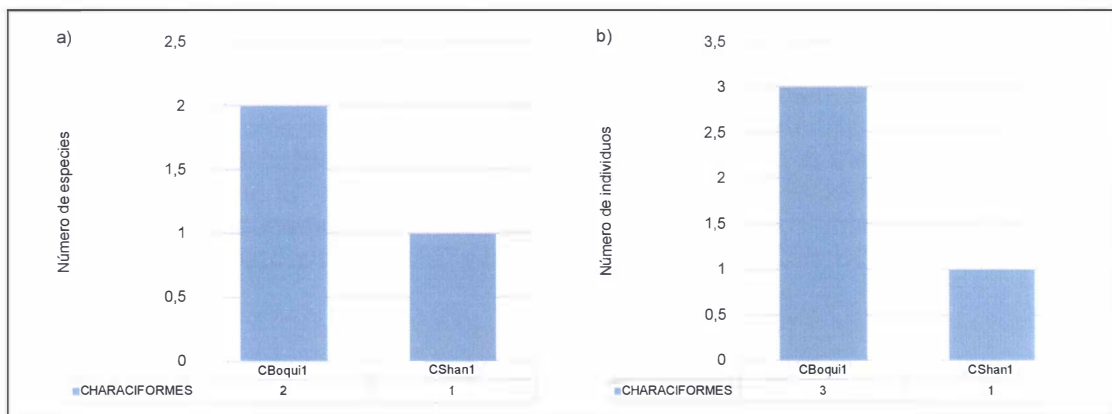
**Figura 10-13. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**c. Peces**

**c.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

742. De los cinco puntos de monitoreo donde se realizó la pesca mediante redes de espera, solo se tuvo éxito de colecta en dos puntos de monitoreo, CBoqui1 (cocha Boquichicococha) y CShan1 (cocha Shanchococha). La colecta estuvo representada por dos especies, dos familias y un orden Characiformes (ver Tabla A.3.22 del Anexo A.3). La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde dos especies (punto de monitoreo CBoqui1) hasta una especie (punto de colecta CShan1) (ver Figura 10-14a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) registrada en en los puntos de monitoreo CBoqui1 y CShan1.

743. El número de individuos (abundancia) total acumulado fue de cuatro individuos, variando desde tres individuos (punto de monitoreo CBoqui1) hasta un individuo (punto de monitoreo CShan1) (ver Figura 10-14b). La especie de mayor abundancia fue *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) con tres individuos, siendo la especie más abundante en CBoqui1.



**Figura 10-14. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

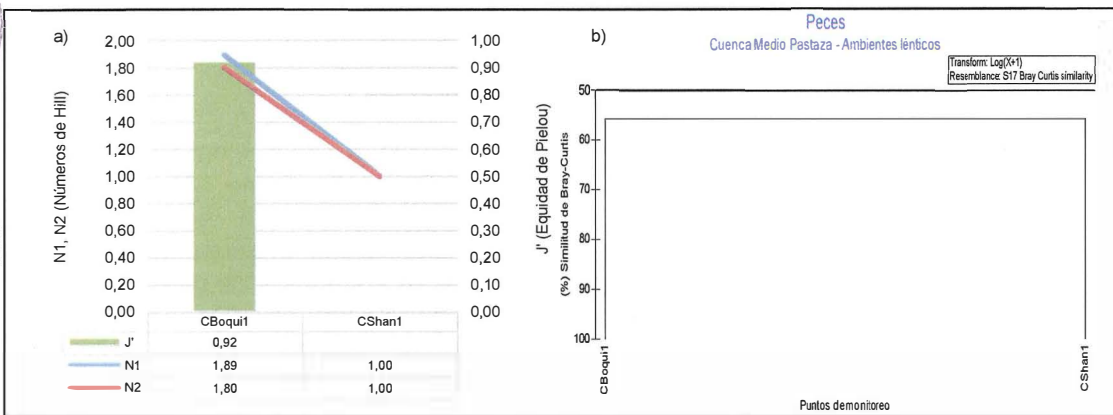


[Handwritten signature and date: 10/03/2016]

**c.2. Diversidad alfa y beta**

744. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo CShan1) hasta 1,89 especies efectivas (punto de monitoreo CBoqui1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo CShan1) hasta 1,80 especies efectivas (punto de monitoreo CBoqui1). La equidad de Pielou ( $J'$ ) registró un único valor de 0,92 en el punto de monitoreo CBoqui1 lo cual indica una distribución homogénea de individuos por especie. El punto de monitoreo CShan1 no obtuvo ningún valor de equidad debido a que solo se registró una sola especie (ver Figura 10-15a).

745. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud mayor al 50%, conformado por los puntos de monitoreo CBoqui1 y CShan1, teniendo como principal especie en común a *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) (ver Figura 10-15b).



**Figura 10-15. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lenticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016  
Fuente: Elaboración propia.

**10.3.1.1.2. Puntos de monitoreo en ambientes lóticos**

746. Se realizó el muestreo de la comunidad del perifiton (microalgas y microorganismos) en 23 puntos de monitoreo. Se registraron microalgas en los 23 puntos de monitoreo y microorganismos solo en 17 puntos de monitoreo. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue evaluada en 23 puntos de monitoreo, registrándose organismos de esta comunidad solo en 21 puntos de monitoreo. Para la comunidad de peces, la colecta se realizó en siete puntos de monitoreo: RPast5 (río Pastaza), QShor1 (quebrada Shoroyacu), QRCap2 (quebrada Ramal Capahuari Norte), RCapa1 (río Capahuari), RCapa4 (río Capahuari), QUshp2 (quebrada Ushpayacu) y QAnap1 (quebrada Anapaza).

a. Perifiton

a.1. Microalgas

a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especie

747. La muestra estuvo representada por 195 especies, 50 familias, 27 órdenes y 10 clases, distribuidas en seis phyla: Bacillariophyta con 142 especies; Cyanobacteria con 32 especies; Charophyta con 12 especies; Chlorophyta con seis especies, Euglenozoa con dos especies; y finalmente Rhodophyta con una especie (ver Tabla A.3.7 del Anexo A.3).

748. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde 10 especies (punto de monitoreo RPast5) hasta 43 especies (punto de monitoreo QAnap3) (ver Figura 10-16a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron *Pinnularia pisciculus var. angusta* (phylum Bacillariophyta) y *Pinnularia divergens* (phylum Bacillariophyta) registradas en 12 puntos de monitoreo.



Figura 10-16. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

749. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 1 341 067 org/cm<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 21 333 org/cm<sup>2</sup> (punto de monitoreo QAnap2) hasta 120 000 org/L (punto de monitoreo QAnap1). El phylum con mayor densidad fue Bacillariophyta con 994 667 org/cm<sup>2</sup>, seguido del phylum Cyanobacteria con 310

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

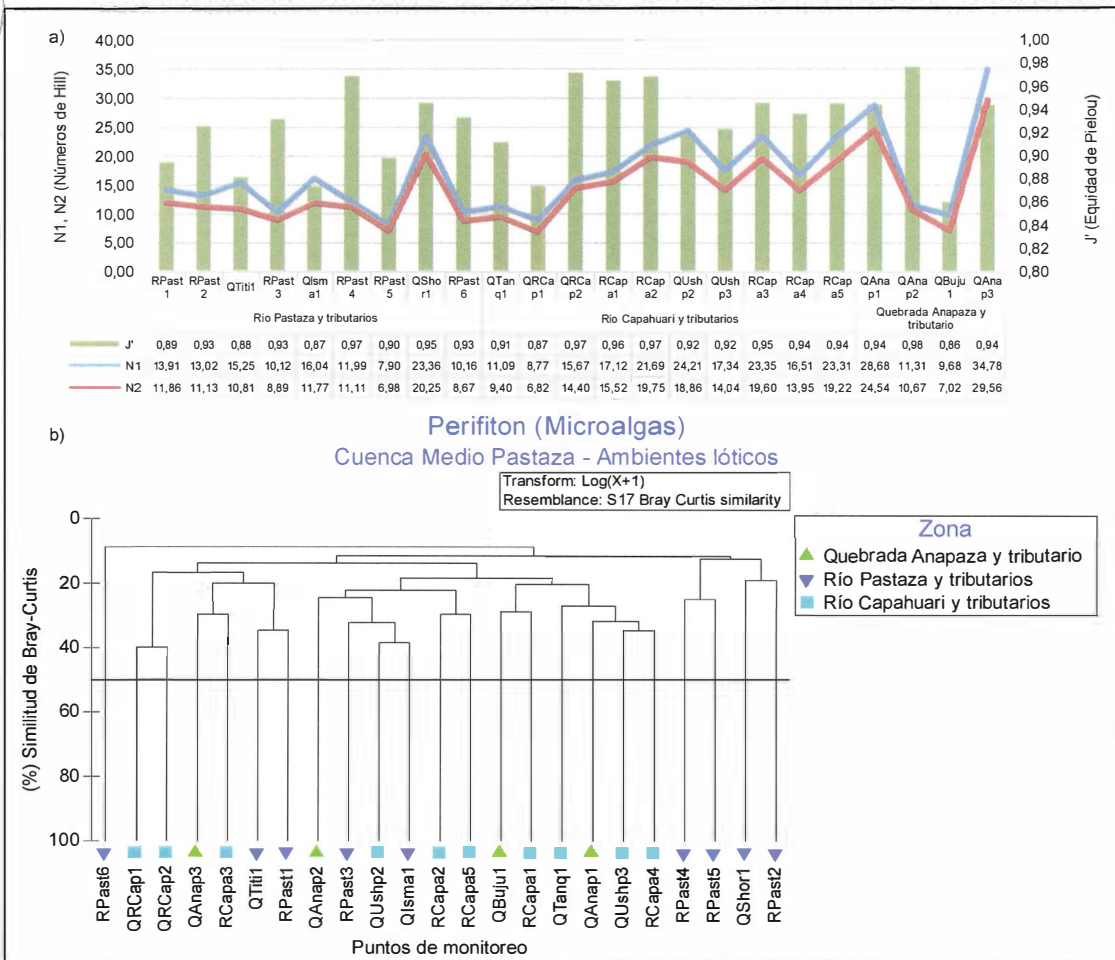
667 org/cm<sup>2</sup>, mientras que el phylum con menor abundancia fue Rhodophyta con 2 400 org/cm<sup>2</sup> (ver Figura 10-16b). La especie de mayor densidad fue *Pinnularia pisciculus* var. *angusta* (phylum Bacillariophyta) con 57 333 org/cm<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QAnap1 y QUshp2.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

750. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 7,90 especies efectivas (punto de monitoreo RPast5) hasta 34,78 especies efectivas (punto de monitoreo QAnap3). El número de Hill N2 varió desde 6,82 especies efectivas (punto de monitoreo QRCap1) hasta 29,56 especies efectivas (punto de monitoreo QAnap3). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,86 en el punto de monitoreo QBuju1 hasta 0,98 (punto de monitoreo QAnap2) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. El punto de monitoreo CPiri1 no obtuvo ningún valor de equidad debido a que solo registró una sola especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-17a).



V.B.  
 DIRECCIÓN DE EVALUACIONES AMBIENTALES



**Figura 10-17. a) Diversidad alfa (diversidad verdadera) y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microalgas) en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

751. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar nueve conglomerados con una similitud menor al 50 %, siendo el de mayor similitud con 40 %, aquel conformado por los puntos de monitoreo QRCap1 (quebrada Ramal Capahuari Norte) y QRCap2 (quebrada Ramal Capahuari Norte) (ver Figura 10-17b).

**a.2. Microorganismos**

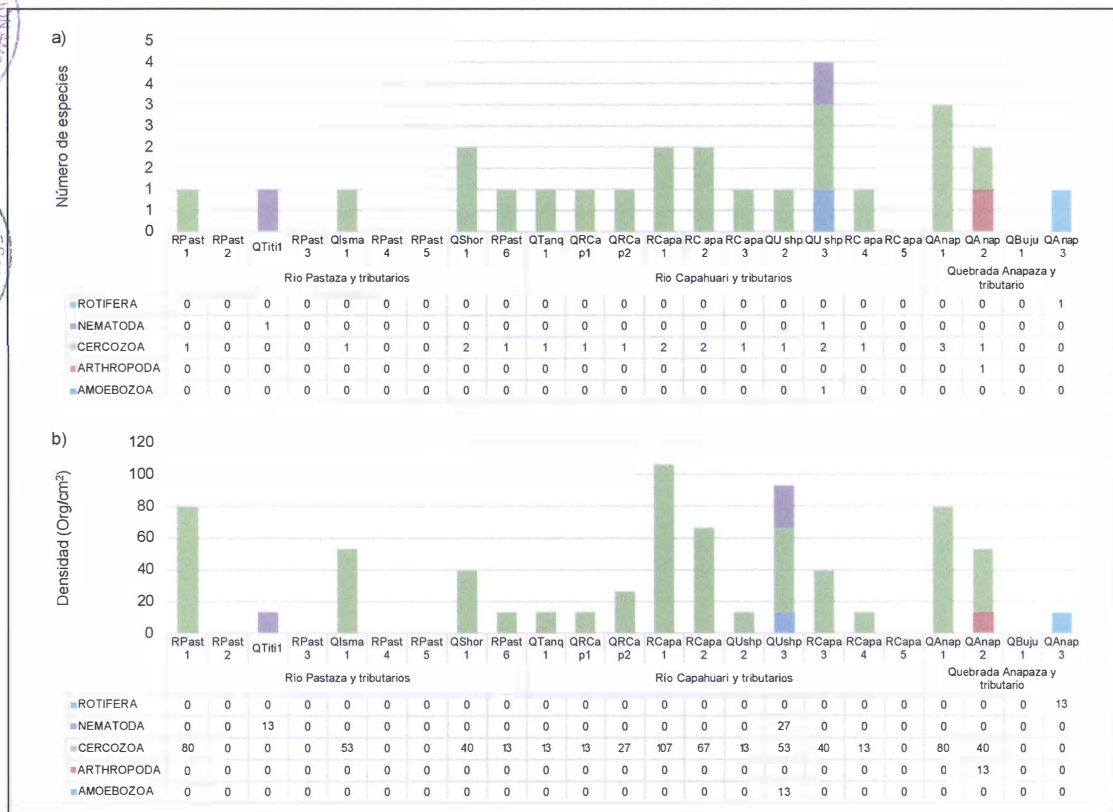
**a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

752. La muestra estuvo representada por 10 especies, seis familias, cinco órdenes y cinco clases, distribuidas en cinco phyla: Cercozoa con seis especies; y finalmente Amoebozoa, Arthropoda, Nematoda y Rotifera con una especie cada uno (ver Tabla A.3.10 del Anexo A.3).

753. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (puntos de monitoreo QAnap3, QIsma1, QRCap1, QRCap2, QTanq1, QUshp2, QTiti1, RCapa3, RCapa4, RPast1 y RPast6) hasta cuatro especies (punto de monitoreo QUshp3) (ver Figura 10-18a). Es preciso indicar que en los puntos QBuju1, RCapa5, RPast2, RPast3, RPast4 y RPast5 no se registraron organismos. La especie con mayor frecuencia de registro fue *Trinema lineare* (phylum Cercozoa) registrada en ocho puntos de monitoreo.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



**Figura 10-18. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016**  
Fuente: Elaboración propia.





754. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 733 org/cm<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 13 org/cm<sup>2</sup> (puntos de monitoreo QAnap3, QRCap1, QTanq1, QUshp2, QTiti1, RCapa4 y RPast6) hasta 107 org/cm<sup>2</sup> (punto de monitoreo RCapa1). El phylum con mayor densidad fue Cercozoa con 653 org/cm<sup>2</sup>, seguido del phylum Nematoda con 40 org/cm<sup>2</sup>, mientras que los phyla con menor abundancia fueron Amoebozoa, Arthropoda y Rotifera con 13 org/cm<sup>2</sup> (ver Figura 10-18b). La especie de mayor densidad fue *Trinema lineare* (phylum Cercozoa) con 293 org/cm<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QIsma1, QRCap2, RCapa3 y RPast1.

#### a.2.2. Diversidad alfa y beta

755. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo QAnap3, QIsma1, QRCap1, QRCap2, QTanq1, QUshp2, QTiti1, RCapa3, RCapa4, RPast1 y RPast6) hasta 3,57 especies efectivas (punto de monitoreo QUshp3). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo QAnap3, QIsma1, QRCap1, QRCap2, QTanq1, QUshp2, QTiti1, RCapa3, RCapa4, RPast1 y RPast6) hasta 3,24 especies efectivas (punto de monitoreo QUshp3).

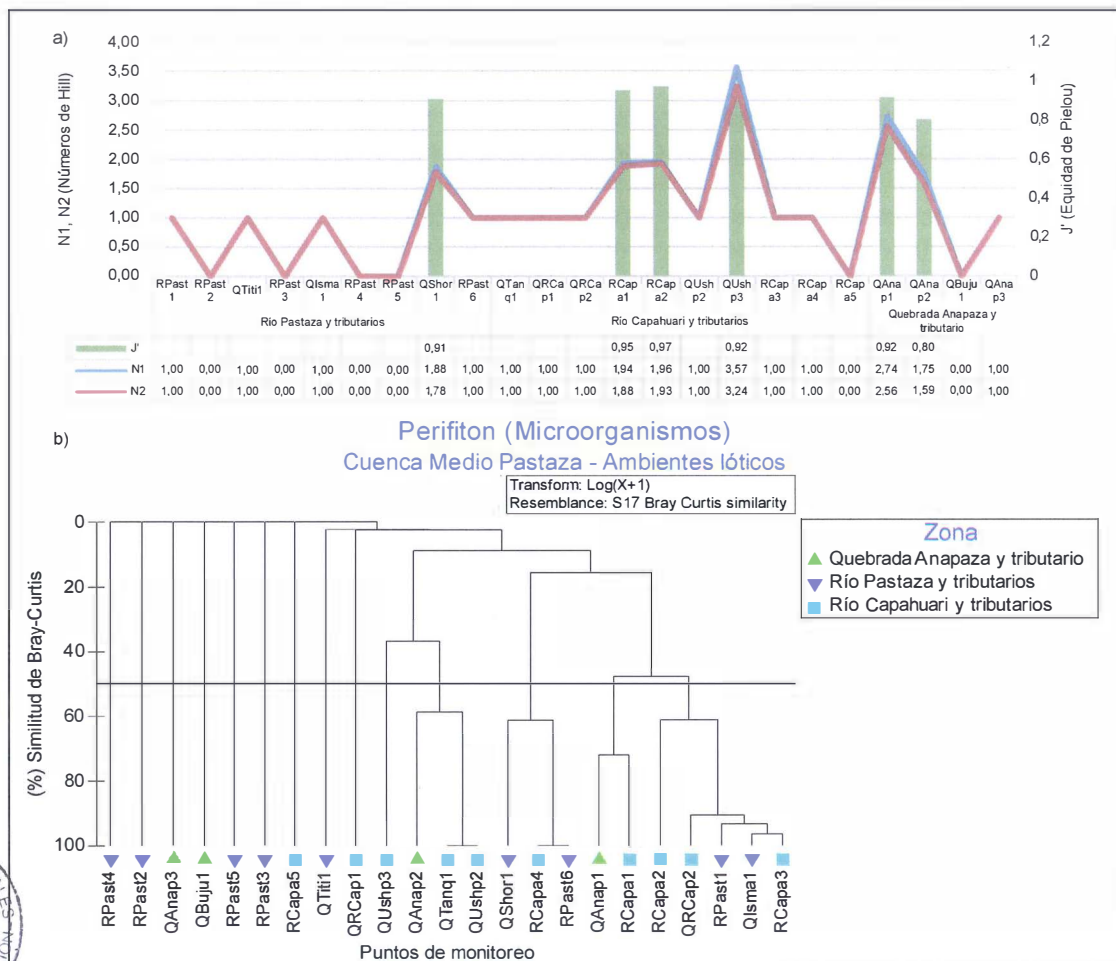
756. El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,80 (punto de monitoreo QAnap2) hasta 0,97 (punto QRCap2) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Los puntos de monitoreo RPast1, QTiti1, QIsma1, RPast6, QTanq1, QRCap1, QRCap2, QUshp2, RCapa3, RCapa4 y QAnap3 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo registraron una sola especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-19a).

757. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos conglomerados con una similitud al 100%: el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QTanq1 (Quebrada Tanquiyacu) y QUshp2 (Quebrada Ushpayacu) teniendo como principal especie en común a *Trinema enchelys*; mientras que el el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo RCapa4 y RPast6 teniendo como principal especie en común a *Corythion* sp. (ver Figura 10-19b).



Handwritten signature in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-19. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microorganismos) en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

**b. Macroinvertebrados bentónicos**

**b.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

758. La muestra estuvo representada por 35 especies y 30 familias, distribuidas en 12 órdenes: Ephemeroptera con ocho especies; Diptera con cinco especies; Coleoptera con cuatro especies; Hemiptera y Odonata con tres especies cada uno; Decapoda con dos especies; y finalmente Basommatophora, Opisthophora, OSTRACODA ND (orden no determinado perteneciente a la clase Ostracoda), Plecoptera y Rhynchobdellida con una especie cada uno (ver Tabla A.3.13 del Anexo A.3).

759. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde cero especie (puntos de monitoreo RPast1, RPast2, QTiti1 y QUshp3) hasta 12 especies en (puntos de monitoreo QRCap1 y QRCap2) (ver Figura 10-20a). Es preciso indicar que en los puntos RPast4 y RCapa1 no se registraron organismos. La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue Cricotopus (orden Diptera) registrada en 12 puntos de monitoreo (QAna p3, QIsma1, QRCap1,

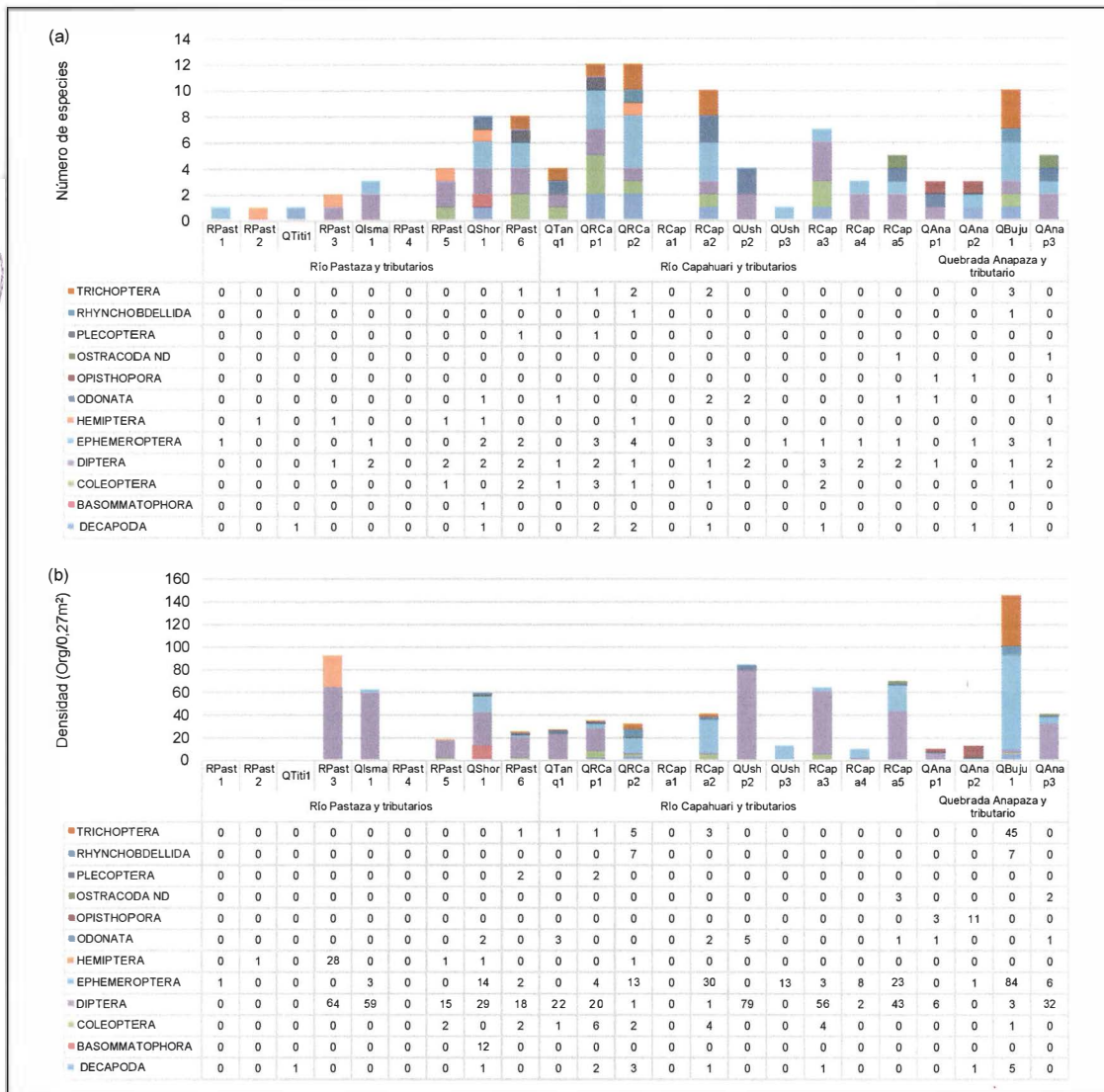


*[Handwritten signature and initials]*

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

QShor1, QTanq1, QUshp2, RCapa3, RCapa4, RCapa5, RPast3, RPast5 y RPast6).

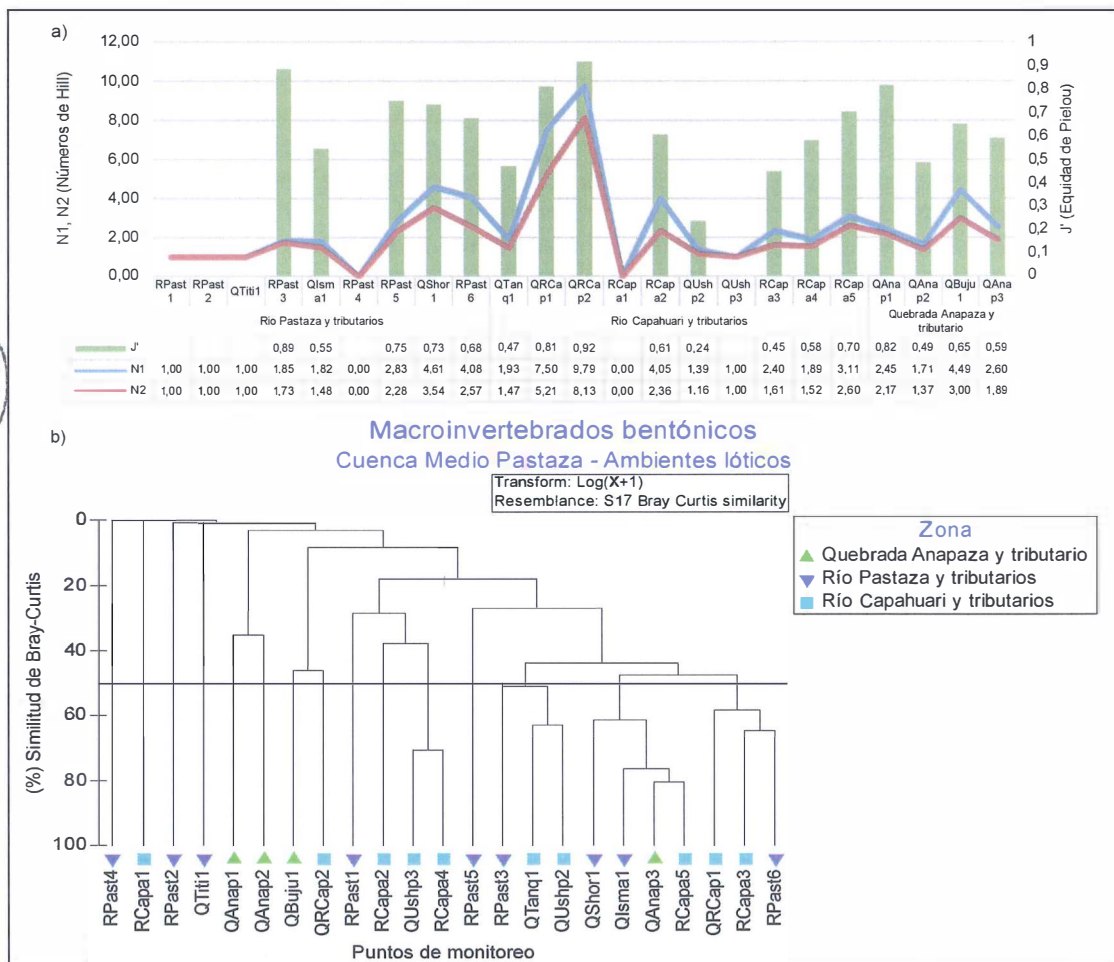
760. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 844 org/0,27m<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 1 org/0,27m<sup>2</sup> (puntos de monitoreo RPast1, RPast2 y QTiti1) hasta 145 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo QBuju1). El orden con mayor densidad fue Diptera con 450 org/0,27m<sup>2</sup>, seguido del orden Ephemeroptera con 202 org/0,27m<sup>2</sup>, mientras que el orden con menor abundancia fue Plecoptera con 4 org/0,27m<sup>2</sup> (ver Figura 10-20b). La especie de mayor densidad fue *Cricotopus* sp. (orden Diptera) con 387 org/0,27m<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QAnap3, QIsma1, QRCap1, QShor1, QTanq1, QUshp2, RCapa3, RCapa5, RPast3 y RPast6.



**Figura 10-20. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**b.2. Diversidad alfa y beta**

761. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QUshp3, QTiti1, RPast1 y RPast2) hasta 9,79 especies efectivas (punto de monitoreo QRCap2). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QUshp3, QTiti1, RPast1 y RPast2) hasta 8,13 especies efectivas (punto de monitoreo QRCap2). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,24 (punto de monitoreo QUshp2) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,92 (punto de monitoreo QRCap2) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Los puntos de monitoreo RPast1, RPast2, QTiti1, RPast4, RCapa1 y QUshp3 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo se registró una sola especie en cada uno de estos puntos (ver Figura 10-21a).



**Figura 10-21. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016  
Fuente: Elaboración propia.

762. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar cuatro conglomerados con una similitud mayor al 50%. El primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo QUshp3 (quebrada Ushpayacu) y RCapa4 (río Capahuari) con una similitud del 70 %

aproximadamente, el segundo conglomerado conformado por los puntos de monitoreo QTanq1 (Quebrada Tanquiyacu) y QUshp2 (Quebrada Ushpayacu) con una similitud alrededor del 65%, el tercer conforlemardo esta conformado por los puntos de monitoreo QAnap3 (quebrada Anapaza) y RCapa5 (río Capahuari) con una similitud del 80 % y el cuarto conglomerado conformado por los puntos RCapa3 (río Capahuari) y RPast6 (río Pastaza) con una similitud de 68 % (ver Figura 10-21b).

### c. Peces

#### c.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

763. La colecta estuvo representada por 23 especies y 12 familias, distribuidas en cuatro órdenes: Characiformes con 15 especies, Siluriformes con seis especies, Perciformes con dos especies y Gymnotiformes con una especie (ver Tabla A.3.22 del Anexo A.3).

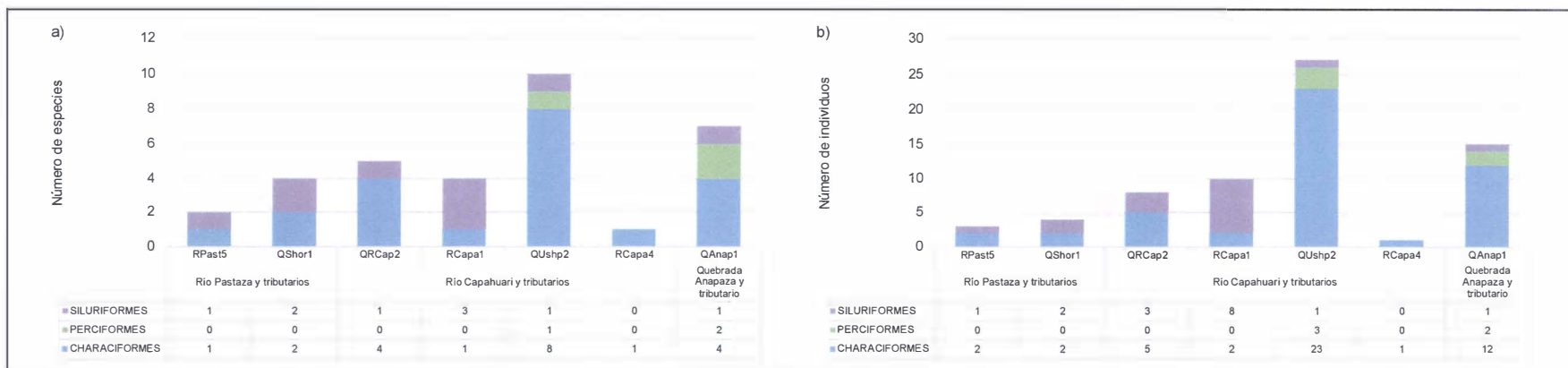
764. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (punto de monitoreo RCapa4) hasta 10 especies (punto de monitoreo QUshp2) (ver Figura 10-22a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) registrada en tres puntos de monitoreo (QRCap2, QUshp2 y QAnap1), *Bivibranchia* sp. "julilla" (orden Characiformes) registrada en tres puntos de monitoreo (RCapa1, QUshp2 y QAnap1) y finalmente *Pimelodus* sp. "cunchi" (orden Siluriforme) registrada en tres puntos de monitoreo (RPast5, QShor1 y RCapa1).

765. El número de individuos (abundancia) total acumulado fue de 68 individuos, variando desde un individuo (punto de monitoreo RCapa4) hasta 27 individuos (punto de monitoreo QUshp2). El orden con mayor abundancia fue Characiformes con 47 individuos, seguido del orden Siluriformes con 15 individuos, del orden Perciformes concinco individuos y del orden Gymnotiformes con un individuo (ver Figura 10-22b). La especie de mayor abundancia fue *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) con ocho individuos, registrándose su mayor abundancia en QUshp2.



Handwritten signature in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-22. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**c.2. Diversidad alfa y beta**

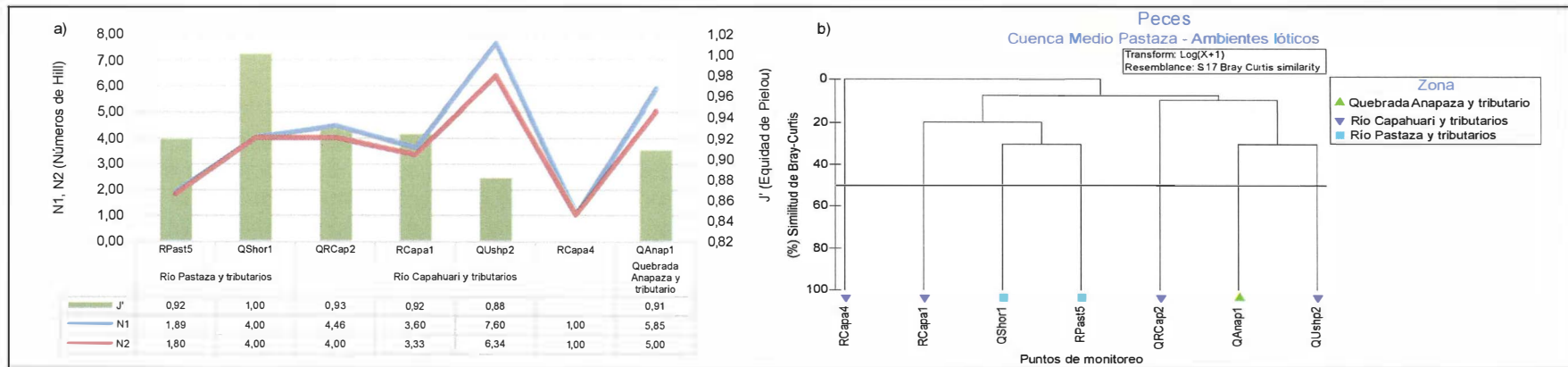
766. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo RCapa4) hasta 7,60 especies efectivas (punto de monitoreo QUshp2). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo RCapa4) hasta 6,34 especies efectivas (punto de monitoreo QUshp2). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,88 (punto de monitoreo QUshp2) hasta 1,00 (punto de monitoreo QShor1) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. El punto de monitoreo RCapa4, no obtuvo ningún valor de equidad debido a que solo registró una sola especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-23a).

767. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos conglomerados con una similitud menor al 50%. El primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QShor1 y RPast5, teniendo como principal especie en común a *Pimelodus* sp. "cunchi" (orden Siluriformes), mientras que el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos QAnap1 y QUshp2, teniendo como principales especies en común a *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) y *Bivibranchia* sp. "julilla" (orden Characiformes) (ver Figura 10-23b).



Handwritten signature and date in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-23. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lóticos de la cuenca Medio Pastaza, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.



*[Handwritten signature]*

### 10.3.1.2. Cuenca Corrientes

#### 10.3.1.2.1. Puntos de monitoreo en ambientes lénticos

768. Se realizó el muestreo de la comunidad del plancton (fitoplancton y zooplancton), macroinvertberados bentónicos y peces en cuatro puntos de monitoreo correspondientes a las cochas Esteban (CEste11), Machupicchu (CMach1), Mesa (CMesa1) y Huarashma (CHuar1). Se registraron las comunidades del plancton y de los macroinvertebrados bentónicos en los cuatro puntos de monitoreo. Para la comunidad de peces, se tuvo éxito de colecta en tres puntos de monitoreo correspondiente a las cochas Esteban (CEste1), Mesa (CMesa1) y Huarashma (CHuar1).

#### a. Plancton

##### a.1. Fitoplancton

##### a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

769. La muestra estuvo representada por 27 especies, 16 familias, 10 órdenes y ocho clases, distribuidas en seis phyla: Charophyta con 12 especies, Bacillariophyta con siete especies, Cyanobacteria con cuatro especies, Chlorophyta con dos especies y finalmente Euglenophyta y Miozoa con una especie cada uno (ver Tabla A.3.2 del Anexo A.3).

770. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde nueve especies (puntos de monitoreo CEste1 y CMach1) hasta 15 especies (punto de monitoreo CHuar1) (ver Figura 10-24a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron dos; PERIDINIALES ND (especie no determinada del orden Peridinales, phylum Miozoa) y Euglena sp. (phylum Euglenophyta), registrándose la primera especie en los puntos de monitoreo CEste1, CMesa1 y CHuar1 y la segunda especie en los puntos de monitoreo CEste1, CMach1 y CMesa1.

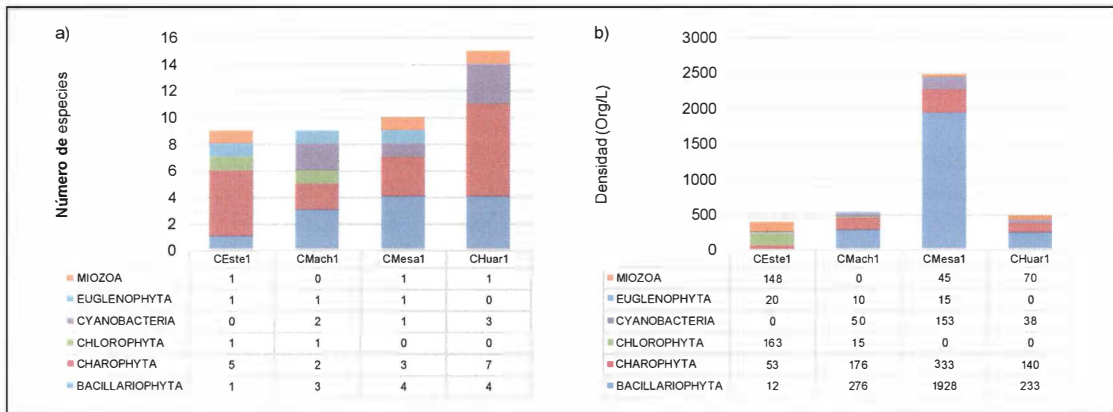
771. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 3 880 org/L, variando los valores de densidad desde 396 org/L (punto de monitoreo CEste1) hasta 2 417 org/L (punto de monitoreo CMesa1). El phylum con mayor densidad fue Bacillariophyta con 2 449 org/L, seguido del phylum Charophyta con 703 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Euglenophyta con 45 org/L (ver Figura 10-24b). La especie de mayor densidad fue *Frustulia* sp. con 1 797 org/L (phylum Bacillariophyta), siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo CMesa1 (cocha Mesa) y CHuar1 (cocha Huarashma). En el punto de monitoreo CEste1 (cocha Esteban) la especie más abundante fue *Crucigenia* sp. (phylum Chlorophyta) y en el punto de monitoreo CMach1 (cocha Machupicchu) fue *Closterium* sp. (phylum Charophyta).



Handwritten signature and date in blue ink.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

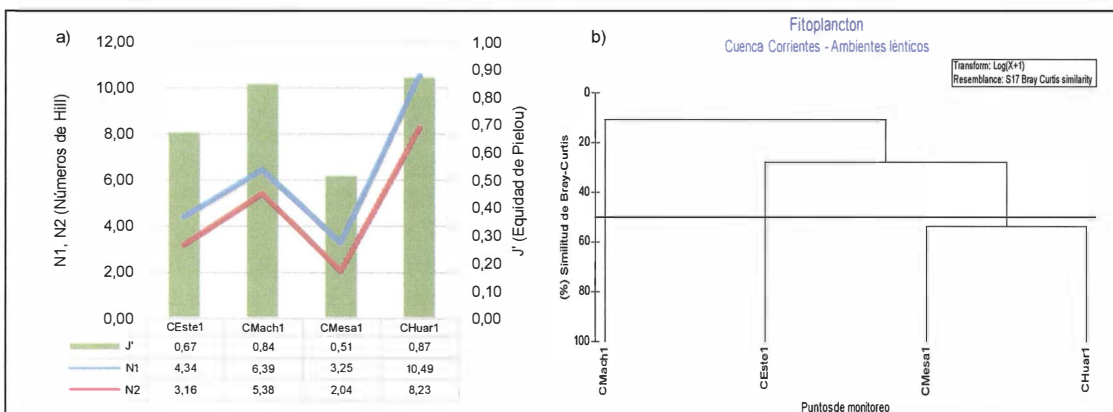


**Figura 10-24. (a)** Número de especies y **(b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

772. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 3,25 especies efectivas (punto de monitoreo CMesa1) hasta 10,49 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar1). El número de Hill N2 varió desde 2,04 especies efectivas (punto de monitoreo CMesa1) hasta 8,23 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,51 (punto de monitoreo CMesa1) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,87 (punto de monitoreo CHuar1), donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CMesa1, donde *Frustulia* sp. (phylum Bacillariophyta) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-25a).



**Figura 10-25. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

773. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud mayor al 50% (cercana al 60%), conformado por los puntos de monitoreo CMesa1 (cocha Mesa) y CHuar1 (cocha

Huarashma) teniendo como principal especie en común a *Frustulia* sp. (phylum Bacillariophyta) (ver Figura 10-25b).

**a.2. Zooplancton**

**a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

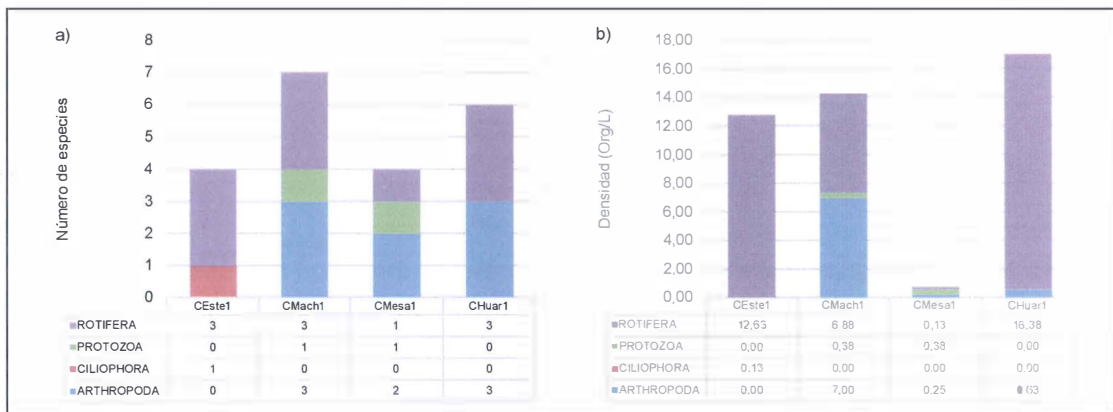
774. La muestra estuvo representada por 14 especies (tres no determinadas), 11 familias, siete órdenes y seis clases, distribuidas en cuatro phyla: Rotifera con siete especies, Arthropoda con cinco especies y finalmente Ciliophora y Protozoa con una especie cada uno (ver Tabla A.3.5 del Anexo A.3).

775. La riqueza de especies por puntos de monitoreo varió desde cuatro especies (puntos de monitoreo CEste1 y CMesa1) hasta siete especies (punto de monitoreo CMach1) (ver Figura 10-26a). La mitad de especies (siete de ellas) tuvieron una frecuencia de registro en dos de los cuatro puntos de monitoreo, mientras la otra mitad solo fue registrado en un solo punto de monitoreo (ver Tabla A.3.5 del Anexo A.3). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue NEMATODA ND (especie no determinada del phylum Nematoda) registrado en en los puntos de monitoreo CBoqui1, CShiru1, CPash1 y CShan1.

776. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 44,75 org/L, variando los valores de densidad desde 0,75 org/L (punto de monitoreo CMesa1) hasta 17 org/L (punto de monitoreo CHuar1). El phylum con mayor densidad fue Rotifera con 36 org/L, seguido de los phyla Arthropoda con 7,88 org/L y Protozoa con 0,75 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Ciliophora con 0,13 org/L (ver Figura 10-26b). La especie de mayor densidad fue *Polyarthra* sp. con 28,50 org/L (phylum Rotifera), siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo CEste1 (cocha Esteban) y CHuar1 (cocha Huarashma). En el punto de monitoreo CMach1 (cocha Machupicchu) la especie más abundante fue *Tropocyclops* sp. (phylum Arthropoda) y en CMesa1 (cocha Mesa) fue *Arcella* sp. (phylum Protozoa).



*[Handwritten signature and initials]*



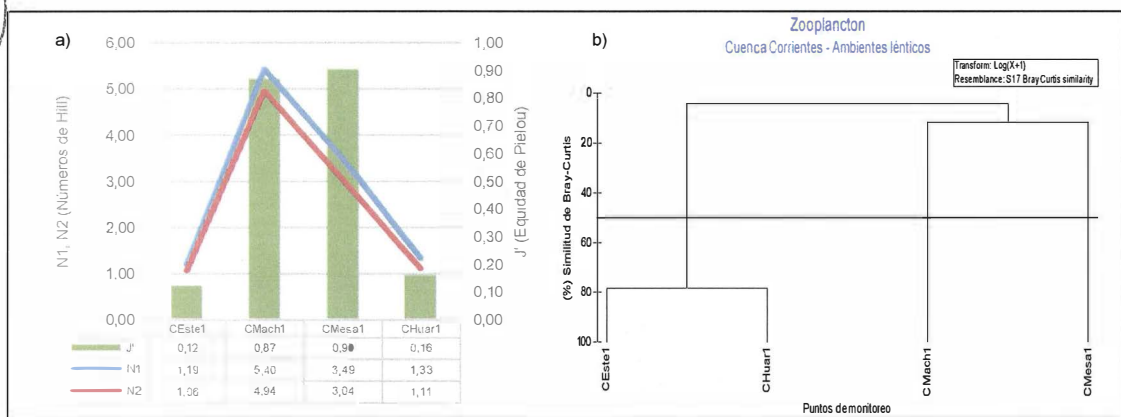
**Figura 10-26. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016**

Fuente: Elaboración propia.

**a.2.2. Diversidad alfa y beta**

777. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,19 especies efectivas (punto de monitoreo CEste1) hasta 5,40 especies efectivas (punto de monitoreo CMach1). El número de Hill N2 varió desde 1,06 especies efectivas (punto de monitoreo CEste1) hasta 4,94 especies efectivas (punto de monitoreo CMach1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,12 (punto de monitoreo CEste1) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,90 (punto de monitoreo CMesa1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CEste1, donde *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou, a excepción de CMesa1. Este punto de monitoreo presenta la mayor uniformidad pero el segundo mayor valor de especies efectivas (tanto para N1 como para N2), esto debido a que las abundancias de las especies registradas en este punto son muy similares en densidad (ver Figura 10-27a).

778. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud mayor al 50% (cerca al 80%) agrupando a los puntos de monitoreo CEste1 (cocha Mesa) y CHuar1 (cocha Hurashma), teniendo como principal especie en común a *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera). Se evidenció un segundo conglomerado con una similitud menor al 20%, el cual agrupó a los puntos de monitoreo CMach1 (cocha Machupicchu) y CMesa1 (cocha Mesa) (ver Figura 10-27b).



**Figura 10-27. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**b. Macroinvertebrados bentónicos**

**b.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

779. La colecta estuvo representada por 17 especies y 14 familias, distribuidos en ocho órdenes: Diptera con cinco especies; Hemiptera con tres especies, Ephemeroptera, Coleoptera y Odonata con dos especies cada uno; y finalmente Basommatophora, OSTRACODA ND (orden no determinado perteneciente a la

clase Ostracoda) y Trichoptera con una especie cada uno (ver Tabla A.3.17 del Anexo A.3).

780. La riqueza de especies por puntos de monitoreo varió desde cuatro especies (punto de monitoreo CMesa1) hasta ocho especies (puntos de monitoreo CEste1, CMach1 y CHuar1). Es preciso indicar que en los puntos RCorr1, QAKuc1, QApaña1, QCepu1 y QPani1 no se registraron organismos (ver Figura 10-28a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron *Cricotopus* sp. (orden Diptera) y *Pentamerura* sp. (orden Diptera) registradas en las cuatro cochas evaluadas.

781. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 1 794 org/0,27m<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 24 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo CMesa1) hasta 1 668 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo CEste1). El orden con mayor densidad fue Diptera con 1 387 org/0,27m<sup>2</sup>, seguido del orden Ephemeroptera con 249 org/0,27m<sup>2</sup>, mientras que el orden con menor abundancia fue Trichoptera con 1 org/0,27m<sup>2</sup> (ver Figura 10-28b). La especie de mayor densidad fue *Cricotopus* sp. (orden Diptera) con 1 264 org/0,27m<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en las cinco cochas evaluadas.

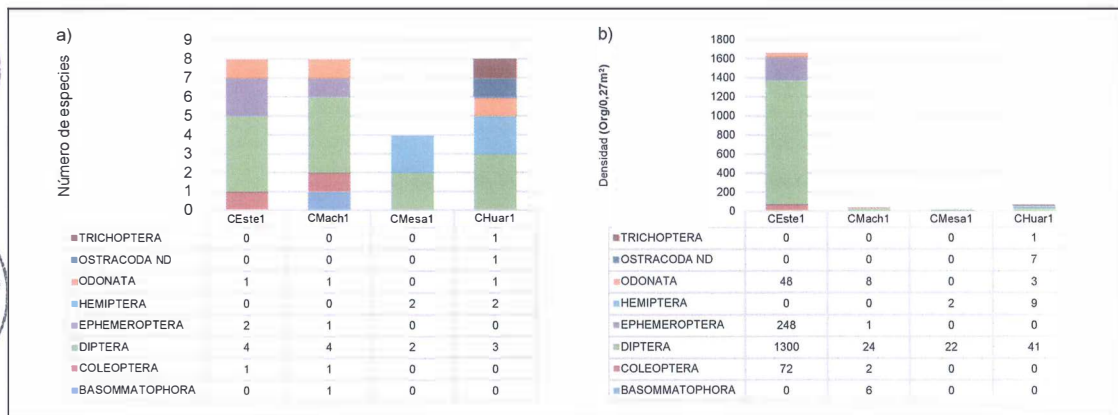
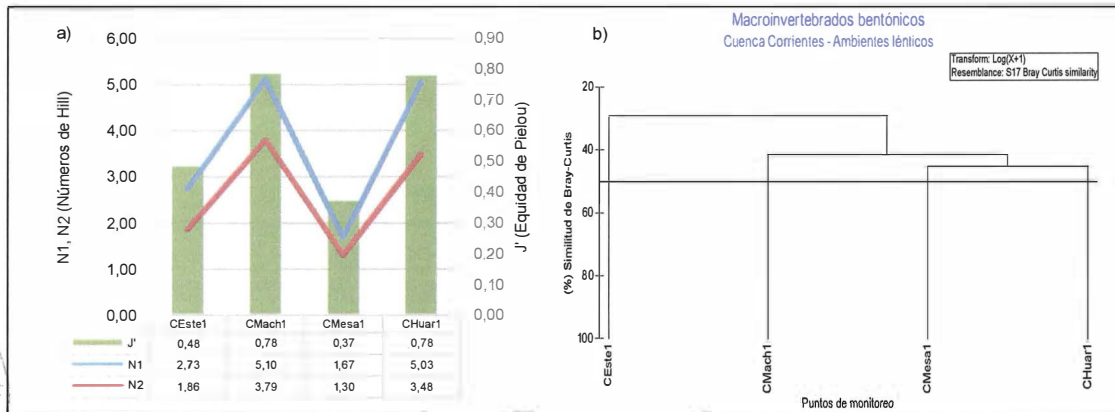


Figura 10-28. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016  
Fuente: Elaboración propia.

### b.2. Diversidad alfa y beta

782. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,67 especies efectivas (punto de monitoreo CMesa1) hasta 5,10 especies efectivas (punto de monitoreo CMash1). El número de Hill N2 varió desde 1,30 especies efectivas (punto de monitoreo CMesa1) hasta 3,79 especies efectivas (punto de monitoreo CMach1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,37 (punto de monitoreo CMesa1) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,78 (puntos CMach1 y CHuar1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CMesa1, donde *Cricotopus* sp. (orden Diptera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-29a).

783. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud menor al 50% (cercana al 50%), conformado por los puntos de monitoreo CMesa1 (cocha Mesa) y CHuar1 (cocha Huarashma), los cuales tienen como principal especie en común a *Cricotopus sp.* (orden Diptera) (ver Figura 10-29b).



**Figura 10-29. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia

**c. Peces**

**c.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

784. De los cuatro puntos de monitoreo donde se realizó la pesca mediante redes de espera, solo se tuvo éxito de colecta en tres puntos de monitoreo, CEste1 (cocha Esteban), CMesa1 (cocha Mesa) y CHuar1 (cocha Huarashma). La colecta estuvo representada por tres especies y tres familias, distribuidas en dos órdenes: Characiformes con dos especies y Perciformes con una especie (ver Tabla A.3.22 del Anexo A.3).

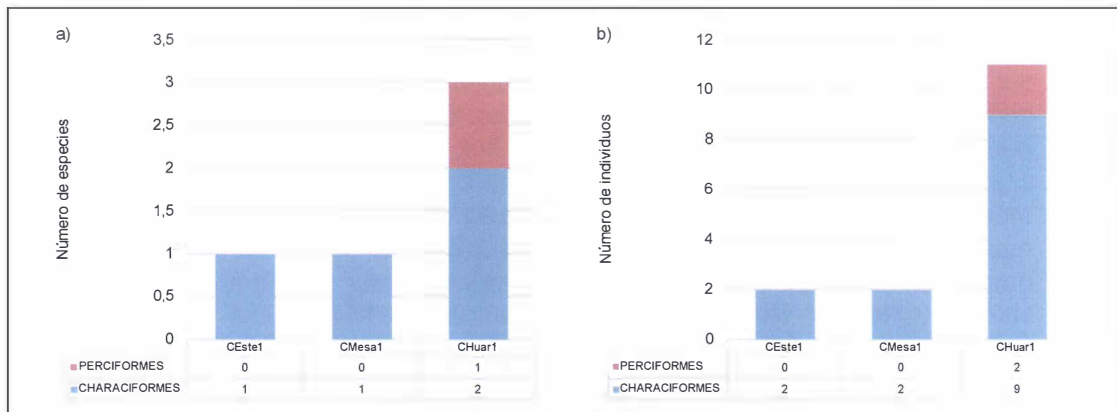
785. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (puntos de monitoreo CEste1 y CMesa1) hasta tres especies (punto de monitoreo CHuar1) (ver Figura 10-30a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) registrada en en los puntos de monitoreo CEste1, CMesa1 y CHuar1.

786. El número de individuos (abundancia) total acumulado fue de 15 individuos, variando desde dos ndividuos (puntos de monitoreo CEste1 y CMesa1) hasta 11 individuos (puntos de monitoreo CHuar1). El orden de mayor abundancia fue Characiformes con 13 individuos, seguido del orden Perciformes con dos individuos (ver Figura 10-30b). La especie de mayor densidad fue *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) con ocho individuos, registrando su mayor abundancia en el punto de monitoreo CHuar1.



[Handwritten signature in blue ink]

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-30. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia

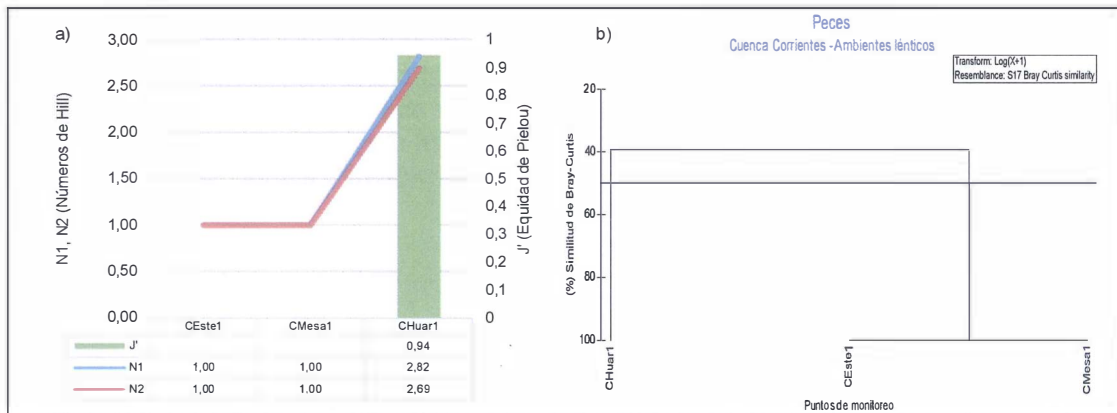
### c.3. Diversidad alfa y beta

787. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo CEste1 y CMesa1) hasta 2,82 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo CEste1 y CMesa1) hasta 2,69 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar1). La equidad de Pielou ( $J'$ ) registró un único valor de 0,94 en el punto de monitoreo CHuar1 lo cual indica una distribución homogénea de individuos por especie. Los puntos de monitoreo CEste1 y CMesa1 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo registraron una sola especie (ver Figura 10-31a).

788. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud del 100%, conformado por los puntos de monitoreo CEste1 y CMesa1, teniendo como principal especie en común a *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) (ver Figura 10-31b).



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100



**Figura 10-31. a) Diversidad alfa (diversidad verdadera) y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lénticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.



### 10.3.1.2.2. Puntos de monitoreo en ambientes lóticos

789. Se realizó el muestreo de la comunidad del perifiton (microalgas y microorganismos) en 19 puntos de monitoreo. Se registraron microalgas en los 19 puntos de monitoreo y microorganismos solo en 10 puntos de monitoreo. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue evaluada en 19 puntos de monitoreo, registrándose organismos de esta comunidad solo en 14 puntos de monitoreo. Para la comunidad de peces, la colecta se realizó en nueve puntos de monitoreo: QChue1 (quebrada Chue Entsa), QChue2 (quebrada Chue Entsa), QDPo1 (quebrada Dorissa pozo 1), QUkun1 (quebrada Ukunch Entsa), QPo11 (quebrada pozo 11), QApaña1 (quebrada Afluente Pañayacu), QAmach1 (quebrada Afluente Machupicchu), QTimu1 (quebrada Timunsa Entsa) y QCepu1 (quebrada Cepur Entsa).

#### a. Perifiton

##### a.1. Microalgas

##### a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

790. La colecta estuvo representada por 122 especies, 45 familias, 22 órdenes y siete) clases, distribuidas en seis phyla: Bacillariophyta con 98 especies; Cyanobacteria con 32 especies; Chlorophyta con 14 especies; Charophyta y Euglenozoa con cinco especies cada uno; y finalmente Rhodophyta con una especie (ver Tabla A.3.8 del Anexo A.3).

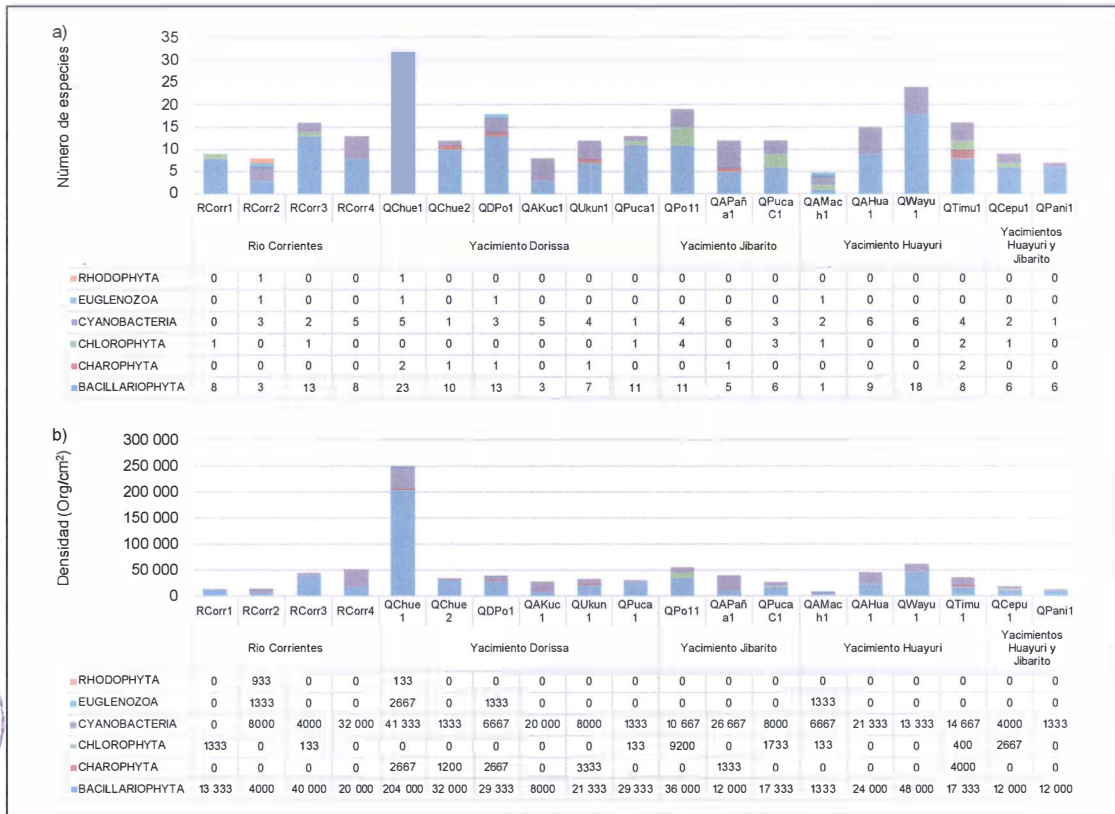
791. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde cinco especies (punto de monitoreo QAMach1) hasta 32 especies (punto de monitoreo QChue1) (ver Figura 10-32a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Frustulia saxoneotropica* (phylum Bacillariophyta) registrada en 10 puntos de monitoreo.

792. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 849 333 org/cm<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 9 467 org/cm<sup>2</sup> (punto de monitoreo QAMach1) hasta 250 800 org/L (punto de monitoreo QChue1). El phylum con mayor densidad fue Bacillariophyta con 797 333 org/cm<sup>2</sup>, seguido del phylum Cyanobacteria con 337 333 org/cm<sup>2</sup>, mientras que el phylum con menor abundancia fue Rhodophyta con 3 067 org/cm<sup>2</sup> (ver Figura 10-32b). La especie de mayor densidad fue *Eunotia cf bilunaris* (phylum Bacillariophyta) con 44 000 org/cm<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en el punto de monitoreo QPuca1.



Handwritten signature and date 10/11/2015

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-32. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016**

Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

793. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 3,36 especies efectivas (punto de monitoreo QAMach1) hasta 19,31 especies efectivas (punto de monitoreo QChue1). El número de Hill N2 varió desde 2,65 especies efectivas (punto de monitoreo QAMach1) hasta 15,79 especies efectivas (punto de monitoreo QWayu1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,75 (punto de monitoreo QAMach1) hasta 0,98 (punto de monitoreo RCorr1) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-33a).

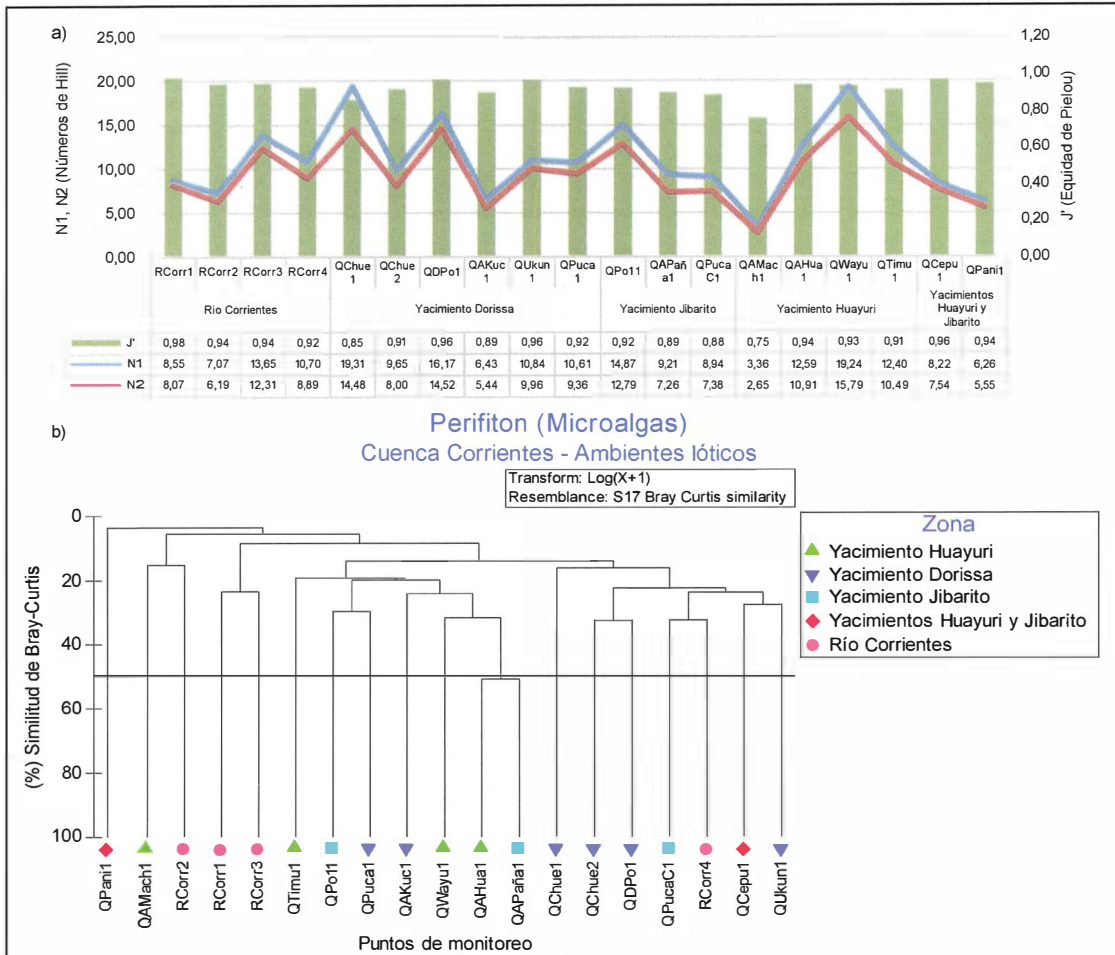
794. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud mayor al 50% (aproximadamente al 51%), conformado por los puntos de monitoreo QAHua1 (quebrada Afluente Huayuri) y QAPaña1 (quebrada Afluente Pañayacu) (ver Figura 10-33b).



*[Handwritten signature and notes in blue ink]*



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-33. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microalgas) en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**a.2. Microorganismos**

**a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

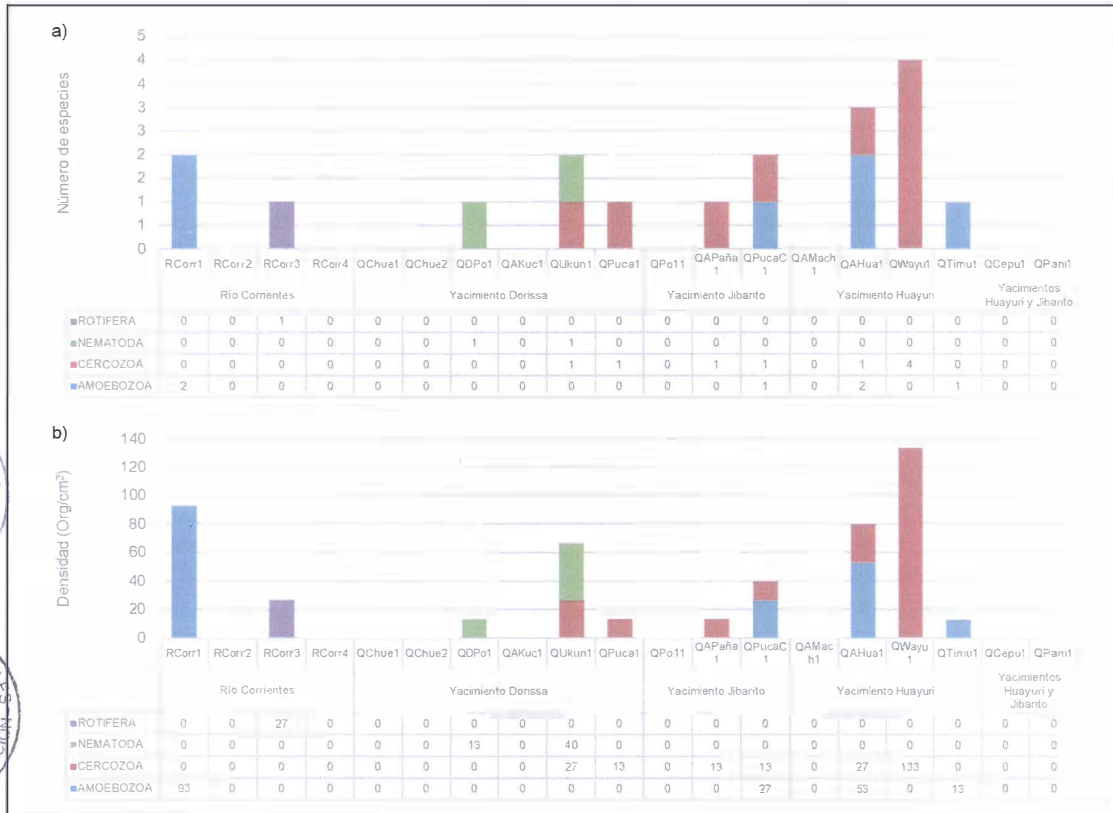
795. La colecta estuvo representada por 12 especies, siete familias, cuatro órdenes y cuatro clases, distribuidas en cuatro phyla: Amoebozoa y Cercozoa con seis especies cada uno; Rotifera con dos especies; y finalmente Nematoda con una especie (ver Tabla A.3.11 del Anexo A.3).

796. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (puntos de monitoreo QAPañ1, QDPo1, QPuca1, QTimu1 y RCorr3) hasta cuatro especies (puntos de monitoreo QShiPo13 y QWayu1) (ver Figura 10-33a). Es preciso indicar que en los puntos QAKuc1, QAMach1, QCepu1, QChue1, QChue2, QPan11, QPo11, QShiv1, RCorr2 y RCorr4 no se registraron organismos. La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Corythion* sp. (phylum Cercozoa) registrada en cuatro puntos de monitoreo.

797. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 493 org/cm<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 13 org/cm<sup>2</sup> (puntos de monitoreo QAPañ1, QDPo1,

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

QPuca1 y QTimu1) hasta 133 org/cm<sup>2</sup> (punto de monitoreo QWayu1). El phylum con mayor densidad fue Cercozoa con 360 org/cm<sup>2</sup>, seguido del phylum Amoebozoa con 293 org/cm<sup>2</sup>, mientras que el phylum con menor abundancia fue Rotifera con 40 org/cm<sup>2</sup> (ver Figura 10-34b). La especie de mayor densidad fue *Trinema enchelys* phylum Cercozoa) con 93 org/cm<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QPuca1 y QWayu1.



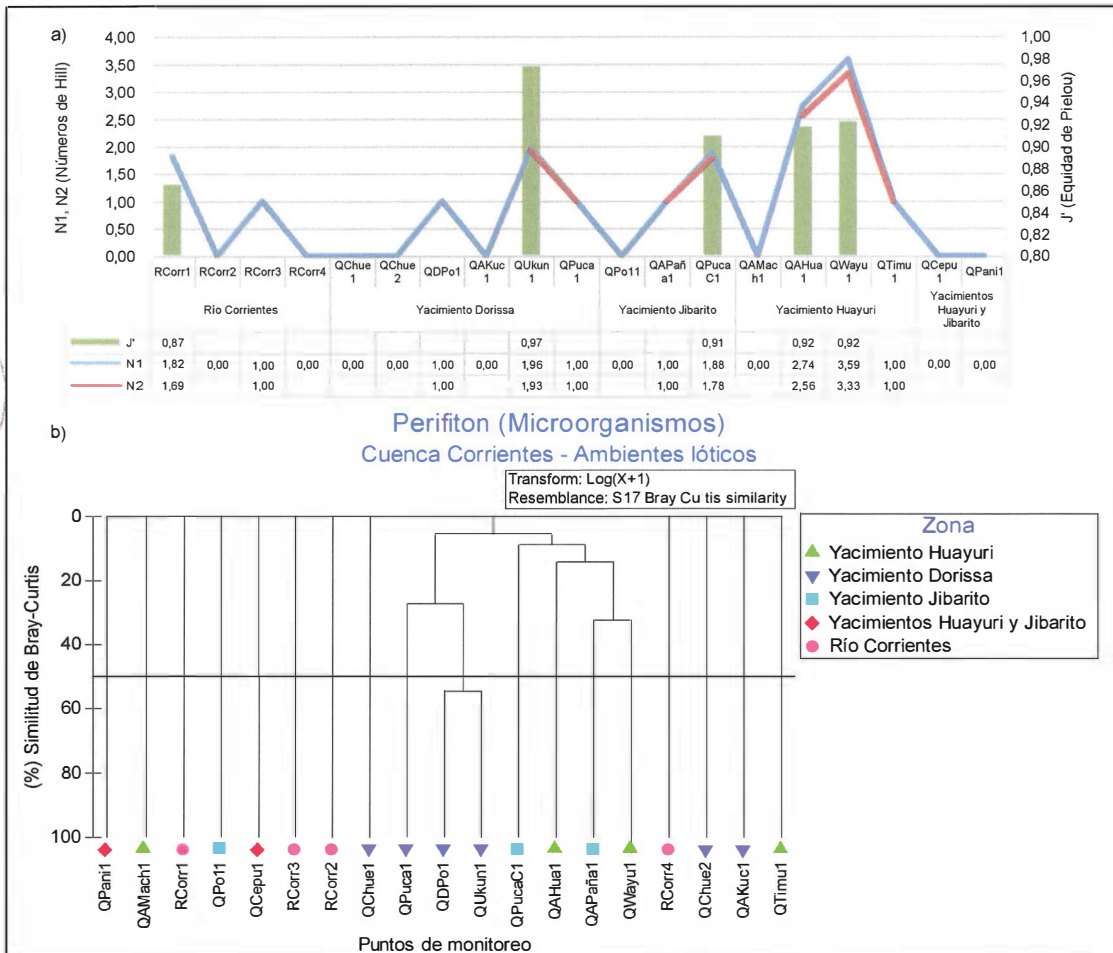
**Figura 10-34. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**a.2.2. Diversidad alfa y beta**

798. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo RCorr3, QDPo1, QPuca1, QAPaña1 y QATumu1) hasta 3,59 especies efectivas (puntos de monitoreo QWayu1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo RCorr3, QDPo1, QPuca1, QAPaña1 y QATumu1) hasta 3,33 especies efectivas (punto de monitoreo QWayu1). Por otro lado, la equidad de Pielou varió desde 0,87 (punto de monitoreo RCorr1) hasta 0,97 (punto de monitoreo QUkun1) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Los puntos de monitoreo RCorr3, QDPo1, QPuca1, QAPaña1 y QTimu1 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo registraron una sola especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-35a).

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

799. La evaluación de parámetros comunitarios conformó un conglomerado con una similitud mayor al 50% (aproximadamente al 55%). Este conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QDPo1 (quebrada Dorissa pozo 1) y QUkun1 (quebrada Ukunch Entsa) teniendo como principal especie en común a NEMATODA ND (especie no determinada del phylum Nematoda) (ver Figura 10-35b).



**Figura 10-35. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microorganismos) en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**b. Macroinvertebrados bentónicos**

**b.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

800. La muestra estuvo representada por 17 especies y 14 familias, distribuidas en 10 órdenes: Ephemeroptera y Diptera con dos especies cada uno; Decapoda, Hemiptera y Odonata con dos especies cada uno; Basommatophora, Plecoptera, Rhynchobdellida, Trichoptera y Veneroida con una especie cada uno (ver Tabla A.3.14 del Anexo A.3).

801. La riqueza de especies por puntos de monitoreo varió desde una especie (puntos de monitoreo QAMach1, QPo11, QPuca1, QUkun1, RCorr2 y RCorr3) hasta ocho



"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

especies (punto de monitoreo QAHua1) (ver Figura 10-36a). Es preciso indicar que en los puntos RCorr1, QAKuc1, QAPaña1, QCepu1 y QPani1 no se registraron organismos. La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue Cloe sp. (orden Diptera) registrada en las seis puntos de monitoreo (QChue2, QPucaC1, QWayu1, RCorr2, RCorr3 y RCorr4).



Figura 10-36. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016
Fuente: Elaboración propia.

802. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 443 org/0,27m², variando los valores de densidad desde 1 org/0,27m² (puntos de monitoreo QAMach1, QPo11 y QUkun1) hasta 253 org/0,27m² (punto de monitoreo QAHua1). El orden con mayor densidad fue Diptera con 215 org/0,27m², seguido del orden Ephemeroptera con 100 org/0,27m², mientras que los órdenes con menor abundancia fueron Plecoptera y Trichoptera con 1 org/0,27m² (ver Figura 10-36b). La especie de mayor densidad fue Cricotopus sp. (orden Diptera) con



Handwritten signature and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

194 org/0,27m<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QAHua1, QChue1, QChue2 y QPuca1.

## b.2. Diversidad alfa y beta

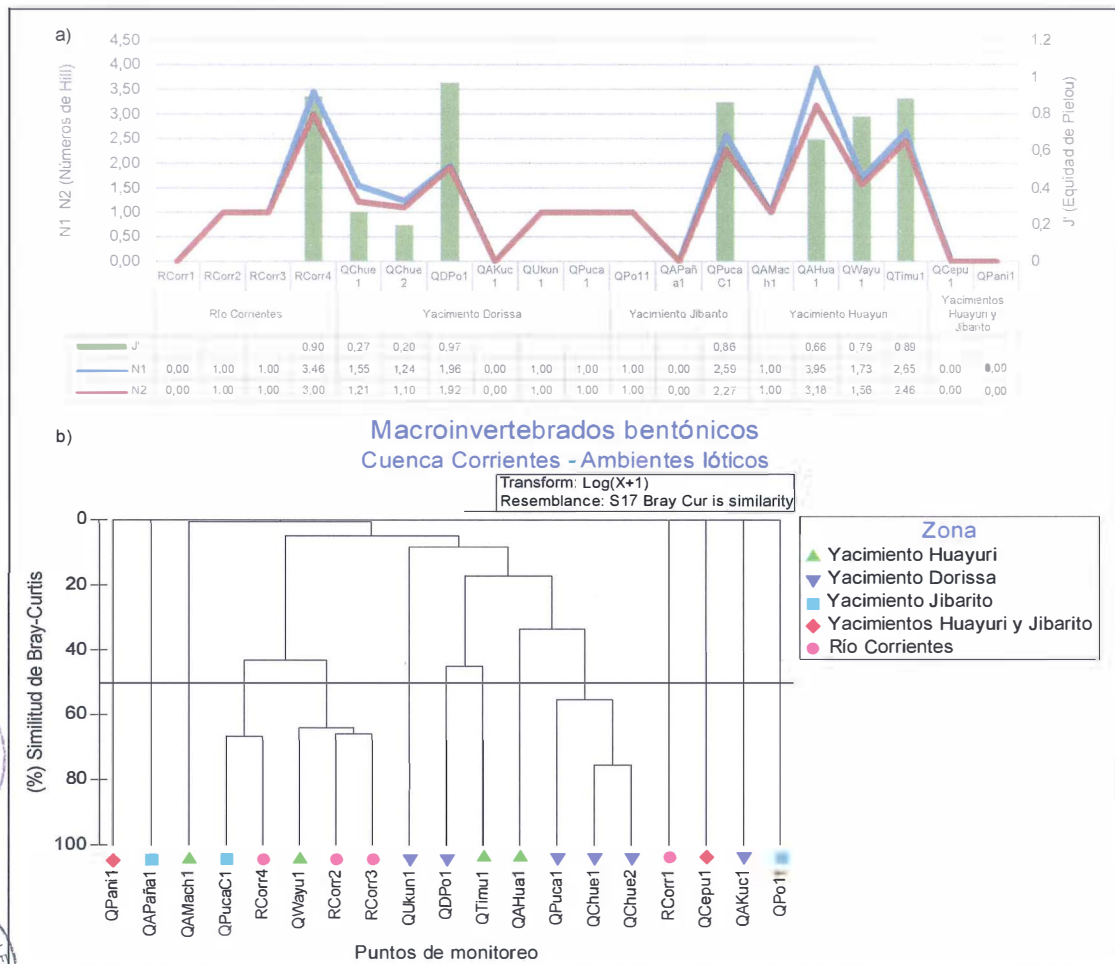
803. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QAMach1, QPo11, QPuca1, QUkun1, RCorr2 y RCorr3) hasta 3,95 especies efectivas (punto de monitoreo QAHua1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QAMach1, QPo11, QPuca1, QUkun1, RCorr2 y RCorr3) hasta 3,18 especies efectivas (punto de monitoreo QAHua1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,20 (punto de monitoreo QChue2) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,97 (punto de monitoreo QDPo1), donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Los puntos de monitoreo RCorr2, RCorre3, QUkun4, QPuca1, QPo11 y QAMach1 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo se registró una sola especie en cada uno de estos puntos (ver Figura 10-37a).

804. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar tres conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QPucaC1 (quebrada Puca Cuncayacu) y RCorr4 (río Corrientes) con una similitud de 69 %; el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos RCorr2 (río Corrientes) y RCorr3 (río Corrientes) con una similitud del 65%; y por último el tercer conglomerado estuvo conformado por los puntos QChue1 (Quebrada Che Entsa) y QChue2 (Quebrada Che Entsa) con una similitud del 55% (ver Figura 10-37b).



*[Handwritten signature]*

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-37. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016

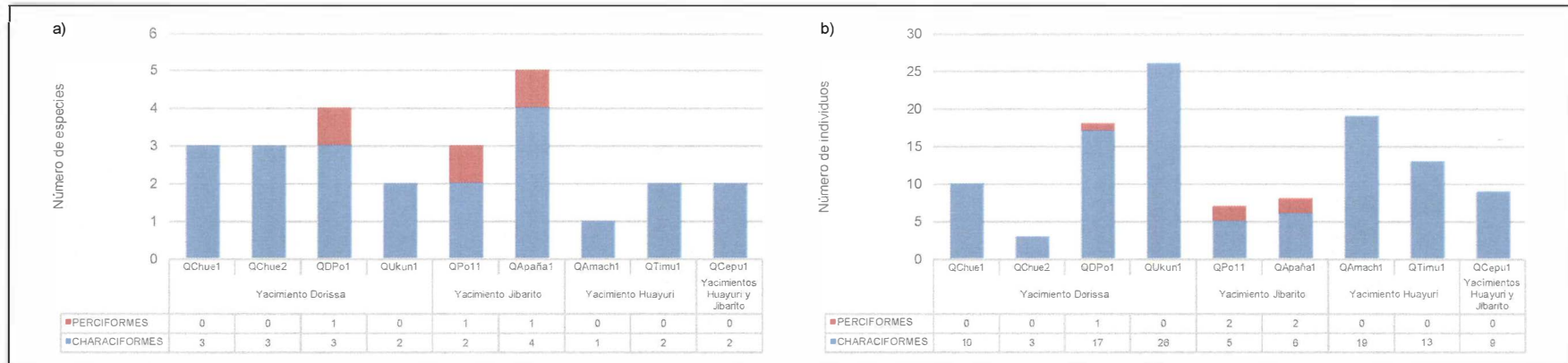
Fuente: Elaboración propia.

**c. Peces**

**c.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

- 805. La colecta estuvo representada por 11 especies y dos familias, distribuidas en dos órdenes: Characiformes con 10 especies y Perciformes con una especie (ver Tabla A.3.20 del Anexo A.3).
- 806. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde un especie (punto de monitoreo QAmach1) hasta cinco especies (punto de monitoreo QApaña1) (ver Figura 10-38a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Tetragonopterus cf. argenteus* "mojarra" (orden Characiformes) registrada en los puntos de monitoreo QChue1, QChue2, QUkun1 y QApaña1.

807. El número de individuos (abundancia) total acumulado fue de 113 individuos, variando desde tres individuos (punto de monitoreo QChue2) hasta 26 individuos (punto de monitoreo QUkun1). El orden con mayor abundancia fue Characiformes con 108 individuos, seguido del orden Perciformes con cinco individuos (ver Figura 10-38b). La especie de mayor abundancia fue *Tetragonopterus cf. argenteus* "mojarra" (orden Characiformes) con 28 individuos, registrándose su mayor abundancia en el punto de monitoreo QUkun1.



**Figura 10-38. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016**  
Fuente: Elaboración propia.

**c.2. Diversidad alfa y beta**

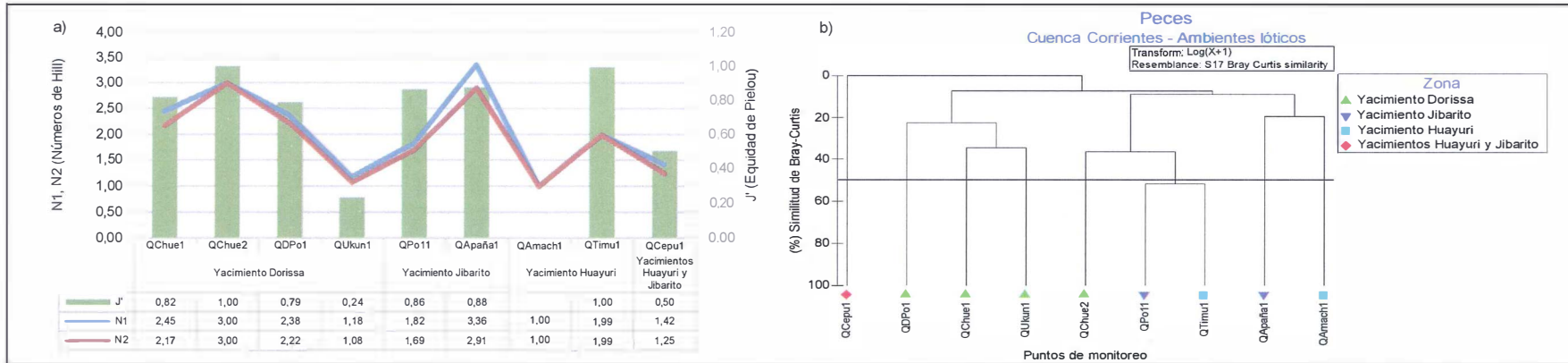
808. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo QAmach1) hasta 3,36 especies efectivas (punto de monitoreo QApaña1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo QAmach1) hasta tres especies efectivas (punto de monitoreo QChue2). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,24 (punto de monitoreo QUkun1) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 1,00 (puntos de monitoreo QChue2 y QTimu1), donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. El punto de monitoreo QAmach1 no obtuvo ningún valor de equidad debido a que solo se registró una sola especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo QUkun1, donde *Tetragonopterus cf. argenteus* "mojarra" (orden Characiformes) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-39a).



*[Handwritten signature]*

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

809. La evaluación de parámetros comunitarios conformó un conglomerado con una similitud mayor al 50%, conformado por los puntos de monitoreo QPo11 y QTimu1, teniendo como principal especie en común a CHARACIDAE ND1 "carácido" (especie no determinada de la familia Characidae, orden Characiformes) (ver Figura 10-39b).



**Figura 10-39. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lóticos de la cuenca Corrientes, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.



*[Handwritten signature]*



### 10.3.1.3. Cuenca Medio Alto Tigre

#### 10.3.1.3.1. Puntos de monitoreo en ambientes lénticos

810. Se realizó el muestreo de la comunidad del plancton (fitoplancton y zooplancton), macroinvertebrados bentónicos y peces en cinco puntos de monitoreo correspondientes a las cochas Auca (CAuca1), Camiloyacu (CCami1), Montano (CMont1), Sol Sol (CSol1) y Tipishca (CTiph1). Se registró la comunidad del plancton en los cinco puntos de monitoreo, mientras que la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos fueron registrados solo en cuatro puntos de monitoreo, con ausencia de organismos en la cocha Auca (CAuca1). Para la comunidad de peces, se tuvo éxito de colecta en los cinco puntos de monitoreo.

#### a. Plancton

##### a.1. Fitoplancton

##### a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

811. La muestra estuvo representada por 38 especies (dos no determinadas), 26 familias, 18 órdenes y nueve clases, distribuidas en siete phyla: Euglenophyta con 10 especies; Bacillariophyta y Chlorophyta con ocho especies cada uno; Cyanobacteria con siete especies; Charophyta con tres especies; y finalmente Miozoa junto a Ochrophyta con una especie cada uno (ver Tabla A.3.3 del Anexo A.3).

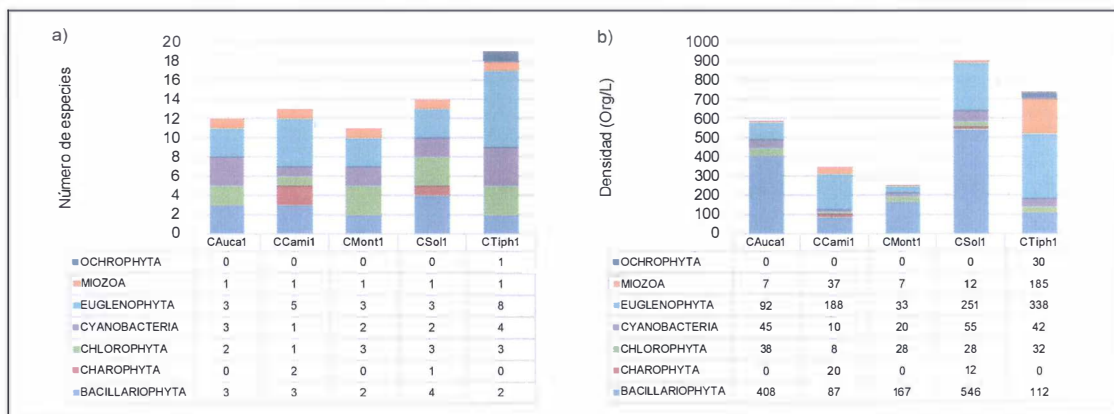
812. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde nueve especies (puntos de monitoreo CEste1 y CMach1) hasta 15 especies (punto de monitoreo CHuar1) (ver Figura 10-40a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron dos; PERIDINIALES ND (especie no determinada del orden Peridiniales, phylum Miozoa) y Euglena sp. (phylum Euglenophyta), registrándose la primera especie en los puntos de monitoreo CEste1, CMesa1 y CHuar1 y la segunda especie en los puntos de monitoreo CEste1, CMach1 y CMesa1.

813. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 3 880 org/L, variando los valores de densidad desde 396 org/L (punto de monitoreo CEste1) hasta 2 417 org/L (punto de monitoreo CMesa1). El phylum con mayor densidad fue Bacillariophyta con 2 449 org/L, seguido del phylum Charophyta con 703 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Euglenophyta con 45 org/L (ver Figura 10-40b). La especie de mayor densidad fue *Frustulia* sp. con 1 797 org/L (phylum Bacillariophyta), siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo CMesa1 (cocha Mesa) y CHuar1 (cocha Huarashma). En el punto de monitoreo CEste1 (cocha Esteban) la especie más abundante fue *Crucigenia* sp. (phylum Chlorophyta) y en el punto de monitoreo CMach1 (cocha Machupicchu) fue *Closterium* sp. (phylum Charophyta).



Handwritten signature in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

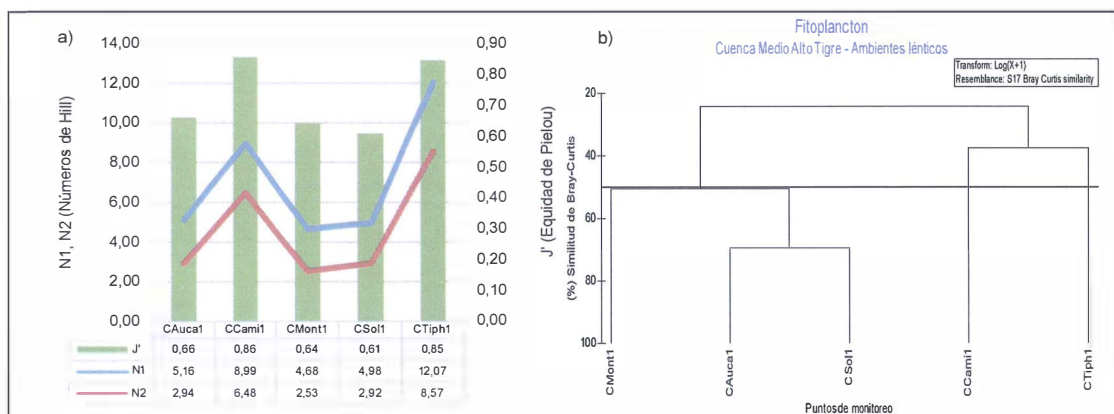


**Figura 10-40. a)** Número de especies y **b)** densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

814. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 4,68 especies efectivas (punto de monitoreo CMont1) hasta 12,07 especies efectivas (punto de monitoreo CTiph1). El número de Hill N2 varió desde 2,53 especies efectivas (punto de monitoreo CMont1) hasta 8,57 especies efectivas (punto de monitoreo CTiph1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,61 (CSol1) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,86 (punto de monitoreo CCami1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de mointoreo CSol1, donde Aulacoseira sp. fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-41a).



**Figura 10-41. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016

Fuente: Elaboración propia.

815. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud mayor al 50%, la cual estuvo conformado por los puntos de monitoreo CAuca1 (cocha Auca), CSol1 (cocha Sol

Sol) y CMont1 (cocha Montano) teniendo como principal especie en común a *Aulacoseira* sp. (ver Figura 10-41b).

**a.2. Zooplancton**

**a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

816. La muestra estuvo representada por 19 especies (cinco no determinadas), 16 familias, nueve órdenes y seis clases, distribuidas en cuatro phyla: Rotifera con 10 especies, Arthropoda con siete especies y finalmente Ciliophora y Protozoa con una especie cada uno (ver Tabla A.3.6. del Anexo A.3.).

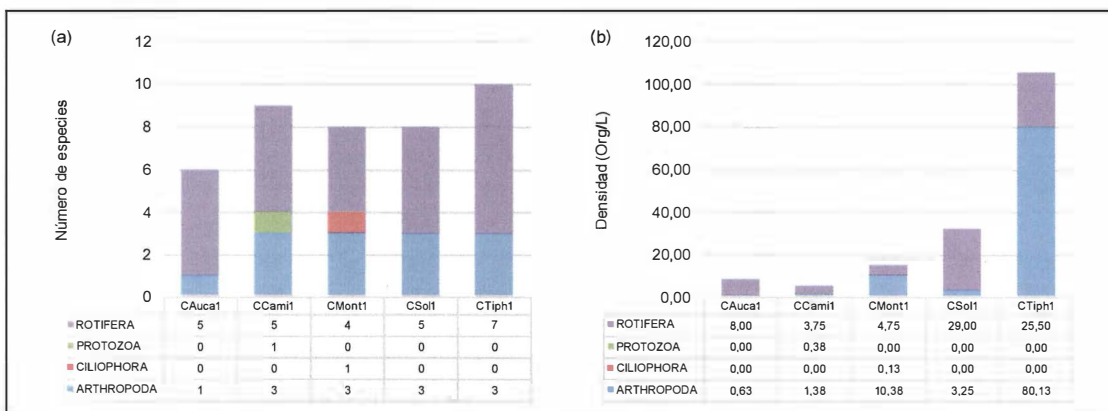
817. La riqueza de especies por puntos de monitoreo varió desde seis especies (punto CAuca1) hasta 10 especies (punto de monitoreo CTiph1) (ver Figura 10-42a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron MAXILLOPODA ND (especie no determinada de la clase Maxillopoda en estado larva nauplio, phylum Arthropoda) y *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) registradas en las cinco cochas evaluadas.

818. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 167,25 org/L, variando los valores de densidad desde 5,5 org/L (punto de monitoreo CCami1) hasta 105,63 org/L (punto de monitoreo CTiph1). El phylum con mayor densidad fue Arthropoda con 95,75 org/L, seguido del phylum Rotifera con 71 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Ciliophora con 0,13 org/L (ver Figura 10-42b).

819. La especie de mayor densidad fue MAXILLOPODA ND (especie no determinada de la clase Maxillopoda en estado larva nauplio, phylum Arthropoda) con 81,25 org/L, siendo la especie más abundante en el punto de monitoreo CTiph1 (cocha Tipishca). En los puntos de monitoreo CAuca1 (cocha Auca) y CCami1 (cocha Camiloyacu) la especie más abundante fue *Polyarthra* sp., en CMont1 (cocha Montano) fue DIPLOSTRACA ND (especie no determinada del orden Diplostraca, phylum Arthropoda) y en CSol1 (cocha Sol Sol) fue *Brachionus* sp. (phylum Rotifera).



[Handwritten signature and notes in blue ink]



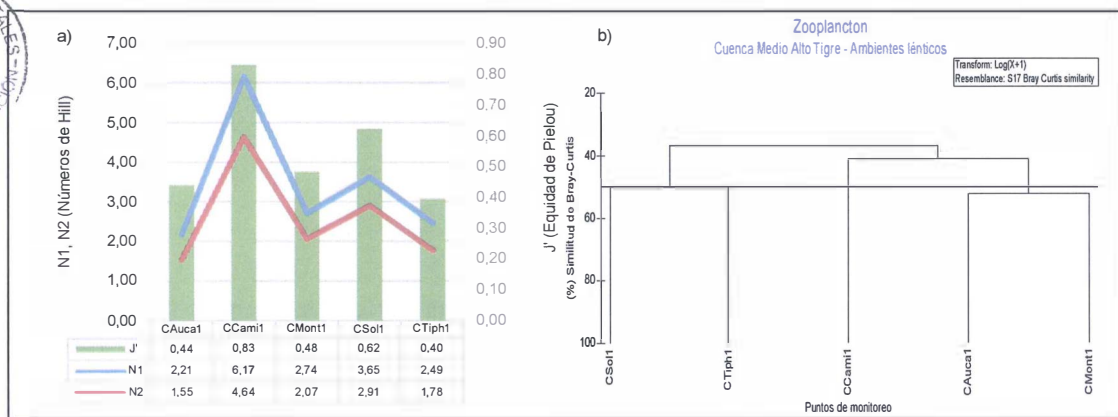
**Figura 10-42. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016**

Fuente: Elaboración propia.

**a.2.2. Diversidad alfa y beta**

820. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 2,21 especies efectivas (punto de monitoreo CAuca1) hasta 6,17 especies efectivas (punto de monitoreo CCami1). El número de Hill N2 varió desde 1,55 especies efectivas (punto de monitoreo CAuca1) hasta 4,64 especies efectivas (punto de monitoreo CCami1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,40 (punto de monitoreo CTiph1) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,83 (punto de mointoreo CCami1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CTiph1, donde MAXILLOPODA ND (especie no determinada de la clase Maxillopoda en estado larva nauplio, phylum Arthropoda) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-43a).

821. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo CAuca1 (cocha Aucacocha) y CMont1 (cocha Montano) teniendo como principal especie en común a *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera); mientras que el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo CSol1 (cocha Sol Sol) y CTiph1 (cocha Tipishca) teniendo como principal especie en común a *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) (ver Figura 10-43b).



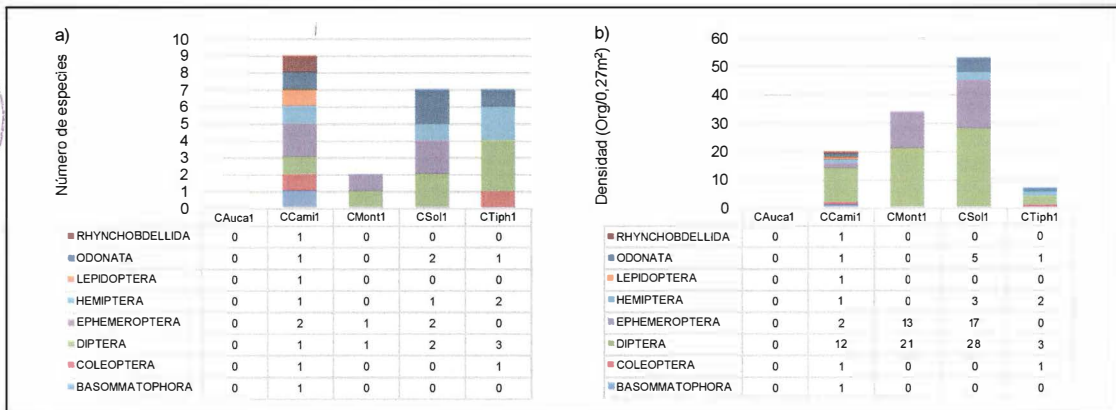
**Figura 10-43. a) Diversidad alfa (diversidad verdadera) y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016**  
Fuente: Elaboración propia.

**b. Macroinvertebrados bentónicos**

**b.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

822. La muestra estuvo representada por 19 especies y 17 familias, distribuidas en ocho órdenes: Hemiptera y Diptera con cuatro especies cada uno; Ephemeroptera y Odonata con tres especies cada uno; Coleoptera con dos especies; y finalmente Basommatophora, Lepidoptera y Rhynchobdellida con una especie cada uno (ver Tabla A.3.18 del Anexo A.3.).

823. La riqueza de especies por puntos de monitoreo varió desde dos especies (punto de monitoreo CMont1) hasta nueve especies (punto de monitoreo CCami1) (ver Figura 10-44<sup>a</sup>). Es preciso indicar que en el punto CAuca1 no se registró ningún organismo. La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Cricotopus* sp. (orden Diptera) registrada en las cuatro cochas que registraron organismos (Camiloyacu, Montano, Sol Sol y Tipishca).
824. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 114 org/0,27m<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 7 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo CTiph1) hasta 53 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo CSol1). El orden con mayor densidad fue Diptera con 64 org/0,27m<sup>2</sup>, seguido del orden Ephemeroptera con 32 org/0,27m<sup>2</sup>, mientras que los órdenes con menor abundancia fueron Trichoptera, Lepidoptera y Rhynchibdellida con 1 org/0,27m<sup>2</sup> (ver Figura 10-44b). La especie de mayor densidad fue *Cricotopus* sp. (orden Diptera) con 61 org/0,27m<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en las cinco cochas evaluadas.

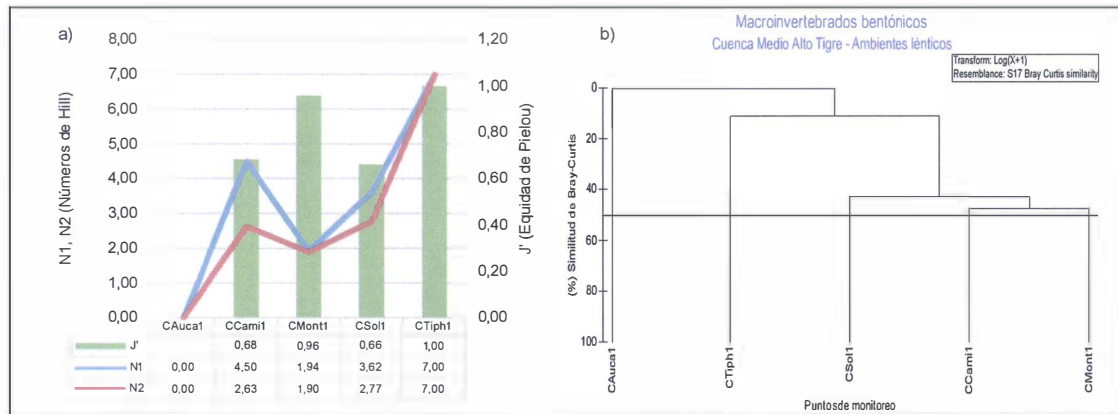


**Figura 10-44. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016**  
Fuente: Elaboración propia.

**b.2. Diversidad alfa y beta**

825. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,94 especies efectivas (punto de monitoreo CMont1) hasta 7,00 especies efectivas (punto de monitoreo CTiph1). El número de Hill N2 varió desde 1,90 especies efectivas (punto de monitoreo CMont1) hasta 7,00 especies efectivas (punto de monitoreo CTiph1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,66 (punto de monitoreo CSol1) hasta 1,00 (punto de monitoreo CTiph1) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-45a).
826. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud menor al 50%, el cual estuvo conformado por los puntos de monitoreo CCami1 (cocha Camiloyacu) y CMont1 (cocha Montano) teniendo como principal especie en común a *Cricotopus* sp. (orden Diptera) (ver Figura 10-45b).

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-45. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**c. Peces**

**c.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

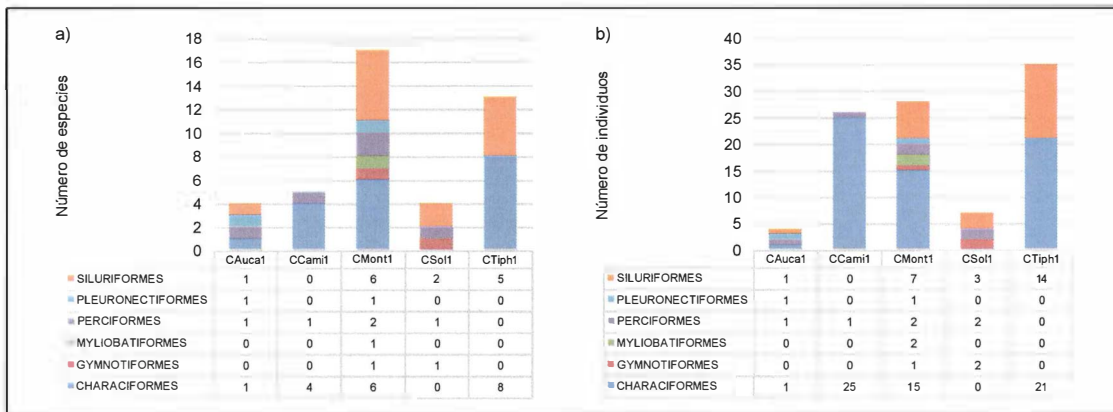
827. Se tuvo éxito de colecta de peces utilizando redes de espera en los cinco puntos de monitoreo correspondientes a las cochas Auca (CAuca1), Camiloyacu (CCami1), Montano (CMont1), Sol Sol (CSol1) y Tipishca (CTiph1). La colecta estuvo representada por 34 especies y 17 familias, distribuidas en seis órdenes: Characiformes con 16 especies; Siluriformes con nueve especies; Perciformes con cuatro especies; Gymnotiformes y Pleuronectiformes con dos especies cada uno; y finalmente Myliobatiformes con una especie (ver Tabla A.3.24 del Anexo A.3.).

828. La riqueza de especies por puntos de monitoreo varió desde cuatro especies (puntos de monitoreo CAuca1 y CSol1) hasta 17 especies (punto de monitoreo CMont1) (ver Figura 10-46a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Spatuloricaria* sp. "carachama" (orden Siluriformes) registrada en en los puntos de monitoreo CMont1, CSol1 y CTiph1.

829. El número de individuos (abundancia) total acumulado fue de 100 individuos, variando desde cuatro individuos (punto de monitoreo CAuca1) hasta 35 individuos (punto de monitoreo CTiph1). El orden con mayor abundancia fue Characiformes con 62 individuos, seguido del orden Siluriformes con 15 individuos, mientras que los órdenes con menor abundancia fueron Myliobatiformes y Pleuronectiformes con dos individuos cada uno (ver Figura 10-46b). La especie de mayor abundancia fue *Steindachnerina* sp. "chio chio" (orden Characiformes) con 33 individuos, siendo la especie más abundante en el punto de monitoreo CCami1.



[Handwritten signature/initials]



**Figura 10-46. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**c.2. Diversidad alfa y beta**

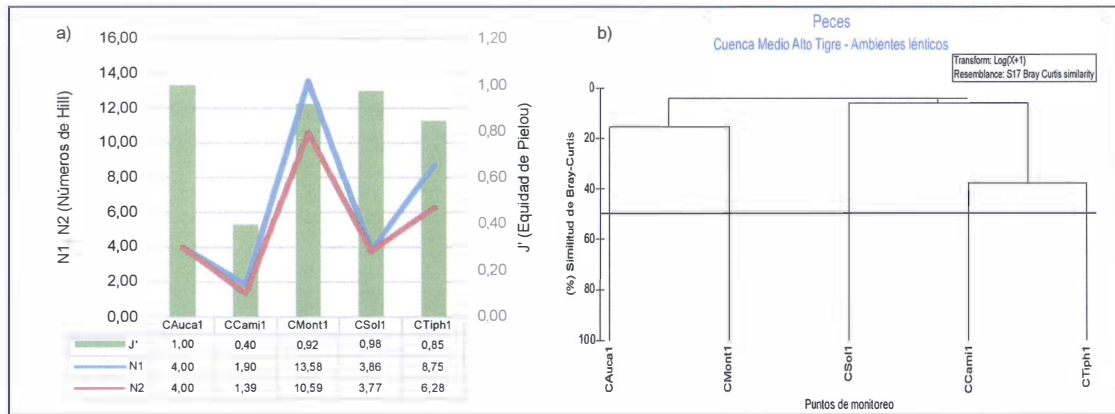
830. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,90 especies efectivas (punto de monitoreo CCami1) hasta 13,58 especies efectivas (punto de monitoreo CMont1). El número de Hill N2 varió desde 1,39 especies efectivas (punto de monitoreo CCami1) hasta 10,59 especies efectivas (punto de monitoreo CMont1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,40 (punto de monitoreo CCami1) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 1,00 (punto de monitoreo CAuca1) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CShiru1, donde *Steindachnerina* sp. "chio chio" (orden Characiformes) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-47a).

831. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos conglomerados con una similitud menor al 50%: el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo CAuca1 y CMont1, teniendo como principales especies en común a *Plagioscion squamosissimus* "corvina" (orden Perciformes) y *Megalodoras uranoscopus* "cahuara" (orden Siluriformes); mientras que el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos CCami1 y CTiph1, teniendo como principal especie en común a *Steindachnerina* sp. "chio chio" (orden Characiformes) (ver Figura 10-47b).



Handwritten signature and initials.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-47. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lénticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**10.3.1.3.2. Puntos de monitoreo en ambientes lóticos**

832. Se realizó el muestreo de la comunidad del perifiton (microalgas y microorganismos) en 24 puntos de monitoreo. Se registraron microalgas en los 24 puntos de monitoreo y microorganismos solo en 12 puntos de monitoreo. La comunidad de macroinvertebrados bentónicos fue evaluada en 22 puntos de monitoreo, registrándose organismos de esta comunidad solo en 20 puntos de monitoreo. Para la comunidad de peces, la colecta se realizó en 14 puntos de monitoreo: QAfLi1 (quebrada afluente Limón), QCach1 (quebrada Cachiyacu), QCeme1 (quebrada Cementerio), QGrin1 (quebrada Gringoyacu), QManc1 (quebrada Manchari), QPied1 (quebrada Piedra Negra), QPied2 (quebrada Piedra Negra), QSanA1 (quebrada San Antonio), QSanB1 (quebrada Santa Bárbara), QLupu1 (quebrada Lupuna), RTigr1 (río Tigre), RTigr2 (río Tigre), RTigr5 (río Tigre) y QShiv1 (quebrada Shivyacu).

**a. Perifiton**

**a.1. Microalgas**

**a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

833. La muestra estuvo representada por 184 especies, 58 familias, 27 órdenes y 11 clases, distribuidas en ocho phyla: Bacillariophyta con 95 especies; Cyanobacteria con 32 especies; Charophyta con 10 especies; Chlorophyta con ocho especies, Euglenozoa con tres especies; Ochrophyta y Ophiocytium con dos especies; y finalmente Rhodophyta con una especie (ver Tabla A.3.9 del Anexo A.3).

834. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde cuatro especies (punto de monitoreo Afloramiento 1) hasta 37 especies (punto de monitoreo QSanA1) (ver Figura 10-48a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Phormidium sp. 1* (phylum Cyanobacteria) registrada en 13 puntos de monitoreo.

835. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 1 113 733 org/cm<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 13 333 org/cm<sup>2</sup> (punto de monitoreo QPied1) hasta 88 267 org/L (punto de monitoreo QSanA1). El phylum con mayor densidad fue

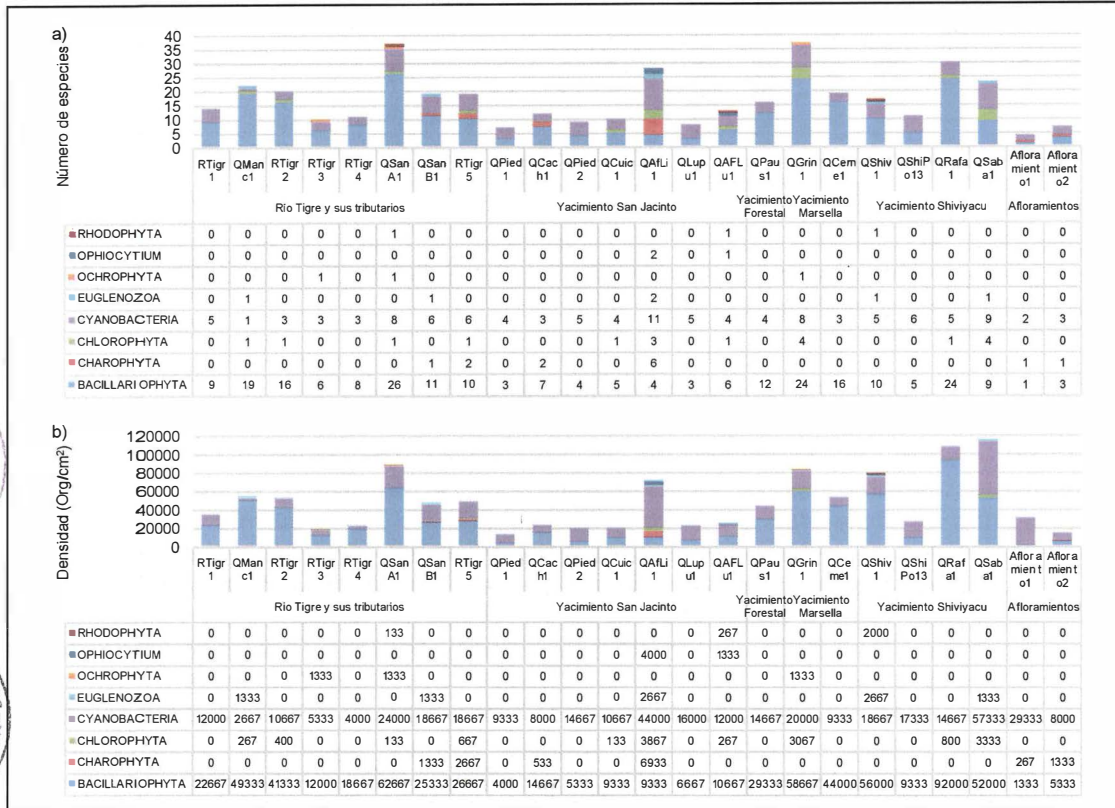


*[Handwritten signature]*



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Bacillariophyta con 457 333 org/cm<sup>2</sup>, seguido del phylum Cyanobacteria con 292 000 org/cm<sup>2</sup>, mientras que el phylum con menor abundancia fue Rhodophyta con 400 org/cm<sup>2</sup> (ver Figura 1048b). La especie de mayor densidad fue *Leptolyngbya* sp. 4 (phylum Cyanobacteria) con 42 667 org/cm<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QGrin1, QSanB1, RTigr5 y Afloramiento 2.



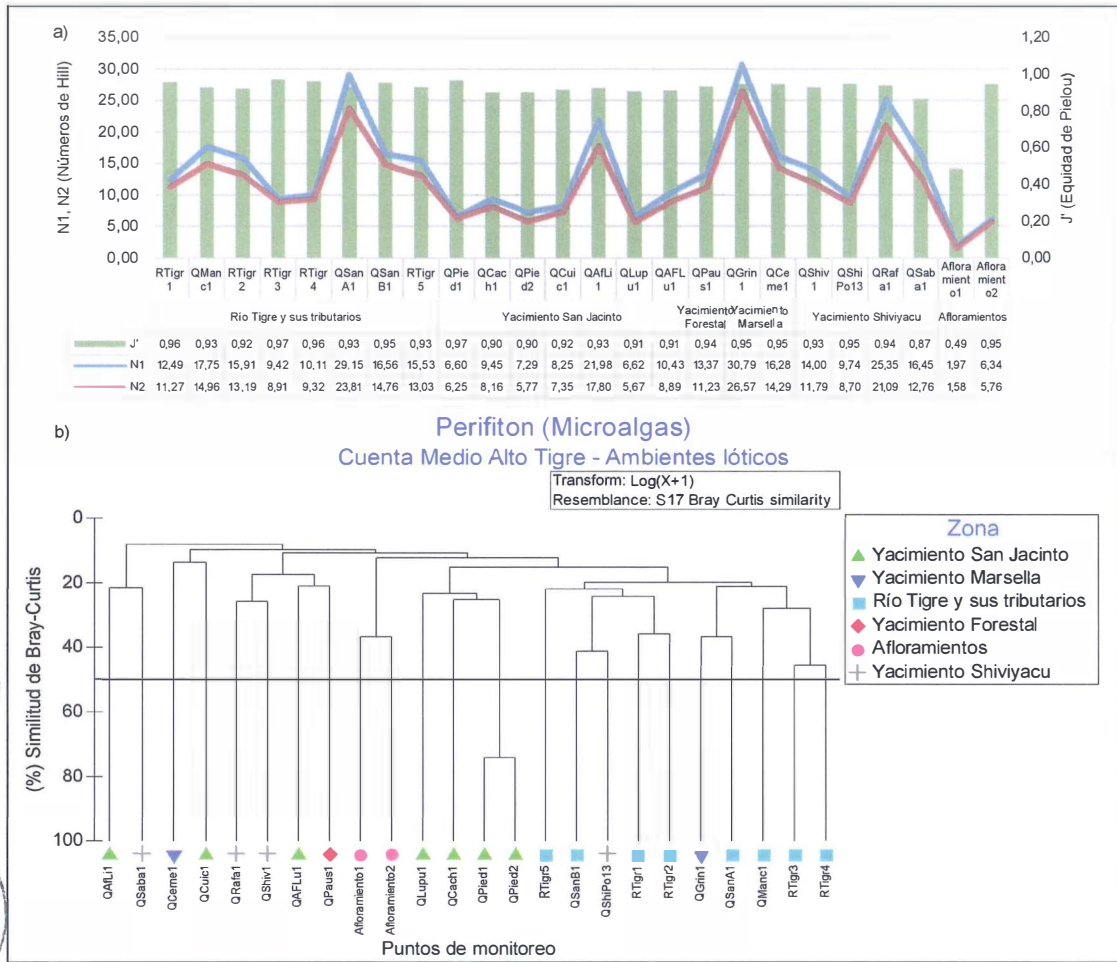
**Figura 10-48. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microalgas) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

836. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,97 especies efectivas (punto de monitoreo Afloramiento 1) hasta 30,79 especies efectivas (punto de monitoreo QGrin1). El número de Hill N2 varió desde 1,58 especies efectivas (punto de monitoreo Afloramiento 1) hasta 26,57 especies efectivas (punto de monitoreo QGrin1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,49 (punto de monitoreo Afloramiento 1) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,97 (punto de monitoreo RTigr3) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-49a).

837. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud mayor al 50% (aproximadamente al 70 %), conformado por los puntos de monitoreo QPied1 (quebrada Piedra Negra) y QPied2 (quebrada Piedra Negra) (ver Figura 10-49b).

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-49. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microalgas) en ambientes lóticos de la cuenta Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**a.2. Microorganismos**

**a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

- 838. La colecta estuvo representada por 14 especies, siete familias, cuatro órdenes y cuatro clases, distribuidas en cuatro phyla: Cercozoa con cinco especies; Amoebozoa con tres especies; y finalmente Nematoda y Rotifera con una especie cada uno (ver Tabla A.3.12 del Anexo A.3).
- 839. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (puntos de monitoreo QAFLi1, QAFLu1, QCuic1 y RTigr4) hasta tres especies (puntos de monitoreo QSanB1 y RTigr3) (ver Figura 10-50<sup>a</sup>). Es preciso indicar que en los puntos QCeme1, QManc1, QPaus1, QPied1, QPied2, QSanA1, QLupu1, RTigr1, RTigr5, Afloramiento 1 y Afloramiento 2 no se registraron organismos. La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Trinema enchelys* (phylum Cercozoa) registrada en cinco puntos de monitoreo.





"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

840. La densidad (abundancia) total de la colecta fue de 560 org/cm², variando los valores de densidad desde 13 org/cm² (puntos de monitoreo QAfLi1, QAFLu1 y RTigr4) hasta 67 org/cm² (punto de monitoreo QSanB1). El phylum con mayor densidad fue Cercozoa con 240 org/cm², seguido del phylum Amoebozoa con 40 org/cm² y de los phyla Nematoda y Rotifera con 13 org/cm² cada uno (ver Figura 10-50b). La especie de mayor densidad fue Trinema enchelys (phylum Cercozoa) con 160 org/cm², siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QCash1, QCuic1, QGrin1, QSanB1 y RTigr2.

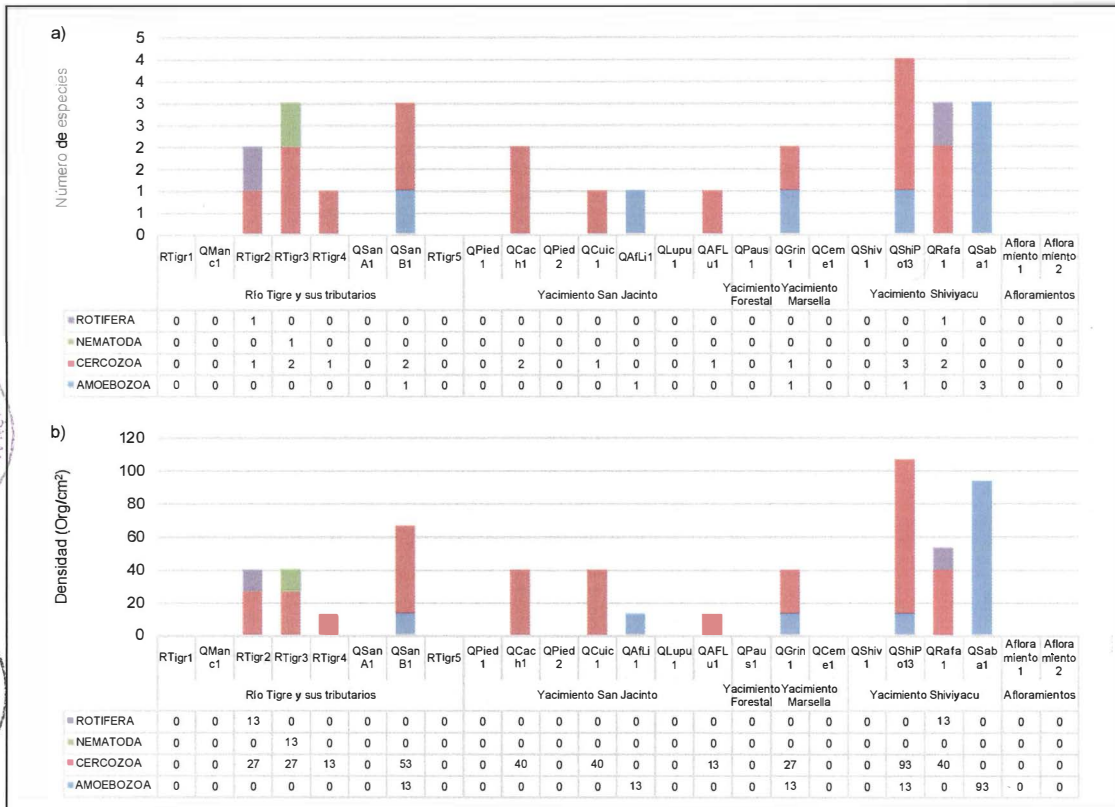


Figura 10-50. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del perifiton (microorganismos) según el phylum en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016
Fuente: Elaboración propia.

a.2.2. Diversidad alfa y beta

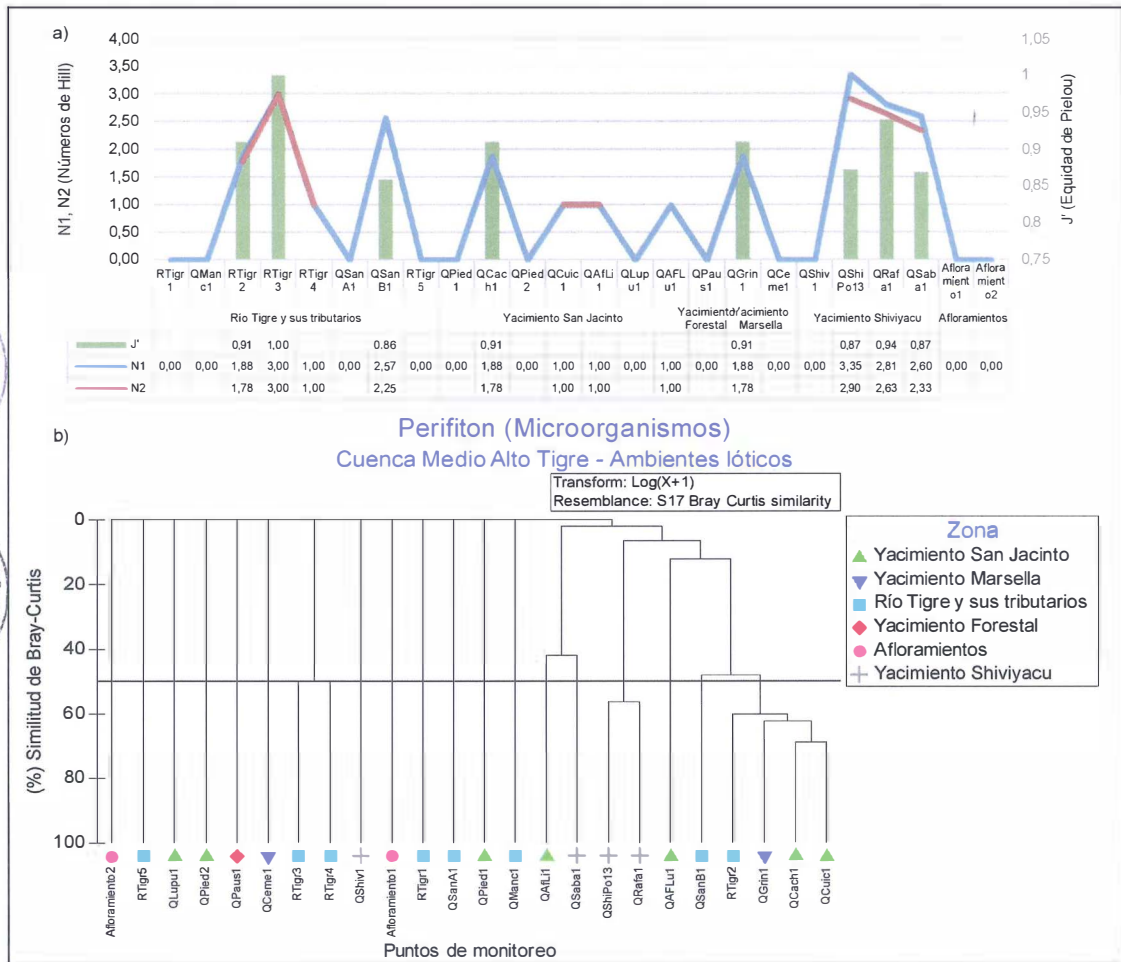
841. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo RTigr4, QCuic1, QAfLi1 y QAFLu1) hasta 3,35 especies efectivas (punto de monitoreo QShiPo13). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo RTigr4, QCuic1, QAfLi1, QAflu1) hasta 6,68 especies efectivas (punto de monitoreo QRCH-02). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,86 (punto de monitoreo QSanB1) hasta 1,00 (punto de monitoreo RTigr3) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Los puntos de monitoreo RTigr4, QCuic1, QAfLi1 y QAFLu1 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo registraron una sola especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-51a).



Handwritten signature in blue ink

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

842. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar dos conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado con aproximadamente 55 % de similitud estuvo conformado por los puntos de monitoreo QShiPo13 (quebrada Shiviayacu pozo 13) y QRafa1 (quebrada Rafaelyacu) teniendo como principales especies en común a *Euglypha brachiata* (phylum Cercozoa) y *Corythion* sp. (phylum Cercozoa); mientras que el segundo conglomerado con aproximadamente 70 % de similitud estuvo compuesto por los puntos QCach1 (Quebrada Cachiyacu) y QCuic1 (Quebrada Cuicayacu) teniendo como principal especi en común a *Trinema enchelys* (phylum Cercozoa) (ver Figura 10-51b).



**Figura 10-51. a) Diversidad alfa (diversidad verdadera) y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del perifiton (microorganismos) en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigré, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.



Handwritten signature and initials in blue ink.



**b. Macroinvertebrados bentónicos**

**b.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

843. La colecta estuvo representada por 35 especies y 30 familias, distribuidas en 14 órdenes: Ephemeroptera y Diptera con seis especies cada uno; Coleoptera y Hemiptera con cuatro especies cada uno; Odonata con tres especies, Decapoda, Basommatophora y Trichoptera con dos especies cada uno; y finalmente Architaenioglossa, Lepidoptera, Opisthopora, Plecoptera, Rhynchobdellida y Veneroida con una especie cada uno (ver Tabla A.3.1 del Anexo A.3).

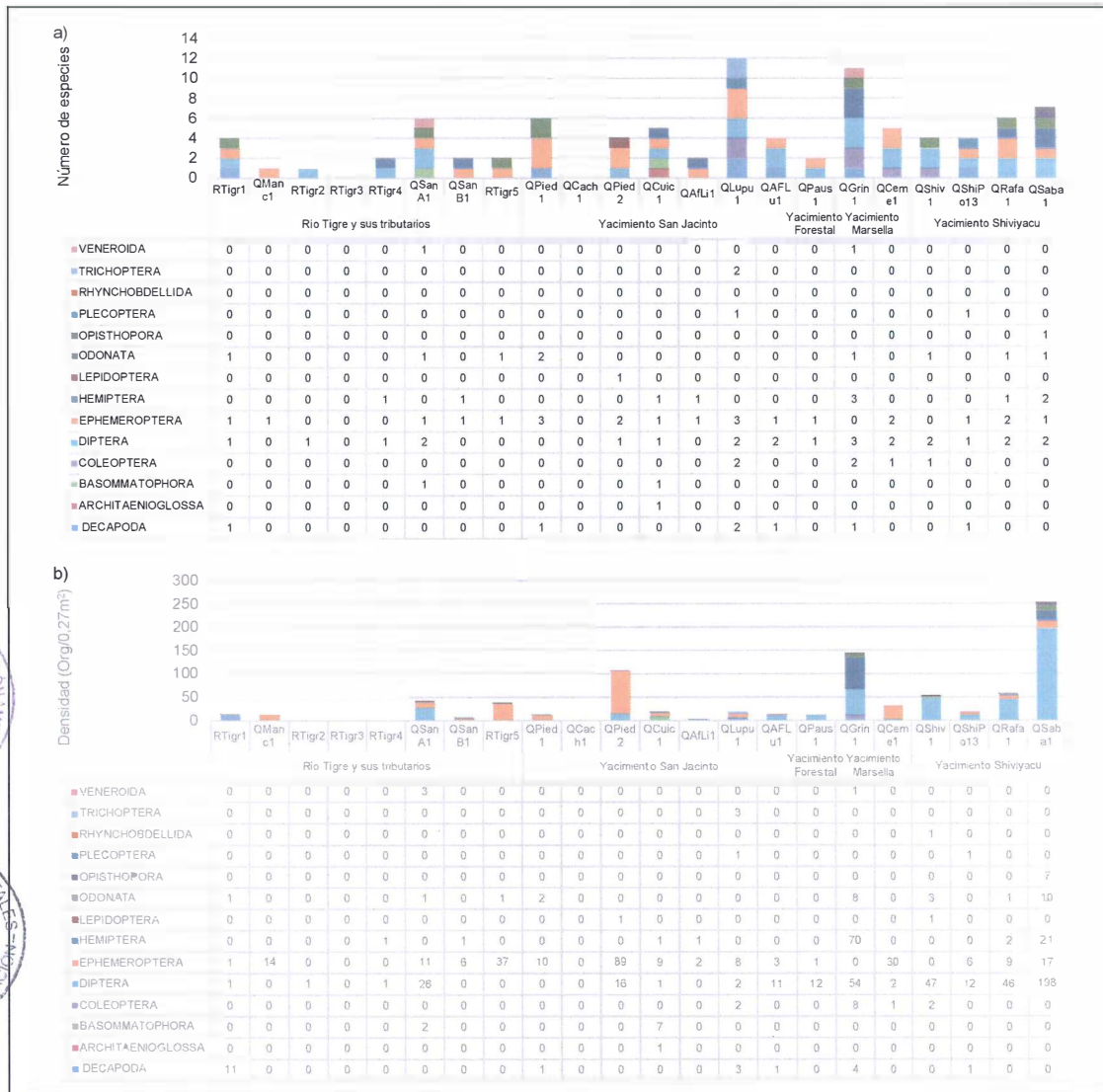
844. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (puntos de monitoreo QManc1 y RTigr2) hasta 12 especies (punto de monitoreo QLupu1). Es preciso indicar que en los puntos RTigr3 y QCash1 no se registraron organismos (ver Figura10-52a). Es preciso indicar que en los puntos RTigr3 y QCach1 no se registraron organismos. La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Cricotopus* (orden Diptera) registrada en 13 puntos de monitoreo (QAFLu1, QCeme1, QCuic1, QGrin1, QPaus1, QPied2, QSanA1, QLupu1, RTigr1, QSHiv1, QShiPo13, QRafa1 y QSaba1).

845. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 870 org/0,27m<sup>2</sup>, variando los valores de densidad desde 1 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo RTigr2) hasta 253 org/0,27m<sup>2</sup> (punto de monitoreo QSaba1). El orden con mayor densidad fue Diptera con 430 org/0,27m<sup>2</sup>, seguido del orden Ephemeroptera con 253 org/0,27m<sup>2</sup>, mientras que los órdenes con menor abundancia fueron Architaenioglossa y Rhynchobdellida con 1 org/0,27m<sup>2</sup> cada uno (ver Figura10-52b). La especie de mayor densidad fue *Cricotopus* sp. (orden Diptera) con 376 org/0,27m<sup>2</sup>, siendo la especie más abundante en los puntos de monitoreo QAFLu1, QPaus1, QSanA1, QSHiv1, QShiPo13, QRafa1 y QSaba1.



Handwritten signature in blue ink

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-52. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigré, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**b.2. Diversidad alfa y beta**

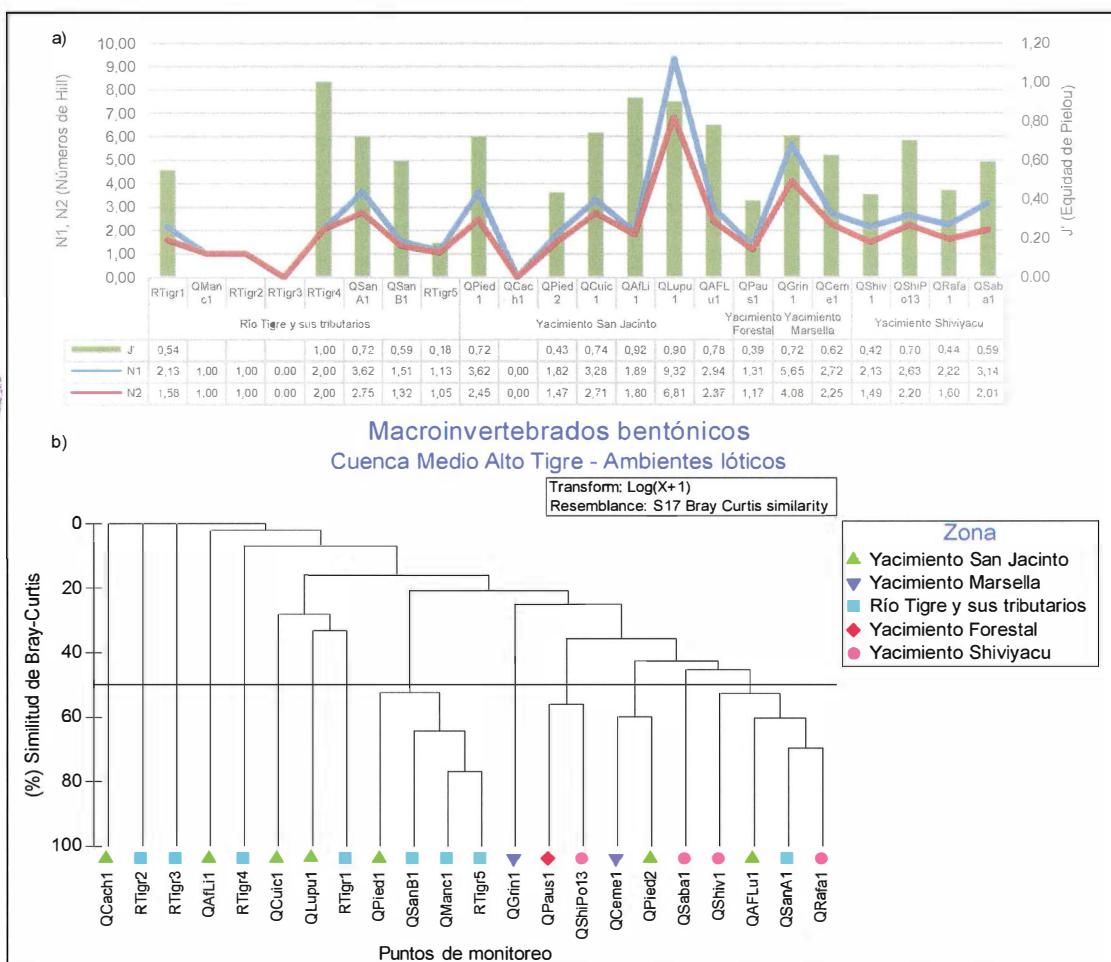
846. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QManc1 y RTigr2) hasta 9,32 especies efectivas (punto de monitoreo QLupu1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QManc1 y RTigr2) hasta 6,81 especies efectivas (punto de monitoreo QLupu1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,18 (punto de monitoreo QPaus1) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 1,00 (punto de monitoreo RTigr4) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Los puntos de monitoreo QManc1 y RTigr2 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo registraron una sola especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-53a).



Handwritten signature and initials in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

847. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar cuatro conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QManc1 (quebrada Manchari) y RTigr5 (río Tigre) con una similitud del 78% aproximadamente; el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QPaus1 (quebrada Paushiyacu) y QShiPo13 (quebrada Shivyacu pozo 13) con una similitud cercana al 58%; el tercer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QCeme1 (Quebrada Cementerio) y QPied2 (Quebrada Piedra Negra) con una similitud aproximada de 62%; y por último el cuarto conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QSanA1 (Quebrada San Antonio) y QRafa1 (Quebrada Rafaelyacu) (ver Figura 10-53b).



**Figura 10-53. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de los macroinvertebrados bentónicos en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**c. Peces**

**c.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

848. La colecta estuvo representada por 25 especies y 12 familias, distribuidas en cuatro órdenes: Characiformes con 14 especies, Siluriformes con nueve especies



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

y finalmente Perciformes y Batrachoidiformes con una especie cada uno (ver Tabla A.3.21 del Anexo A.3).

849. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (puntos de monitoreo QCach1 y QCeme1) hasta siete especies (punto de monitoreo QSanB1) (ver Figura 10-54a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Pimelodus* sp. "bagre" (orden Siluriformes) registrada en los puntos de monitoreo QCach1, QManc1, QPied2, QSanB1, RTigr1, RTigr2 y RTigr5.
850. El número de individuos (abundancia) total acumulado fue de 120 individuos, variando desde un individuo (punto de monitoreo QCeme1) hasta 45 individuos (punto de monitoreo QShiv1). El orden con mayor abundancia fue Characiformes con 82 individuos, seguido del orden Siluriformes con 36 individuos y finalmente de los órdenes Perciformes y Batrachoidiformes con con un) individuo cada uno (ver Figura 10-54b). La especie de mayor abundancia fue *Pimelodus* sp. "bagre" (orden Siluriformes) con 17 individuos, registrándose su mayor abundancia en QCach1.

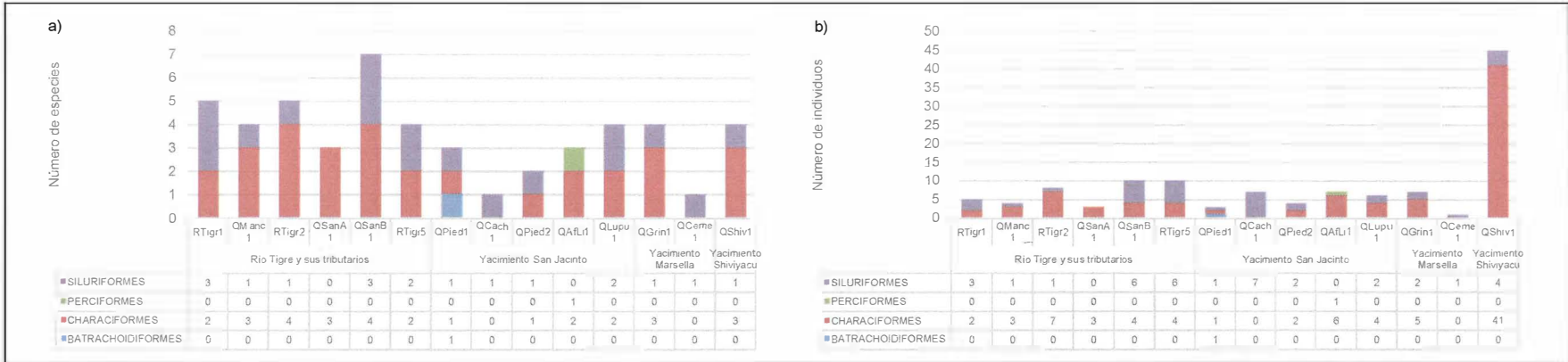


Handwritten signature





H  
K



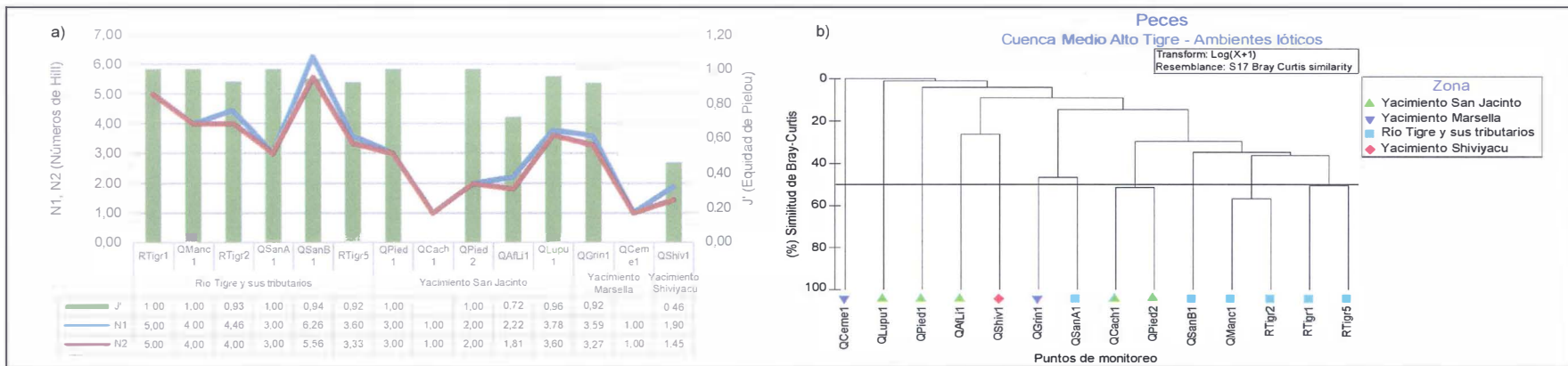
**Figura 10-54. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigré, muestreo de marzo de 2016**  
Fuente: Elaboración propia.

**c.2. Diversidad alfa y beta**

851. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QCeme1 y QCach1) hasta 6,26 especies efectivas (punto de monitoreo QSanB1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo QCeme1 y QCach1) hasta 5,56 especies efectivas (punto de monitoreo QSanB1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,46 (punto de monitoreo QShiv1) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 1,00 (puntos de monitoreo RTigr1, QManc1, QSanA1, QPied1 y QPied2) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie.
852. Los puntos de monitoreos QCach1 y QCeme1 no obtuvieron ningún valor de equidad debido a que solo registraron una sola especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CShiru1, donde *Curimatopsis* sp. (orden Characiformes) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-55a).

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

853. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar tres conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QCach1 y QPied2 teniendo como principal especie en común a *Pimelodus* sp. "bagre" (orden Siluriformes); el segundo conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo QManc1 y RTigr2 teniendo como principales especies en común a *Triportheus angulatus* "sardina" (orden Characiformes), *Thoracocharax* sp. "machete" (orden Characiformes) y *Pimelodus* sp. "bagre" (orden Siluriformes); y por último el tercer conglomerado estuvo conformado por los puntos de monitoreo RTigr1 y RTigr5 teniendo como principales especies en común a *Thoracocharax* sp. "machete" (orden Characiformes) y *Pimelodus* sp. "bagre" (orden Siluriformes) (ver Figura 10-55b).



**Figura 10-55. a) Diversidad alfa (diversidad verdadera) y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en ambientes lóticos de la cuenca Medio Alto Tigre, muestreo de marzo de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

### 10.3.1.4. Analisis de tejidos en peces

#### 10.3.1.4.1. Metales totales en músculo de peces

854. Para determinar la presencia de metales totales en músculo de peces, se tomaron muestras de tres especies distintas: *Hoplias malabaricus* "fasaco" (en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre), *Plagioscion squamosissimus* "corvina" y *Ageneiosus* cf. *inermis* "bocón" (estas dos últimas especies en la Cuenca Medio Alto Tigre). Las concentraciones de metales totales reportados fueron comparadas con los límites máximos permisibles (LMP) señalados en el manual "Indicadores o criterios de seguridad alimentaria e higiene para alimentos y piensos de origen pesquero y acuícola" del SANIPES (2010) y la "Norma general



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995)" del Programa conjunto FAO/OMS (2015).

855. El mercurio fue el único metal que excedió el límite recomendado en CHUAR-M1 (cuenca Corrientes) en *Hoplias malabaricus* "fasaco", CMONT1-M2 (cuenca Medio Alto Tigre) en *Plagioscion squamosissimus* "corvina" y CMONT1-M3 (cuenca Medio Alto Tigre) en *Ageneiosus cf. inermis* "bocón" (ver Tabla 10-59). Se referencia a los 13 metales totales analizados en la Tabla A.3.35 del Anexo A.3.

**Tabla 10-59.** Resultados de análisis para la presencia de metales totales en músculo de peces, muestreo de abril de 2016

Parámetro	Unidades	Rango	LMP	Cuenca Medio Pastaza				Cuenca Corrientes		Cuenca Medio Alto Tigre			
				QUSHP2-M1	QUSHP2-M2	QUSHP2-M3	QUSHP2-M4	CHUAR-M1	CHUAR-M2	CMONT1-M1	CMONT1-M2	CMONT1-M3	CAUCA1-M1
Arsénico Total	mg/kg	0,005 - 100	0,5*	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cadmio Total	mg/kg	0,01 - 100	0,05*	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mercurio Total	mg/kg	0,005 - 100	0,5**	0,07	0,15	0,15	0,18	0,78	0,28	0,28	1,20	1,26	0,44
Plomo Total	mg/kg	0,05 - 100	0,3**	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
<b>Especie</b>				<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Plagioscion squamosissimus</i> "corvina"	<i>Ageneiosus cf. inermis</i> "bocón"	<i>Plagioscion squamosissimus</i> "corvina"

(\*) Según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). 2009.

(\*\*) Según Manual de Indicadores o Criterios Microbiológicos de Seguridad Alimentaria e Higiene para Alimentos y Piensos de Origen Pesquero y Acuícola. 2010.

LMP: Límite Máximo Permissible

■: Concentración de metal que superó el LMP

Fuente: Elaboración propia.

#### 10.3.1.4.2. Metales totales en hígado de peces

856. Para determinar la presencia de metales totales en hígado de peces, se tomaron muestras de una especie: *Hoplias malabaricus* "fasaco" (en las cuencas Medio Pastaza y Corrientes). Las concentraciones de metales totales reportados fueron comparadas con los límites máximos permisibles (LMP) señalados en el manual "Indicadores o criterios de seguridad alimentaria e higiene para alimentos y piensos de origen pesquero y acuícola" del SANIPES (2010) y la "Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995)" del Programa conjunto FAO/OMS (2015). El cadmio fue el único metal que excedió el límite recomendado en QUSHP2-H1 (cuenca Medio Pastaza) en *Hoplias malabaricus* "fasaco", QUSHP2-H2



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

(cuenca Medio Pastaza) en *Hoplias malabaricus* "fasaco", QUSHP2-H3 (cuenca Medio Pastaza) en *Hoplias malabaricus* "fasaco" y CHUAR-H1 (cuenca Corrientes) en *Hoplias malabaricus* "fasaco" (ver Tabla 10-60). Se referencia a los 13 metales totales analizados en la Tabla A.3.36 del Anexo A.3.

**Tabla 10-60.** Resultados de análisis para la presencia de metales totales en hígado de peces, muestreo de abril de 2016

Parámetro	Unidades	Rango	LMP	Cuenca Medio Pastaza			Cuenca Corrientes
				QUSHP2-H1	QUSHP2-H2	QUSHP2-H3	CHUAR-H1
Arsénico Total	mg/kg	0,005 - 100	1,5*	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cadmio Total	mg/kg	0,01 - 100	0,05**	0,39	0,53	0,29	0,28
Mercurio Total	mg/kg	0,005 - 100	0,5**	0,07	0,12	0,10	0,36
Plomo Total	mg/kg	0,05 - 100	0,3**	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Especie				<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"	<i>Hoplias malabaricus</i> "fasaco"

(\*) Según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). 2009.

(\*\*) Según Manual de Indicadores o Criterios Microbiológicos de Seguridad Alimentaria e Higiene para Alimentos y Piensos de Origen Pesquero y Acuicola. 2010.

LMP: Límite Máximo Permissible

■ : Concentración de metal que superó el LMP

Fuente: Elaboración propia

#### 10.3.1.4.3. Compuestos orgánicos en músculo de peces

857. Para determinar la presencia de HAP y HTP en músculo de peces, se tomaron muestras de músculo de cuatro especies distintas: *Leporinus cf. friderici* (cuenca Medio Pastaza), *Hoplias malabaricus* "fasaco" (en las cuencas Medio Pastaza y Medio Alto Tigre), *Plagioscion squamosissimus* "corvina" y *Ageneiosus cf. inermis* "bocón" (estas dos últimas especies en la Cuenca Medio Alto Tigre).

858. En la cuenca Corrientes no se realizó el análisis de HAP, debido al poco peso que se obtuvo de músculo de pez (< 50 g), siendo insuficientes como peso mínimo para el método de detección del laboratorio acreditado por el INACAL<sup>55</sup>. Las concentraciones reportadas del HAP benzopireno que si se tomaron en las cuencas Medio Pastaza y Medio Alto Tigre, fueron comparadas con los límites máximos permisibles (LMP) señalados en el manual "Indicadores o criterios de seguridad alimentaria e higiene para alimentos y piensos de origen pesquero y acuicola" del SANIPES (2010), sin embargo estas no llegaron al rango de detección del método (ver

<sup>55</sup>

AGQ Perú S.A.C. Labs & Technological Services.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ver Tabla 10-61). De igual forma, ninguno de los tres tipos de HTP llegaron al rango de detección del método. Se referencia a los 11 tipos de HAP y tres tipos de HTP en la Tabla A.3.37 del Anexo A.3.

**Tabla 10-61.** Resultados de análisis para la presencia de benzopireno en músculo de peces, muestreo de abril de 2016

Parámetro	Unidades	Rango	LMP	Cuenca Medio PastazaPastaza										Cuenca Corrientes				Cuenca Medio Alto Tigre				
				QRCA P2-M1	QRCA P2-M2	CBOQU I1-M1	CBOQU I1-M2	QANAP 1-M1	QANAP 1-M2	QUSHP 2-M1	QUSHP 2-M2	QUSHP 2-M3	QUSHP 2-M4	QUSHP 2-M5	CHUAR -M1	CHUAR -M2	CMESA -M1	CMESA -M2	CMONT 1-M1	CMONT1-M2	CMONT 1-M3	CAUCA1-M1
HTP	mg/kg	517 - 10 000	-	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517	< 517
Benzo [a] pireno (BaP)	mg/kg MS	0,06 - 10,0	2,0 *	-	-	< 0,06	< 0,06	< 0,06	-	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06	-	-	-	-	< 0,06	< 0,06	< 0,06	< 0,06
Especie				<i>Leporinus cf. friderici</i>	<i>Leporinus cf. friderici</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	<i>Ageneiosus cf. inermis</i>	<i>Plagioscion squamosissimus</i>

(\*) Según Manual de Indicadores o Criterios Microbiológicos de Seguridad Alimentaria e Higiene para Alimentos y Piensos de Origen Pesquero y Acuicola. 2010.

LMP: Límite Máximo Permisible

Fuente: Elaboración propia

#### 10.3.1.4.4. Compuestos orgánicos en hígado de peces

859. Solo se tomaron muestras para análisis de HTP y no para HAP, debido al poco peso que se obtuvo de hígado de pez (< 10 g), siendo insuficientes como peso mínimo para el método de detección del laboratorio acreditado por el INACAL<sup>56</sup>. Se tomaron muestras de músculo cuatro especies distintas: *Leporinus cf. friderici* (cuenca Medio Pastaza), *Hoplias malabaricus* "fasaco" (en las cuencas Medio Pastaza y Medio Alto Tigre), *Plagioscion squamosissimus* "corvina" y *Ageneiosus cf. inermis* "bocón" (estas dos últimas especies en la Cuenca Medio Alto Tigre). Ninguno de los tres tipos de HTP llegaron al rango de detección del método. Estos se pueden observar en la Tabla A.3.38 del Anexo A.3.

<sup>56</sup>

AGQ Perú S.A.C. Labs & Technological Services.

### 10.3.2. Evaluación de junio de 2016

860. A continuación se presentan los resultados correspondientes a la evaluación de las comunidades hidrobiológicas realizada en junio de 2016. Estos resultados se encuentran divididos por cuencas hidrográficas y subdivididos por cochas (o lagunas amazónicas) correspondientes a cada una de las cuencas.

#### 10.3.2.1. Cuenca Medio Pastaza

##### 10.3.2.1.1. Cocha Ushpayacu

861. Se realizó la colecta de muestras de la comunidad de perifiton (microalgas y microorganismos) en 30 puntos de monitoreo en la cocha Ushpayacu (Cushp-1 al CUshp-30). Además se realizó la colecta de muestras de peces en siete puntos de monitoreo, CUshp-RA1, CUshp-RE1, CUshp-RE2, CUshp-RE3, CUshp-RE4, CUshp-RE5 y CUshp-RE6 correspondientes a la cocha Ushpayacu.

#### a. Plancton

##### a.1. Fitoplancton

##### a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

862. La muestra estuvo representada por 81 especies, 28 familias, 17 órdenes y siete clases, distribuidas en siete phyla: Charophyta con 34 especies; Bacillariophyta con 14 especies; Cyanobacteria con 11 especies; Euglenophyta con 11 especies; Chlorophyta con siete especies; Miozoa con tres especies; y finalmente Ochrophyta con una especie (ver Tabla A.3.25 del Anexo A.3).

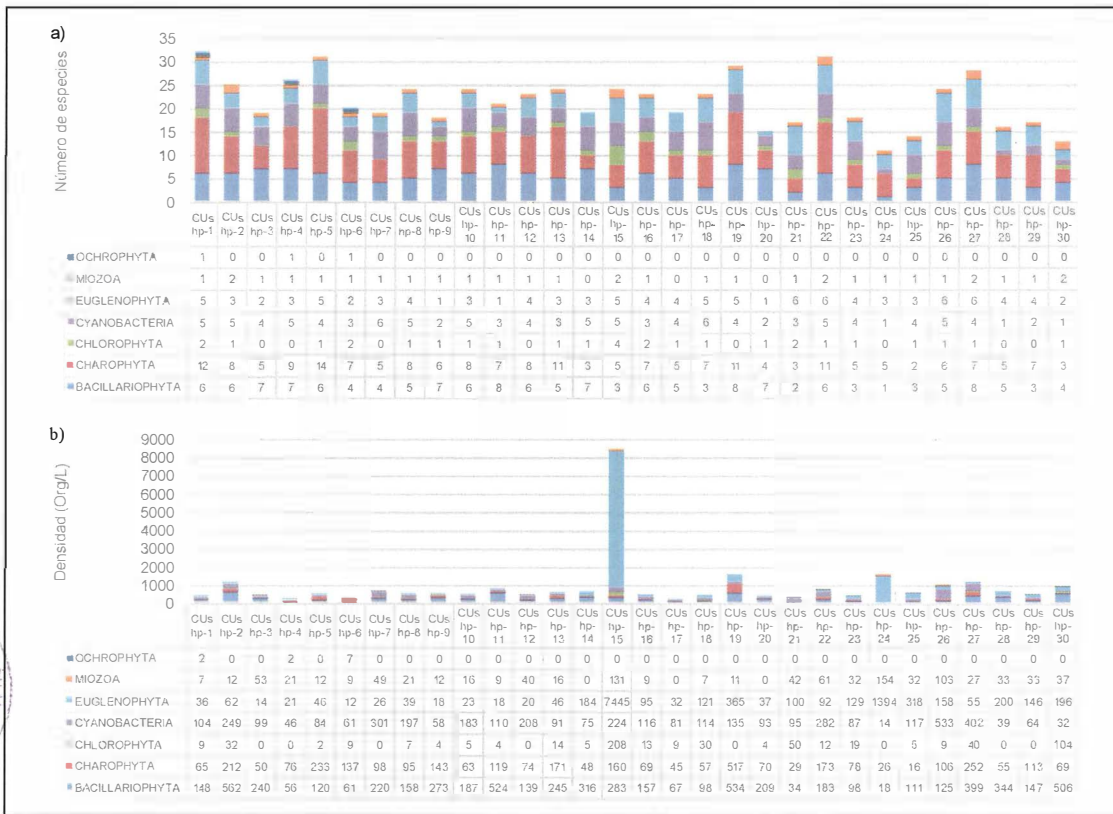
863. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde 11 especies (punto de monitoreo CUshp-24) hasta 32 especies (punto de monitoreo CUshp-1) (ver Figura 10-56a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Oscillatoria* sp. (phylum Cyanobacteria) registrada en 29 puntos de monitoreo.

864. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 27 317 org/L, variando los valores de densidad desde 222 org/L (punto de monitoreo CUshp-4) hasta 8 451 org/L (punto CUshp-15). El phylum con mayor densidad fue Euglenophyta con 11 448 org/L, seguido del phylum Bacillariophyta con 6 562 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Ochrophyta con 11 org/L (ver Figura 10-56b). La especie de mayor densidad fue *Lepocinclis* sp. (phylum Euglenophyta) con 6 883 org/L presentando su mayor abundancia en el punto de monitoreo CUshp-15.



Handwritten signature in blue ink.

“Año de la consolidación del Mar de Grau”  
 “Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”



**Figura 10-56. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016**

Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

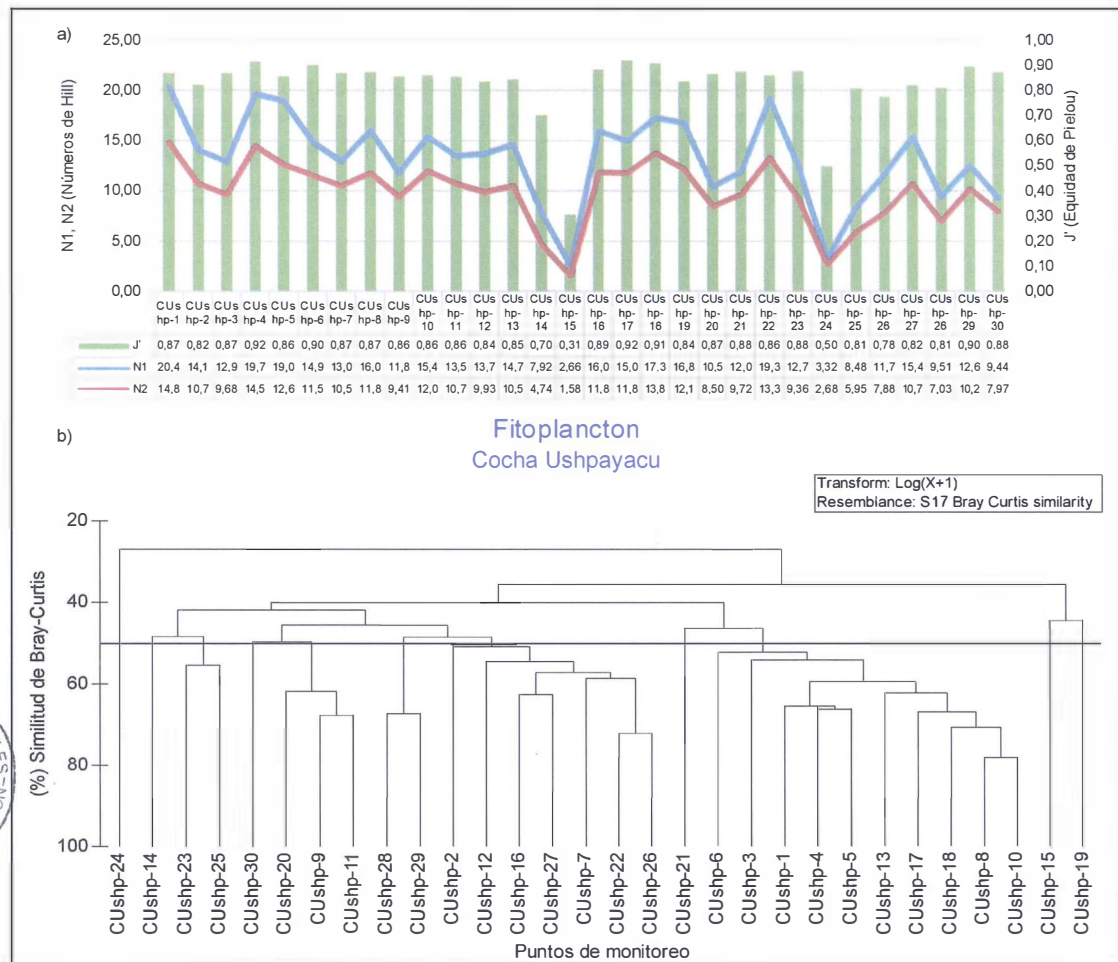
865. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 2,66 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-15) hasta 20,43 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-1). El número de Hill N2 varió desde 1,58 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-15) hasta 14,88 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-1). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,31 (punto de monitoreo CUshp-15) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,92 (puntos de monitoreo CUshp-4 y CUshp-17) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CUshp-15, donde *Lepocinclis* sp. (phylum Miozoa) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-57a).

866. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar siete conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CUshp-23 y CUshp-25; el segundo conglomerado conformado por los puntos CUshp-9 y CUshp-11; el tercer conglomerado conformado por los puntos CUshp-28 y CUshp-29; el cuarto conglomerado conformado por los puntos CUshp-16 y CUshp-27; el quinto



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

conglomerado formado por los puntos CUshp-22 y CUshp-26; el sexto conglomerado formado por los puntos CUshp-4 y CUshp-5; y por último el séptimo conglomerado (de mayor similitud de especies) formado por los puntos CUshp-8 y CUshp-10 ( ver Figura 10-57b).



**Figura 10-57. (a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **(b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**a.2. Zooplancton**

**a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

867. La muestra estuvo representada por 36 especies, 21 familias, 12 órdenes, y ocho clases, distribuidas en seis phyla: Rotifera con 22 especies; Arthropoda con ocho especies; Protozoa con tres especies especies; y finalmente Tardigrada, Ciliophora y Gastrotrichia con una especie cada uno (ver Tabla A.3.29 del Anexo A.3).

868. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde siete especies (puntos de monitoreo CUshpa-16, CUshpa-20 y CUshpa-28) hasta 20 especies (punto de monitoreo CUshpa-8) (ver Figura 10-58a). La especie con mayor



*[Handwritten signature]*





"Año de la consolidación del Mar de Grau"
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue Euglypha sp. (phylum Protozoa) registrada en los 30 puntos de monitoreo.

869. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 241,57 org/L, variando los valores de densidad desde 0,79 org/L (punto de monitoreo CUshp-29) hasta 57,75 org/L (punto de monitoreo CUshp-15). El phylum con mayor densidad fue Protozoa con 151,24 org/L, seguido del phylum Rotifera con 76,22 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Tardigrada con 0,08 org/L (ver Figura 10-58b). La especie de mayor densidad fue Euglypha sp. (phylum Protozoa) con 114,78 org/L, presentando su mayor abundancia en el punto de monitoreo CUshp-15.

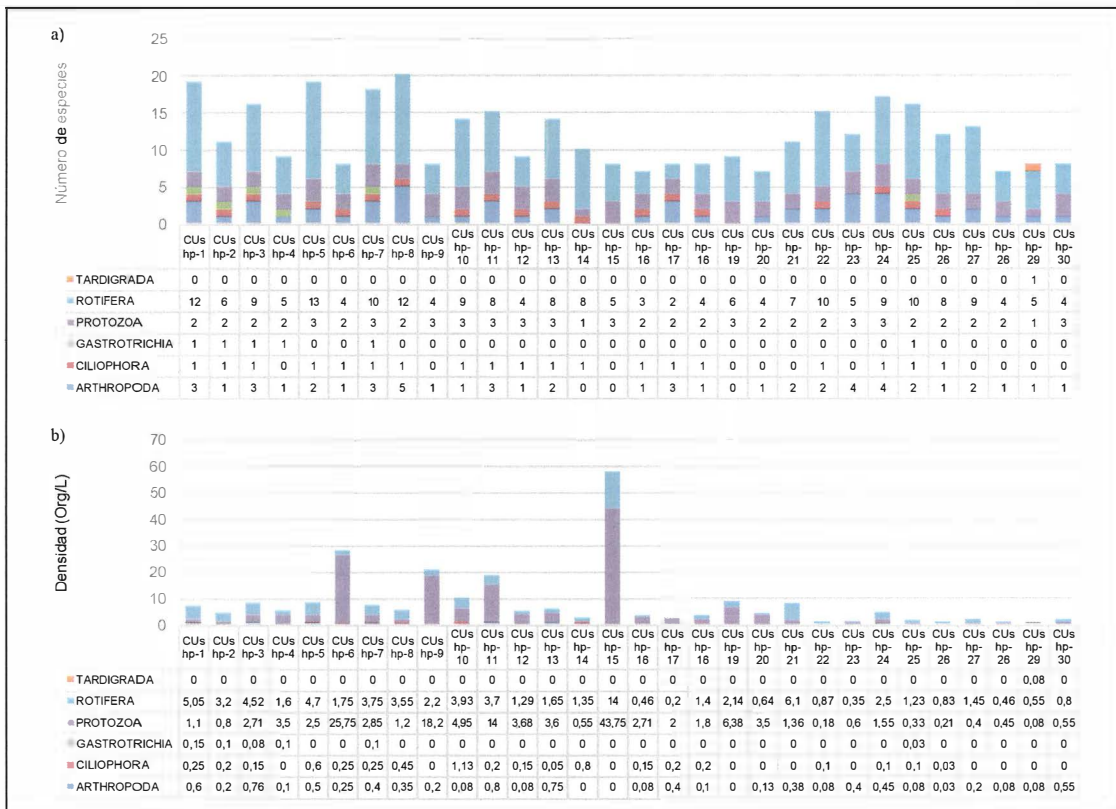


Figura 10-58. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016

Fuente: Elaboración propia.

a.2.2. Diversidad alfa y beta

870. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 2,39 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-6) hasta 11,29 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-24). El número de Hill N2 varió desde 1,72 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-6) hasta 9,72 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-27). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,42 (punto de monitoreo CUshp-6) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,95 (punto de monitoreo CUshp-29) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CUshp-6,

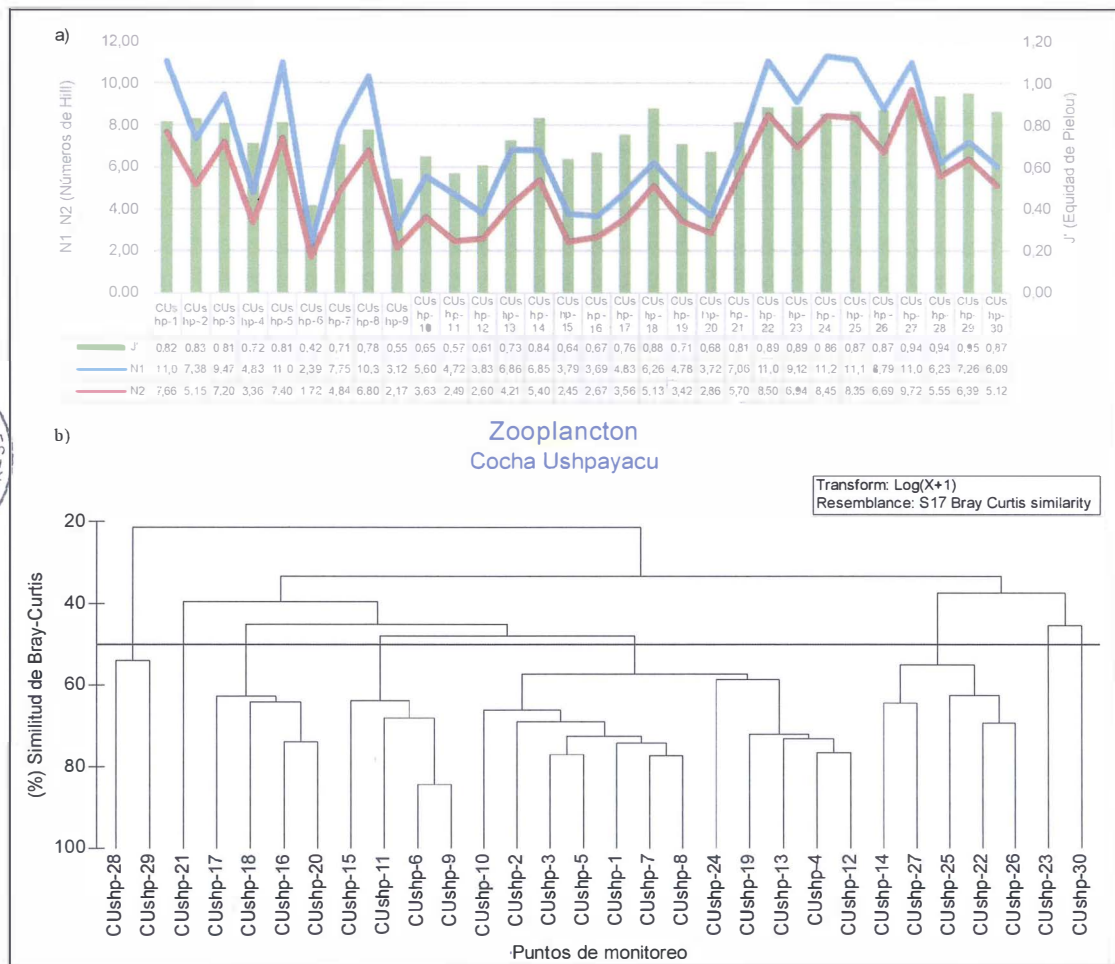


Handwritten signature in blue ink

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

donde *Euglypha sp.* (phylum Rotifera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-59a).

871. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar ocho conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CUshp-28 y CUshp-29; el segundo conglomerado conformado por los puntos CUshp-16 y CUshp-20; el tercer conglomerado (de mayor similitud de especies) conformado por los puntos CUshp-6 y CUshp-9; el cuarto conglomerado conformado por los puntos CUshp-3 y CUshp-5; el quinto conglomerado formado por los puntos CUshp-7 y CUshp-8; el sexto conglomerado formado por los puntos CUshp-4 y CUshp-12; el séptimo conglomerado formado por los puntos CUshp-14 y CUshp-27; y por último el octavo conglomerado formado por los puntos CUshp-22 y CUshp-26 (ver Figura 10-59b).



**Figura 10-59. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.



*[Handwritten signature]*

**b. Peces****b.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

872. Es necesario indicar que la colecta de peces en la cocha Ushpayacu se realizó mediante dos artes de pesca distintos. El primero de ellos se realizó mediante el arrastre con red en el punto CUshp-RA1, esto por la presencia de un caño donde discurría el agua a la cocha y presentaba orillas estables, facilitando el método de colecta. Cabe indicar que los individuos capturados en este punto no superaban los 10 cm de longitud total, siendo posible que esta zona brinde características para el desarrollo de alevines y juveniles de individuos de mayor tamaño registrados en la cocha como *Acestrorhynchus falcatus* "cachorro" y *Leporinus maculatus* "lisa", así como también para individuos de pequeño tamaño del género *Carnegiella* "hachitas" o pequeños carácidos del género *Astyanax* o *Moenkhausia*.

873. El segundo arte de pesca fue con redes de espera en los puntos CUshp-RE1, CUshp-RE2, CUshp-RE3, CUshp-RE4, CUshp-RE5 y CUshp-RE6 que se caracterizaron por no presentar orillas estables. En estos puntos se registraron individuos mayores a 10 cm de longitud total. La colecta estuvo representada por 14 especies y ocho familias, distribuidas en órdenes: Characiformes con 12 especies; y finalmente Perciformes y Siluriformes con una especie cada uno (ver Tabla A.3.33 del Anexo A.3).

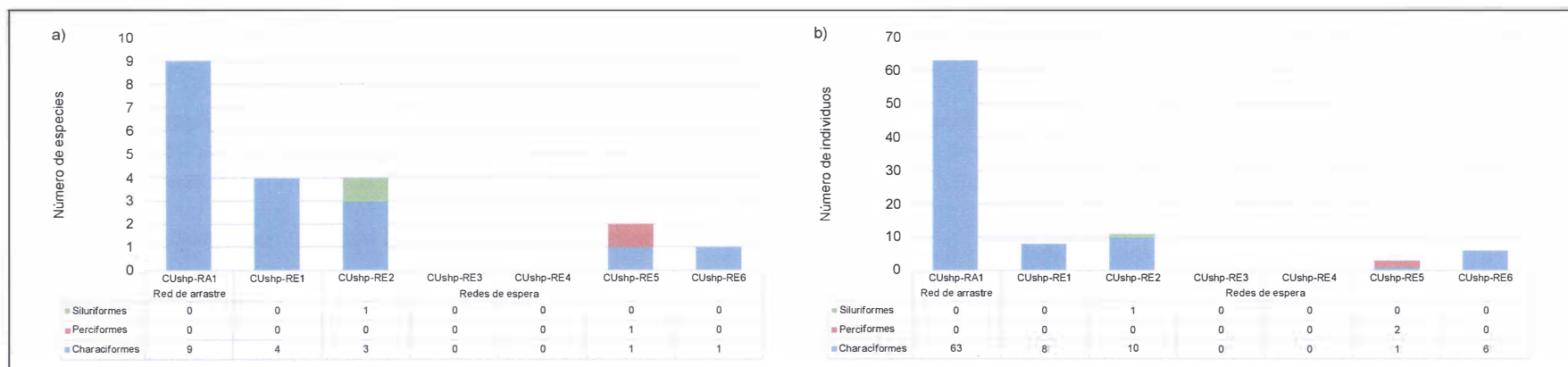
874. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde una especie (punto de monitoreo CUshp-RE6, punto donde se utilizó res de espera) hasta nueve especies (punto de monitoreo CUshp-RA1, punto donde se utilizó red de arrastre) (ver Figura 10-60a). Es preciso indicar que en los puntos CUshp-RE3 y CUshp-RE4 no se colectaron individuos. La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) en las cuatro cochas que registraron organismos (CUshp-RE1, CUshp-RE2, CUshp-RE5 y CUshp-RE6).

875. El número de individuos (abundancia) total acumulado fue de de 91 individuos, variando desde tres individuos (punto de monitoreo CUshp-RE5) hasta 63 individuos (punto de monitoreo CUshp-RA1). El orden con mayor abundancia fue Characiformes con 88 individuos, seguido del orden Perciformes con 2 individuos y del orden Siluriformes con 1 individuo (ver Figura 10-60b). La especie con mayor abundancia fue *Tetragonopterus argenteus* "mojarra" (orden Characiformes) con 22 individuos, siendo la especie más abundante en CUshp-RA1.



Handwritten signature in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-60. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad de peces según el orden en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**b.2. Diversidad alfa y beta**

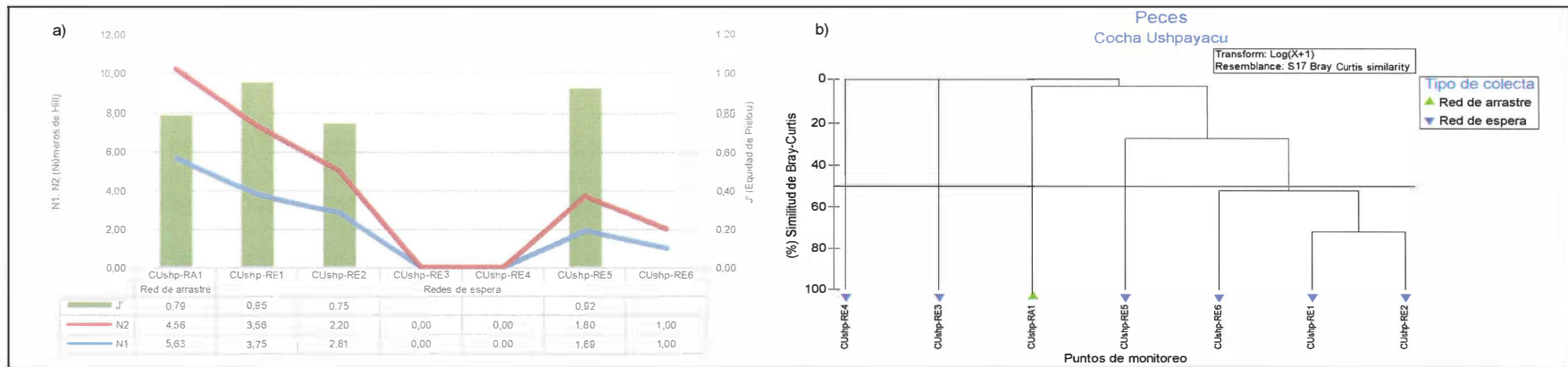
876. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde una especie efectiva (punto de monitoreo CUshp-RE6) hasta 5,63 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-RA1). El número de Hill N2 varió desde una especie efectiva (puntos de monitoreo CUshp-RE36) hasta 4,56 especies efectivas (punto de monitoreo CUshp-RA1). Es preciso indicar que en los puntos QUshp-RE3 y QUshp-RE4 no se registraron organismos. El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) varió desde 0,75 (punto de monitoreo CUshp-RE2) hasta 0,95 (punto de monitoreo CUshp-RE1) indicando que los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. El punto de monitoreo CUshp-RE6 no obtuvo ningún valor de equidad debido a que solo registró una sola especie. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-61a).

877. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar un conglomerado con una similitud mayor al 50%, conformado por los puntos de monitoreo CUshp-RE6, CUshp-RE1 y CUshp-RE2, teniendo como principal especie en común a *Hoplias malabaricus* "fasaco" (orden Characiformes) (ver Figura 10-61b).



*[Handwritten signature]*

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-61. a) Diversidad alfa (diversidad verdadera) y b) diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad de peces en la cocha Ushpayacu (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016**  
Fuente: Elaboración propia.

### 10.3.2.1.2. Cocha Shirunchicocha

878. Se realizó la colecta de muestras de la comunidad de perifiton (microalgas y microorganismos) en 20 puntos de monitoreo todas correspondientes a la cocha Shirunchicocha (CShiru-1 al CShiru-20).

#### a. Plancton

##### a.1. Fitoplancton

##### a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

879. La muestra estuvo representada por 56 especies, 22 familias, 12 órdenes y seis clases, distribuidas en seis phyla: Charophyta con 30 especies; Bacillariophyta con ocho especies; Euglenophyta con siete especies; Cyanobacteria con cinco especies; y finalmente Chlorophyta y Miozoa con tres especies cada uno (ver Tabla A.3.26 del Anexo A.3).

“Año de la consolidación del Mar de Grau”  
 “Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

880. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde siete especies (punto de monitoreo Cshiru-1) hasta 32 especies (punto de monitoreo CShiru-11) (ver Figura 10-62a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron *Oscillatoria* sp. (phylum Cyanobacteria), *Trachelomonas hispida* (phylum Euglenophyta) y *Euglena* sp. (phylum Euglenophyta) registradas en 19 puntos de monitoreo.

881. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 39 122 org/L, variando los valores de densidad desde 773 org/L (punto de monitoreo CShiru-15) hasta 5 775 org/L (punto de monitoreo CShiru-1). El phylum con mayor densidad fue Euglenophyta con 15 661 org/L, seguido del phylum Bacillariophyta con 7 962 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Chlorophyta con 79 org/L (ver Figura 10-62b). La especie de mayor densidad fue *Parvodinium umbonatum* (phylum Miozoa) con 7 824 org/L presentando su mayor abundancia en el punto de monitoreo CShiru-1.

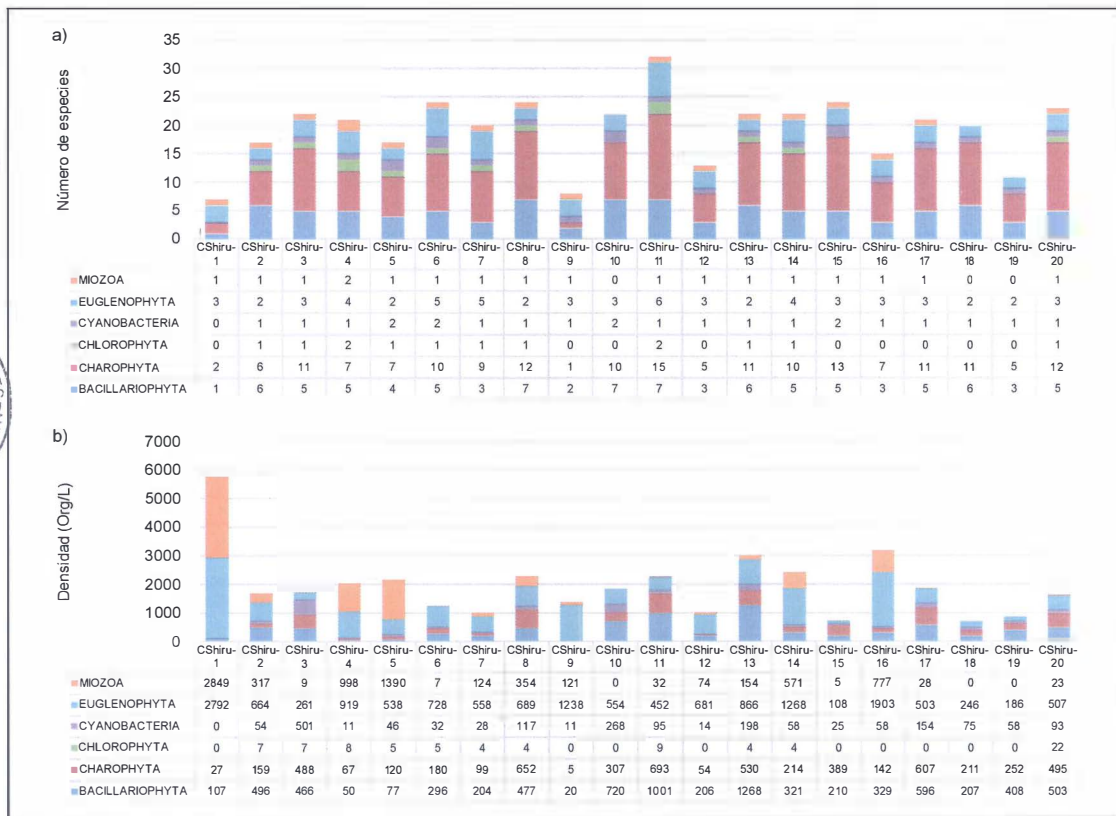


Figura 10-62. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Shirunchicocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016

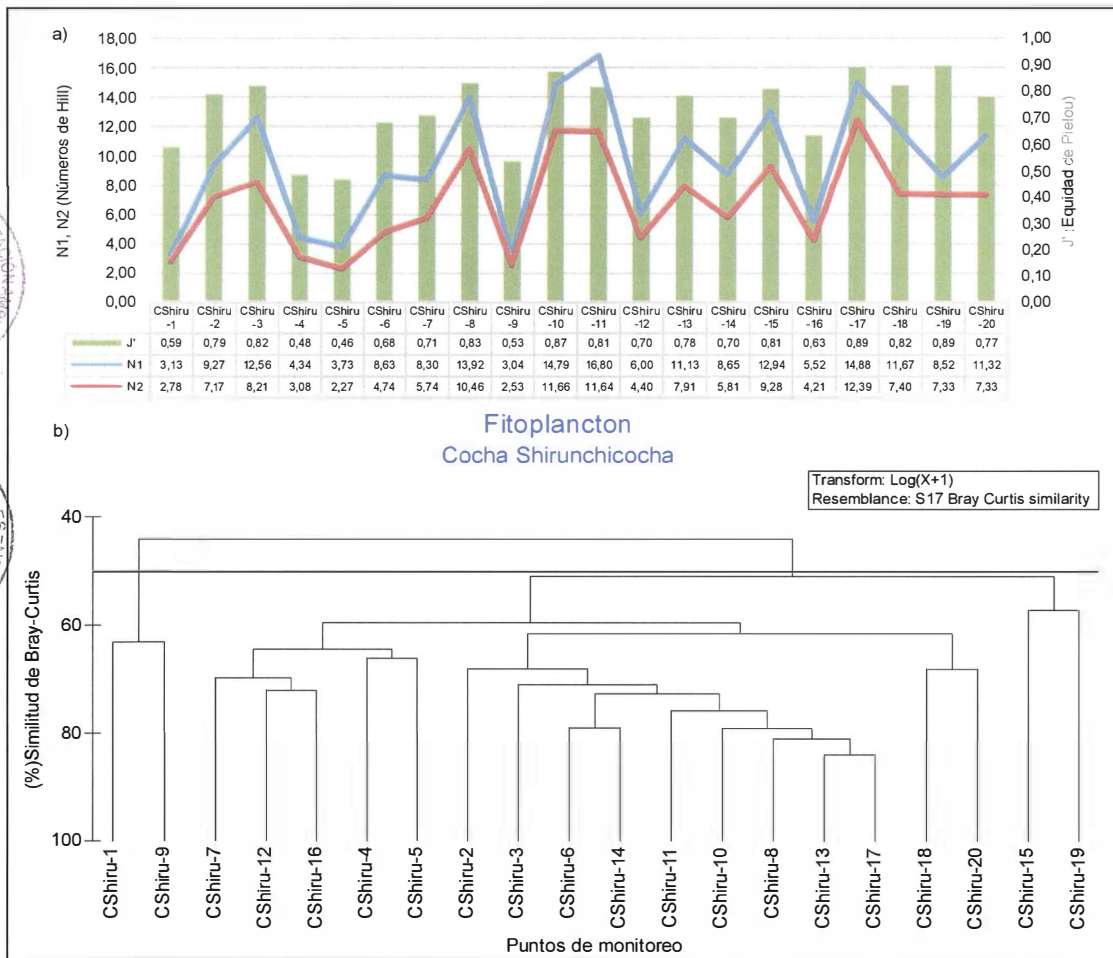
Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

882. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 3,04 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-9) hasta 16,80 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-11). El número de Hill N2 varió desde 2,27 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-5) hasta 12,39 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-17).

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

883. El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) varió desde 0,46 (punto de monitoreo CShiru-5) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,89 (puntos CShiru-17 y CShiru-19) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CShiru-5, donde *Parvodinium umbonatum* (phylum Miozoa) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-63a).



**Figura 10-63. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Shirunchicocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

884. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar siete conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CShiru-1 y CShiru-9; el segundo conformado por los puntos CShiru-12 y CShiru-16; el tercer conglomerado conformado por los puntos CShiru-4 y CShiru-5; el cuarto conglomerado conformado por los puntos CShiru-6 y CShiru-14; el quinto conglomerado (de mayor similitud de especies) formado por los puntos CShiru-13 y CShiru-17; el sexto conglomerado formado por los puntos CShiru-18 y CShiru-





"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

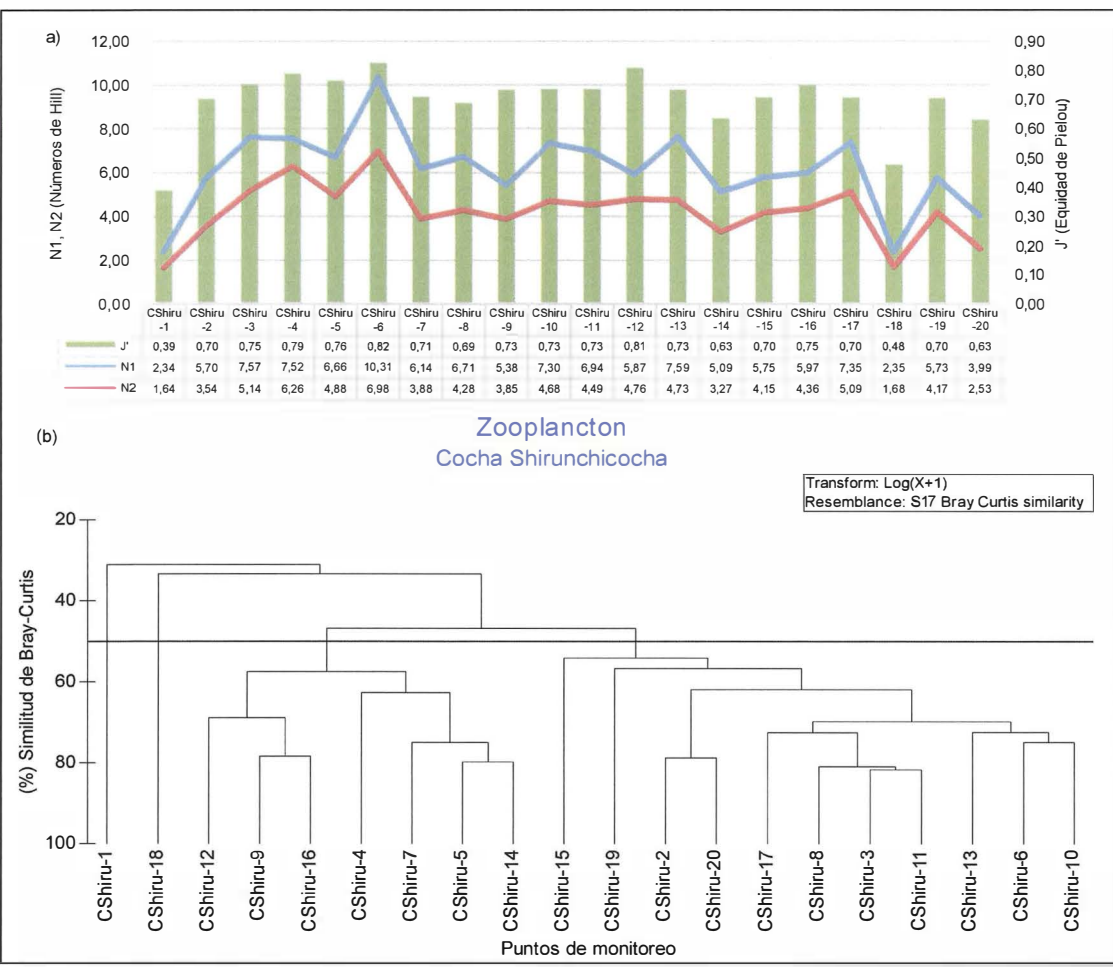
phylum con menor abundancia fue Tardigrada con 0,05 org/L (ver Figura 10-64b). La especie de mayor densidad fue BDELLOIDEA ND (especie no determinada de la clase Bdelloidea, phylum Rotifera) con 76,94 org/L, presentando su mayor abundancia en el punto de monitoreo CShiru-19.

**a.2.2. Diversidad alfa y beta**

888. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 2,34 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-1) hasta 10,31 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-6). El número de Hill N2 varió desde 1,64 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-1) hasta 6,98 especies efectivas (punto de monitoreo CShiru-6). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,39 (punto de monitoreo CShiru-2) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,83 (punto de monitoreo CShiru-4), donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie.



[Handwritten signature and text]



**Figura 10-65. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplancton en la cocha Shirunchicocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

889. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CShiru-2, donde BDELLOIDEA ND (especie no determinada de la clase Bdelloidea, phylum

Rotifera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-65a).

890. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar cinco conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CShiru-9 y CShiru-16; el segundo conformado por los puntos CShiru-5 y CShiru-14; el tercer conglomerado conformado por los puntos CShiru-2 y CShiru-20; el cuarto conglomerado (de mayor similitud de especies) conformado por los puntos CShiru-3 y CShiru-11; y por último el quinto conglomerado formado por los puntos CShiru-6 y CShiru-10 (ver Figura 10-65b).

### 10.3.2.1.3. Cocha Pashincocha

891. Se realizó la colecta de muestras de la comunidad de perifiton (microalgas y microorganismos) en 17 puntos de monitoreo correspondientes a la cocha Pashincocha (CPash-1 al CPash-17).

#### a. Plancton

##### a.1. Fitoplancton

##### a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

892. La muestra estuvo representada por 43 especies, 22 familias, 13 órdenes y siete clases, distribuidas en siete phyla: Charophyta con 20 especies; Bacillariophyta con siete especies; Euglenophyta con cinco especies; Cyanobacteria con cuatro especies; Chlorophyta con cuatro especies; Miozoa con dos especies; y finalmente Ochrophyta con una especie (ver Tabla A.3.27 del Anexo A.3).

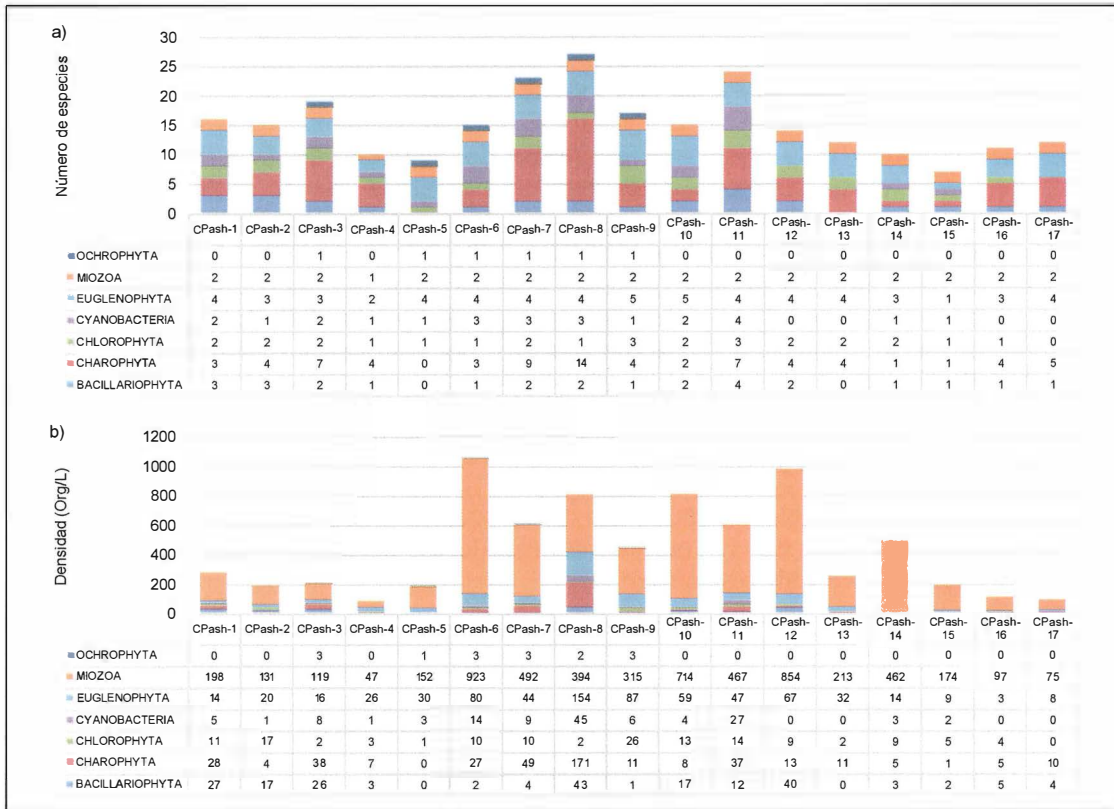
893. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde siete especies (punto de monitoreo CPash-15) hasta 27 especies (punto de monitoreo CPash-8) (ver Figura 10-66a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron *Euglena acus* (phylum Euglenophyta) y *Peridinium sp.* (phylum Miozoa) registrada en los 17 puntos de monitoreo.

894. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 7449 org/L, variando los valores de densidad desde 87 org/L (punto de monitoreo CPash-4) hasta 1 059 org/L (punto de monitoreo CPash-6). El phylum con mayor densidad fue Miozoa con 5 827 org/L, seguido del phylum Euglenophyta con 710 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Ochrophyta con 15 org/L (ver Figura 10-66b). La especie de mayor densidad fue *Peridinium sp.* (phylum Miozoa) con 4 594 org/L presentando su mayor abundancia en el punto de monitoreo CPash-12.



Handwritten signature and initials in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-66. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016**

Fuente: Elaboración propia.

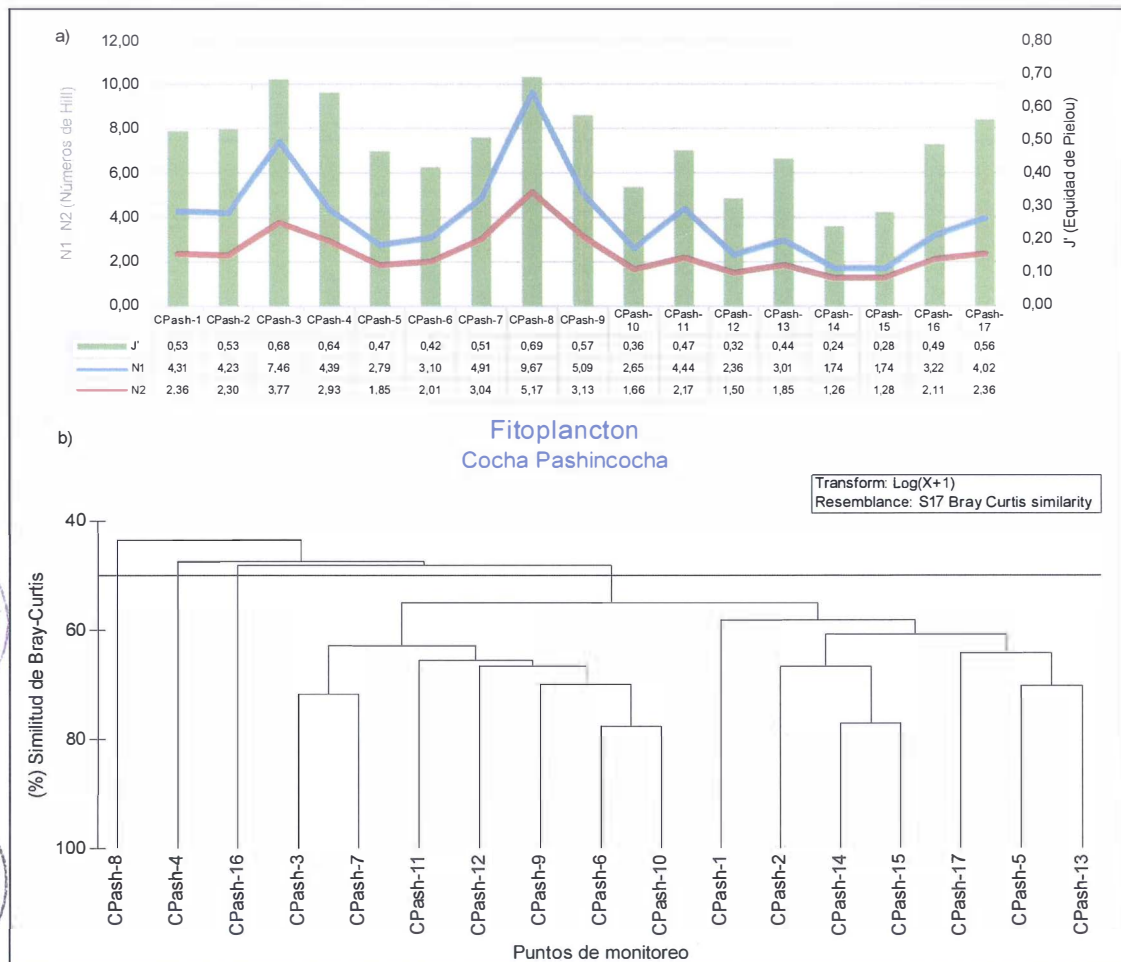
**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

895. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,74 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-15) hasta 9,67 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-8). El número de Hill N2 varió desde 1,26 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-14) hasta 5,17 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-8). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,24 (punto de monitoreo CPash-14) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,69 (punto de monitoreo CPash-8) donde los individuos se encontraron distribuidos con una media a alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CPash-14, donde *Peridinium* sp. (phylum Miozoa) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-67a).

896. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar cuatro conglomerados con una similitud mayor al 50%; el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CPash-3 y CPash-7; el segundo (de mayor similitud de especies) conformado por los puntos CPash-6 y CPash-10; el tercer conglomerado conformado por los puntos CPash-14 y CPash-15; y por último el cuarto conglomerado conformado por los puntos CPash-5 y CPash-13 (ver Figura 10-67b).



A  
 P  
 H  
 O  
 T  
 O  
 G  
 R  
 A  
 F  
 Í  
 A



**Figura 10-67. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016

Fuente: Elaboración propia.

## a.2. Zooplancton

### a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

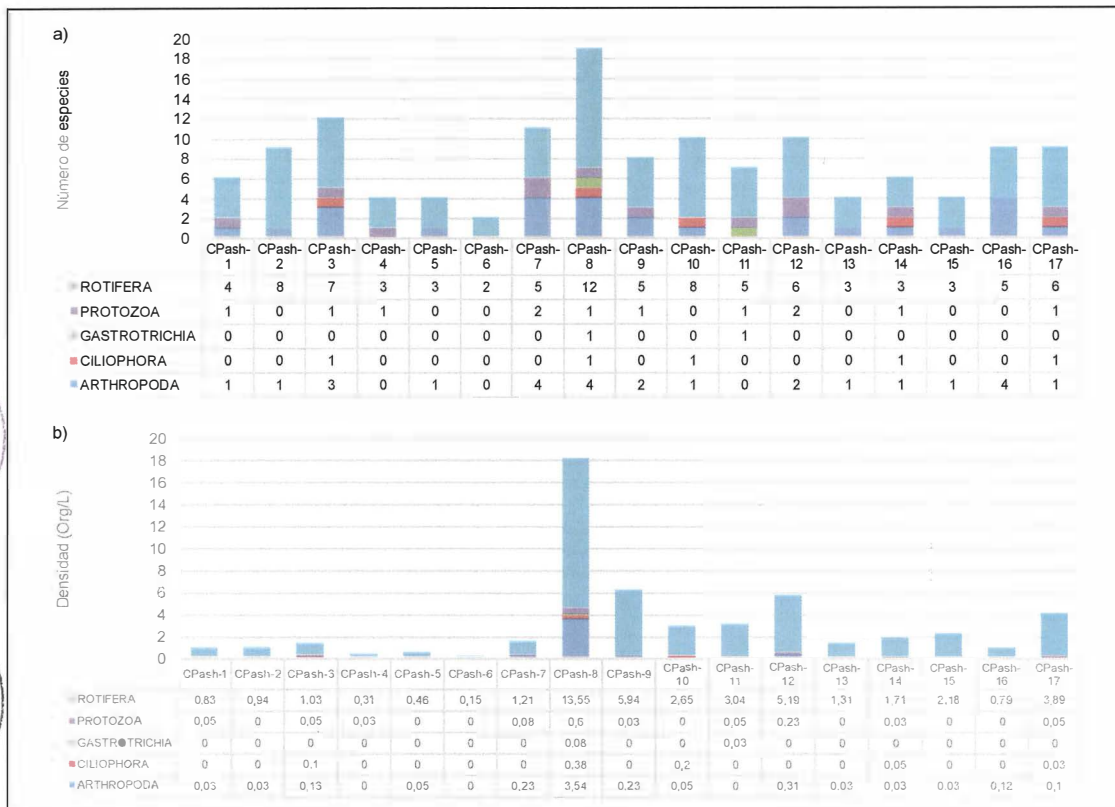
897. La muestra estuvo representada por 26 especies, 18 familias, 10 órdenes y ocho clases, distribuidas en cinco phyla: Rotifera con 15 especies, Arthropoda con siete especies, Protozoa con dos especies y finalmente Ciliophora y Gastrotrichia con una especie cada uno (ver Tabla A.3.31 del Anexo A.3).

898. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde especies (punto de monitoreo CPash-6) hasta 19 especies (punto de monitoreo CPash-8) (ver Figura 10-68a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) registrada en los 17 puntos de monitoreo.

899. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 52,16 org/L, variando los valores de densidad desde 0,15 org/L (punto de monitoreo CPash-6) hasta 18,15 org/L (punto de monitoreo CPash-8). El phylum con mayor densidad fue Rotifera con 45,18 org/L, seguido del phylum Arthropoda con 4,91 org/L, mientras que el

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

phylum con menor abundancia fue Gastrotrichia con 0,11 org/L (ver Figura 10-68b). La especie de mayor densidad fue *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) con 26,54 org/L, presentan su mayor abundancia en el punto de monitoreo CPash-8.



**Figura 10-68. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016**  
 Fuente: Elaboración propia.

**a.2.2. Diversidad alfa y beta**

900. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,87 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-13) hasta 9,33 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-8). El número de Hill N2 varió desde 1,48 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-14) hasta 6,50 especies efectivas (punto de monitoreo CPash-8). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,40 (punto de monitoreo CPash-14) demostrando una uniformidad (o regularidad) media de individuos distribuidos por especie, hasta 0,92 (punto de monitoreo CPash-6) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CUshp-6, donde *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-69a).

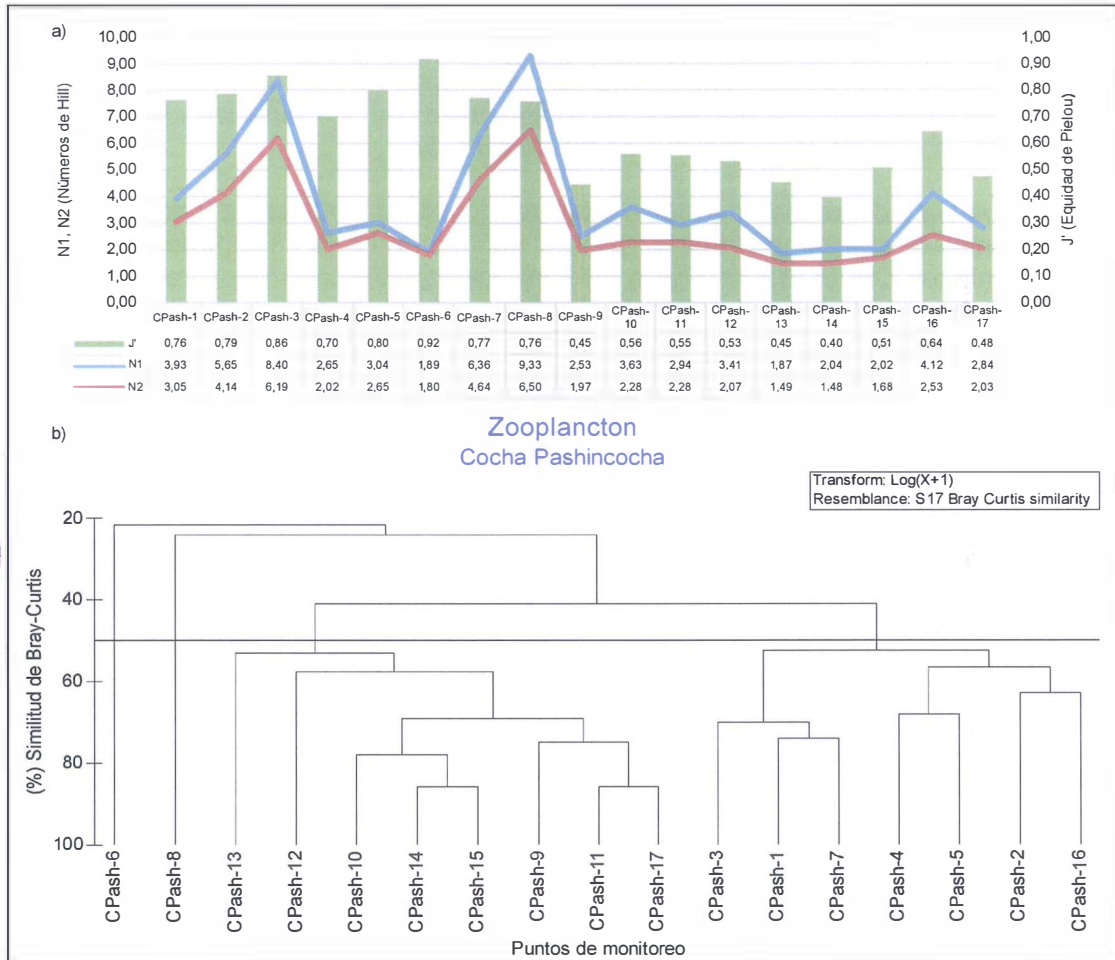
901. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar cinco conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CPash-14 y CPash-15; el



Handwritten signature in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

segundo conglomerado (de mayor similitud de especies) conformado por los puntos CPash-11 y CPash-17; el tercer conglomerado conformado por los puntos CPash-1 y CPash-7; el cuarto conglomerado conformado por los puntos CPash-4 y CPash-5; y por último el quinto conglomerado formado por los puntos CPash-2 y CPash-16 (ver Figura 10-69b).



**Figura 10-69. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del zooplankton en la cocha Pashincocha (Cuenca Medio Pastaza), muestreo de junio de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

**10.3.2.2. Cuenca Corrientes**

**10.3.2.1.4. Cocha Huarashma**

902. Se realizó la colecta de muestras de microalgas en 20 puntos de monitoreo correspondientes a la cocha Huarashma (CHuar-1 al CHuar-20). Se realizó la colecta de muestras de peces en tres puntos de monitoreo correspondientes a la cocha Huarashma, CHuar-RE1, CHuar-RE2 y CHuar-RE3).



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

a. Plancton

a.1. Fitoplancton

a.1.1. Composición, riqueza y abundancia de especies

903. La muestra estuvo representada por 44 especies, 22 familias, 14 órdenes y siete clases, distribuidas en siete phyla: Charophyta con 20 especies, Bacillariophyta con ocho especies, Cyanobacteria con seis especies, Euglenophyta con cuatro especies, Miozoa con tres especies, Chlorophyta con dos especies y Ochrophyta con una especie (ver Tabla A.3.28 del Anexo A.3).

904. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde cinco especies (puntos de monitoreo CHuar-4, CHuar-7 y CHuar-9) hasta 18 especies (punto de monitoreo CHuar-2) (ver Figura 10-70a). La especie con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fue *Peridinium* sp. (phylum Miozoa) registrada en los 20 puntos de monitoreo.



[Handwritten signature and text]

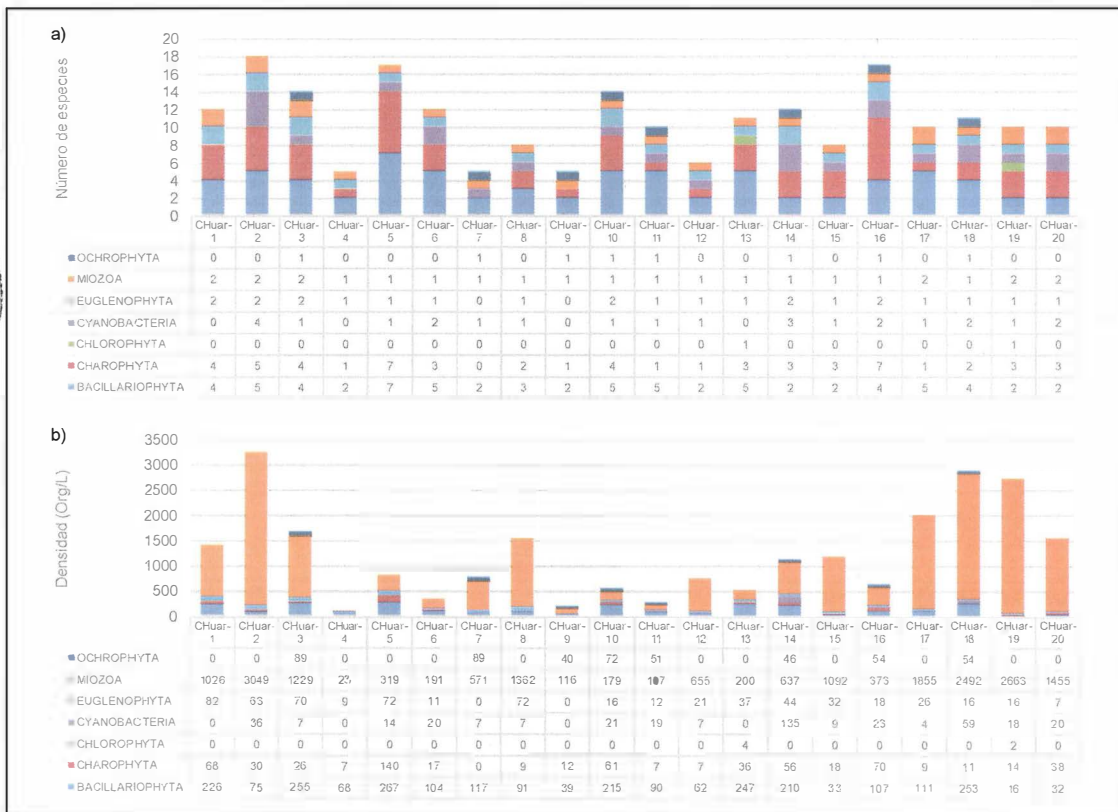


Figura 10-70. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del fitoplancton según el phylum en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016

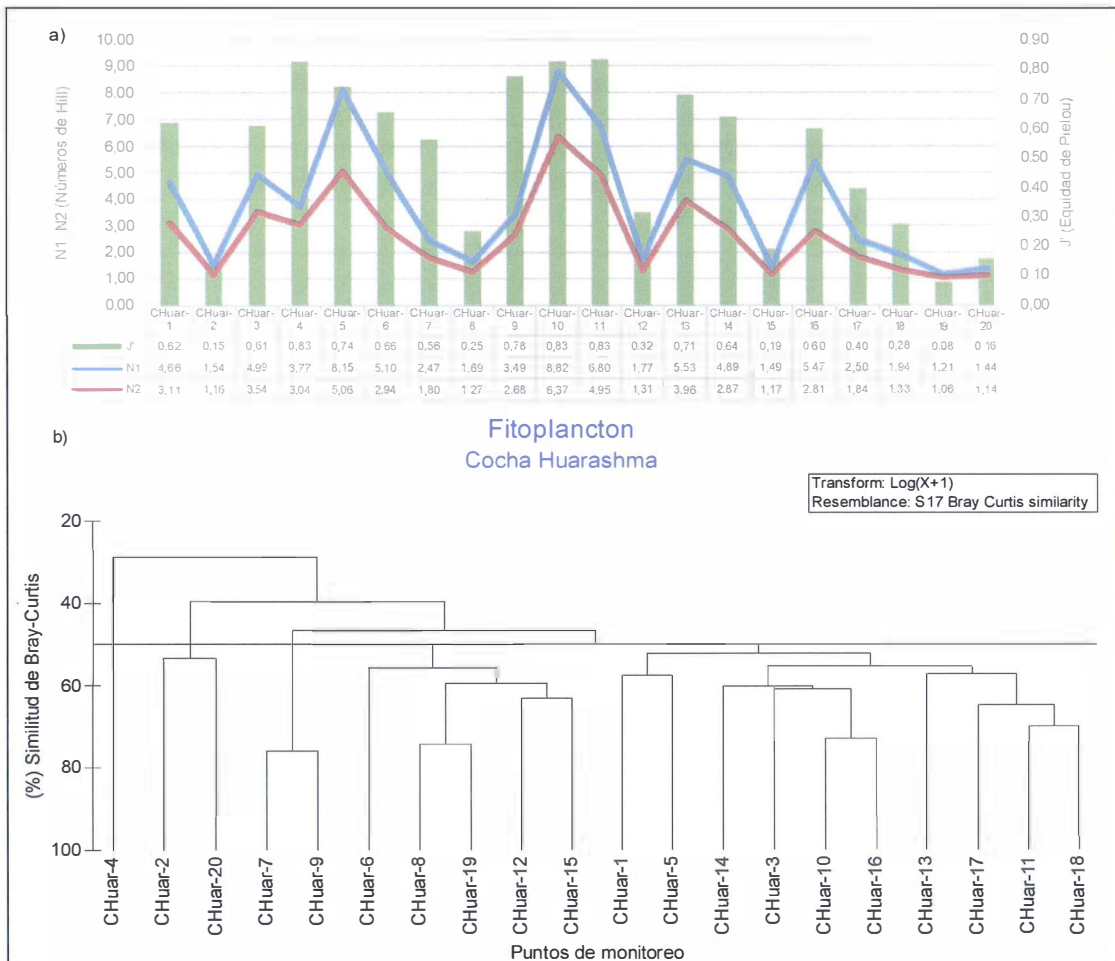
Fuente: Elaboración propia.

**a.1.2. Diversidad alfa y beta**

905. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,21 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-19) hasta 8,82 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-10). El número de Hill N2 varió desde 1,06 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-19) hasta 6,37 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-10). El índice de equidad de Pielou (J') varió desde 0,08 (punto de monitoreo CHuar-19) demostrando una muy baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,83 (puntos CHuar-4 y CHuar-11) donde los individuos se encontraron distribuidos con una alta uniformidad por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso del punto de monitoreo CHuar-19, donde *Peridinium sp.* (phylum Miozoa) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-71a).



[Handwritten signature and text]



**Figura 10-71. a)** Diversidad alfa (diversidad verdadera) y **b)** diversidad beta (similitud de Bray-Curtis por conglomerados) de la comunidad del fitoplancton en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016  
 Fuente: Elaboración propia.

906. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar siete conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CHuar-2 y CHuar-20; el



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

segundo conglomerado (de mayor similitud de especies) conformado por los puntos CHuar-7 y CHuar-9; el tercer conglomerado conformado por los puntos CHuar-8 y CHuar-19; el cuarto conglomerado conformado por los puntos CHuar-12 y CHuar-15; el quinto conglomerado formado por los puntos CHuar-1 y CHuar-5; el sexto conglomerado formado por los puntos CHuar-10 y CHuar-16; y por último el séptimo conglomerado formado por los puntos CHuar-11 y CHuar-18 (ver Figura 10-71b).

**a.2. Zooplancton**

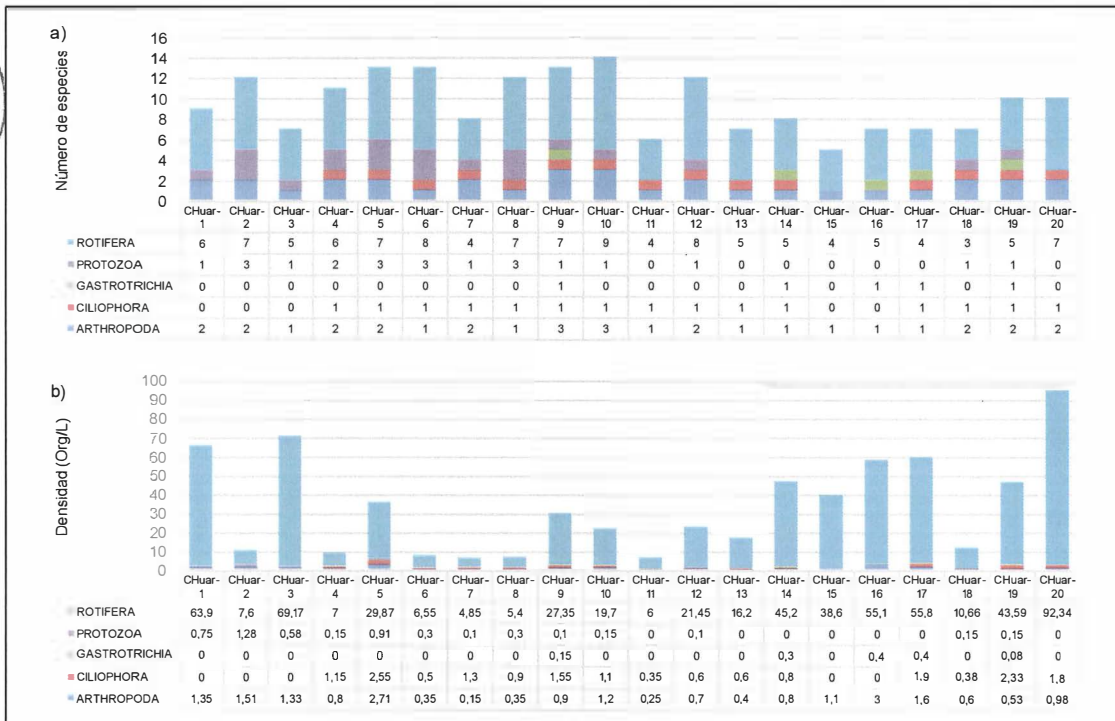
**a.2.1. Composición, riqueza y abundancia de especies**

907. La muestra estuvo representada por 23 especies, 16 familias, 10 órdenes y siete clases, distribuidas en cinco phyla: Rotifera con 14 especies, Arthropoda con cuatro especies, Protozoa con tres especies y finalmente Ciliophora y Gastrotrichia con una especie cada uno (ver Tabla A.3.32 del Anexo A.3).

908. La riqueza de especies en los puntos de monitoreo varió desde cinco especies (punto de monitoreo CHuar-15) hasta 14 especies (punto de monitoreo CHuar-10) (ver Figura 10-72a). Las especies con mayor frecuencia de registro en los distintos puntos de monitoreo fueron *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) y Maxillopoda ND (especie no determinada de la clase Maxillopoda, phylum Arthropoda) registradas en los 20 puntos de monitoreo.



VAB  
 2016  
 2017  
 2018  
 2019  
 2020



**Figura 10-72. a) Número de especies y b) densidad (abundancia) de la comunidad del zooplancton según el phylum en la cocha Huarashma (Cuenca Corrientes), muestreo de junio de 2016**

Fuente: Elaboración propia.

909. La densidad (abundancia) total acumulada fue de 671,1 org/L, variando los valores de densidad desde 6,4 org/L (punto de monitoreo CHuar-7) hasta 95,12 org/L

(punto de monitoreo CHuar-20). El phylum con mayor densidad fue Rotifera con 626,33 org/L, seguido del phylum Arthropoda con 20,61 org/L, mientras que el phylum con menor abundancia fue Gastrotrichia con 1,33 org/L (ver Figura 10-72b). La especie de mayor densidad fue *Polyarthra* sp. (phylum Polyarthra) con 591,86 org/L, presentando su mayor abundancia en el punto de monitoreo CHuar-20.

### a.2.2. Diversidad alfa y beta

910. La diversidad alfa indica que el número de Hill N1 varió desde 1,30 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-1) hasta 3,85 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-8). El número de Hill N2 varió desde 1,10 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-1) hasta 2,26 especies efectivas (punto de monitoreo CHuar-8). El índice de equidad de Pielou ( $J'$ ) varió desde 0,12 (puntos de monitoreo CHuar-1 y CHuar-20) demostrando una baja uniformidad (o regularidad) de individuos distribuidos por especie, hasta 0,54 (punto de monitoreo CHuar-8) donde los individuos se encontraron distribuidos con una uniformidad media por especie. Es común que en los puntos de baja uniformidad exista o existan especies con altas abundancias como el caso de los (puntos de monitoreo CHuar-1 y CHuar-20, donde *Polyarthra* sp. (phylum Rotifera) fue altamente abundante en relación al resto de especies registradas. Se observa que los números de especies efectivas guardan relación directa con los valores de equidad de Pielou (ver Figura 10-73a).

911. La diversidad beta mediante el índice de similitud de Bray-Curtis permitió conformar siete conglomerados con una similitud mayor al 50%: el primer conglomerado conformado por los puntos de monitoreo CHuar-10 y CHuar-13; el segundo conglomerado conformado por los puntos CHuar-19 y CHuar-20; el tercer conglomerado (de mayor similitud de especies) conformado por los puntos CHuar-3 y CHuar-15; el cuarto conglomerado conformado por los puntos CHuar-14 y CHuar-17; el quinto conglomerado formado por los puntos CHuar-12 y CHuar-18; el sexto conglomerado formado por los puntos CHuar-6 y CHuar-11; el por último el séptimo conglomerado formado por los puntos CHuar-7 y CHuar-8 (ver Figura 10-73b).



Handwritten signature and initials in blue ink.





en común a *Tetragonopterus argenteus* "mojarra" (orden Characiformes) (ver Figura 10-75b).


#### 10.4. Fauna silvestre

917. A continuación, se presentan los resultados producto de los censos de fauna silvestre en los sitios contaminados y sitios considerados blanco, así como también los resultados proporcionados por los registros de las cámaras trampa en ambos tipos de área de estudio.

##### 10.4.1. Esfuerzo de muestreo empleado en los censos de fauna silvestre


918. El esfuerzo de muestreo del censo por transectos en este estudio fue de 0,734 Km, producto de los censos realizados en los cuatro sitios evaluados, tal como se indica en la Tabla 10-62.

**Tabla 10-62.** Esfuerzo de muestreo empleado en los censos por transectos



Sitio evaluado	No. de censos	Horas censadas	Cobertura (km)
SL-CAP-N-1R	1	02:08	0,107
SL-CPN2-F	1	01:04	0,234
Tambo 2	1	01:30	0,120
Sitio Blanco	1	02:10	0,273
Total	4	06:52	0,734

Fuente: Elaboración propia.



919. Producto de este esfuerzo se lograron registrar ocho especies de mamíferos mayores (ver Tabla A.4.1 del Anexo A.4), donde los mayores registros ocurrieron en el transecto ubicado en el sitio contaminado SL-CPN2-F de Capahuari Norte. En este sitio se lograron registrar seis especies de mamíferos, siendo el majaz (*Cuniculus paca*) y la sachavaca (*Tapirus terrestris*) las que presentaron mayor número de registros.

920. En el área evaluada se podía observar mucha actividad de sachavaca (*Tapirus terrestris*), esto posiblemente influenciado por la una mediana collpa que sirve de abrevadero de la especie.

921. En el censo realizado en el sitio blanco que estaba ubicado en el km 14 de la carretera central, se observaron al menos siete madrigueras de alimentación del armadillo gigante (*Priodontes maximus*) y rastros de alimentación de al menos cuatro individuos de achuni (*Nasua nasua*).

922. De acuerdo con los datos registrados en el censo por transectos, se determinaron ocho especies en el área de estudio; no obstante, considerando las especies determinadas en las entrevistas no estructuradas, la lista de especies de fauna silvestre en el área de estudio se incrementa a 53 (ver Tabla A.4.1 – Anexo A.4).

### 10.4.2. Índices de ocurrencia y abundancia de las especies registradas en los censos de fauna silvestre

923. Los índices de ocurrencia (IO) e índices de abundancia (IA) de fauna silvestre en los sitios evaluados y la lista de especies registradas mediante censos por transectos se presenta en la Tabla 10-63.

**Tabla 10-63.** Índices de ocurrencia y abundancia de las especies de fauna silvestre

Sitio evaluado	Nombre Común	Especie	Tipo de registro	Índice de Ocurrencia (IO)	Índice de abundancia (IA)
SL-CAP-N-1R	Sajino	<i>Pecari tajacu</i>	Hu, Hu, Ca, E	19	14
	Sachavaca	<i>Tapirus terrestris</i>	Hu, Hu, Ca, Ca, Ca, E	25	22
	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	Hu, Hu, Hu, Ca, Ca, E	28	23
SL-CPN2-F	Yangunturillo	<i>Cabassous unicinctus</i>	Ma, E	9	4
	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	Hu, Hu, Hu, Hu, Ca, E	29	24
	Carachupa	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Ma, E	9	4
	Venado colorado	<i>Mazama americana</i>	Hu, Hu, E	13	8
	Sajino	<i>Pecari tajacu</i>	Hu, Hu, Ca, Ca, E	23	18
	Sachavaca	<i>Tapirus terrestris</i>	Hu, Hu, Hu, Hu, Ca, Ca, Ca, Ca, E	41	36
TAMBO 2	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	Ma, Hu, Hu, Hu, Hu, Ca, Ca, Ca, E	41	36
	Sachavaca	<i>Tapirus terrestris</i>	Hu, Hu, Hu, Hu, Ca, Ca, Ca, Ca, E	41	36
Sitio Blanco	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	Ca, Ca, Hu, Hu, Hu, E	28	23
	Carachupa	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Ma, Ma, Ma, E	17	12
	Achuni	<i>Nasua nasua</i>	Ra, E	9	4
	Yangunturo	<i>Priodontes maximus</i>	Ma, Ma, Ma, Ma, Ma, Ma, Ma, Hu, E	38	33

Hu: Huella, Ca: Camino, E: Entrevista, Ma: madriguera, Ra: rastros alimenticios.  
Fuente: Elaboración propia.

924. De acuerdo con la Tabla 10-63, las especies con mayor presencia en el área de estudio ocurrieron en los sitios contaminados con código SL-CPN2-F y TAMBO 2. En el primero de ellos, las especies con los mayores valores son: sachavaca (*Tapirus terrestris*) seguido de majaz (*Cuniculus paca*). En el sitio contaminado Tambo 2, las especies con mayor índice de ocurrencia fueron las mismas consideradas para el sitio SL-CPN2-F. Respecto al sitio blanco, los registros nos muestran que la especie con mayor presencia en el área fue el yangunturo o armadillo gigante (*Priodontes maximus*).

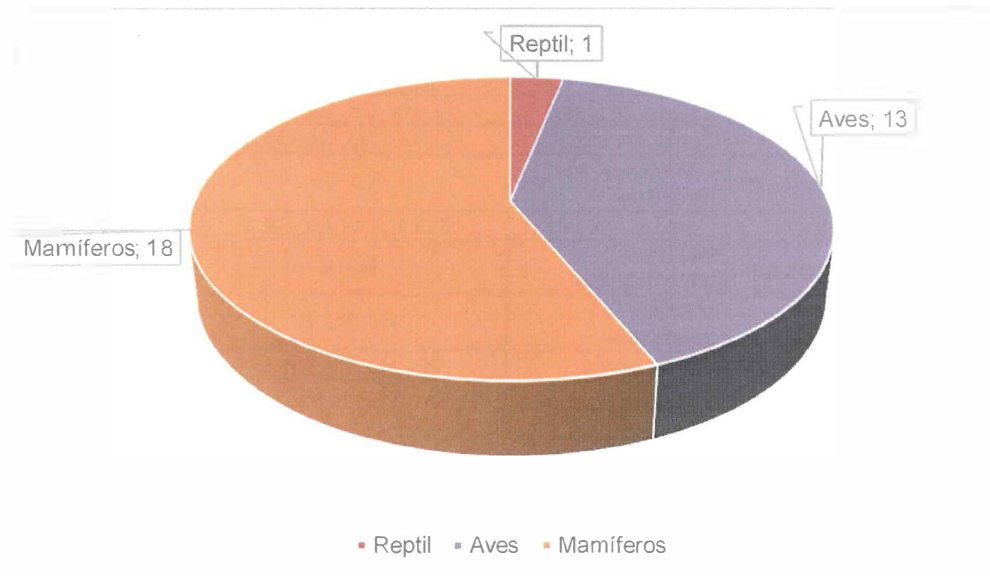
925. En cuanto al Índice de abundancia (IA), las especies que presentan una mayor actividad en el área de estudio son la sachavaca (*Tapirus terrestris*) y el majaz (*Cuniculus paca*). Al respecto, durante el censo se pudo observar caminos activos y huellas frescas de estas especies alrededor de los sitios evaluados, especialmente en los sitios contaminados SL-CPN2-F y TAMBO 2. Por otro lado, en el sitio blanco, la especie con mayor actividad fue el yangunturo o armadillo gigante (*Priodontes maximus*).



A  
P  
N  
E  
K

### 10.4.3. Composición, riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre en el lote 192

926. Las cámaras trampa registraron en el área de estudio un total de 32 especies de fauna silvestre, distribuidos de la siguiente manera: una especie de reptil, 13 especies de aves y 18 especies de mamíferos grandes y medianos, tal como se detalla en la Figura 10-76. Para mayor detalle, la lista de especies registradas por las cámaras trampa en el área de estudio se presenta en la Tabla A.4.2 del Anexo A.4.



**Figura 10-76.** Riqueza y composición de especies de fauna silvestre registradas por las cámaras trampa en el Lote 192

927. Por otro lado, las cámaras lograron captar un total de 1704 registros de fauna silvestre, de los cuales solo 376 eventos independientes fueron considerados para los cálculos de diversidad y abundancia en los sitios evaluados.

928. Al respecto, en la Figura 10-77, Figura 10-78 y Figura 10-79 se presentan los resultados de riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre correspondientes a la evaluación en las cuencas Medio Pastaza, Medio Alto Tigre y Corrientes respectivamente.



Handwritten signature in blue ink.

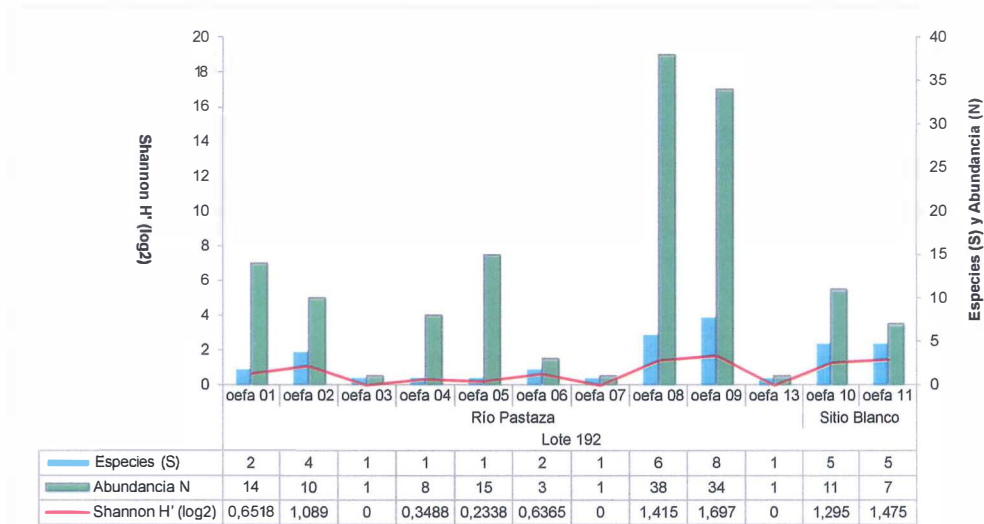


Figura 10-77. Riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre en la cuenca Medio Pastaza

#### 10.4.4. Diversidad y abundancia de las especies de fauna silvestre registradas en las cámaras trampa instaladas

929. En la presente investigación, la diversidad de fauna silvestre registrada por las cámaras trampa es relativamente baja, sin embargo, en todas ellas hubieron registros, unos más diversos que otros, así tenemos de las cámaras que instalamos en la cuenca media del río Pastaza. De acuerdo con la Figura N° 10-77, la cámara que registró mayor diversidad fue la cámara (OEFA 09) la cual fue instalada en el yacimiento Capahuari Sur, en el sitio contaminado SL-CPS2-G1.2, esta cámara logró registrar ocho especies de fauna silvestre, entre ellos destaca el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*) con 12 registros, seguido de zorro o intuito (*Didelphis marsupialis*), con 10 registros, en los registros fotográficos se observan a las especies desplazándose por el sitio contaminado en busca de alimento, en este sitio se tuvo el único registro de conejo silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*) (ver Fotografía N° 175 del Anexo G.2).
930. La siguiente cámara en registrar una diversidad representativa fue OEFA 08 (seis especies), esta cámara estuvo instalada en el sitio contaminado SL-CPS2-F a más o menos 70m de la cámara OEFA 09, esta cámara logró registrar especies que son utilizadas por las comunidades locales en su alimentación diaria, como el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*) con 18 registros, seguido del majaz (*Cuniculus paca*) con 11 registros, en los registros fotográficos se observan a las especies de fauna silvestre desplazándose por el sitio contaminado y en otros se los observa buscando alimento. (ver Figura 10-77).
931. En la cámara trampa instalada en el sitio blanco de esta cuenca (OEFA 10) se registró una bandada de tres individuos de paujil nocturno o montete, (*Nothocrax urumutum*) resaltamos este registro debido a que es considerado una de las aves más difíciles de ser observadas en medio natural (ver Fotografía N° 176 del Anexo G.2).
932. En esta cuenca ocurrió una observación interesante, se logró registrar tres collpas los mismos que se encuentran ubicados en los yacimientos dos en el yacimiento



Capahuari Norte y uno en el yacimiento Tambo, sin embargo estas collpas no son de origen natural ya que se encuentran en los sitios contaminados SL-CPN2-F, SL-CAP-N-1R y TAMBO 2"; en estas cámaras se lograron captar especies de aves y mamíferos que al momento del registro se encontraban bebiendo agua, como lo ocurrido en el sitio contaminado SL-CPN2-F, donde se registraron unas bandadas de manacaraco (*Ortalis gutatta*), que en grupo de hasta cuatro individuos bebían agua, (ver Fotografía N°181 del Anexo G.2), en el sitio contaminado SL-CAP-N-1R, se registró a una bandada de tres individuos de trompetero (*Psophia crepitans*) haciendo uso del área afectada, en este mismo sitio contaminado se registró a un venado colorado (*Mazama americana*), bebiendo agua, (ver Fotografías N° 182 y 183 del Anexo G.2). En el sitio contaminado TAMBO 2", se registraron bandadas de paloma huscapupo (*Patagioenas subvinacea*), alimentándose y bebiendo agua de la collpa (ver Fotografía N°184 del Anexo G.2).

933. En la cuenca Medio Alto Tigre, al igual que en la cuenca Medio Pastaza se instalaron 14 cámaras trampa, 10 estuvieron instaladas en sitios contaminados y cuatro instaladas en sitios blanco; registrándose en todas ellas eventos independientes de fauna silvestre. En la Figura 10-78 se presenta la riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre que se registraron en esta cuenca.



934. En la cuenca Medio Pastaza todas las cámaras registraron eventos independientes de fauna silvestre. De acuerdo con la Figura N° 2, las cámaras que registraron mayor diversidad se ubicaron en el yacimiento Capahuari Sur, en los sitios contaminados SL-CPS2-F (OEFA 8) y SL-CPS2-G1.2 (OEFA 09). El mayor índice de diversidad de especies (1,697) corresponde al registro de ocho especies y 34 individuos de la cámara trampa con código OEFA 09; cabe precisar que en este sitio se tuvo el único registro de conejo silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*) (ver Fotografía N° 175 del Anexo G.2).



935. La siguiente cámara en registrar una diversidad representativa fue OEFA 08 (seis especies), además de ser la cámara que registró la mayor abundancia de toda la cuenca Medio Pastaza (ver Figura 10-77). En el sitio blanco de esta cuenca (OEFA 10) se registró una bandada de tres individuos de paujil nocturno o montete, (*Nothocrax urumutum*) resaltamos este registro debido a que es considerado una de las aves más difíciles de ser observadas en medio natural (ver Fotografía N° 176 del Anexo G.2).

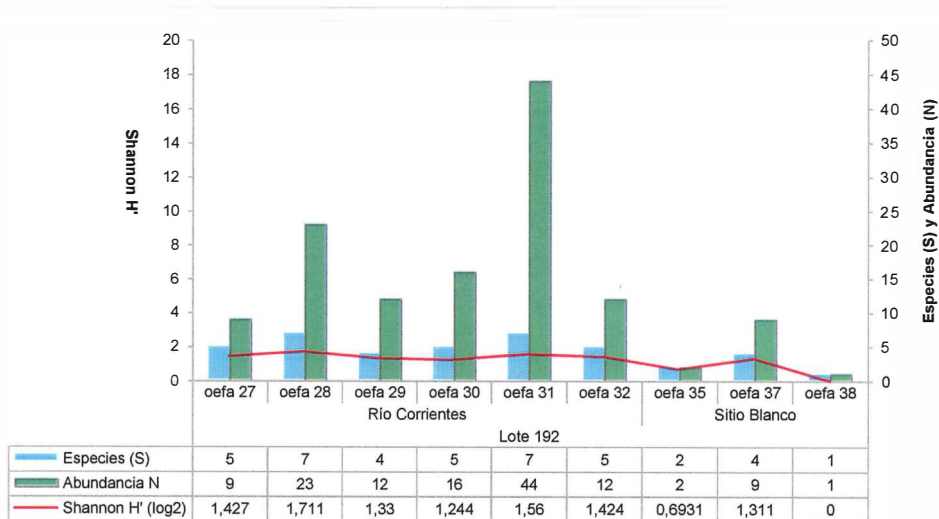
936. En la cuenca Medio Alto Tigre, al igual que en la cuenca Medio Pastaza se instalaron 14 cámaras trampa, 10 estuvieron instaladas en sitios contaminados y cuatro instaladas en sitios blanco; registrándose en todas ellas eventos independientes de fauna silvestre. En la Figura 10-78 se presenta la riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre que se registraron en esta cuenca.

H  
H  
H  
H  
H



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

940. En la cuenca Corrientes, se repite el mismo patrón registrado en la cuenca de los ríos Pastaza y Tigre, es decir una baja diversidad, siendo la cámara OEFA 28 una de las cámara que registro una de las mayores diversidad, esta cámara estuvo instalada en el sitio contaminado S-08, esta cámara estuvo instalado en un bosque secundario en el pozo Carmen, aquí ocurrieron especies únicas como el zorro de agua (*Chironectes minimus*) (ver Fotografía N° 179 del Anexo G.2).y el perro de orejas cortas o sachaperro (*Atelocynus microtis*). Otra de las cámaras que se registró una diversidad ligeramente alta fue La cámara trampa OEFA 31, esta cámara estuvo instalada en el sitio contaminado S-04, en esta cámara se registraron las mayores capturas de añuje (*Dasyprocta fuliginosa*) con 18 registros seguido de la carachupa (*Dasyopus novencimtus*) con nueve registros.el
941. En esta cuenca se observo un detalle interesante y ocurrió en la cámara OEFA 32 esta cámara estuvo instalado en el sitio contaminado S-03, el mismo que se encuentra contaminado con hidrocarburo en su fracción las fracciones F2 (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) y F3 (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>), en ella se registró al menos tres individuos diferentes de sachavaca (*Tapirus terrestris*) entre ellos una madre con una cría juvenil alimentándose de brotes de hojas de arbustos que crecen en el sitio contaminado.
942. Por otro lado, en esta cuenca ocurrió el único registro otorongo (*Panthera onca*) y ocurrió la cámara OEFA 29, esta cámara estuvo instalada en el sitio contaminado S-08, en ella se registraron dos eventos independientes, tratándose posiblemente de dos individuos adultos diferentes (ver Fotografía N°180 del Anexo G.2).



**Figura 10-79.** Riqueza, abundancia y diversidad de especies de fauna silvestre en la cuenca Corrientes

**10.4.5. Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados por cámara trampa**

943. La especie de mamífero con mayor número de registros fue el añuje (*Dasyprocta variegata*), el cual fue registrado por 20 cámaras, en un promedio de 132 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 99,848. Los mayores registros de esta especie ocurrieron en las cámaras OEFA 08 (cuenca Medio Pastaza), OEFA 23 (cuenca Medio Alto Tigre) y OEFA 3 (cuenca Corrientes) con 18 registros cada una. La abundancia de esta especie posiblemente este influenciada por el tipo de ambiente donde fueron instalados las cámaras, todas ellas en un bosque



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

secundario con el sotobosque claro, donde esta especie de roedor encuentra su alimento y construye su madriguera para conciliar el sueño diurno.

944. Otra especie que presenta un valor elevado en términos de frecuencia de ocurrencia fue el majaz (*Cuniculus paca*), especie de roedor que fue registrado por seis cámaras, siendo las cámaras OEFA 08 y OEFA 31 donde ocurrieron los mayores registros con 11 y ocho eventos independientes cada uno. Esta especie presentó 39 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 29,50. Los registros de esta especie ocurrieron en las tres cuencas, principalmente en la cuenca Medio Pastaza y Corrientes.

945. La tercera especie con mayor número de eventos independientes fue la sachavaca (*Tapirus terrestris*), que fue registrada por nueve cámaras, siendo las cámaras, OEFA 16, OEFA 28 OEFA 29 y OEFA 31, donde se tuvieron cuatro y cinco registros independientes Esta especie presenta un promedio de eventos independientes de 29 y una frecuencia de ocurrencia de 19,667 (ver Tabla 10-64).

**Tabla 10-64.** Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados en las cámaras-trampa instaladas en el Lote 192

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	Días/cámara	Eventos independientes	N° de cámaras donde fue registrado	Frecuencia de ocurrencia
<i>Tupinambis teguixin</i>	Iguana negra	1322	5	3	3,782
<i>Tinamus major</i>	Panguana	1322	9	4	6,808
<i>Crypturellus variegatus</i>	Perdiz	1322	2	1	1,513
<i>Ortalis guttata</i>	Manacaraco	1322	11	1	8,321
<i>Odontophorus gujanensis</i>	Porotohuango	1322	1	1	0,756
<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga	1322	3	2	2,269
<i>Nothocrax urumutum</i>	Paujil nocturno	1322	1	1	0,756
<i>Psophia crepitans</i>	Trompetero	1322	1	1	0,756
<i>Aramides cajaneus</i>	Unchala	1322	1	1	0,756
<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma huascapupo	1322	18	2	13,616
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Torcaza	1322	20	13	15,129
<i>Geotrygon sp</i>	Paloma-perdiz	1322	1	1	0,756
<i>Turdus ignobilis</i>	Zorzal de pico negro	1322	2	1	1,513
<i>Cacicus solitarius</i>	Paucar negro	1322	2	1	1,513
<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro o intuito	1322	14	3	10,590
<i>Chironectes minimus</i>	Zorro de agua	1322	1	1	0,756
<i>Priodontes maximus</i>	Yangunturo o armadillo gigante	1322	4	3	3,026
<i>Dasybus novemcinctus</i>	Carachupa	1322	22	8	16,641
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero de bandera	1322	2	2	1,513
<i>Sciurus sp</i>	Ardilla	1322	2	2	1,513
<i>Dasyprocta variegata</i>	Añuje	1322	132	20	99,849
<i>Myoprocta pratti</i>	Punchana	1322	3	1	2,269
<i>Cuniculus paca</i>	Majaz	1322	39	8	29,501
<i>Proechimys sp</i>	Raton, sachacuy	1322	7	4	5,295
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre	1322	3	1	2,269
<i>Atelocynus microtis</i>	Perro de monte	1322	7	2	5,295
<i>Eira barbara</i>	Manco	1322	1	1	0,756
<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	1322	6	6	4,539
<i>Panthera onca</i>	Otorongo	1322	2	1	1,513
<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	1322	26	9	19,667
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	1322	9	8	6,808
<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	1322	19	11	14,372

Fuente: Elaboración propia.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

#### 10.4.6. Especies amenazadas y categorías de conservación

946. Las especies determinadas en la evaluación de fauna silvestre que se encuentran en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 10-65. En dicha tabla, se indica que en la evaluación de fauna silvestre en el Lote 192, se han registrado un total de 32 especies que están al menos en alguna categoría de amenaza, ya sea internacional y nacional.

Tabla 10-65. Especies de fauna silvestre comprendidos en alguna categoría de conservación

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	(D.S. 004-2014 MINAGRI)	IUCN-2016	CITES- 2014
REPTILIA	Squamata	Teiidae	Iguana negra	<i>Tupinambis teguixin</i>	No aplica	Preocupación menor	Apéndice II
AVES	Tinamiformes	Tinamidae	Panguana	<i>Tinamus major</i>	No aplica	Casi amenazado	No aplica
AVES	Tinamiformes	Tinamidae	Perdiz	<i>Crypturellus variegatus</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Galliformes	Cracidae	Manacaraco	<i>Ortalis guttata</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Galliformes	Odontophoridae	Porotihuango	<i>Odontophorus gujanensis</i>	No aplica	Casi amenazado	No aplica
AVES	Galliformes	Cracidae	Pucacunga	<i>Penelope jacquacu</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Galliformes	Cracidae	Montete	<i>Nothocrax urumutum</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Gruiformes	Psophiidae	Trompetero	<i>Psophia crepitans</i>	No aplica	Casi amenazado	No aplica
AVES	Gruiformes	Rallidae	Unchala	<i>Aramides cajaneus</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Columbiformes	Columbidae	Paloma huascapupo	<i>Patagioenas subvinacea</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Columbiformes	Columbidae	Torcaza	<i>Leptotila rufaxilla</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Columbiformes	Columbidae	Paloma-perdiz	<i>Geotrygon sp</i>	No aplica	No aplica	No aplica
AVES	Passeriformes	Turdidae	Zorzal de pico negro	<i>Turdus ignobilis</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
AVES	Passeriformes	Icteridae	Paucar negro	<i>Cacicus solitarius</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
MAMMALIA	Didelphimorphia	Didelphidae	Zorro	<i>Didelphis marsupialis</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
MAMMALIA	Didelphimorphia	Didelphidae	Zorro de agua	<i>Chironectes minimus</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
MAMMALIA	Cingulata	Dasyopodidae	armadillo gigante	<i>Priodontes maximus</i>	Vulnerable	Vulnerable	Apéndice I
MAMMALIA	Cingulata	Dasyopodidae	Carachupa,	<i>Dasyus novemcinctus</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
MAMMALIA	Pilosa	Myrmecophagidae	Oso hormiguero,	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Vulnerable	Vulnerable	Apéndice II
MAMMALIA	Rodentia	Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus sp.</i>	No aplica	No aplica	No aplica
MAMMALIA	Rodentia	Dasyproctidae	Añuje	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	No aplica	Datos deficientes	No aplica
MAMMALIA	Rodentia	Dasyproctidae	Punchana	<i>Myoprocta pratti</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
MAMMALIA	Rodentia	Cuniculidae	Majaz, zamaño	<i>Cuniculus paca</i>	No aplica	Preocupación menor	Apéndice III
MAMMALIA	Rodentia	Echimyidae	Sachacuy	<i>Proechimys sp.</i>	No aplica	No aplica	No aplica
MAMMALIA	Lagomorpha	Leporidae	Conejo silvestre	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	No aplica	Preocupación menor	No aplica
MAMMALIA	Carnivora	Canidae	Sachaperro, perro de monte	<i>Atelocynus microtis</i>	Vulnerable	Casi amenazado	No aplica
MAMMALIA	Carnivora	Mustelidae	Manco	<i>Eira barbara</i>	No aplica	Preocupación menor	Apéndice III
MAMMALIA	Carnivora	Felidae	Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>	No aplica	Preocupación menor	Apéndice I
MAMMALIA	Carnivora	Felidae	Otorongo, jaguar	<i>Panthera onca</i>	Casi amenazado	Casi amenazado	Apéndice I
MAMMALIA	Perissodactyla	Tapiridae	Sachavaca, tapir	<i>Tapirus terrestris</i>	Casi amenazado	Vulnerable	Apéndice II
MAMMALIA	Cetartiodactyla	Tayassuidae	Sajino	<i>Pecari tajacu</i>	No aplica	Preocupación menor	Apéndice II
MAMMALIA	Cetartiodactyla	Cervidae	Venado colorado	<i>Mazama americana</i>	Datos insuficientes	Datos insuficientes	Apéndice III

Fuente: Oefa, 2016. Leyenda: D.S.004-2014: Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. IUCN: La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

947. En el Perú existen 125 especies de mamíferos incluidas en categorías de conservación (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI), de las cuales, seis se encuentran habitando los yacimientos donde se desarrolló este estudio (ver Tabla 10-65). De ellas, tres se encuentran en situación de vulnerable (VU), dos en situación de casi amenazados (NT) y una especie en la categoría de datos deficientes (DD).
948. Entre las especies comprendidas en la categoría vulnerable (VU) se encuentran: el yangunturo o armadillo gigante (*Priodontes maximus*), oso hormiguero, oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*) (ver Fotografía N° 189 del Anexo G.2) y el perro de monte o Sachaperro (*Atelocynus microtis*) (ver Fotografía N° 178 del Anexo G.2). el oso hormiguero gigante u oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*) fue registrada tanto en la cuenca Medio Alto Tigre, como en la cuenca del río Pastaza. La cámara trampa OEFA 07, ubicada en el Yacimiento Tambo, cerca de la quebrada Choroyacu, registró a la especie desplazándose por el área en busca de alimento. El segundo registro ocurrió en el sitio contaminado S-28 por la cámara trampa OEFA 22. Esta especie no es requerida en la alimentación, por lo que su escasa presencia en el área estaría relacionada con la alteración de su hábitat, ya que la mayoría de los individuos se habrían desplazado hacia los bosques menos perturbados.
949. En la categoría Casi Amenazada (NT), se encuentran el otorongo (*Panthera onca*) y la sachavaca (*Tapirus terrestris*), ambas especies con amplia distribución pero limitada a los bosques primarios, en ocasiones frecuentan bosques sumamente alterados. En la categoría Datos insuficientes (DD) se encuentra el (venado colorado (*Mazama americana*), esta especie fue registrada en las tres cuencas donde se desarrolló la investigación.
950. Por otro lado, 10 especies de la fauna silvestre (aves y mamíferos) se encuentran en la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) de 2016; de ellas, 10 Especies (aves y mamíferos), en la categoría casi amenazados encontramos tres especies de aves: como la panguana (*Tinamus major*), Porotohuango (*Odontophorus gujanensis*) y el Trompetero (*Psophia crepitans*) y dos especies de mamíferos: el sachaperro o perro de monte (*Atelocynus microtis*), y el otorongo (*Panthera onca*). Mientras, en la categoría vulnerable se encuentran: el Yangunturo, armadillo gigante (*Priodontes maximus*), Oso hormiguero u oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*) y la sachavaca (*Tapirus terrestris*).
951. Finalmente, de acuerdo con la Tabla 10-65, las especies registradas en los sitios de evaluación están incluidas en la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres (CITES) de fauna y flora de 2014. De ellas, tres se encuentran en el Apéndice I, es decir, sus poblaciones están fuertemente amenazadas y por lo tanto está prohibida su comercialización; cuatro especies se encuentran considerados en el Apéndice II, es decir, no están fuertemente amenazadas pero podrían llegar a esa situación; y las tres especies restantes se encuentran en el apéndice III.
952. Cabe mencionar que dos de las tres especies contenidas en el Apéndice I corresponden a integrantes de la familia Felidae con sus especies otorongo (*Panthera onca*) y el tigrillo (*Leopardus pardalis*).



Handwritten signature and initials in blue ink.

#### 10.4.7. Especies raras

953. A continuación, se describe las especies raras registradas por las cámaras trampa en el área de estudio.

##### Yangunturo o Armadillo gigante (*Priodontes maximus*)

954. Se conoce poco de la ecología de esta especie. Al respecto, un estudio realizado en la selva de Madre de Dios, indica que esta especie se alimenta de insectos e incluso de frutas, siendo de actividad nocturna y en ocasiones diurna, y presentando más de una madriguera, la cual comparte con otras especies (Leite et al. 2003).

955. Esta especie fue registrada por las cámaras OEFA 11, OEFA 21 y OEFA 23; la primera de ellas, estuvo ubicada en el sitio blanco de la cuenca Medio Pastaza, registrando al menos siete madrigueras frescas de alimentación; el segundo y tercer registro ocurrieron en los sitios contaminados de la cuenca Medio Alto Tigre. Esta especie es poco cazada en la región, por lo que su población debe haber alcanzado el equilibrio natural (Salovara et al., 2003).

##### Perro de orejas cortas o Sachaperro (*Atelocynus microtis*)

956. El raro cánido *Atelocynus microtis*, puede ser considerado como uno de los carnívoros más raros de toda la Amazonía (Leite-Pitman y Williams 2011). Fue fotografiado en dos oportunidades, el primero de ellos en el sitio blanco de la cuenca Medio Alto Tigre (cámara trampa OEFA 25) donde el animal se encuentra a más o menos seis metros de la cámara en un bosque primario. El segundo registro ocurrió en la cámara trampa OEFA 28, en un sitio contaminado de la cuenca Corrientes, con cinco eventos independientes del animal.

##### Paujil nocturno o montete (*Nothocrax urumutum*)

957. Es probable el ave más difícil de observar de toda América del Sur (Delacour & Amadon 1973). En el estudio fue registrada por medio de un video en una ocasión en el sitio blanco de la cuenca Medio Pastaza; en el video se observa a una bandada de tres individuos desplazándose por el sotobosque. Esta especie de ave prefiere este tipo de formación vegetal, donde busca los árboles más altos de gran fuste para conciliar el sueño nocturno vocalizando especialmente en noches de luna llena. Esta especie nunca será registrada en sitios contaminados ya que no tiene el hábito de desplazarse en bosques secundarios.

#### 10.4.8. Especies endémicas, de distribución restringida y vulnerable

958. En el área de estudio no se han encontrado especies de mamíferos grandes de carácter endémico, ni especies con distribución geográfica restringida. No obstante, en los censos de fauna silvestre y en las entrevistas realizadas a los apoyos locales, se indicaron que localmente el sajino (*Pecari tajacu*), (Registro fotográfico N°20), el venado colorado (*Mazama americana*) y todos los primates grandes conforman el grupo de las especies más vulnerables en el área.



Handwritten signature in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

## 10.5. Flora Silvestre

959. Los resultados de la evaluación arbórea en las parcelas ubicadas en el lote 192, relacionados a la composición y diversidad arbórea, diversidad, índice de valor de importancia, biomasa y captura de carbono, son presentados en esta sección; haciendo la comparación entre las parcelas ubicadas en sitio blanco respecto de las ubicadas en sitios PAC y contaminados. Además, con la finalidad de fortalecer la distinción de la vegetación arbórea entre las parcelas evaluadas se presenta los resultados de los estadísticos multivariados utilizados en este estudio.

### 10.5.1. Composición y diversidad arbórea

960. La composición florística de las cinco parcelas ubicadas en el Lote 192 estuvo distribuida taxonómicamente en 348 especies, 177 géneros y 58 familias. Las familias Fabaceae (236 individuos), Arecaceae (95), Malvaceae (86), Myristicaceae (65), Euphorbiaceae (62), Hypericaceae (53), Sapotaceae (41), Lecythidaceae (39), Melastomataceae (39) y Rubiaceae (34) son las 10 familias con más individuos en las parcelas evaluadas. Para mayor detalle, la Tabla A.5.1 del Anexo A.5 presenta la lista de especies registradas en cada parcela; no obstante, la composición taxonómica de las parcelas ubicadas en las cuencas Pastaza y Corrientes se describe a continuación:

- La parcela PAZ-TAM-CON1 (en sitio contaminado), delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Pastaza, presentó un total de 206 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 73 especies, 50 géneros y 27 familias. En esta parcela, las cinco familias con mayor número de individuos fueron: Hypericaceae (38), Arecaceae (31), Melastomataceae (22), Fabaceae (20) y Ephorbiaceae (20).
- La parcela PAZ-PZ32-CON1 (en sitio contaminado), ubicada en el área que corresponde a la cuenca del río Pastaza, presentó un total de 123 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 42 especies, 31 géneros y 21 familias. Las familias Arecaceae (21), Fabaceae (19), Hypericaceae (10), Anacardiaceae (10) y Bignoniaceae (09) presentaron el mayor número de individuos.
- La parcela PAZ-PBL-KM14 (en sitio blanco), delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Pastaza en sitio blanco, registró un total de 345 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 181 especies, 102 géneros y 43 familias. Cabe precisar que las familia Fabaceae (44), Myristicaceae (40), Lecythidaceae (38), Arecaceae (20) y Burseraceae (15) presentaron el mayor número de individuos.
- La parcela CO-SHIV11-CON1 (en sitio PAC), ubicada en el área que corresponde a la cuenca del río Corrientes, presentó un total de 249 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 42 especies, 35 géneros y 21 familias. Las cinco familias con mayor número de individuos son: Fabaceae (125), Malvaceae (38), Lauraceae (18), Euphorbiaceae (14) y Arecaceae (12).
- La parcela CO-SHIV5-CON1 (en sitio PAC), delimitada en el área que corresponde a la cuenca del río Corrientes, registró un total de 238 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 106 especies, 75 géneros y 38 familias. Cabe precisar que las familias Fabaceae (28), Rubiaceae (28),



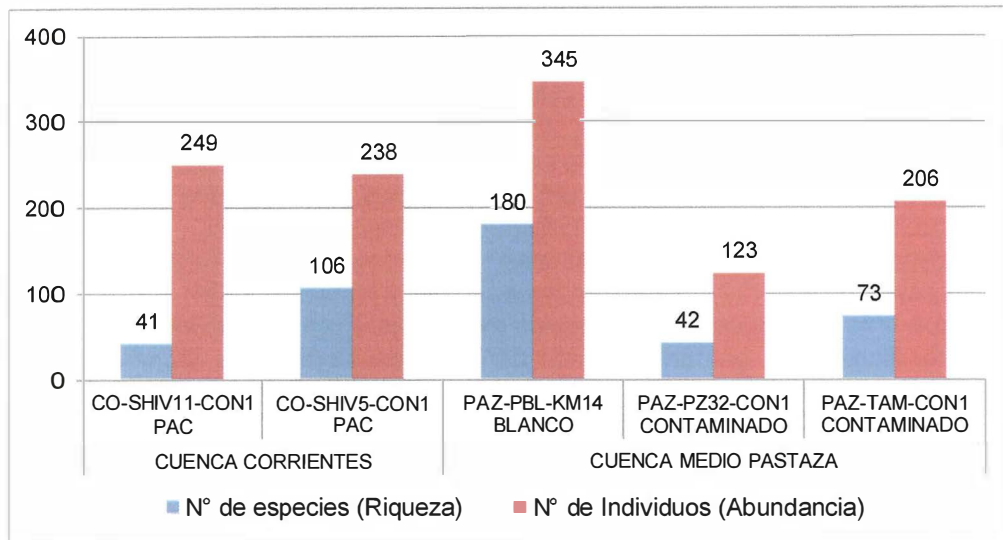
Handwritten signature and initials in blue ink.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Malvaceae (25), Urticaceae (19) y Sapotaceae (16) presentaron el mayor número de especies.

961. En la Figura 10-80 se presenta el número de especies (riqueza) e individuos por parcela evaluada. De acuerdo con este gráfico, las parcelas en sitios PAC y contaminados presentan menor abundancia de individuos y especies en relación con la parcela en sitio blanco.



**Figura 10-80.** Riqueza y abundancia en las parcelas de la cuencas Corrientes y Medio Pastaza – Lote 192

962. Asimismo, de acuerdo con la Figura 10-80 las parcelas ubicadas en sitios PAC y contaminados registran una alta ocurrencia y abundancia de individuos, cuyas especies, en su mayoría, son de rápido crecimiento y baja densidad de madera. Entre estas especies, destacan los géneros: Inga, Tachigali y Erythrina (Fabaceae), Vismia (Hypericaceae), Miconia (Melastomataceae); así como las familias Malvaceae, Euphorbiaceae y Urticaceae con especies del género Ochroma, Alchornea y Cecropia (ver Tablas A.5.1 y A.5.2 del Anexo A.5).

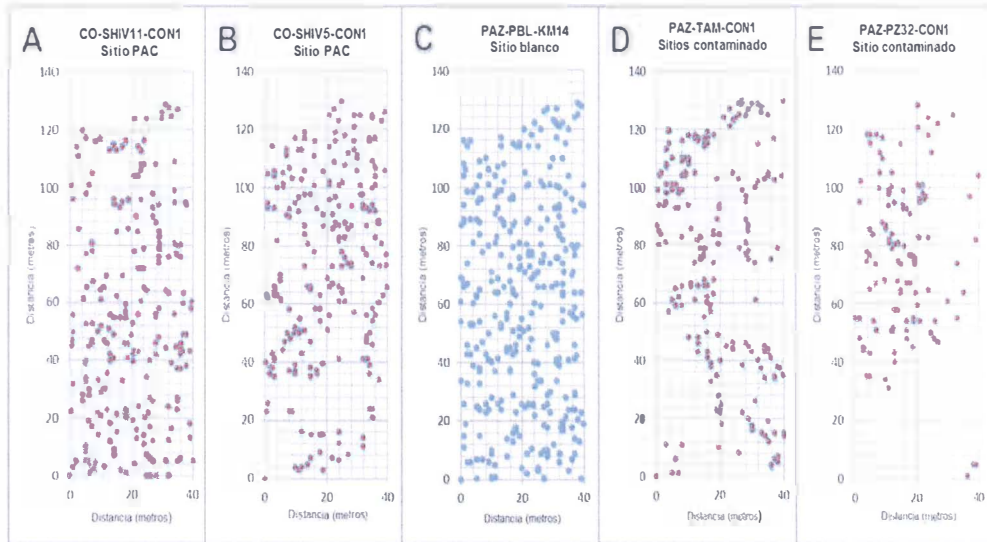
963. Por otro lado, la composición arbórea en sitio blanco, muestra un patrón distinto al de los sitios PAC y contaminados, ya que además de registrar una mayor abundancia de individuos y especies (ver 10-80), estos individuos pertenecen en su mayoría a especies y familias de crecimiento lento y mayor densidad de madera. Entre las familias con estas características, destacan: Fabaceae, Myristicaceae, Lecythidaceae y Burseraceae, además de la familia Arecaceae.

964. La Figura 10-81 presenta el número de especies (riqueza) e individuos por parcela evaluada. De acuerdo con este gráfico, las parcelas en sitios PAC y contaminados presentan menor abundancia de individuos y especies en relación con la parcela en sitio blanco. Esta diferenciación entre las parcelas concuerda con los resultados mostrados en la Figura 10-80, donde se observa que la vegetación arbórea en la parcela blanco es más abundante en relación con las parcelas en sitio PAC y contaminados.

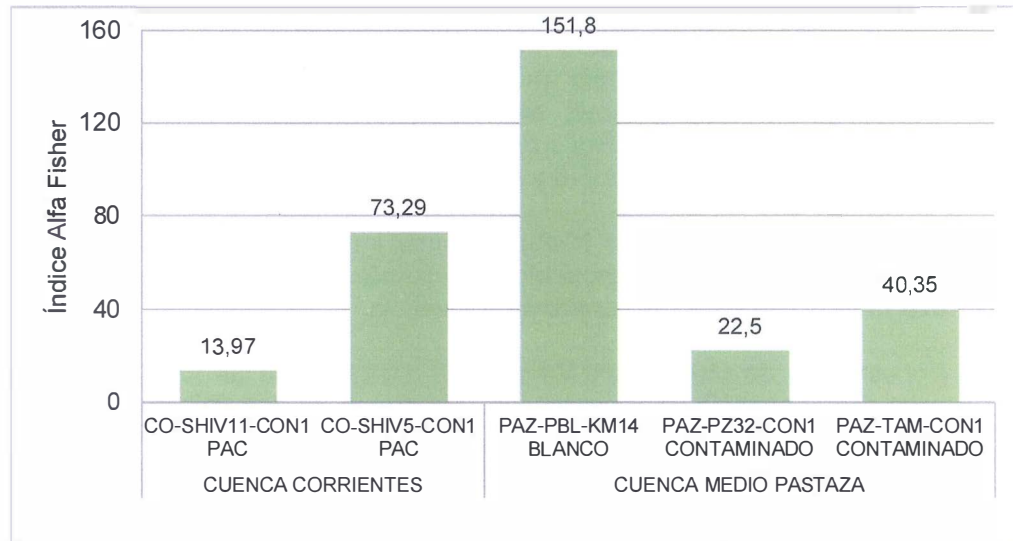


Handwritten signature

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"



**Figura 10-81.** Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas de la cuencas Corrientes y Pastaza – Lote 192. **A y B)** parcelas en sitios PAC, **C)** parcelas en sitio blanco, **D y E)** parcelas en sitios contaminados



**Figura 10-82.** Diversidad arbórea según el índice de diversidad Alfa Fisher en las parcelas de la cuencas Corrientes y Pastaza – Lote 192

965. De acuerdo al índice de diversidad presentados en la Figura 10-82, existe diferenciación entre los valores correspondientes a las parcelas de sitios PAC (CO-SHIV11-CON1=13,97 y CO-SHIV5-CON=73,29) y sitios contaminados (PAZ-TAM-CON1=40,35 y PAZ-PZ32-CON1=22.5) en relación con la parcela de sitio blanco (PAZ-PBL-KM14=151.8); es decir, el sitio blanco registra una mayor diversidad con respecto a las otras parcelas. Este resultado concuerda con lo presentado en la Figura 10-80, donde la cantidad de especies e individuos en el sitio blanco es muy superior al de los sitios PAC y contaminados.



### 10.5.2. Índice de Valor de Importancia (I.V.I)

966. La importancia ecológica relativa de las especies arbóreas determinadas en el área de estudio, fue analizada mediante el cálculo del índice de valor de importancia. En consecuencia, las 10 especies arbóreas más importantes de la comunidad vegetal evaluada en cada parcela se presentan en la Figura 10-83. Para mayor detalle, la información completa del índice de valor de importancia se presenta en la Tablas A.5.3, A.5.4, A.5.5, A.5.6 y A.5.7 del Anexo A.5.
967. De acuerdo con la Figura 10-83 dentro de las 10 especies ecológicamente más importantes en las parcelas en sitio PAC (cuenca Corrientes) están las especies que pueden desarrollarse con facilidad en lugares abiertos, de rápido crecimiento y que soportan sitios perturbados, tales como: *Ochroma pyramidale* (palo balsa), *Inga ynga*, *Inga nobilis* (guaba, chimbillo), *Cordia hebeclada*, *Apeiba membranaceae* (peine de mono), *Cecropia sciadophylla* (cetico), *Croton lechleri* (sangre de grado), *Sapium marmieri* (leche leche), *Heliocarpus americanus* y *Vismia amazónica*.
968. Asimismo, las 10 especies más importantes en las parcelas ubicadas en sitios contaminados también se caracterizan en su mayoría por ser de rápido crecimiento y de baja densidad de madera, tal como ocurre en la cuenca Corrientes (ver Figura 10-83). Entre las especies determinadas en los sitios contaminados (cuenca Medio Pastaza) con dicha característica en común, destacan: *Jacaranda copaia* (huamansamana), *Hieronyma laxiflora*, *Vismia macrophylla*, *Vismia glaziovii*, *Miconia sp1*, *Alchornea glandulosa*, *Ochroma pyramidale* (palo balsa) y *Ficus máxima* (ojé), entre otras de menor importancia que se detalla en el Tabla A.5.6 y A.5.7 del Anexo A.5.
969. Cabe destacar que entre las 10 especies más importantes en las parcelas en sitios PAC y contaminados se encuentran en común: *Ochroma pyramidale*, *Socratea exorrhiza*, y especies del género *Inga* y *Vismia*.
970. Por otro lado, de acuerdo con la Figura 10-83, dentro de las 10 especies de mayor valor de importancia en la parcela de sitio blanco, se determinaron en su mayoría a especies típicas de lento crecimiento y con densidad de madera alta como: *Virola sebifera* (kumala), *Oenocarpus bataua* (ungurahui), *Eschweilera grandiflora* (misa), *Eschweilera coriácea* (misa), *Pouteria lucens* (caimito), *Qualea lineata* y *Astronium graveolens*.



Handwritten signature and date in blue ink.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

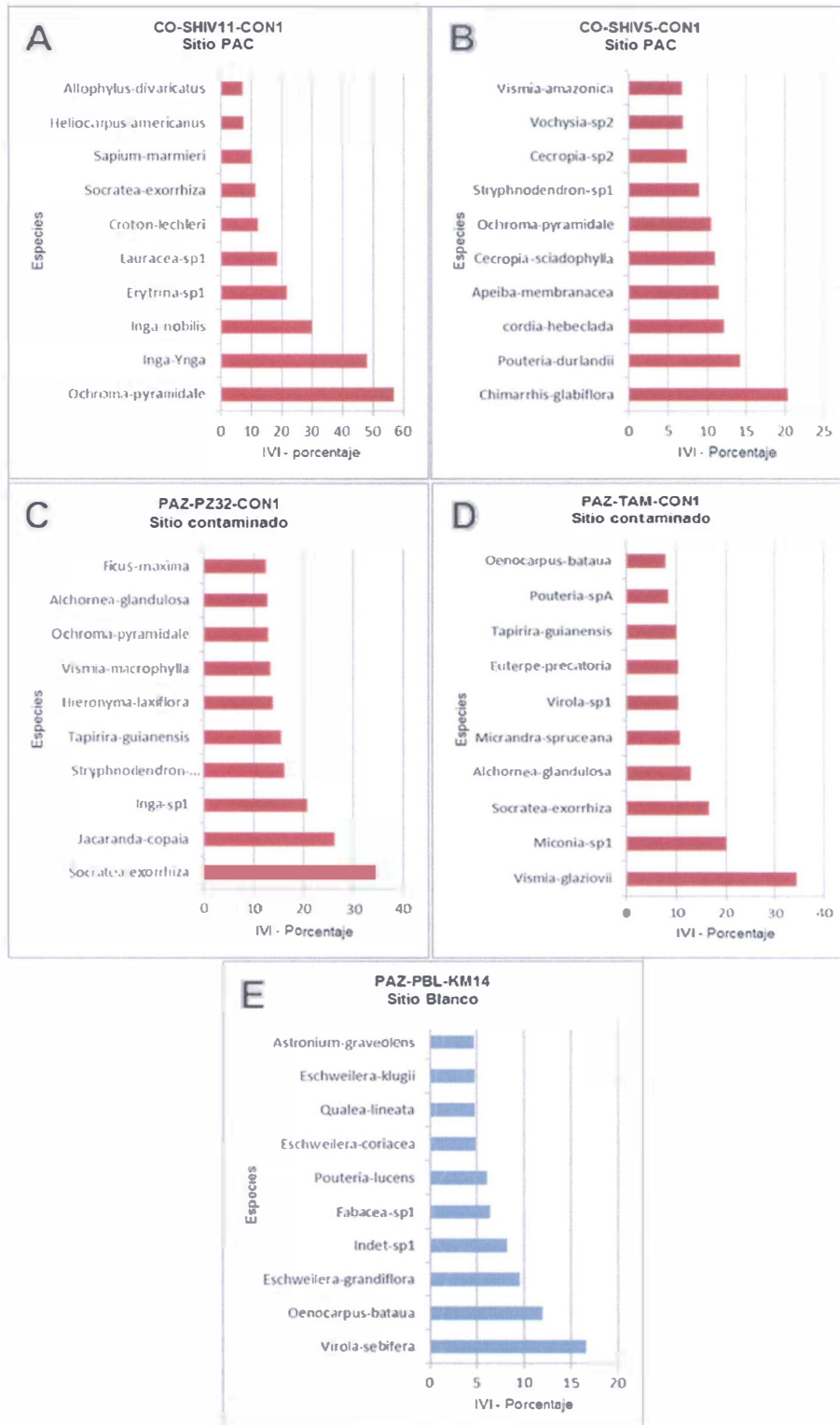


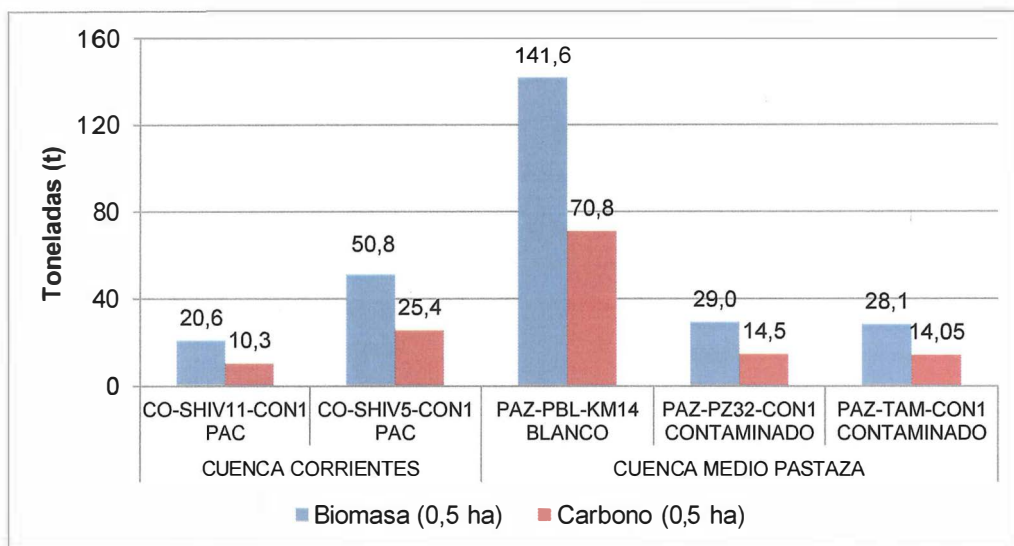
Figura 10-83. Índice de valor de importancia en las parcelas de la cuencas Corrientes y Pastaza – Lote 192. (A) y (B) parcelas en sitios PAC, (C) y (D) parcelas en sitios contaminados, (E) parcela en sitio blanco



[Handwritten signature/initials]

**10.5.3. Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas**

971. La Figura 10-84 muestra la biomasa y captura de carbono (el carbono es el 50 % de la biomasa estimada)<sup>57</sup> expresado en toneladas (t), fueron calculadas en base a la evaluación de 0,5 ha para cada parcela, como toda las variables antes medidas, los resultados indican que hay una diferencia marcada entre lo estimado para la parcela de sitio blanco, en relación a lo estimado para las parcelas de los sitios PAC y contaminados.



**Figura 10-84.** Biomasa en las parcelas de las cuencas Corrientes y Medio Pastaza – Lote 192

972. De acuerdo con la Figura 10-84, en cuanto al cálculo de biomasa expresado en t/0,5 ha, la parcela en sitio blanco (PAZ-PBL-KM14) acumula 141,6 t/0,5 ha; en cambio, las parcelas en sitio PAC acumulan en promedio 35,7 t/0,5 ha (calculado a partir de 20,6 y 50,8 t/0,5 ha) mientras que las parcelas en sitios contaminados acumulan en promedio 28,55 t/0,5 ha (calculado a partir de 29,0 y 28,1 t/0,5 ha).

973. Teniendo en cuenta los promedios de biomasa para las parcelas en sitios PAC (35,7 t/0,5 ha) y contaminados (28,55 t/0,5 ha), es posible reportar una diferencia de biomasa de 105,9 t/0,5 ha y 113,05 t/0,5 ha en relación con la parcela en sitio blanco, respectivamente; es decir, aproximadamente una diferencia de biomasa mayor a 100 t/0,5 ha para ambos casos.

974. Considerando que la captura de carbono corresponde al 50 % de biomasa, la diferencia de captura de carbono en las parcela de sitios PAC y contaminados respecto de la parcela en sitio blanco es proporcional a lo calculado para biomasa. En este sentido, la parcela en sitio blanco presenta 52,95 y 56,52 t/0,5 ha más de captura de carbono respecto del promedio de las parcelas en sitio PAC (17,85 t/0,5 ha) y contaminado (14,28 t/0,5 ha), respectivamente.

975. Adicionalmente, con la finalidad de obtener mayor información de las especies arbóreas en las parcelas del lote 192 para analizar los resultados de biomasa y

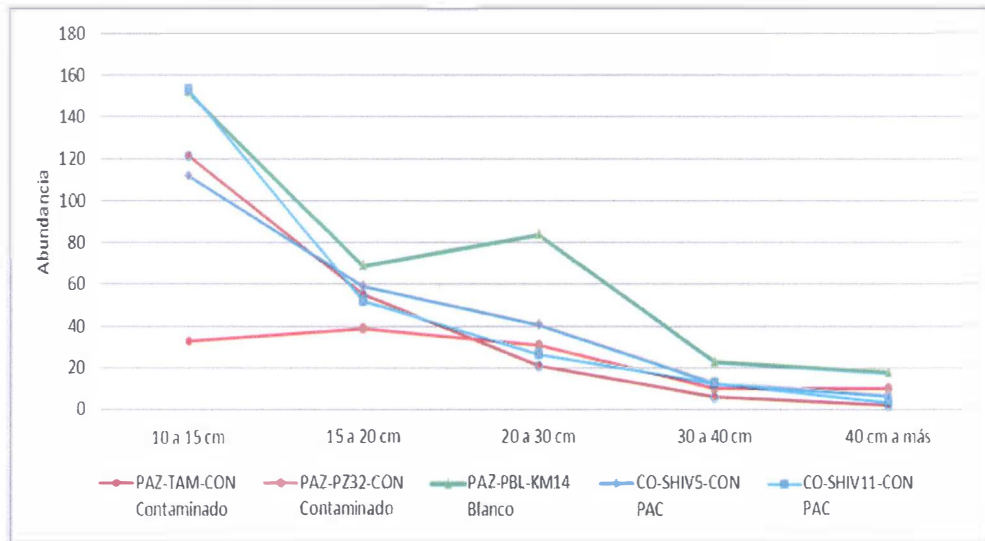
<sup>57</sup> Es común utilizar un factor de 0,5 ya que, en promedio, la materia vegetal seca contiene 50 % de carbono (MacDicken, 1997; Brown *et al.* 2005; IPCC, 2007).



DIRECCION DE EVALUACION  
 10/05/2017

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

captura de carbono, se calcularon las clases diamétricas por cada parcela evaluada, las cuales son presentadas en la Figura 10-85.



**Figura 10-85.** Clases diamétricas de los árboles en las parcelas de la cuencas Corrientes y Medio Pastaza – Lote 192

976. La diferencia de biomasa y captura de carbono entre las parcelas en sitios PAC y contaminados respecto del sitio blanco (ver Figura 10-84), estaría influenciada por la abundancia de individuos y las clases diamétricas de las especies arbóreas determinadas en cada parcela (ver Figura 10-85).

977. De acuerdo con la Figura 10-85, la parcela ubicada en sitio blanco presenta mayor abundancia de individuos con clase diamétrica de 20 a 30 cm de DAP en comparación con las otras parcelas evaluadas. Asimismo, las especies presentes en las parcelas de sitios PAC y contaminados son en su mayoría de bajo diámetro (de 10 a 15 cm y 15 a 20 cm de DAP). Finalmente, dichas parcelas presentan menor abundancia de árboles con DAP mayor a 40 cm respecto de la parcela en sitio blanco.

**10.5.4. Análisis multivariado**

978. El análisis multivariado de correspondencia mostrado en la Figura 10-86, permite observar la presentación de las 05 parcelas evaluadas en un plano espacial, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies debidamente categorizadas para cada (ver Tabla A.5.2 del Anexo A.5). De este análisis, se observa que el tipo de árboles que caracterizan a la parcela en sitio blanco difiere del tipo de árboles de mayor abundancia en los sitios PAC y contaminados.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

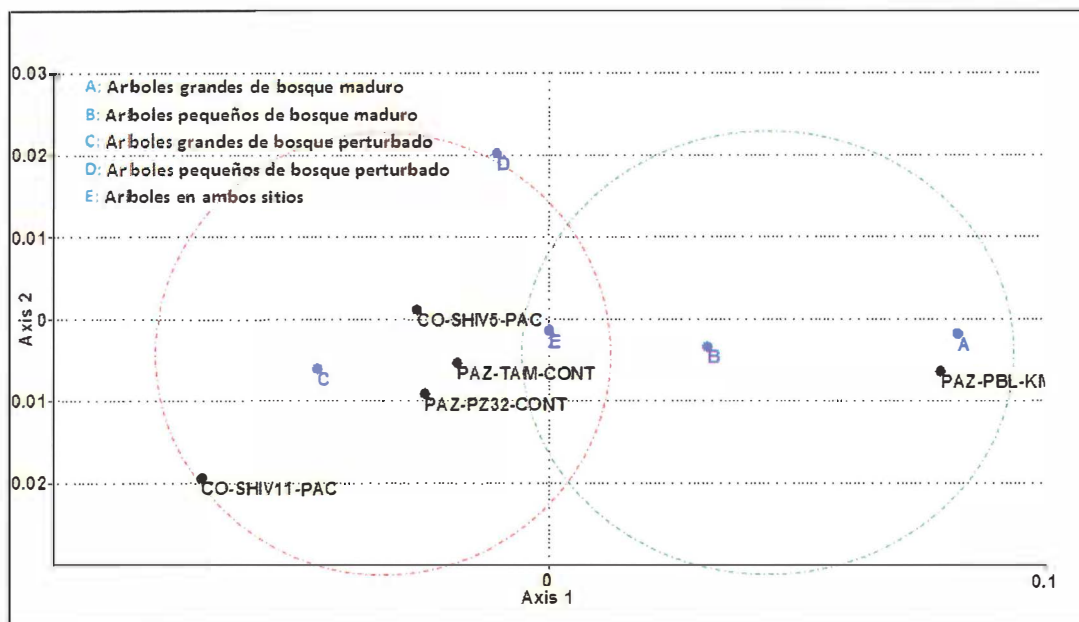


Figura 10-86. Análisis de correspondencia de las parcelas de evaluación de flora en Lote 192

979. De acuerdo con la Figura 10-86, la categoría de árboles grandes de bosque maduro (categoría A) presenta mayor correspondencia con la parcela blanco (PAZ-PBL-KM-14) respecto de las otras parcelas; de modo contrario, las categorías de árboles grandes y pequeños de bosques perturbados (categorías C y D, respectivamente) presentan mayor relación con parcelas ubicadas en sitios PAC y contaminados respecto de la parcela blanco. En este sentido, el análisis de correspondencia permitió observar una diferenciación de las parcelas evaluadas a partir de la categorización de las especies arbóreas presentes en ellas.

980. El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS), presentado en la Figura 10-87, muestra visualmente la similaridad entre las sub parcelas en sitios PAC y contaminados con respecto de las sub parcelas en sitio blanco, en función de la correlación de las variables "grado de afectación del suelo" (ver Tabla A.5.9 del Anexo A.5) y biomasa con los ejes de ordenación. Adicionalmente, el ajuste de la superficie de tendencia permite observar el comportamiento de las variables en el análisis.

981. En la Figura 10-87 se observa que las parcelas en los sitios evaluados se diferencian notablemente en cuanto a la composición de especies. En ese sentido, el análisis de NMDS muestra que la influencia de la variable biomasa en la composición arbórea del sitio blanco diferencia esta parcela de aquellas ubicadas en sitios PAC y contaminados.

982. Por el contrario, los sitios PAC y contaminados tienen una ligera homogeneidad por la influencia del grado de afectación del suelo en la composición arbórea; situación que no ocurre con respecto al sitio blanco. Finalmente, la superficie de tendencia muestra una relación inversa entre las variables grado de afectación del suelo y biomasa, de modo que a mayor grado de afectación de suelo, menor es la biomasa acumulada.



Handwritten blue ink notes and signatures on the left margin.

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

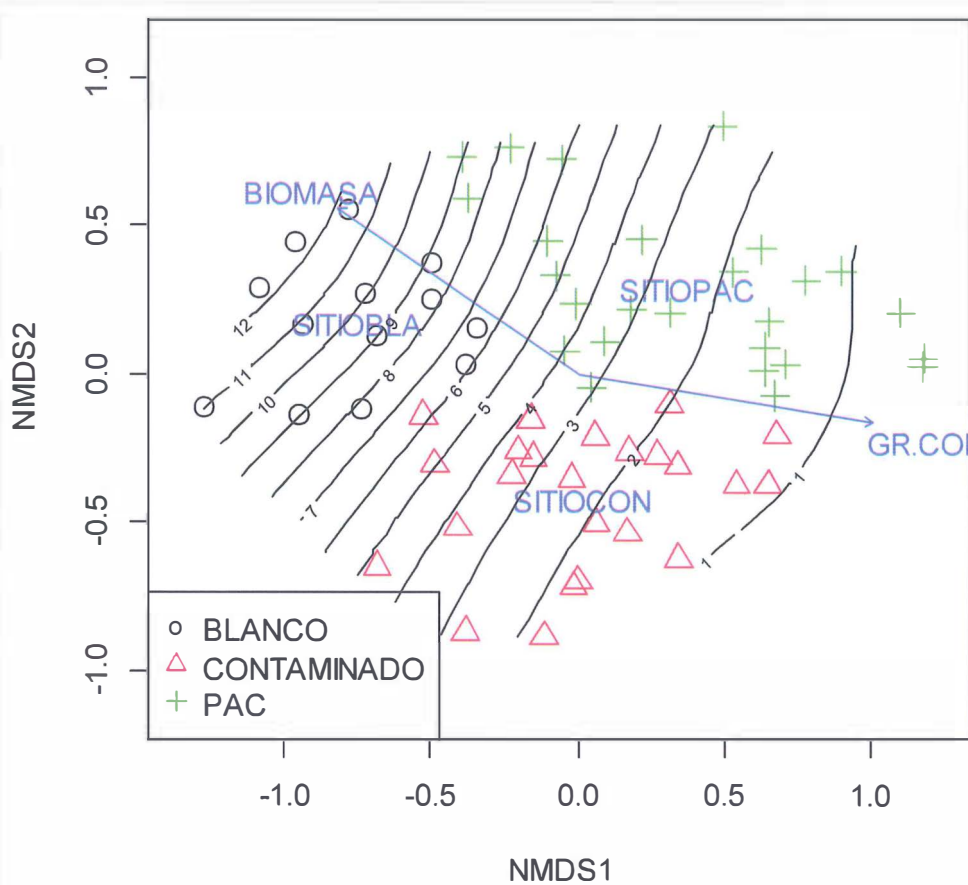


Figura 10-87. Análisis de NMDS del grado de afectación y biomasa en las sub parcelas del Lote 192

10.5.5. Especies presentes en alguna categoría de protección

983. Las especies determinadas en la evaluación de flora que se encuentran en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 10-66. En dicha tabla, se indica que en la evaluación de las cinco parcelas del lote 192 se ha registrado un total de 23 especies que están al menos en alguna categoría de amenaza, ya sea nacional o internacional.

Tabla 10-66. Especies de flora registradas en las parcelas que están protegidas por el Estado Peruano o categorizadas por la UICN y CITES

ESPECIES	RM-0505-2016-MINAGRI	DS-043-AG*	CITES2015**	UINC2015*	Libro Rojo*
<i>Eschweilera klugii</i>	-	-	-	-	CR, B1ab(iii)
<i>Piper hispidum</i>	-	-	-	-	CR, B1ab(iii)
<i>Piper reticulatum</i>	-	-	-	-	DD
<i>Prunus detrita</i>	-	-	-	-	NT, B1a
<i>Guatteria guentheri</i>	-	-	-	VU	-
<i>Iriartea deltoidea</i>	-	-	-	LC	-
<i>Caryocar amygdaliforme</i>	-	-	-	EN	-
<i>Inga auristellae</i>	-	-	-	LC	-
<i>Inga marginata</i>	-	-	-	LC	-
<i>Inga multinervis</i>	-	-	-	LC	-
<i>Inga punctata</i>	-	-	-	LC	-





"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ESPECIES	RM-0505- 2016- MINAGRI	DS-043-AG*	CITES2015**	UINC2015*	Libro Rojo*
<i>Inga stipularis</i>	-	-	-	LC	-
<i>Macrolobium limbatum</i>	-	-	-	LC	-
<i>Stryphnodendron porcatum</i>	-	-	-	LC	-
<i>Tachigali paniculata</i>	-	-	-	LC	-
<i>Eschweilera integrifolia</i>	-	-	-	LR/lc	-
<i>Cedrela odorata</i>	EN	VU	VU-Apéndice III	VU	-
<i>Calypttranthes densiflora</i>	-	-	-	DD	-
<i>Minquartia guianensis</i>	NT	-	-	LR/nt	-
<i>Pouteria lucens</i>	-	-	-	VU	-
<i>Ceiba pentandra</i>	VU	NT	-	-	-
<i>Clarisia racemosa</i>	VU	NT	-	-	-
<i>Brosimum rubescens</i>	NT	-	-	-	-

\*Categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) e INRENA: EN PELIGRO (EN); VULNERABLE (VU); CASI AMENAZADO (NT); RIESGO MENOR (LR); PREOCUPACION MENOR (LC); DATOS INSUFICIENTES (DD) y CRITICAMENTE AMENAZADO (CR).  
\*\*Categorías de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES): Apéndice I (En vía de extinción); Apéndice II (Vulnerables o potencialmente amenazadas)  
No aplica, no corresponde.

Fuente: Elaboración propia.

984. La norma vigente de categorización de especies amenazadas de flora silvestre<sup>58</sup> determina que las especies *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra* y *Clarisia racemosa* se encuentran en alguna categoría de clasificación (ver Tabla 4-3). Cabe resaltar que en la propuesta de lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas<sup>58</sup>, se incrementa las especies *Minquartia guianensis* y *Brosimum rubescens* con la categoría de casi amenazado (NT); además, recategoriza a las especies *Clarisia racemosa* y *Ceiba pentandra* de categoría casi amenazada (NT) a vulnerable (VU), asimismo, *Cedrela odorata* es recategorizada de vulnerable (VU) a estar en peligro (EN). Estos resultados muestran que con el transcurso del tiempo, se aumentó la amenaza de estas especies de importancia forestal, alimenticia, económica y ecológica debido a la alteración de los ecosistemas donde se desarrollan.

985. Es importante destacar que de las especies detalladas en la Tabla 10-66, la especie *Cedrela odorata* está incluida dentro del Apéndice III de La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), lo que indicaría que aunque no está necesariamente amenazada de extinción, podrían llegar a estarlo; en consecuencia, es considerada como vulnerable o potencialmente amenazada. Esta condición se debería a algún cambio o decrecimiento drástico en sus poblaciones debido a la afectación del ambiente donde se desarrolla, una excesiva tala o por comercio de sus productos derivados.

986. Todas las especies mencionadas en Tabla 10-66, en su mayoría llegan a tener diámetros considerables en condiciones naturales, por lo que tienen importancia económica en el sector forestal (especies maderables), entre ellas: *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Minquartia guianensis* (Olacaceae), *Macrolobium limbatum*, *Stryphnodendron porcatum* (Fabaceae), *Clarisia racemosa* (Moraceae) y *Ceiba pentandra* (Malvaceae).

<sup>58</sup> Resolución Ministerial N° 0505-2016-MINAGRI del 29 de setiembre de 2016, que aprueba el proyecto de decreto supremo, referido a la "Lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas".

987. En ese contexto, estas especies son utilizadas como insumo básico en la construcción (madera buena de alta densidad), ejerciendo presión sobre ellas y trayendo como consecuencia su determinación en alguna categoría de protección. Los derrames de hidrocarburos en los suelos donde estas especies se desarrollan (e.g. sitios PAC y contaminados), complican la regeneración natural y aumenta la vulnerabilidad de estas especies a la afectación de su entorno.

## 11. DISCUSIONES

### 11.1. Agua superficial y afloramientos

988. El agua superficial de los ríos, quebradas y cochas en las tres cuencas evaluadas en marzo de 2016 y en las cuatro cochas evaluadas en junio de 2016 registran pH ácido (6,5 – 8,5 unidades), los cuales están por debajo del rango establecido en el ECA para agua, Cat. 4-E1 y E2. De los citados pH ácidos, hay cinco cuerpos de agua superficial que registraron pH menores a 5,0 (ver Tabla 11-1).

989. Al respecto, el pH ácido se debe al contenido de material orgánico disuelto en aquellos cuerpos ríos, quebradas y cochas cuyas concentraciones de sólidos suspendidos totales (materia suspendida) tienen un promedio de 14,1 mg/L (ver Tabla 11-2). Según Domenech & Peral, 2006, la materia orgánica está compuesta de un 80 a 90 % de ácidos húmicos, fúlvicos e hidrofílicos, como los taninos (material polimérico constituyente de las plantas). Mientras que el porcentaje restante de material orgánico (entre 10 a 20 %), está compuesto por hidratos de carbono, aminoácidos, ácidos grasos, entre otros. Los ácidos y compuestos antes mencionados proporcionarían las características ácidas a los cuerpos de agua superficial.

990. Todos los compuestos orgánicos citados provienen de la elución de los componentes orgánicos del suelo por las lluvias, de la descomposición de residuos de animales y vegetales; y de los procesos metabólicos de seres vivos (Domenech & Peral, 2006), dando una coloración rojiza, café u otras tonalidades oscuras al agua superficial; adquiriendo las mismas características físicas de otros cuerpos de agua superficial reportados por la Autoridad Nacional del Agua con pH menores a 5 como son la quebrada afluyente Felix (Informe Técnico N° 002-2013-ANA-DGCRH-VIG/ELCG ) y los ríos Nanay, Chambira y Pintuyacu (Informe Técnico N° 001-2014-ANA-DGCRH-GOCRH ).

991. Por otro lado, los cuerpos de agua superficial con mayor concentración de sólidos suspendidos totales (materia suspendida) son los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre, la cocha Mesa, la quebrada Cachiyacu, entre otros (ver Tabla 11-2), el pH ácido se debe principalmente a los compuestos no solubles que provienen de los minerales de suelos ácidos (pH suelos: 3,5 - 6) con alta concentración de hierro y aluminio (ver Tabla 11-4) característicos de selva y que fueron reportados en el Informe Técnico N° 0022-2016-OEFA-DE-SDCA-CEAI. Estos suelos ácidos, junto con la materia orgánica, discurren al agua superficial debido a las lluvias y la resuspensión de los sedimentos por el flujo del agua (Domenech & Peral; 2006).

992. En caso del oxígeno disuelto, su concentración es variable en los cuerpos de agua superficial de las tres cuencas, cuyo rango varía de 0,40 a 7,53 mg/L en la cuenca Medio Pastaza; de 0,84 a 8,90 mg/L en la cuenca Corrientes y de 1,10 a 8,60 mg/L en la cuenca Medio Alto Tigre; por lo que el oxígeno disuelto tuvo

concentraciones que están por debajo y a la vez por encima del valor establecido en el ECA para agua, Cat. 4-E1 y E2:  $\geq 5,0$  mg/L.

993. Para las cochas, se evidencia que las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua superficial de la cocha Huarashma (5,92 mg/L a 7,68 mg/L) es más oxigenado que el de la cocha Shirunchicocha (0,26 mg/L a 2,72 mg/L), estando las concentraciones de oxígeno disuelto de la cocha Huarashma por encima y la cocha Shirunchicocha por debajo del valor establecido en el ECA para agua, Cat. 4-E1 y E2:  $\geq 5,0$  mg/L. Mientras, las cochas Ushpayacu (4,56 mg/L a 7,18 mg/L) y Pashincocha (4,09 mg/L a 6,34 mg/L) registran concentraciones de oxígeno disuelto variable, estando por encima y por debajo del valor establecido en el ECA para agua, Cat.4-E1 y E2:  $\geq 5,0$  mg/L.

994. Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto se reportan en cuerpos de agua sin movimiento de agua. De acuerdo con Massol, 2006; uno de los factores de distribución del oxígeno en cuerpos de agua naturales esta determinada por los procesos físicos de advección (movimiento horizontal del aire causado por las variaciones de la presión atmosférica cerca de la superficie) y difusión. Esta falta de movimiento de agua se evidencia en la cocha Shirunchicocha (cocha natural) puesto que no tiene una salida de agua constante, como los otros cuerpos de agua superficial cuyas concentraciones de oxígeno disuelto fueron menores a 3 mg/L (ver Tabla 11-1). Cabe resaltar que cuerpos de agua superficial con baja concentración de oxígeno menores a 3 mg/L en la selva baja han sido reportados por diversos estudios, entre los cuales podemos mencionar los realizados por la Autoridad Nacional del Agua (Informe Técnico N° 002-2013-ANA-DGCRH-VIG/ELCG) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Informe Técnico N° 00039-2015-OEFA-DE-SDCA-CEAI) en diversos cuerpos lóticos y lénticos.

995. Además, el agua superficial con las mayores concentraciones de oxígeno fueron los que tienen un gran flujo de agua que permite tener una buena oxigenación. Todos los cuerpos lóticos (ríos principales y quebradas con flujo de agua) tienen esta característica. En caso de la cocha Huarashma, su buena oxigenación se debe a que es una área inundable (antes era una quebrada) que tiene una salida de agua constante por medio de una tubería de drenaje pluvial de conexión al otro lado de la carretera que conecta los pozos en el yacimiento Jibarito.

996. Otro de los factores que influyen en la concentración de oxígeno disuelto en el agua son las actividades biológicas de las cianobacterias mediante la fijación de nitrógeno para sus necesidades biológicas. Estos microorganismos son predominantes en las cochas Boquichico y Piripirococha de acuerdo a la evaluación hidrobiológica (ver capítulo 10.3), asociándose a ambientes acuáticos con poca presencia de oxígeno disuelto, el cual disminuye en el proceso de eutrofización causado por el metabolismo de las cianobacterias. Esta disminución de oxígeno se asocia también en ambientes con presencia de materia orgánica, el cual es uno de los factores que da la coloración oscura y pH ácido a los cuerpos de agua superficial especialmente lénticos o con poco caudal discutidos en párrafos anteriores.



Handwritten signature in blue ink



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 11-1.** Registro cuerpos de agua superficial que tiene los menores pH y oxígeno disuelto (O.D) y mayores conductividades (Cond.) de las tres cuencas y cuatro cochas

Cuerpo de agua superficial	pH < 5,0 Unid. pH	Punto de monitoreo	O.D < 3,0 (mg/L)	Cuerpo de agua superficial	Cond. >50 µS/cm*
Quebrada Guayabal	4,91	Quebrada Guayabal	2,92	Quebrada Afluente Huayuri	331
Cocha Ushpayacu (CUshp-30)	4,81	Cocha Shirunchicocha	0,66 a 2,72	Quebrada Shivyacu Pozo 13	230
Quebrada Cachiyacu	4,83	Quebrada Anapaza 1	2,23	Quebrada Ukunch Entsa	223
Quebrada Ukunch Entsa	4,49	Quebrada San Barbarillo	1,76	Quebrada Rafaelyacu	184,1
Quebrada Bujurquicocha	4,36	Quebrada Shivyacu	1,53	Quebrada Afluente Machupicchu	154,5
...	...	Cocha Muriticocha	1,1	Quebrada Cachiyacu	132,5
...	...	Cocha Boquichico	0,89	Quebrada Shivyacu	131,4
...	...	Quebrada Afluente Huayuri	0,84	Río Pastaza	80,1 a 90,5
...	...	Cocha Piripiricocha	0,40	Quebrada Titiyacu	81,5
...	...	...	...	Cocha Ushpayacu (CUshp-9 a CUshp-27 y CUshp-30)	51,0 a 74,0
...	...	...	...	Quebrada Ushpayacu 2	59,1
...	...	...	...	Quebrada Afluente Kuch Entsa	53,3
...	...	...	...	Quebrada afluente Limón	50,1

\*El promedio de los demás cuerpos de agua superficial de las tres cuencas fue 17,84 µS/cm.

Fuente: Elaboración propia.

997. Con respecto a la conductividad, la cual es debida a la presencia de iones (cationes como metales disueltos y aniones como los cloruros) que permiten el paso de la corriente eléctrica por el agua, esta registra un mayor valor de 50 µS/cm, la cual se encuentra por debajo del valor establecido en el ECA para agua, categoría 4, en el río Pastaza y su tributario (quebrada Titiyacu), la cocha Ushpayacu y en las diversas quebradas (ver Tabla 11-1). Dichas quebradas se encuentran cercanas a los pozos y tuberías en la batería Huayuri (quebradas Afluente Huayuri y Afluente Machupicchu), en la batería Shivyacu (quebradas Shivyacu Pozo 13 y Rafaelyacu), en la batería Dorissa (quebrada Ukunch Entsa y Afluente Kuch Entsa) y en la batería San Jacinto (quebradas Cachiyacu, Shivyacu y afluente limón).

998. En relación a la cocha Ushpayacu (el punto de monitoreo QUshp2 es parte del area pequeña de la cocha), el cual registra altas concentraciones de HTP en sus sedimentos (ver Capítulo 10.2.2.), y el río Pastaza junto con su tributario que es la quebrada Titiyacu tienen las mayores concentraciones de los metales alcalinos (sodio y potasio) y los alcalinos térreos (magnesio, estroncio, calcio y bario); los cuales están relacionados a los valores de conductividades mayores a 50 µS/cm pero con bajas concentraciones de cloruros menores a 10 mg/L (ver Tabla 11-3). Cabe mencionar que el río Pastaza traslada las mayores concentraciones de metales citados desde la cabecera de cuenca en Ecuador<sup>59</sup>.

<sup>59</sup>

El río Pastaza nace en la meseta ecuatoriana, en la confluencia del río Patate y el río Chambo, al pie del Tungurahua (volcán), próximo a la localidad ecuatoriana de Baños (provincia de Tungurahua. Extraído y disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADO\\_Pastaza](https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADO_Pastaza). (Fecha de consulta 1 de noviembre de 2016).

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 11-2.** Registro cuerpos de agua superficial que tiene los mayores cloruros y sólidos suspendidos totales (SST) de las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre

Cuerpo de agua superficial	Cloruros > 10 mg/L*	Cuerpo de agua superficial	SST > 50 mg/L*
Quebrada Afluente Huayuri	95,2	Cocha Mesa	940,0
Quebrada Cachiyacu	83,7	Quebrada Pucacungayacu	745,0
Quebrada Ukunch Entsa	60,9	Quebrada Cepur Entsa	717,5
Quebrada Afluente Machupicchu	17,6	Río Pastaza	332,4 a 485
Quebrada Ushpayacu 2	13,1	Quebrada Cachiyacu	330
Quebrada Rafaelyacu	12,7	Quebrada Titiyacu	320
...	...	Quebrada Pani Entsa	184
...	...	Quebrada Cuicayacu	131,3
...	...	Río Tigre	86,7 a 279
...	...	Río Corrientes	71,0 a 149
...	...	Quebrada Piedra Negra 2	71,5
...	...	Quebrada Timunsa Entsa	58,0

\*El promedio de los demás cuerpos de agua superficial de las tres cuencas fue 1,66 mg/L para cloruros y 14,48 mg/L para los SST.

Fuente: Elaboración propia.

999. En tanto, las quebradas cercanas a los pozos y a las tuberías de las baterías: Huayuri (quebradas Afluente Huayuri y Afluente Machupicchu); Shiviayacu (quebrada Rafaelyacu); Dorissa (quebrada Ukunch Entsa) y San Jacinto (quebrada Cachiyacu) reportan conductividades mayores a 50  $\mu$ S/cm y concentraciones de cloruros mayores a 10 mg/L (ver Tabla 11-3) las cuales se encuentran por debajo del valor referencial establecido en la guía canadiense (CEQG-WQG): 120 mg/L. Adicionalmente, estas quebradas cercanas a las baterías tienen concentraciones de estroncio mayores a 0,07 mg/L y bario mayores a 0,05 mg/L, llegando a registrar la quebrada Afluente Machupicchu una concentración de bario con 2,109 mg/L por encima del valor establecido en el ECA para agua, Cat. 4-E2: 1 mg/L. Mientras, las demás concentraciones de los metales como magnesio, sodio y potasio tienen menor valor al del límite especificado en cada metal (1 mg/L, 4 mg/L y 1 mg/L respectivamente) (ver Tabla 11-3).

**Tabla 11-3.** Resumen de los registros de cloruros, conductividad y sus metales asociados en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre

Cuerpo De Agua superficial	Parámetro	Cloruros	Conductividad <sup>1</sup>	Magnesio	Estroncio	Sodio	Calcio	Bario	Potasio
		>10	>50	>1	>0,07	>4	>6	>0,05	>1
		Valor sombreado	Unidad						
Quebrada Afluente Huayuri	mg/L	95,2	331	1,102	0,421	36,71	7,89	0,094	1,69
Quebrada Shiviayacu Pozo 13	mg/L	2,2	230	2,611	0,142	3,06	28,95	0,146	0,95
Quebrada Ukunch Entsa	mg/L	60,9	223	0,697	0,209	28,82	5,59	0,077	0,87
Quebrada Rafaelyacu	mg/L	12,7	184,1	2,020	0,139	3,86	20,44	0,114	0,53
Quebrada Afluente Machupicchu	mg/L	17,6	154,5	1,206	0,152	8,31	9,21	2,109	0,82
Quebrada Cachiyacu	mg/L	83,7	132,5	1,15	0,188	38,67	10,07	0,052	1,11
Quebrada Shiviayacu	mg/L	4,0	131,4	1,215	0,071	3,61	12,83	0,088	0,22
Río Pastaza 1	mg/L	2,1	90,5	4,528	0,073	5,03	9,75	0,070	1,81
Río Pastaza 4	mg/L	1,8	87,7	5,414	0,085	5,5	9,08	0,092	2,42
Río Pastaza 2	mg/L	1,5	83,0	4,358	0,073	4,9	9,40	0,070	2,16
Quebrada Titiyacu	mg/L	1,5	81,5	3,858	0,069	4,54	8,45	0,062	2,19



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Cuerpo De Agua superficial	Parámetro	Cloruros	Conductividad <sup>1</sup>	Magnesio	Estroncio	Sodio	Calcio	Bario	Potasio
		Valor sombreado	>10	>50	>1	>0,07	>4	>6	>0,05
	Unidad								
Río Pastaza 5	mg/L	2,2	80,3	5,174	0,080	5,02	8,53	0,089	2,54
Río Pastaza 6	mg/L	1,8	80,1	5,206	0,079	5,51	8,12	0,090	2,36
Quebrada Ushpayacu 2	mg/L	13,1	59,1	0,361	0,039	3,33	3,00	0,064	0,38
Quebrada Afluente Kuch Entsa	mg/L	0,8	53,3	0,269	0,049	3,64	3,03	0,364	0,57
Quebrada afluente Limón	mg/L	1,5	50,1	0,385	0,038	2,08	6,15	0,218	0,36
Río Tigre 1	mg/L	0,49	26,6	0,963	0,074	1,37	3,046	0,041	0,73
Quebrada Dorissa Pozo 1	mg/L	3,8	25	0,274	0,0276	2,03	1,941	0,110	0,60
Quebrada Cuicayacu	mg/L	1,4	20,5	0,294	0,014	0,79	3,1	0,077	0,54
Cocha Pashincocha	mg/L	0,8	19,2	0,585	0,022	0,97	0,02	0,155	1,07
Quebrada Timunsa Entsa	mg/L	0,9	18,8	0,468	0,011	0,93	0,888	0,072	0,72
Cocha Shanshococho	mg/L	1,9	14,56	0,181	0,018	1,15	0,02	0,272	0,34
Cocha Esteban	mg/L	1,1	10,63	0,125	0,0107	0,3	1,081	0,052	0,77
Quebrada Bujurquicocha	mg/L	0,9	9,91	0,252	0,009	0,9	0,96	0,140	0,09
Quebrada Chue Entsa 2	mg/L	2,02	6,78	0,198	0,015	1,04	0,97	0,065	0,56

<sup>1</sup> Concentraciones de conductividad en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor.

Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factor.

Fuente: Elaboración propia.



1000. Por otro lado, la quebrada Afluente Huayuri cercana a la batería Huayuri aparte de tener mayores concentraciones de cloruros y conductividad, también tiene mayores concentraciones de los metales alcalinos: sodio y potasio, y metales alcalinos terrosos: magnesio, estroncio, calcio y bario. En el caso de las quebradas como Shiviayacu Pozo 13 y Shiviayacu cercanas a la batería Shiviayacu, registraron conductividades mayores a  $50 \mu\text{S}/\text{cm}$  y mayores concentraciones de metales alcalinos terrosos: magnesio, estroncio, calcio y bario, y la quebrada Afluente Kuch Entsa cercana a la batería Dorissa y la quebrada afluente limón cercana a la batería San Jacinto, registraron conductividades mayores a  $50 \mu\text{S}/\text{cm}$  y mayores concentraciones de bario como  $0,05 \text{ mg}/\text{L}$  (ver Tabla 11-3), dichos resultados pueden deberse a las actividades antropogénicas o causas naturales.

1001. Asimismo, en el caso de la evaluación de las cuatro cochas (ver Tablas 10-12 y 10-13 del capítulo 10), la cocha Ushpayacu registra conductividades mayores a  $50 \mu\text{S}/\text{cm}$  y mayores concentraciones de estroncio ( $>0,07 \text{ mg}/\text{L}$ ), sodio ( $>3,5 \text{ mg}/\text{L}$ ) y calcio ( $>2,0 \text{ mg}/\text{L}$ ), y la cocha Pashincocha registra mayores concentraciones de bario ( $>0,10 \text{ mg}/\text{L}$ ), magnesio ( $>0,4 \text{ mg}/\text{L}$ ) y potasio ( $>0,8 \text{ mg}/\text{L}$ ) con menores concentraciones de conductividad que la cocha Ushpayacu, cuyos resultados indican que a mayor conductividad en la cuatro cochas se evidenció mayor presencia de metales como estroncio, sodio, magnesio, bario y potasio.

1002. Por otro lado, las mayores concentraciones de aluminio ( $> 0,35 \text{ mg}/\text{L}$ ) y manganeso ( $> 0,1 \text{ mg}/\text{L}$ ) se registraron en las cochas Pashincocha y Ushpayacu, la mayor concentración de hierro ( $>3,0 \text{ mg}/\text{L}$ ) se registró en la cocha Shirunchicocha (ambiente de baja oxigenación de  $0,66 \text{ mg}/\text{L}$  a  $2,72 \text{ mg}/\text{L}$ ) y el silicio ( $>2,0 \text{ mg}/\text{L}$ ) en la cocha Huarashma. Para el caso del zinc ( $>0,01 \text{ mg}/\text{L}$ ), la



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

concentración de este metal se registra de manera similar en las cochas Ushpayacu, Pashincocha, Shirunchicocha y Huarashma.

1003. Con respecto a los sólidos suspendidos totales (materia suspendida), de acuerdo a lo indicado en la Tabla 11-2 y Tabla 11-4, en todos los cuerpos de agua evaluados (ríos principales como: Tigre, Corrientes, Pastaza y algunas quebradas), estas concentraciones son mayores a 50 mg/L, las cuales están por encima del ECA para agua, Cat. 4-E1:  $\leq 25$  mg/L para las cochas Mesa y Montano (28,8 mg/L) y ECA para agua, Cat. 4-E2:  $\leq 400$  mg/L para las quebradas Pucacungayacu y Cepur Entsa, además del río Pastaza. Las citadas concentraciones de los sólidos suspendidos totales están relacionadas con las concentraciones de aluminio mayores 0,9 mg/L (excepto las quebradas Pani Entsa y Timunsa Entsa) y las concentraciones de silicio mayores a 5,0 mg/L (excepto algunas quebradas como Cepur Entsa y Pani Entsa) (ver Tabla 11-4).

1004. El río Pastaza y su tributario que es la quebrada Titiyacu, tiene una mayor variedad de metales con mayores concentraciones que los ríos Corrientes y Tigre, por lo que existen diferencias entre estos ríos en relación a los metales nombrados en la Tabla 11-4, debido a que el río Pastaza (sistema aluvial entrelazado) es diferente a los ríos Corrientes y Tigre (sistemas aluviales meandriformes) (ver subcapítulos 8.5.1 y 8.5.2).

**Tabla 11-4.** Resumen de los registros de las concentraciones de sólidos suspendidos y metales asociados en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre

Cuerpo de agua superficial	Unidad	Sólidos suspendidos totales	Aluminio	Silicio	Hierro	Titanio	Boro	Fósforo	Manganeso	Potasio	
		Valor sombreado	>50	>0,9	>5,0	>3,0	>0,008	>0,06	>0,10	>1,5	>1,0
		Unidad									
Cocha Mesa	mg/L	940	1,645	4,25	4,357	N.E	N.E	N.E	0,124	0,96	
Quebrada Pucacungayacu	mg/L	745	9,105	10,10	17,78	N.E	N.E	N.E	0,139	0,93	
Quebrada Cepur Entsa	mg/L	717,5	2,412	4,21	5,579	N.E	N.E	N.E	0,146	10,6	
Río Pastaza 4	mg/L	485	8,602	15,20	9,24	N.E	N.E	0,32	0,219	2,42	
Río Pastaza 6	mg/L	477	8,543	14,70	9,06	N.E	N.E	0,04	0,212	2,36	
Río Pastaza 5	mg/L	431	8,154	14,30	8,74	N.E	N.E	0,31	0,213	2,54	
Río Pastaza 6	mg/L	369	3,622	11,30	4,54	N.E	N.E	0,23	0,214	2,16	
Río Pastaza 1	mg/L	332,4	3,477	11,20	4,37	N.E	N.E	0,25	0,213	1,81	
Quebrada Cachiyacu	mg/L	330	4,446	5,49	6,285	0,049	0,066	0,02	0,185	1,11	
Quebrada Titiyacu	mg/L	320	3,392	11,40	4,19	N.E	N.E	0,18	0,164	2,19	
Río Tigre 2	mg/L	279	2,089	7,01	3,142	0,062	0,01	0,05	0,097	0,76	
Quebrada Pani Entsa	mg/L	184	0,872	3,35	2,442	N.E	N.E	N.E	0,099	0,92	
Río Corrientes 3	mg/L	149,0	3,144	6,66	4,521	N.E	N.E	N.A	0,070	0,73	
Quebrada Cuicayacu	mg/L	131,3	1,603	2,43	4,435	0,011	0,010	0,03	0,054	0,54	
Río Corrientes 4	mg/L	129,0	0,973	4,20	2,269	N.E	N.E	N.A	0,070	0,66	
Río Corrientes 1	mg/L	128,5	1,064	5,24	2,154	N.E	N.E	N.A	0,086	0,63	
Río Tigre 3	mg/L	103,1	1,847	6,32	3,011	0,05	0,021	0,05	0,095	0,73	
Río Tigre 4	mg/L	100,0	1,654	5,53	2,609	0,043	0,074	0,04	0,086	0,59	
Río Tigre 5	mg/L	97,3	1,586	5,79	2,785	0,041	0,061	0,02	0,091	0,68	
Río Tigre 1	mg/L	86,7	2,443	7,49	3,451	0,071	0,02	0,05	0,098	0,73	
Quebrada Piedra Negra 2	mg/L	71,5	1,559	3,96	2,274	0,013	0,194	0,03	0,051	0,56	
Río Corrientes 2	mg/L	71,0	1,300	5,33	2,262	N.E	N.E	N.A	0,066	0,67	
Quebrada Timunsa Entsa	mg/L	58,0	0,267	3,57	2,353	N.E	N.E	N.A	0,107	0,72	
Quebrada Tanquiyacu	mg/L	42,4	1,036	3,79	1,373	N.E	N.E	0,01	0,136	0,66	



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Cuerpo de agua superficial	Unidad	Sólidos suspendidos totales	Aluminio	Silicio	Hierro	Titanio	Boro	Fósforo	Manganeso	Potasio
Unidad										
Quebrada Manchari	mg/L	42,0	1,058	1,09	1,472	0,008	0,036	0,03	0,039	0,46
Quebrada Shiviyacu	mg/L	33,5	0,122	3,21	3,153	0,002	<0,008	0,07	1,183	0,22
Quebrada Guayabal	mg/L	32,0	0,535	1,99	5,353	0,003	0,047	0,03	1,204	0,48
Cocha Montano	mg/L	28,8	1,004	4,87	1,668	0,021	0,032	0,03	0,042	0,62
Quebrada Cementerio	mg/L	28,8	1,324	5,83	1,715	0,028	0,029	0,03	0,024	0,64
Quebrada Gringoyacu	mg/L	24,8	0,901	4,32	2,76	0,018	0,025	0,02	0,130	0,54
Quebrada Piedra Negra 1	mg/L	22,4	0,865	3,18	1,46	0,007	0,016	0,12	0,038	0,47
Quebrada Ramal Capahuari 1	mg/L	20,0	0,197	5,25	0,264	N.E	N.E	0,05	0,012	0,81
Quebrada Afluente Huayuri	mg/L	19,6	0,07	2,43	6,496	N.E	N.E	N.A	1,374	1,69
Cocha Muriticocha	mg/L	18,5	0,519	0,79	2,532	0,003	0,048	0,04	0,149	0,59
Cocha Sol Sol	mg/L	16,8	0,454	3,83	3,318	0,007	0,024	0,05	0,190	0,56
Río Capahuari 2	mg/L	16,8	0,241	6,78	1,11	N.E	N.E	N.A	0,056	0,59
Quebrada Ramal Capahuari 2	mg/L	14,4	0,135	5,54	0,36	N.E	N.E	0,01	0,016	0,4
Río Capahuari 3	mg/L	14,0	0,248	6,12	1,352	N.E	N.E	0,009	0,07	0,52
Río Capahuari 4	mg/L	12,0	0,194	5,90	1,281	N.E	N.E	0,011	0,067	0,55
Cocha Machupicchu	mg/L	10,8	0,093	1,94	3,931	N.E	N.E	N.A	0,216	0,32
Quebrada Ushpayacu 2	mg/L	10,4	0,17	1,84	2,06	N.E	N.E	0,34	0,05	0,38
Quebrada Ushpayacu 3	mg/L	7,6	2,272	3,87	1,03	N.E	N.E	0,02	0,03	0,46
Quebrada Afluente Machupicchu	mg/L	7,2	0,016	3,78	2,75	N.E	N.E	N.A	0,535	0,82
Quebrada San Barbarillo	mg/L	5,6	0,033	1,43	3,296	<0,001	<0,008	0,02	0,087	0,98
		Concentración mayor en parámetros sin agrupamiento o al menos un valor de concentración de los parámetros agrupados por el análisis de factor								
		Concentraciones de parámetros con mayores influencias de acuerdo al análisis de factores.								

N.E: No evaluado.

Fuente: Elaboración propia.

1005. El caso de la quebrada Cachiyacu es algo particular, puesto que tiene mayores concentraciones de conductividad y materia suspendida, los cuales se reportan junto con las mayores concentraciones de los metales, en los que se relacionan la conductividad y materia suspendida con el metal alcalino potasio, la conductividad con el metal alcalino sodio y los metales alcalinos terrosos como magnesio, estroncio, sodio, calcio y bario, y los metales como aluminio, silicio, hierro, titanio, boro, manganeso con la materia suspendida.

1006. Para los demás cuerpos de agua superficial lóticos y lénticos de las tres cuencas, se observa que registran de manera puntual mayores concentraciones de materia suspendida (solamente en la quebrada Timunsa Entsa) y de metales como aluminio, silicio, hierro, titanio, boro, fósforo, manganeso y potasio, debido a la interacción del agua con los suelos por las escorrentías y a la remoción de los sedimentos que terminan disolviéndose o permaneciendo en forma suspendida en el agua superficial.

1007. En relación a la alcalinidad, la cual fue evaluada en 42 cuerpos de agua superficial en las tres cuencas, se debe indicar que sus mayores concentraciones (5 a 50 mg/L) están en ambientes acuáticos con conductividades mayores a 130  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , excepto para la quebrada Cachiyacu con conductividad de 132,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST) menores a 70 mg/L y la



quebrada Ukunc Entsa con 223  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , lo cual evidencia que la influencia de la alcalinidad de los cuerpos de agua superficial se debe a sus características fisicoquímicas.

1008. De lo anterior, la materia suspendida del agua superficial disminuye la capacidad del agua de equilibrar o neutralizar los compuestos ácidos que puedan llegar al agua superficial por medio de la materia orgánica disuelta, mientras los compuestos orgánicos disueltos relacionados a la descomposición de la materia orgánica establece una alcalinidad baja en pH mas ácidos como sucede con la quebrada Ukunch Entsa con 4,49 unid. de pH. Caso contrario, sucede en aguas con mayores conductividades y cloruros donde hay una mayor capacidad de neutralizar los ácidos. El caso excepcional es la quebrada Cachiyacu, que a pesar de tener una mayor concentración de cloruros y valores de conductividad, su alcalinidad es baja debido a la mayor concentración de la materia suspendida.

1009. Las concentraciones de los hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en la fracción  $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$  evaluadas en 41 puntos de monitoreo fueron menores al límite de cuantificación del método de ensayo del laboratorio ( $<0,20 \text{ mg/L}$ ), lo cual esta por debajo del valor establecido en el ECA para agua en la Cat. 4-E2:  $0,50 \text{ mg/L}$ , mientras la quebrada Cuicayacu fue el único cuerpo de agua superficial que registró HTP con  $0,56 \text{ mg/L}$  ligeramente por encima del citado valor de los ECA. Estos resultados indican que no hay influencia de los hidrocarburos por derrames, sin embargo el agua superficial se cubre de una capa oscura e iridiscente en quebradas cercanos a las baterías del Lote 192 así como en los cuerpos de agua lénticos que son más proclives a mantener dicha capa al no tener un flujo de agua constante en la mayoría de los casos. Cabe señalar que los ríos principales como el río Tigre y río Pastaza, así como sus tributarios no reportaron HTP debido a que registraron concentraciones menores al límite de cuantificación del método de ensayo de laboratorio indicados en el Informe N°075-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI y en el Informe N°076-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI.

1010. El afloramiento 2 (cerca a la batería San Jacinto) tiene mayor salinidad debido a la mayor conductividad (afloramiento 2 tiene valores de conductividad de  $4\ 240 \mu\text{S}/\text{cm}$  por encima del valor establecido en la Cat.4-E2:  $1\ 000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ), cloruros (los afloramientos 2 y 3 tienen concentraciones de cloruros de  $2\ 744 \text{ mg/L}$  y  $299 \text{ mg/L}$  respectivamente por encima del valor establecido en los Cat.4-E2:  $120 \text{ mg/L}$ ) y metales alcalinos: litio, sodio y potasio y alcalinos térreos: magnesio, calcio, estroncio y bario que los afloramientos 1 y 3.

1011. Cabe adicionar que se ha reportado un caso similar en la cuenca Corrientes en el marco de la Evaluación Ambiental del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. (Informe Técnico N° 00039-2015-OEFA-DE-SDCA-CEAI), en donde hay cuatro afloramientos cuyas concentraciones de cloruros, y metales alcalinos y alcalinos térreos son elevadas, llegando a la quebrada Trompeterillo por ambas márgenes, incrementando de esa manera la salinidad de la quebrada Trompeterillo hasta su confluencia con el río Corrientes.

## 11.2. Sedimentos

1012. Para la discusión de resultados de las tres cuencas se toma cuenta el parámetro de hidrocarburos totales de petróleo – HTP en su fracción total de  $\text{C}_5\text{-C}_{40}$  (en adelante hidrocarburos) y su relación con los metales pesados que tienen valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG) y su biodisponibilidad



**Tabla 11-5.** Resumen de HTP en sus fracciones, clase textural, materia orgánica y los metales con mayor concentración y su biodisponibilidad en la cuenca Medio Pastaza

Punto de monitoreo	Fracción de HTP (mg/kg)				Metal (mg/kg)		
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> - C <sub>40</sub>	> ECA-Suelo	> PEL	>ISQG
Quebrada Ushpayacu 3	7,1	4 840	4 152	8 999,10	...	...	...
Quebrada Anapaza 1	<0,3	2 227	3 104	5 331	...	...	...
Cocha Shirunchicocha	<0,3	1 785	2 534	4 319	...	...	...
Cocha Pashincocha	22,1	1 625	2 373	4 020,10	Ba: 2 335	Pb: 118 <sup>b</sup>	Zn:214 <sup>c</sup>
Quebrada Ushpayacu 2	<0,3	929	1 721	2 650	...	...	...
Quebrada Tanquiyacu	1,2	430	827	1 258,20	...	...	...
Cocha Shanshococha	<0,3	305	313	618	Ba: 817 <sup>a</sup>	...	...
... : No reportado.							
Porcentaje (%) de biodisponibilidad: <sup>a</sup> Fracción 1: 35,4 y Fracción 2: 12,8; <sup>b</sup> Fracción 2 = 19,0 y <sup>c</sup> Fracción 2 = 13,6.							
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> ) mayores a 500 mg/kg.							
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> ) mayores a 5 000 mg/kg.							

Fuente: Elaboración propia.

### Cuenca Corrientes

1019. Dentro de los metales evaluados en los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Corrientes, podemos indicar que se registran mayores concentraciones de estroncio, calcio, magnesio y potasio en lugares aguas arriba del Lote 192 como el río Corrientes en RCorr1 (aguas arriba de la comunidad nativa de Jose Olaya) y RCorr2 (aguas abajo de la comunidad nativa de Jose Olaya) (ver Tabla 10-28). Por otro lado, las mayores concentraciones de manganeso y fósforo se registra de manera puntual en el primer punto de monitoreo del río Corrientes (RCorr1) y quebrada Afluente Huayuri.

1020. Con respecto a la relación de hidrocarburos y metales, se indica que las quebradas Afluente Huayuri y Afluente Machupicchu tienen concentraciones de HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg y concentraciones de metales pesados por encima de la guía canadiense para zinc, plomo y cadmio en las quebradas Afluente Huayuri y Machupicchu, y arsénico para la quebrada Afluente Machupicchu (ver Tabla 11-6), siendo los metales biodisponibles el zinc en la fracción 2 y plomo en la fracción1 para la quebrada Afluente Huayuri y plomo en la fracción 2 para quebrada Afluente Machupicchu.

1021. No obstante, los sedimentos con altas concentraciones de hidrocarburos no significa que tengan concentraciones de metales por encima del ECA-Suelo y la guía canadiense, puesto que hay cuerpos de agua superficial que registraron concentraciones de hidrocarburos mayores a 500 mg/Kg y bajas concentraciones de metales en sus sedimentos, tales como: quebradas Dorissa Pozo 1, Ukunch Entsa y Pucacungayacu (ver Tabla 11-6).

1022. En tanto, hay sedimentos en ciertos cuerpos de agua superficial que tienen hidrocarburos en la fracción ligera o volátil (C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>) como: quebrada Afluente Huayuri, Afluente Machupicchu (mayor concentración) y Dorissa Pozo 1, así como la cocha Machupicchu; por lo que en estos cuerpos de agua no ha habido una remoción que permita la evaporación de los hidrocarburos volátiles.



[Handwritten signature/initials]



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

**Tabla 11-6.** Resumen de HTP en sus fracciones, clase textural, materia orgánica y los metales con mayor concentración y su biodisponibilidad en la cuenca Corrientes

Punto de monitoreo	Fracción de HTP (mg/kg)				Metal (mg/kg)		
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> - C <sub>40</sub>	> ECA-Suelo	> PEL	>ISQG
Quebrada Afluente Huayuri	3,7	8 485	8 142	16 631	...	Zn: 706 <sup>a</sup>	Pb: 43,5 <sup>b</sup> y Cd: 0,6080
Quebrada Afluente Machupicchu	83,5	8 034	3 382	11 499	...	Zn: 2 833, Pb: 186 <sup>c</sup> y Cd: 14,6	As: 10,6
Quebrada Dorissa Pozo 1	7,6	5 330	5 459	10 797	...	...	...
Cocha Machupicchu	3,8	870	733	1 607	...	...	...
Quebrada Ukunch Entsa	<0,3	532	242	774	...	...	...
Quebrada Pucacungayacu	<0,3	270	258	527	...	...	...
...: No reportado.							
Porcentaje (%) de biodisponibilidad: <sup>a</sup> Fracción 2: 12,2; <sup>b</sup> Fracción 1: 11 y Fracción 2: 8,5, <sup>c</sup> Fracción 2: 11,4 y <sup>d</sup> Fracción 2: 25,4							
	Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> ) mayores a 500 mg/kg.						
	Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> ) mayores a 5 000 mg/kg.						

Fuente: Elaboración propia.

### Cuenca Medio Alto Tigre

1023. Dentro de los metales evaluados en los sedimentos de los cuerpos de agua superficial de la cuenca Medio Alto Tigre, podemos indicar que a diferencia de las cuencas Medio Pastaza y Corrientes en donde las mayores concentraciones de los metales se encuentran en grupos de cuerpos de agua superficial como los ríos principales, cochas y/o quebradas, en la cuenca Medio Alto Tigre, los metales son mas dispersos y específicos como magnesio, manganeso y níquel en el río Tigre 1 (aguas arriba de la confluencia con la quebrada Manchari) y el aluminio y hierro en el río Tigre 3, quebradas Gringoyacu y Rafaelyacu y la cocha Sol Sol.

1024. Con respecto a la relación de hidrocarburos y metales, se indica que las quebradas Gringoyacu, afluente Limón y Cuicayacu tienen concentraciones de HTP mayores al valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/kg y concentraciones de metales pesados por encima del ECA-suelo para bario para la quebrada afluente Limón y concentraciones de metales pesados por encima de la guía canadiense para zinc y plomo en la quebrada afluente Limón y cadmio para las quebradas Gringoyacu y afluente Limón (ver Tabla 11-7).

1025. No obstante, los sedimentos con altas concentraciones de hidrocarburos no significa que tengan concentraciones de metales por encima del ECA-Suelo y la guía canadiense, puesto que hay cuerpos de agua superficial que registraron concentraciones de hidrocarburos mayores a 500 mg/Kg y bajas concentraciones de metales en sus sedimentos, tales como: quebradas Guayabal y Cachiyacu, y la cocha Muriticocha (ver Tabla 11-7).

1026. En tanto, no se han reportado cuerpos de agua superficial cuyos sedimentos han registrado concentraciones de hidrocarburos en su fracción volátil (C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub>) por lo que en estos cuerpos de agua ha habido una remoción que permita la evaporación de los hidrocarburos volátiles.

**Tabla 11-7.** Resumen de HTP en sus fracciones, clase textural, materia orgánica y los metales con mayor concentración y su biodisponibilidad en la cuenca Medio Alto Tigre

Punto de monitoreo	Fracción de HTP (mg/kg)				Metal (mg/kg)		
	C <sub>5</sub> - C <sub>10</sub>	C <sub>10</sub> - C <sub>28</sub>	C <sub>28</sub> - C <sub>40</sub>	C <sub>5</sub> - C <sub>40</sub>	> ECA-Suelo	> PEL	>ISQG
Quebrada Gringoyacu	<0,3	7 118	8 419	15 537	...	...	Cd: 1,5875
Quebrada Guayabal	<0,3	2 879	4 370	7 249	...	...	...
Quebrada Cachiayacu	<0,3	940	877	1 817	...	...	...
Quebrada afluente Limón	<0,3	724	951	1 675	Ba: 2 262 <sup>b</sup>	Zn: 487	Pb: 77,2 y Cd: 3,2989
Quebrada Cuicayacu	<0,3	889	516	1 404	...	...	...
Cocha Muriticocha	<0,3	387	428	814	...	...	...
Quebrada Piedra Negra 1	<0,3	353	356	709	...	...	...
Quebrada Piedra Negra 2	<0,3	209	347	556	...	...	...
Porcentaje (%) de biodisponibilidad: <sup>a</sup> Fracción 2: 10,2; <sup>b</sup> Fracción 2: 16,2 y <sup>c</sup> Fracción 1: 11,1 y Fracción 2: 7,6.							
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> ) mayores a 500 mg/kg.							
Cuerpos de agua superficial con hidrocarburos totales de petróleo (C <sub>5</sub> -C <sub>40</sub> ) mayores a 5 000 mg/kg.							

Fuente: Elaboración propia.

### Cochas

1027. Para la discusión de resultados en las cuatro cochas se toma cuenta el parámetro de hidrocarburos totales de petróleo – HTP en su fracción total de C<sub>5</sub> – C<sub>40</sub> (en adelante hidrocarburos) y su relación con los metales pesados que tienen valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG), así como la relación con la textura (porcentaje de arcilla y arena).

1028. De acuerdo a las Figuras 11-1 y 11-2, donde se visualizan las concentraciones los hidrocarburos y mercurio para las cuatro cochas: Shirunchicocha, Huarashma, Pashincocha y Ushpayacu; las mismas que tienen similares distribuciones espaciales para los demás metales que son comparados con la guía canadiense: arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc.

1029. En la Figura 11-1a, la cocha Huarashma registra concentraciones de HTP que no excedieron el valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/Kg en toda su área. Cabe citar que esta cocha no tiene reportes o denuncias de derrames de hidrocarburos, lo que concuerda con las bajas concentraciones de HTP registradas, considerándose así como una "cocha blanco".

1030. En las Figuras 11-1b, c y d, se puede apreciar las cochas Ushpayacu, Pashincocha y Shirunchicocha registran mayores concentraciones de HTP que la cocha Huarashma, en la cual la distribución de las altas concentraciones de hidrocarburos en la cocha Ushpayacu se presenta en toda su área, los cuales excedieron el valor de intervención de la guía de los Países Bajos: 5 000 mg/kg en 27 de 30 puntos de monitoreo. Mientras que en tres puntos de monitoreo sus concentraciones se encuentran entre el valor máximo de la guía Atlantic RBCA: 500 mg/Kg y el valor de intervención de la citada guía de los Países Bajos.

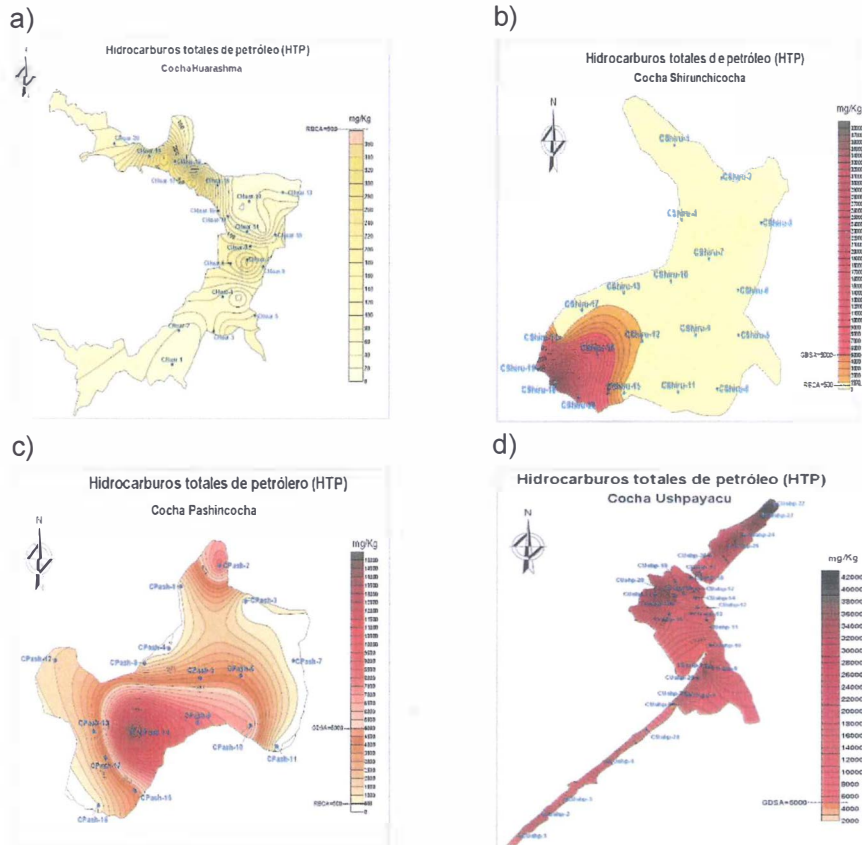
1031. Para el caso de la cocha Shirunchicocha la distribución de los hidrocarburos que exceden los citadas guías internacionales se presentan en una área cercana a la tubería que sale de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur. Estas concentraciones excedieron las citadas guías internacionales en cuatro de los 20 puntos de monitoreo por encima del valor de intervención de la guía de los Países Bajos y en seis puntos de monitoreo registraron concentraciones de HTP entre el valor máximo de la guía Atlantic RBCA y el valor de intervención de la citada guía los Países Bajos.



[Handwritten signature/initials in blue ink]

“Año de la consolidación del Mar de Grau”  
 “Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú”

1032. Mientras, la distribución de los hidrocarburos la cocha Pashincocha esta en una gran extensión de su área, principalmente en la parte media, con una posible punto de origen en su lado norte. Estas concentraciones excedieron el valor de intervención de la guía de los Países Bajos en cuatro de 17 puntos de monitoreo y estuvieron entre el valor máximo de la guía Atlantic RBCA y el citado valor de intervención de la guía de los Países Bajos en 11 de 17 puntos de monitoreo.



**Figura 11-1.** Distribución de HTP en a) cocha Huarashma, b) cocha Shirunchicocha, c) cocha Pashincocha y d) cocha Ushpayacu

1033. Con respecto a los metales, la cocha Huarashma registra concentraciones de mercurio por debajo del valor ISQG de la guía Canadiense: 0,170 mg/kg (ver Figura 12a) junto con las bajas concentraciones de HTP discutido anteriormente. Asimismo, esta cocha también tiene concentraciones de los metales bario, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc por debajo del valor ISQG de la guía canadiense (CEQG-SQG), excepto el arsénico de manera puntual, por lo que también es una “cocha blanco” en relación a los metales pesados.

1034. Con respecto a la comparación con la cocha Huarashma, las cochas Pashincocha, Shirunchicocha y Ushpayacu registran mayores concentraciones de mercurio por encima de los valores ISQG y PEL de la guía canadiense (CEQG-SQG) (ver Figuras 11-2b, c y d) en las mismas áreas que las concentraciones de hidrocarburos, lo cual indica que la presencia de hidrocarburos en los sedimentos están relacionados con el mercurio. Asimismo, la relación de los otros metales pesados (arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc) con los hidrocarburos se aprecia más en la cocha Pashincocha en una gran extensión en

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
 "Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

su parte media, el cual tiene más concentraciones de los citados metales que la cocha Ushpayacu que contiene mayores concentraciones de hidrocarburos.

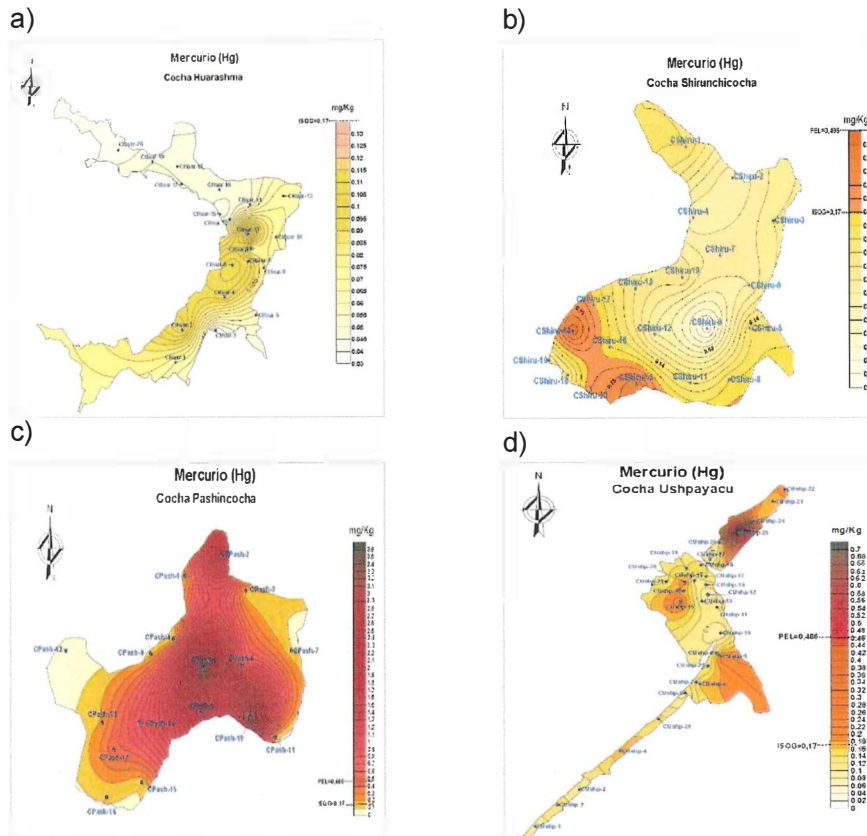


Figura 11-2. Distribución de mercurio en a) cocha Huarashma, b) cocha Shirunchicocha, c) cocha Pashincocha y d) cocha Ushpayacu

1035. Finalmente, la cocha Ushpayacu contiene menos porcentaje de arcilla y más porcentaje de arena que las otras tres cochas (ver Figura 11-3a y 11-3b respectivamente), siendo la clase textural predominante de los sedimentos de la cocha Ushpayacu (Franco-Arenosa) diferente a las otras cochas (arcillosa para Shirunchicocha, Pashincocha y Huarashma) (ver Tabla 10-53).

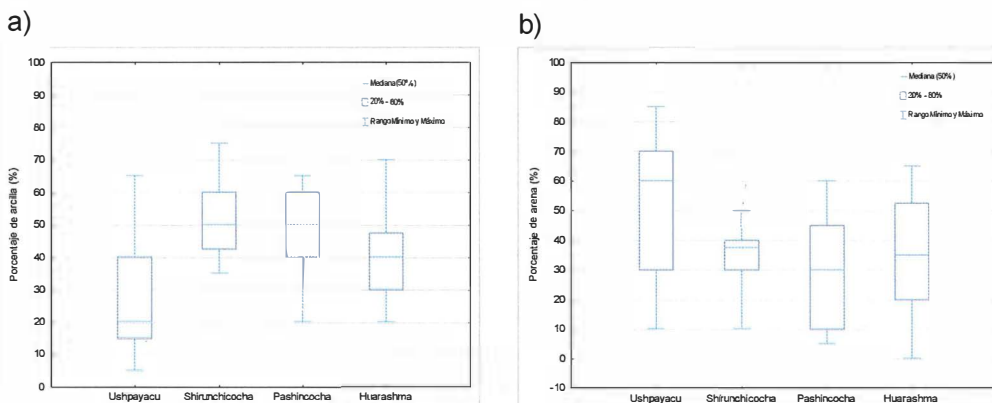


Figura 11-3. Porcentaje de arcilla a) y arena b) en los sedimentos de las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha, Pashincocha y Huarashma



1035  
 1036  
 1037  
 1038  
 1039  
 1040  
 1041  
 1042  
 1043  
 1044  
 1045  
 1046  
 1047  
 1048  
 1049  
 1050  
 1051  
 1052  
 1053  
 1054  
 1055  
 1056  
 1057  
 1058  
 1059  
 1060  
 1061  
 1062  
 1063  
 1064  
 1065  
 1066  
 1067  
 1068  
 1069  
 1070  
 1071  
 1072  
 1073  
 1074  
 1075  
 1076  
 1077  
 1078  
 1079  
 1080  
 1081  
 1082  
 1083  
 1084  
 1085  
 1086  
 1087  
 1088  
 1089  
 1090  
 1091  
 1092  
 1093  
 1094  
 1095  
 1096  
 1097  
 1098  
 1099  
 1100  
 1101  
 1102  
 1103  
 1104  
 1105  
 1106  
 1107  
 1108  
 1109  
 1110  
 1111  
 1112  
 1113  
 1114  
 1115  
 1116  
 1117  
 1118  
 1119  
 1120  
 1121  
 1122  
 1123  
 1124  
 1125  
 1126  
 1127  
 1128  
 1129  
 1130  
 1131  
 1132  
 1133  
 1134  
 1135  
 1136  
 1137  
 1138  
 1139  
 1140  
 1141  
 1142  
 1143  
 1144  
 1145  
 1146  
 1147  
 1148  
 1149  
 1150  
 1151  
 1152  
 1153  
 1154  
 1155  
 1156  
 1157  
 1158  
 1159  
 1160  
 1161  
 1162  
 1163  
 1164  
 1165  
 1166  
 1167  
 1168  
 1169  
 1170  
 1171  
 1172  
 1173  
 1174  
 1175  
 1176  
 1177  
 1178  
 1179  
 1180  
 1181  
 1182  
 1183  
 1184  
 1185  
 1186  
 1187  
 1188  
 1189  
 1190  
 1191  
 1192  
 1193  
 1194  
 1195  
 1196  
 1197  
 1198  
 1199  
 1200  
 1201  
 1202  
 1203  
 1204  
 1205  
 1206  
 1207  
 1208  
 1209  
 1210  
 1211  
 1212  
 1213  
 1214  
 1215  
 1216  
 1217  
 1218  
 1219  
 1220  
 1221  
 1222  
 1223  
 1224  
 1225  
 1226  
 1227  
 1228  
 1229  
 1230  
 1231  
 1232  
 1233  
 1234  
 1235  
 1236  
 1237  
 1238  
 1239  
 1240  
 1241  
 1242  
 1243  
 1244  
 1245  
 1246  
 1247  
 1248  
 1249  
 1250  
 1251  
 1252  
 1253  
 1254  
 1255  
 1256  
 1257  
 1258  
 1259  
 1260  
 1261  
 1262  
 1263  
 1264  
 1265  
 1266  
 1267  
 1268  
 1269  
 1270  
 1271  
 1272  
 1273  
 1274  
 1275  
 1276  
 1277  
 1278  
 1279  
 1280  
 1281  
 1282  
 1283  
 1284  
 1285  
 1286  
 1287  
 1288  
 1289  
 1290  
 1291  
 1292  
 1293  
 1294  
 1295  
 1296  
 1297  
 1298  
 1299  
 1300  
 1301  
 1302  
 1303  
 1304  
 1305  
 1306  
 1307  
 1308  
 1309  
 1310  
 1311  
 1312  
 1313  
 1314  
 1315  
 1316  
 1317  
 1318  
 1319  
 1320  
 1321  
 1322  
 1323  
 1324  
 1325  
 1326  
 1327  
 1328  
 1329  
 1330  
 1331  
 1332  
 1333  
 1334  
 1335  
 1336  
 1337  
 1338  
 1339  
 1340  
 1341  
 1342  
 1343  
 1344  
 1345  
 1346  
 1347  
 1348  
 1349  
 1350  
 1351  
 1352  
 1353  
 1354  
 1355  
 1356  
 1357  
 1358  
 1359  
 1360  
 1361  
 1362  
 1363  
 1364  
 1365  
 1366  
 1367  
 1368  
 1369  
 1370  
 1371  
 1372  
 1373  
 1374  
 1375  
 1376  
 1377  
 1378  
 1379  
 1380  
 1381  
 1382  
 1383  
 1384  
 1385  
 1386  
 1387  
 1388  
 1389  
 1390  
 1391  
 1392  
 1393  
 1394  
 1395  
 1396  
 1397  
 1398  
 1399  
 1400  
 1401  
 1402  
 1403  
 1404  
 1405  
 1406  
 1407  
 1408  
 1409  
 1410  
 1411  
 1412  
 1413  
 1414  
 1415  
 1416  
 1417  
 1418  
 1419  
 1420  
 1421  
 1422  
 1423  
 1424  
 1425  
 1426  
 1427  
 1428  
 1429  
 1430  
 1431  
 1432  
 1433  
 1434  
 1435  
 1436  
 1437  
 1438  
 1439  
 1440  
 1441  
 1442  
 1443  
 1444  
 1445  
 1446  
 1447  
 1448  
 1449  
 1450  
 1451  
 1452  
 1453  
 1454  
 1455  
 1456  
 1457  
 1458  
 1459  
 1460  
 1461  
 1462  
 1463  
 1464  
 1465  
 1466  
 1467  
 1468  
 1469  
 1470  
 1471  
 1472  
 1473  
 1474  
 1475  
 1476  
 1477  
 1478  
 1479  
 1480  
 1481  
 1482  
 1483  
 1484  
 1485  
 1486  
 1487  
 1488  
 1489  
 1490  
 1491  
 1492  
 1493  
 1494  
 1495  
 1496  
 1497  
 1498  
 1499  
 1500  
 1501  
 1502  
 1503  
 1504  
 1505  
 1506  
 1507  
 1508  
 1509  
 1510  
 1511  
 1512  
 1513  
 1514  
 1515  
 1516  
 1517  
 1518  
 1519  
 1520  
 1521  
 1522  
 1523  
 1524  
 1525  
 1526  
 1527  
 1528  
 1529  
 1530  
 1531  
 1532  
 1533  
 1534  
 1535  
 1536  
 1537  
 1538  
 1539  
 1540  
 1541  
 1542  
 1543  
 1544  
 1545  
 1546  
 1547  
 1548  
 1549  
 1550  
 1551  
 1552  
 1553  
 1554  
 1555  
 1556  
 1557  
 1558  
 1559  
 1560  
 1561  
 1562  
 1563  
 1564  
 1565  
 1566  
 1567  
 1568  
 1569  
 1570  
 1571  
 1572  
 1573  
 1574  
 1575  
 1576  
 1577  
 1578  
 1579  
 1580  
 1581  
 1582  
 1583  
 1584  
 1585  
 1586  
 1587  
 1588  
 1589  
 1590  
 1591  
 1592  
 1593  
 1594  
 1595  
 1596  
 1597  
 1598  
 1599  
 1600  
 1601  
 1602  
 1603  
 1604  
 1605  
 1606  
 1607  
 1608  
 1609  
 1610  
 1611  
 1612  
 1613  
 1614  
 1615  
 1616  
 1617  
 1618  
 1619  
 1620  
 1621  
 1622  
 1623  
 1624  
 1625  
 1626  
 1627  
 1628  
 1629  
 1630  
 1631  
 1632  
 1633  
 1634  
 1635  
 1636  
 1637  
 1638  
 1639  
 1640  
 1641  
 1642  
 1643  
 1644  
 1645  
 1646  
 1647  
 1648  
 1649  
 1650  
 1651  
 1652  
 1653  
 1654  
 1655  
 1656  
 1657  
 1658  
 1659  
 1660  
 1661  
 1662  
 1663  
 1664  
 1665  
 1666  
 1667  
 1668  
 1669  
 1670  
 1671  
 1672  
 1673  
 1674  
 1675  
 1676  
 1677  
 1678  
 1679  
 1680  
 1681  
 1682  
 1683  
 1684  
 1685  
 1686  
 1687  
 1688  
 1689  
 1690  
 1691  
 1692  
 1693  
 1694  
 1695  
 1696  
 1697  
 1698  
 1699  
 1700  
 1701  
 1702  
 1703  
 1704  
 1705  
 1706  
 1707  
 1708  
 1709  
 1710  
 1711  
 1712  
 1713  
 1714  
 1715  
 1716  
 1717  
 1718  
 1719  
 1720  
 1721  
 1722  
 1723  
 1724  
 1725  
 1726  
 1727  
 1728  
 1729  
 1730  
 1731  
 1732  
 1733  
 1734  
 1735  
 1736  
 1737  
 1738  
 1739  
 1740  
 1741  
 1742  
 1743  
 1744  
 1745  
 1746  
 1747  
 1748  
 1749  
 1750  
 1751  
 1752  
 1753  
 1754  
 1755  
 1756  
 1757  
 1758  
 1759  
 1760  
 1761  
 1762  
 1763  
 1764  
 1765  
 1766  
 1767  
 1768  
 1769  
 1770  
 1771  
 1772  
 1773  
 1774  
 1775  
 1776  
 1777  
 1778  
 1779  
 1780  
 1781  
 1782  
 1783  
 1784  
 1785  
 1786  
 1787  
 1788  
 1789  
 1790  
 1791  
 1792  
 1793  
 1794  
 1795  
 1796  
 1797  
 1798  
 1799  
 1800  
 1801  
 1802  
 1803  
 1804  
 1805  
 1806  
 1807  
 1808  
 1809  
 1810  
 1811  
 1812  
 1813  
 1814  
 1815  
 1816  
 1817  
 1818  
 1819  
 1820  
 1821  
 1822  
 1823  
 1824  
 1825  
 1826  
 1827  
 1828  
 1829  
 1830  
 1831  
 1832  
 1833  
 1834  
 1835  
 1836  
 1837  
 1838  
 1839  
 1840  
 1841  
 1842  
 1843  
 1844  
 1845  
 1846  
 1847  
 1848  
 1849  
 1850  
 1851  
 1852  
 1853  
 1854  
 1855  
 1856  
 1857  
 1858  
 1859  
 1860  
 1861  
 1862  
 1863  
 1864  
 1865  
 1866  
 1867  
 1868  
 1869  
 1870  
 1871  
 1872  
 1873  
 1874  
 1875  
 1876  
 1877  
 1878  
 1879  
 1880  
 1881  
 1882  
 1883  
 1884  
 1885  
 1886  
 1887  
 1888  
 1889  
 1890  
 1891  
 1892  
 1893  
 1894  
 1895  
 1896  
 1897  
 1898  
 1899  
 1900  
 1901  
 1902  
 1903  
 1904  
 1905  
 1906  
 1907  
 1908  
 1909  
 1910  
 1911  
 1912  
 1913  
 1914  
 1915  
 1916  
 1917  
 1918  
 1919  
 1920  
 1921  
 1922  
 1923  
 1924  
 1925  
 1926  
 1927  
 1928  
 1929  
 1930  
 1931  
 1932  
 1933  
 1934  
 1935  
 1936  
 1937  
 1938  
 1939  
 1940  
 1941  
 1942  
 1943  
 1944  
 1945  
 1946  
 1947  
 1948  
 1949  
 1950  
 1951  
 1952  
 1953  
 1954  
 1955  
 1956  
 1957  
 1958  
 1959  
 1960  
 1961  
 1962  
 1963  
 1964  
 1965  
 1966  
 1967  
 1968  
 1969  
 1970  
 1971  
 1972  
 1973  
 1974  
 1975  
 1976  
 1977  
 1978  
 1979  
 1980  
 1981  
 1982  
 1983  
 1984  
 1985  
 1986  
 1987  
 1988  
 1989  
 1990  
 1991  
 1992  
 1993  
 1994  
 1995  
 1996  
 1997  
 1998  
 1999  
 2000  
 2001  
 2002  
 2003  
 2004  
 2005  
 2006  
 2007  
 2008  
 2009  
 2010  
 2011  
 2012  
 2013  
 2014  
 2015  
 2016  
 2017  
 2018  
 2019  
 2020  
 2021  
 2022  
 2023  
 2024  
 2025  
 2026  
 2027  
 2028  
 2029  
 2030  
 2031  
 2032  
 2033  
 2034  
 2035  
 2036  
 2037  
 2038  
 2039  
 2040  
 2041  
 2042  
 2043  
 2044  
 2045  
 2046  
 2047  
 2048  
 2049  
 2050  
 2051  
 2052  
 2053  
 2054  
 2055  
 2056  
 2057  
 2058  
 2059  
 2060  
 2061  
 2062  
 2063  
 2064  
 2065  
 2066  
 2067  
 2068  
 2069  
 2070  
 2071  
 2072  
 2073  
 2074  
 2075  
 2076  
 2077  
 2078  
 2079  
 2080  
 2081  
 2082  
 2083  
 2084  
 2085  
 2086  
 2087  
 2088  
 2089  
 2090  
 2091  
 2092  
 2093  
 2094  
 2095  
 2096  
 2097  
 2098  
 2099  
 2100  
 2101  
 2102  
 2103  
 2104  
 2105  
 2106  
 2107  
 2108  
 2109  
 2110  
 2111  
 2112  
 2113  
 2114  
 2115  
 2116  
 2117  
 2118  
 2119  
 2120  
 2121  
 2122  
 2123  
 2124  
 2125  
 2126  
 2127  
 2128  
 2129  
 2130  
 2131  
 2132  
 2133  
 2134  
 2135  
 2136  
 2137  
 2138  
 2139  
 2140  
 2141  
 2142  
 2143  
 2144  
 2145  
 2146  
 2147  
 2148  
 2149  
 2150  
 2151  
 2152  
 2153  
 2154  
 2155  
 2156  
 2157  
 2158  
 2159  
 2160  
 2161  
 2162  
 2163  
 2164  
 2165  
 2166  
 2167  
 2168  
 2169  
 2170  
 2171  
 2172  
 2173  
 2174  
 2175  
 2176  
 2177  
 2178  
 2179  
 2180  
 2181  
 2182  
 2183  
 2184  
 2185  
 2186  
 2187  
 2188  
 2189  
 2190  
 2191  
 2192  
 2193  
 2194  
 2195  
 2196  
 2197  
 2198  
 2199  
 2200  
 2201  
 2202  
 2203  
 2204  
 2205  
 2206  
 2207  
 2208  
 2209  
 2210  
 2211  
 2212  
 2213  
 2214  
 2215  
 2216  
 2217  
 2218  
 2219  
 2220  
 2221  
 2222  
 2223  
 2224  
 2225  
 2226  
 2227  
 2228  
 2229  
 2230  
 2231  
 2232  
 2233  
 2234  
 2235  
 2236  
 2237  
 2238  
 2239  
 2240  
 2241  
 2242  
 2243  
 2244  
 2245  
 2246  
 2247  
 2248  
 2249  
 2250  
 2251  
 2252  
 2253  
 2254  
 2255  
 2256  
 2257  
 2258  
 2259  
 2260  
 2261  
 2262  
 2263  
 2264  
 2265  
 2266  
 2267  
 2268  
 2269  
 2270  
 2271  
 2272  
 2273  
 2274  
 2275  
 2276  
 2277  
 2278  
 2279  
 2280  
 2281  
 2282  
 2283  
 2284  
 2285  
 2286  
 2287  
 2288  
 2289  
 2290  
 2291  
 2292  
 2293  
 2294



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

1036. Cabe mencionar que la cocha Ushpayacu fue remediada en el marco del Plan Ambiental Complementario (PAC) por la Empresa Pluspetrol Norte S.A, aprobado mediante Resolución Directoral 0153-2005-MEM/AAE, aprobado el 20 de abril de 2005.

### 11.3. Hidrobiología

1037. La importancia de la comunidad del fitoplancton radica en su utilidad para determinar cualquier tipo de contaminación orgánica debido a que muchos géneros son muy tolerantes a la carga orgánica y otros más sensibles a la misma (Arce, 2006); asimismo es empleado como un indicador de cambios a corto plazo, debido a que sus ciclos vitales son cortos y responden rápidamente a los cambios ambientales o antrópicos (Jaanus *et al.*, 2009). Como son la base de la cadena trófica acuática son organismos tan importantes que la producción de otros organismos superiores está condicionada a la producción del fitoplancton (Reynolds, 2006), toda la cadena trófica depende de la fijación de CO<sub>2</sub> (en el proceso de fotosíntesis); sin embargo, cuando existe una sobreproducción en ciertos géneros también se dan problemas de contaminación natural ligados a la eutrofización del ecosistema (Alles, 2008).

1038. De acuerdo a los resultados obtenidos durante la primera temporada de evaluación (marzo de 2016) para la comunidad del fitoplancton, la dominancia del phylum Miozoa fue mayor en la cuenca Medio Pastaza. Este phylum, se encuentra representado por una alta dominancia del orden Peridinales en los distintos cuerpos de agua los cuales se caracterizan por ser indicadores de productividad primaria (Flores-Trujillo, 2009) ya que se encuentra compuesto por dinoflagelados continentales con capacidad fotosintetizadora. Mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre el phylum Bacillariophyta fue el más dominante; el cual se encuentra caracterizado por estar encapsulados en una pared de sílice que les da una forma definida con varias coloraciones y una estructura transparente, esta cápsula además los hace más eficientes al uso de energía, por esto requieren menos luz para la fotosíntesis que el resto de algas (Moreno-Ostos *et al.*, 2006; Vincent y Laybourn, 2008), siendo capaces de sobrevivir en medios donde otras algas no pueden; sin embargo, requieren de un suministro continuo de ácido silícico del agua, además que no pueden mantenerse flotando en aguas no estratificadas y limita su reproducción luego de varias generaciones (Bellinger y Sigeo, 2010).

1039. Para la segunda temporada de evaluación (junio de 2016), las cochas Ushpayacu y Shirunchicocha tuvieron como el phylum de mayor dominancia a Euglenophyta, los cuales viven en todo tipo de ambiente acuático (cosmopolitas), y presentan preferencias por ambientes donde hay abundante materia orgánica soluble o particulada (Pringsheim, 1956; Margalef, 1969), existiendo incluso especies plantónicas y bentónicas que toleran condiciones extremas de salinidad y acidez (Acleto, 1998). Mientras que en las cochas Pashincocha y Huarashma el phylum de mayor dominancia fue Miozoa.

1040. De acuerdo a los resultados, las poblaciones de diatomeas y dinoflagelados fueron las más dominantes en ambientes acuáticos oligotróficos (sistemas menos productivos), siendo probable que esto se deba a una frecuente mezcla con aguas aportantes (Bonilla, 2009) las cuales transportan nutrientes y permiten una mejor calidad del agua. Por otra parte, tenemos a las cianobacterias en ambientes acuáticos eutróficos, debido a aumentos en fijación de nitrógenos, así como su



Handwritten signature in blue ink, appearing to be 'V/B'.



alta tolerancia a ambientes anóxicos (deficiencia de oxígeno disuelto consumido en la degradación microbiana de la biomasa en descomposición), observándose principalmente esto en las cochas Boquichicococha y Piripiricococha en la primera temporada de evaluación (marzo de 2016) (Bonilla, 2009). Es necesario indicar además que el desplazamiento hidráulico puede significar un proceso de pérdida de las cianobacterias (por ejemplo el lavado de una floración superficial) de un cuerpo de agua (Reynolds, 2006), observándose en campo la escasa disponibilidad de aportantes de agua a las cochas donde este grupo fue altamente dominante.

1041. Por otro lado, tenemos a la comunidad del zooplancton, los cuales son organismos acuáticos heterótrofos, que habitan la columna superficial del agua, con poca capacidad de movimiento. Esta comunidad representa el segundo eslabón de la cadena alimentaria de los ecosistemas acuáticos cuya alimentación se basa en el fitoplancton, es decir, consumidores primarios sirviendo de alimento a organismos mayores. Se caracterizan por tener un ciclo de vida corto, lo que refleja rápidamente los cambios producidos en los ecosistemas acuáticos, siendo un importante indicador de alteraciones en estos ecosistemas (Santos *et al.*, 2009). Las diferencias en el estado trófico se manifiestan claramente en la estructura de la comunidad zooplanctónica y en las relaciones zooplancton-fitoplancton (Valdivia & Burger, 1990; Conde-Porcuna, 2004).

1042. De acuerdo a los resultados de la comunidad de zooplancton durante la primera temporada de evaluación (marzo de 2016), la dominancia fue mayor por parte del phylum Rotifera en las cuencas Medio Pastaza y Corrientes. Este phylum forma parte importante del zooplancton de ecosistemas lénticos (cochas), aunque muchos son bentónicos y su importancia está relacionada a su alta reproducción y conversión de la producción primaria, utilizada por los consumidores secundarios (Andreoli y Carneiro, 2005), además de estar muy relacionada a un incremento en la eutrofización (Loureiro *et al.*, 2011) teniendo como ejemplo a la cocha Pashincocha en la cuenca del Pastaza, donde la población de cianobacterias, ligadas a ambientes eutróficos, fue altamente dominante. Cabe mencionar que en la cuenca Corrientes, la cocha Machupicchu fue alterada por un proceso de remediación, viéndose reducidos sus niveles de agua y registrándose una alta proliferación de rotíferos. En la cuenca Medio Alto Tigre el phylum más dominante fue Arthropoda (Clase Branchiopoda y Maxillopoda), los cuales son controladores de la productividad primaria de los ecosistemas acuáticos, consumiendo gran cantidad de algas y otros microorganismos. Muchas veces, este consumo aumenta la productividad primaria, ya que se elimina tejido poco productivo y se mineralizan los nutrientes (Wallace y Webster 1996; Allan y Castillo 2007).

1043. Por otra parte, durante la segunda temporada de evaluación (junio de 2016), las cochas Ushpayacu y Shirunchicococha tuvieron como el phylum de mayor dominancia a Protozoa, los cuales son organismos capaces de vivir en ecosistemas adversos, por lo cual constituyen comunidades biológicas complejas interrelacionadas entre sí y con el medio físico que les rodea. Actualmente, se reconoce que algunos protozoos flagelados representan comunidades de organismos descomponedores y otros protozoos representan comunidades de organismos consumidores, especialmente en medios donde hay abundante material orgánico en descomposición (Sládecek, 1981). Finalmente, en las cochas Pashincocha y Huarashma el phylum de mayor dominancia fue Rotifera.



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

1044. Al igual que el plancton, el perifiton (microalgas y microorganismos) pueden ser empleados como un indicador de cambios a corto plazo, debido a que sus ciclos vitales son cortos y responden rápidamente a los cambios ambientales (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).
1045. Para las microalgas pertenecientes a la comunidad del perifiton evaluadas durante la primera temporada de evaluación (marzo de 2016), la dominancia fue mayor por parte de Bacillariophyta en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre. Los organismos de este phylum pueden ser utilizados como buenos indicadores, ya que presentan una amplia distribución (organismos cosmopolitas), siendo algunas de estas especies son muy sensibles a cambios ambientales, mientras que otras muy tolerantes, algunas son muy sensibles a cambios ambientales por periodos muy largos (Vásquez *et al.*, 2006). Esta comunidad también es utilizada como indicadora de cambios a corto plazo, integrando cambios de calidad del agua durante un periodo de unos 2 meses (tiempo en el que comunidad de diatomeas es considerada madura), por lo que reflejan la calidad del agua de los 2 meses anteriores a la fecha del muestreo (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).
1046. Por otro lado para los microorganismos pertenecientes a la comunidad del perifiton evaluados durante la primera temporada de evaluación (marzo de 2016), la dominancia fue mayor por parte de Cercozoa en las tres cuencas: Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre. El phylum Cercozoa (compuesto la mayoría de puntos por amebas con filopodios) tienen gran importancia ecológica, ya que ocupan un lugar esencial en el circuito microbiano de las comunidades naturales acuáticas, alimentándose y asociándose con bacterias, cianobacterias, diatomeas, otros protozoos y hongos (Seki, 1971; Porter *et al.*, 1985). Además de ser heterótrofos, tienen la capacidad de alimentarse tanto de forma osmótrofa (consumen materia orgánica disuelta), como holozóica (ingieren bacterias, materia particulada y otros organismos) por fagocitosis, de esta forma controlan a las poblaciones de bacterias; son reconocidas como las más importantes depredadoras de bacterias ya que llegan a consumir casi un 50% de la biomasa bacteriana y de la materia orgánica particulada en suspensión (Marciano-Cabral, 1988; Bitton, 1999).
1047. La importancia de los macroinvertebrados bentónicos está en que son buenos indicadores de alteraciones, pero estos pueden ser medidos a medio y largo plazo, ya que sus especies poseen ciclos de vida entre menos de un mes hasta más de un año (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005). Su valor indicador abarca un ámbito temporal intermedio que complementa los otros elementos biológicos con tiempos de respuesta más cortos (como el perifiton) o más largos, como podrían ser los peces.
1048. De acuerdo al análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en los ambientes lénticos y lóticos evaluados durante ambas temporadas de evaluación, el orden Diptera fue el más dominante en las tres cuencas: Pastaza, Corrientes y Alto Tigre. Este orden se encuentra conformado por familias altamente tolerantes a variaciones en la calidad de agua y son organismos cosmopolitas (Lopretto y Tell, 1995), siendo la familia Chironomidae la más abundante del registro total del orden Diptera, el cual es tolerante a condiciones ácidas (características de la selva) ya que se adapta a un amplio rango de variables ambientales (Ramírez y Plata-Díaz, 2008).

1049. Para finalizar, sobre la comunidad de necton (peces), encontramos que los órdenes Characiformes y el Siluriformes fueron los más dominantes durante ambas temporadas de evaluación. Estos dos grupos se caracterizan por ser los más grandes con una amplia distribución que abarca toda la región neotropical siendo bastante diversos en nuestra Amazonía (CLOFFSCA, 2003; Reis *et al.*, 2003). Fue en los ambientes lenticos (cochas) que para ambas temporadas de evaluación (marzo y junio de 2016), predominaron los Characiformes de hábitos detritívoros y carnívoros como por ejemplo *Steindachnerina* sp. "chio chio" y *Hoplias malabaricus* "fasaco" respectivamente; mientras que en los ambientes lóticos (evaluación de marzo 2016) se registró a los órdenes Characiformes, Siluriformes, Perciformes, Gymnotiformes, Batrachoidiformes, demostrando así que la riqueza de especies fue más diversa. El registro de especies realizado, puede ser útil para la detección y seguimiento de las presiones hidromorfológicas (alteraciones en el hábitat) como para las alteraciones en la calidad del agua a largo plazo (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005).

#### 11.4. Fauna Silvestre

1050. Actualmente, la literatura especializada que documente la interrelación fauna silvestre y sitios contaminados es casi nula, sólo se cuentan con los resultados de un estudio que realizó el OEFA en los yacimientos Corrientes y Nueva Esperanza en el año 2015 en el Lote 8, los resultados de dicha investigación se encuentran en el Informe N° 00039-2015-OEFA-DE-SDCA-CEAI. En dicho estudio también se utilizaron dos metodologías para documentar la diversidad de fauna silvestre y su relación con los sitios contaminados, estas metodologías fueron los censos de mamíferos mayores y medianos y uso de cámaras trampa en los sitios contaminados.

1051. En el Lote 8 para documentar la fauna silvestre por medio de censos realizaron un esfuerzo de muestreo de ocho días distribuidos en dos días por transecto sumando 16 horas-censo y una cobertura de 14 400m, producto de ése esfuerzo lograron registrar 11 especies de fauna silvestre, donde los registros directos más representativos, fueron el mustélido *Eira barbara*, (manco) y los primates como el fraile (*Saimiri macrodon*) y el pichico (*Leontocebus lagunotus*).

1052. Al comparar los resultados de los censos de la presente investigación con el trabajo realizado en el Lote 8, informe N° 00039, encontramos que en el presente estudio logramos registrar tres especies menos que en el Lote 8, sin embargo esta diversidad fue registrada empleando una cobertura y un esfuerzo de muestreo mucho menor en comparación al trabajo realizado en el Lote 8.

1053. En los censos realizados en los sitios contaminados se observó un comportamiento interesante de la fauna silvestre, ya que además de utilizar los sitios contaminados como sitios de forrajeo, las especies animales están utilizando el área para la construcción de madrigueras para conciliar el sueño diurno. Esta característica se observó en el sitio contaminado SL-CPN2-F, donde se identificó una madriguera de carachupa (*Dasyus novemcinctus*) con indicios de ser habitado. Esta observación corresponde al primer registro de habitat de la especie en un ambiente contaminado específicamente con hidrocarburo, ya que esta especie acostumbra a construir su madriguera en cuevas, huecos, pastizales, bosques tropicales y una gran variedad de hábitats de áreas secas. Aunque parece más común en áreas húmedas, bajo la tierra donde cavan con sus patas muy bien dotadas de uñas largas y fuertes (CONABIO 2014)



Handwritten blue ink marks, possibly initials or a signature, running vertically down the left margin of the page.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

1054. Como se puede notar en el presente estudio las especies con mayores números de registros fueron: añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), majaz (*Cuniculus paca*) y la sachavaca (*Tapirus terrestris*) donde resalta el primero de ellos, esta especie es un mediano roedor que tiene una importancia ecológica resaltante ya que son dispersores de semillas, las cuales son deglutidas al consumir los frutos caídos de múltiples especies vegetales; además, contribuyen a la germinación de algunas semillas de mayor tamaño que son enterradas en la hojarasca con el objetivo de almacenarlas (Estrada y Estrada, 2008). Este comportamiento logramos registrar en la cámara trampa OEFA 04 que estuvo instalada en Capahuari Sur al borde de la laguna Shirunshicocha el sitio contaminado SL-CPS.2R, este sitio se encuentra contaminado con hidrocarburos fracción en sus fracciones F2 (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) y F3 (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>), en este sitio se registró al menos ocho eventos independientes del animal y en uno de ellos se lo observa enterrando entre la hojarasca una semilla de planta no identificada.



1055. Por otro lado, en muchos lugares de la amazonia existen sitios ricos en minerales que son atractivos de animales, estos sitios regionalmente son conocidos como collpas. Geológicamente, las collpas son afloramientos de rocas y capas sedimentarias de la Formación Pebas ricos en nutrientes y que actúan como fuente de minerales especialmente sodio (Stallard, 2012). Las collpas de manera natural son un recurso clave para muchas especies de mamíferos en los bosques amazónicos (Montenegro 2004; Tobler 2008), son sitios muy importantes para los ungulados y algunos primates (Montenegro y Escobedo 2004). Las collpas se encuentran de manera dispersa dentro del bosque, en ocasiones se ubican en las márgenes de los ríos, bordes de quebradas, a flor del suelo e incluso se ponen en evidencia cuando un gran árbol cae y deja al descubierto sus raíces.

1056. Durante el estudio logramos registrar cinco collpas las que al parecer no son de origen natural, ya que ellas se encuentran contaminadas con hidrocarburos en sus fracciones F2 (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) y F3 (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>) y con metales pesados como el Cromo VI (Cr+6), Bario (Ba) y Cadmio (Cd) (Informe Técnico N° 0326-2013-OEFA/DE-SDCA; Informe Técnico N° 477-2014-OEFA/DE-SDCA; Informe Técnico N° 121-2014-OEFA/DE-SDCA). Estas collpas posiblemente se formaron producto de los derrames de petróleo e incluso de vertimientos de aguas de producción ya que estas aguas eran echadas directamente en las quebradas (Goldman *et al.*, 2007). El contenido de las aguas de formación varía en los diferentes yacimientos, pero puede contener: petróleo (500-5000 ppm), sulfatos, bicarbonatos, sulfuro de hidrógeno, cianuro, dióxido de carbono, metales pesados (cadmio, arsénico, cromo, plomo, mercurio, vanadio, zinc). Es fácil encontrar atrás de las estaciones petroleras pantanos creados por el vertimiento de las aguas de formación (Bravo, 2007).

1057. Comparando nuestros resultados con los resultados del estudio en el Lote 8 Informe N° 00039-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI, encontramos una similitud muy importante y es que los mayores registros de sachavaca (*Tapirus terrestris*), ocurrieron en las cámaras trampa ubicados en los sitios contaminados con características de ser collpas, este patrón de comportamiento se debe al hábito de esta especie. En un estudio realizado en Colombia plantean dos hipótesis de porque las sachavacas visitan estos las collpas: (1) potenciales deficiencias de minerales o desequilibrios en la dieta de la sachavaca pueden ser factores que las atraigan o (2) la acción neutralizante de la arcilla sobre la toxicidad de ciertos componentes secundarios en su dieta (Montenegro, 1998; Wilms, 1999).



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

1058. Entre la escasa información que documenta la relación entre fauna silvestre y sitios contaminados resalta un estudio realizado por (Mayor, 2014), denominado: Actividades petroleras en la Amazonía ¿Nueva amenaza para las poblaciones de tapir? En dicho estudio realizaron un esfuerzo de 240 horas de grabación que les permitió diferenciar 69 videos, donde la especie más observada fue la sachavaca (*Tapirus terrestris*) con 76.8 %, majaz (*Cuniculus paca*) con 10,1 %, sajino (*Pecari tajacu*) con 7,2 % y el venado colorado (*Mazama americana*) con 5,8 %, en dicho estudio lograron observar el consumo de petrogénicos procedentes de vertidos directos de los pozos petroleros e indirectos a través de suelos y/o aguas contaminadas. Los resultados de dicha investigación corrobora nuestras observaciones en campo, las especie más afines a los sitios contaminados fueron el majaz (*Cuniculus paca*), (ver Fotografía N°186 del Anexo G.2) sachavaca (*Tapirus terrestris*), (ver Fotografía N°187 del Anexo G.2, sajino (*Pecari tajacu*) (ver Fotografía N°188 del Anexo G.2) y el venado colorado (*Mazama americana*).

1059. Las cámaras también lograron registrar especies de aves de importancia cinegética como la pucacunga (*Penelope jacquacu*), (ver Fotografía N°185 del Anexo G.2) Esta especie de ave pertenece la familia Crácidae y es utilizada por los pobladores locales como fuente importante de proteínas, tal como lo demuestran (Aquino *et al.*, 2007) en un estudio realizado sobre evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en río Algodón: en dicho estudio esta especie presentó la mayor densidad con 5,4 individuos/km<sup>2</sup>, equivalente a 6,9 kg/km<sup>2</sup> de biomasa. En otro estudio para determinar el uso de la fauna silvestre durante la zafra castañera en un bosque amazónico de Bolivia, lograron determinar que esta especie representaba al menos 50 % del total de la biomasa aprovechada per cápita. (Paredes 2001).

1060. La información recopilada en esta primera evaluación en el Lote 192 nos muestra una ligera visión de lo que realmente ocurre con los mamíferos y las aves. Bajo este contexto, se registró en 15 eventos independientes al ave *Patagioenas subvinacea*, una especie de paloma, en la cámara trampa OEFA 05 ubicada en el yacimiento Tambo. Esta especie de paloma es considerada bastante común y de amplia distribución en amazonia (Schulenberg *et al.*, 2010). No obstante, no se tiene registro de esta especie en áreas contaminadas con hidrocarburos.

1061. En relación con las especies que ocurrieron en los sitios blancos, el paujil nocturno montete (*Nothocrax urumutum*) es probablemente el ave más difícil de ser observa de toda américa del sur (Delacour & Amadon 1973). En el presente estudio se registró tres videos de la especie que banda de tres individuos forrajeaban en la parte más baja del sotobosque.

### 11.5. Flora silvestre

1062. La composición taxonómica de las parcelas evaluadas muestran a las familias: Fabaceae (236), Arecaceae (95), Malvaceae (86), Myristicaceae (65), Euphorbiaceae (62), Hypericaceae (53), Sapotaceae (41), Lecythidaceae (39), Melastomataceae (39) y Rubiaceae como las más abundantes en individuos. Esta información coincide con la mayoría de estudios en parcelas permanentes realizadas por diferentes investigadores en la amazonia. Pitman *et al.* (2002), mencionan que en el Parque Nacional del Manú, las familias Fabaceae, Moraceae, Annonaceae y Euphorbiaceae fueron reportadas como las más ricas y abundantes en especies en las 13,8 ha estudiadas. De igual manera, las familias determinadas en el lote 192 corresponden a lo reportado por Gentry (1988a),



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

(1988b) en Phillips y Miller (2002); y Phillips *et al.* (1994), en el norte de la Amazonia peruana, en las zonas de Allpahuayo y Yanamono del departamento de Loreto. Asimismo, Vásquez y Phillips (2000) reportaron a las familias Fabaceae, Moraceae, Lauraceae y Annonaceae como las más ricas en especies y abundantes en sus parcelas ubicadas dentro de los bosques aluviales del noreste peruano en Loreto, área cercana a la zona evaluada en este estudio. Cabe indicar que estas investigaciones forman parte de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR).

1063. Los resultados de las parcelas en sitios PAC y contaminados, indican que las familias Malvaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Urticaceae e Hypericaceae (antes Clusiaceae) son las que contienen mayor riqueza y abundancia, especialmente de especies pioneras de rápido crecimiento. Estos resultados concuerdan con los estudios realizados por Popma *et al.*, (1988), quienes señalan que las especies pioneras ocurren de manera restringida en los sitios del bosque donde se han abierto claros grandes por perturbaciones (mayor incidencia de luz), como ocurre en los sitios PAC y contaminados. Por esto, la presencia de árboles pioneros identifica sitios del bosque en los que ha ocurrido cambios rápidos en la estructura y composición de las especies como refiere Sarukchan *et al.*, (1985); Brokaw & Scheiner (1989). Del mismo modo, Lieberman *et al.*, (1985b) menciona que estos árboles de crecimiento rápido tienen ciclos de vida cortos (<50 años) y usualmente mueren de pie, con su copa y tronco fragmentándose paulatinamente, a diferencia de la mayoría de especies arbóreas de las selvas húmedas, que crecen en claros o zonas abiertas a ritmos menores a la de los árboles pioneros y requieren de varias décadas para alcanzar el estadio reproductivo.

1064. De forma distinta ocurre con las especies de bosque maduro intacto determinadas en la parcela blanco, donde las especies e individuos más abundantes y diversos corresponden a las familias Sapotaceae, Lecythydaceae, Anacardiaceae y Myricaceae. Estos árboles por lo común presentan ciclos de vida de uno a varios siglos, tal como refiere Lieberman *et al.* (1985b), siendo denominados "persistentes" por mantenerse en el bosque como plantas maduras por largos periodos de tiempo. Esta característica de madurez está reflejada en la alta diversidad que se reporta en la parcela blanco.

1065. Los resultados correspondientes al índice de valor de importancia en la parcela del sitio blanco, coinciden en algunas especies con el estudio de Spichiger *et al.* (1996), realizado en la Reserva Jenaro Herrera (Iquitos - Perú), dentro de un bosque amazónico de tierra firme. En dicho estudio, la familia más importante es Arecaceae con la especie *Oenocarpus bataua* y la tercera es Fabaceae. En la parcela del sitio blanco, la familia Arecaceae es la segunda más importante, seguida de Lecythydaceae y Fabaceae, la cual está ubicada en sexto lugar. Del mismo modo, existe una similitud con los resultados de los estudios de Díaz P., Wilmer A. (2007) y Balcázar J., *et al.* (2001), realizados en la amazonia de Bolivia (Pando) mediante parcelas permanentes de 1 ha. Las especies en común entre la parcela del sitio blanco y estos estudios son: *Eschweilera grandiflora*, *Oenocarpus bataua*, *Pouteria laucens*; y aunque las otras especies no corresponden, pertenecen a las mismas familias como Vochysiaceae y Fabaceae.

1066. La lista de especies considerada en el índice de valor de importancia para cada parcela permite conocer su dinámica como bosque, entendiendo el estado actual de la parcela blanco como un estado ideal de las parcelas en sitio PAC y contaminado cuando estas últimas se recuperen naturalmente. En este sentido, la

relación de las especies con mayor índice en los sitios PAC y sitios contaminados podrían ser tomados en cuenta como acciones iniciales de remediación y recuperación de estos ecosistemas, puesto que son las especies que se adaptan mejor a estas condiciones y permitirían el desarrollo de individuos de lento crecimiento en estas áreas afectadas. De esta manera, se podría inducir la recuperación y regeneración de especies típicas de bosques maduros en el área de estudio.

1067. Con respecto a la estimación de biomasa en amazonia, Malhi et al. (2006) y Baker et al. (2004a) indican que la biomasa varía entre 250 y 350 t/ha; mientras que los mapas de biomasa de la región oeste de la Amazonía (Saatchi et al., 2007) refieren que la biomasa se encuentra en el rango de 200 a 300 t/ha. Estos rangos de biomasa se diferencian con los resultados de este estudio, sobre todo para los sitios PAC y contaminados, en los cuales se reporta un aproximado de 72,4 y 57,1 t/ha respectivamente; por lo contrario, se estimó una biomasa de 283,2 t/ha en la parcela de sitio blanco, cuyo valor estaría dentro del rango normal. En este sentido, la biomasa estimada en los sitio PAC y contaminados son notoriamente muy bajos. Al respecto, de acuerdo con el análisis de NMDS realizado en este estudio, el grado de afectación de los suelos influencia la estimación de biomasa en las parcelas evaluadas (ver Figura 10-87). Esta variable ambiental condicionaría la abundancia de individuos y el tipo de especies arbóreas desarrolladas en cada parcela, diferenciando los sitios PAC y contaminados (especies pioneras) respecto del sitio blanco (especies de bosque maduro), tal como se observó en el análisis multivariado de correspondencia mostrado en la Figura 10-86.

1068. Las diferencias respecto a la composición arbórea, estimación de biomasa y captura de carbono en los sitios blanco con respecto de los sitios PAC y contaminados, muestran la capacidad de servicios ecosistémicos que puede ofrecer un bosque intacto (blanco) con respecto a un bosque afectado (PAC y contaminado). Esta distinción se enfatiza cuando los bosques son contaminados por hidrocarburo, ya que se generan cambios ecológicos, principalmente: la pérdida de organismos clave de una comunidad y la conquista de hábitats por parte de especies oportunistas (pioneras), según lo indica The International Tanker Owners Pollution Federation Limited (2011). Por lo tanto, la estimación de biomasa y captura de carbono son indicadores fundamentales para analizar la integridad de un ecosistema y la provisión de bienes y servicios ambientales que nos provee, siendo este último sensible a los efectos directos de la deforestación y la degradación de los suelos REDD, (2011). En ese sentido, los resultados del análisis de biomasa permitieron confirmar el efecto negativo de las perturbaciones en la flora silvestre de los ecosistemas evaluados (sitios PAC y sitios contaminados), directa o indirectamente relacionado a los derrames de hidrocarburos.

## 12. CONCLUSIONES

### 12.1. Agua superficial

1069. Los ríos, quebradas y cochas evaluadas tienen pH ácidos que incumplen el rango del ECA para agua en la categoría 4 debido a la materia orgánica disuelta proveniente de la descomposición de los residuos vegetales y animales y minerales de los suelos ácidos. Para el oxígeno disuelto, hay una gran variación de sus concentraciones en el rango de 0,40 mg/L a 8,90 mg/L que tiene valores



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

que incumplen y otros que cumplen el valor del ECA para agua en la categoría 4. Dicha variación es principalmente física debido al caudal que tienen los cuerpos de agua superficial (relación directa entre el flujo de agua y la concentración de oxígeno disuelto). Adicionalmente, la actividad biológica es uno de los factores que influye en la baja oxigenación del agua superficial, debido principalmente a las cianobacterias en ambientes con presencia de materia orgánica, la que disminuye el oxígeno disuelto en el proceso conocido como eutrofización.

1070. El valor de pH y la concentración de oxígeno disuelto no son influenciados por la actividad extractiva, puesto que en los cuerpos de agua superficial en las tres cuencas no se registraron concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP). Sin embargo, cuando se realiza la remoción de los sedimentos estos generan iridiscencia en la superficie del agua, que impiden la interacción con el oxígeno atmosférico o pueden ocasionar alteraciones del pH, excepto en la quebrada Cuicayacu que registró una concentración de 0,56 mg/L de HTP incumpliendo el ECA para agua en la categoría 4. Es importante indicar que la concentración de HTP se encontró en un medio ácido con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, los mismos que incumplieron el mencionado ECA.

1071. Los metales alcalinos térreos como magnesio, estroncio, calcio y bario, y los metales alcalinos como sodio y potasio; están asociados a conductividades mayores a 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , que cumplen con el valor establecido en el ECA para agua en la categoría 4. Asimismo, estos metales están asociados en algunos cuerpos de agua superficial que tienen concentraciones de cloruros entre 10 y 100 mg/L, los cuales están por debajo del estándar referencial de la guía canadiense (CEQG-WQG). Dichos cuerpos de agua se encuentran cerca a las baterías de Huayuri (quebradas Afluente Huayuri, Afluente Machupicchu) y Dorissa (quebrada Ukunch Entsa) en la cuenca Corrientes; y las baterías Shiviayacu (quebrada Rafaelyacu) y San Jacinto (quebrada Cachiyacu) en la cuenca Medio Alto Tigre. Es conveniente precisar que las concentraciones de metales se encontraron por debajo del ECA para agua en la categoría 4, excepto el "Afluente Machupicchu" que registró una concentración de bario por encima del valor establecido en el ECA mencionado.

1072. Las concentraciones de aluminio y silicio están asociados a los sólidos suspendidos totales (materia suspendida) en los ríos Tigre, Pastaza y Corrientes, así como, en algunas quebradas y cochas de las tres cuencas. Por otro lado, las concentraciones de hierro, fósforo, manganeso y potasio en el río Pastaza y quebrada Titiyacu, y de titanio en el río Tigre también se encontraron asociados a los sólidos suspendidos totales. Es importante precisar que la presencia de los metales mencionados en los ríos Tigre, Pastaza y Corrientes no estaría relacionada a la actividad extractiva debido a que aguas arriba de las actividades del Lote 192 se evidenció mayores concentraciones que los demás cuerpos de agua superficiales evaluados en las tres cuencas. Se debe precisar que el río Tigre, cochas Mesa y Montano, quebradas Pucacungayacu y Cepur Entsa registraron concentraciones de los sólidos suspendidos totales por encima del valor establecido en el ECA para agua en la Categoría 4.

1073. Cabe resaltar que en la quebrada Cachiyacu se registró valores de conductividad y concentraciones de cloruros que se encontraron asociados a las concentraciones de sodio, magnesio, estroncio, calcio y bario. Por otro lado, los sólidos suspendidos totales se encontraron asociados a las concentraciones de aluminio, silicio, hierro, titanio, boro y manganeso. Y finalmente, la concentración de potasio se encontró asociado a los sólidos suspendidos totales y a la



*[Handwritten signature]*



conductividad. Es importante precisar que los parámetros mencionados en la quebrada Cachiyacu presentaron valores elevados con respecto a la mayoría de los cuerpos de agua superficial evaluados en las tres cuencas.

1074. En los cuerpos de agua superficial evaluados en las tres cuencas, cuando la conductividad fue mayor a  $130 \mu\text{S}/\text{cm}$ , las concentraciones de alcalinidad aumentan hasta un valor máximo de  $50 \text{ mg}/\text{L}$  y con un valor mínimo de  $12,4 \text{ mg}/\text{L}$ ; a excepción de la quebrada Cachiyacu que no cumplió con la relación mencionada, debido a la presencia de sólidos suspendidos totales. Asimismo, la quebrada Ukunch Entsa no cumplió dicha relación debido a la materia orgánica que le otora uno de los mas bajos pH obtenidos. Es importante indicar que en todos los cuerpos de agua superficial evaluados, las concentraciones de sólidos suspendidos totales por encima de  $70 \text{ mg}/\text{L}$ , disminuye la alcalinidad hasta concentraciones menores a  $5,0 \text{ mg}/\text{L}$ .

1075. Con respecto a la evaluación de las cuatro cochas, se debe resaltar que la cocha Ushpayacu presentó mayor valor de conductividad y concentraciones de sodio, estroncio y calcio. Mientras que la cocha Pashincocha registró mayores concentraciones de potasio, bario y magnesio. Por otro lado, las cochas Shirunchicocha y Huarashma registraron mayores concentraciones de hierro y silicio respectivamente.

1076. Finalmente, existen un afloramiento cercano a la batería San Jacinto que presentó una conductividad de  $4\ 240 \mu\text{S}/\text{cm}$ , que incumplió referencialmente el ECA para agua, categoría 4. Asimismo, presentó una concentración de cloruros de  $2\ 744 \text{ mg}/\text{L}$  que incumplió referencialmente el valor de la guía canadiense (CEQG-WQG). Del mismo modo, este afloramiento presentó altas concentraciones de los metales asociados a la conductividad como los alcalinos (entre ellos el sodio) y alcalinos térreos (entre ellos el estroncio) además de concentraciones de cobre y mercurio por encima de los valores del ECA para agua, categoría 4 tomados como referencia.

## 12.2. Sedimentos

1077. Los sedimentos evaluados en las tres cuencas, reflejan que el 15 % (7 de 46) de los puntos monitoreados ubicados en las quebradas y cochas, presentaron concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) que excedieron el valor de intervención de la guía de los Países Bajos:  $5\ 000 \text{ mg}/\text{kg}$ ; mientras que el 30 % (14 de 46) de los puntos monitoreados, se encontraron entre  $500 \text{ mg}/\text{kg}$  (guía Atlantic RBCA) y  $5\ 000 \text{ mg}/\text{kg}$ .

1078. Los sedimentos de las cochas Pashincocha y Shanshocochoa en la cuenca Medio Pastaza, quebradas "Afluente Huayuri" y "Afluente Machupicchu" en la cuenca Corrientes y las quebradas Gringoyacu y "Afluente Limón" en la cuenca Medio Alto Tigre, presentaron concentraciones de HTP y metales pesados que incumplieron los valores establecidos en las guías internacionales (CEQG para metales y Atlantic RBCA y Países Bajos para HTP).

1079. Los sedimentos de las quebradas Ushpayacu, Anapaza y Tanquiyacu, y las cochas Shirunchicocha y Ushpayacu en la cuenca Medio Pastaza, la quebrada Dorissa Pozo 1 y cocha Machupicchu en la cuenca Corrientes; y las quebradas Guayabal y Cachiyacu en la cuenca Medio Alto Tigre, presentaron solamente



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

concentraciones de HTP que incumplieron los valores establecidos en las guías internacionales (Atlantic RBCA y Países Bajos).

1080. Los sedimentos de la cocha Huarashma presentaron concentraciones de HTP y metales pesados que no excedieron el valor máximo de la guía Atlantic RBCA y la CEQG-SQG en toda su área; motivo por el cual, para la presente evaluación se consideró como una "cocha blanco".
1081. Por otro lado, la cocha Ushpayacu registró altas concentraciones de hidrocarburos en toda su área que excedieron el valor de intervención de la guía de los Países Bajos en 90 % (27 de 30) de los puntos monitoreados y en el 10 % restante, se encontraron entre 500 y 5 000 mg/Kg.
1082. Los sedimentos de la cocha Pashincocha, presentó concentraciones de HTP menores a la cocha Ushpayacu, en un área extensa ubicada principalmente en la parte media, con un posible punto de origen en el lado norte, las cuales excedieron la guía de los Países Bajos en 24 % (4 de 17) de los puntos monitoreados; mientras que el 65 % (11 de 17) presentó concentraciones de HTP entre 500 y 5 000 mg/Kg.
1083. Los sedimentos de la cocha Shirunchicocha, presentó concentraciones de HTP en un área pequeña cercana a las tuberías que sale de los pozos 18, 19D y 20D del yacimiento petrolero Capahuari Sur del Lote 192, las cuales excedieron la guía de los Países Bajos en 20 % (4 de 20) de los puntos monitoreados; asimismo, el 30 % (6 de 20) presentó concentraciones de HTP entre 500 y 5 000 mg/kg.
1084. Cabe precisar, que los sedimentos de la cocha Ushpayacu presentaron mayor porcentaje de arena y menor porcentaje de arcilla generando una clase textural franco-arenosa predominante, que difiere de la clase textural arcillosa de los sedimentos de las otras tres cochas.
1085. Los sedimentos de la cocha Pashincocha presentaron concentraciones de arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc, que se encuentran por encima de los valores ISQG y PEL de la CEQG-SQG. Es conveniente precisar que las concentraciones de los elementos mencionados en la cocha Pashincocha, fueron mayores que las concentraciones presentadas en las otras tres cochas evaluadas. Cabe resaltar, que los HTP y metales se concentraron en la parte media y en el lado norte de la cocha.
1086. Finalmente, las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha y Pashincocha presentaron mercurio por encima de los valores ISQG y PEL de la CEQG-SQG en las mismas áreas donde se presentaron concentraciones de HTP que incumplieron las guías internacionales (Atlantic RBCA y Países Bajos). Es importante indicar, que el mercurio solamente se identificó en las tres cochas mencionadas.

### 12.3. Hidrobiología

#### 12.3.1. Evaluación de marzo de 2016

1087. Para la comunidad del fitoplancton en ambientes lénticos, el phylum de mayor riqueza en las cuencas Medio Pastaza y Corrientes fue Charophyta, mientras que en la cuenca Medio Alto Tigre fue Euglenophyta. El phylum de mayor abundancia en la cuenca Medio Pastaza fue Miozoa, mientras que en las cuencas Corrientes



Handwritten signature and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

y Medio Alto Tigre fue Bacillariophyta. La cocha Boquichico fue el de mayor diversidad de fitoplancton en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron las cochas Huarashma y Tipishca respectivamente.

1088. Por otro lado, para la comunidad del zooplancton en ambientes lénticos, el phylum de mayor riqueza en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Tigre fue Rotifera. El phylum de mayor abundancia en las cuencas Medio Pastaza y Corrientes fue Rotifera, mientras que en la cuenca Medio Alto Tigre fue Arthropoda. La cocha Boquichico fue el de mayor diversidad de zooplancton en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron las cochas Machupicchu y Camiloyacu.

1089. Con respecto a las microalgas pertenecientes a la comunidad del perifiton en ambientes lóticos, el phylum de mayor riqueza y el de mayor abundancia en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre fue Bacillariophyta. El punto de monitoreo QAnap3 (quebrada Anapaza) fue el de mayor diversidad de perifiton (microalgas) en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron los puntos de monitoreo QChue1 (quebrada Chue Entsa) y QGrin1 (quebrada Gringoyacu).



1090. Asimismo, para los microorganismos pertenecientes a la comunidad del perifiton en ambientes lóticos, el phylum de mayor riqueza en las cuencas Medio Pastaza y Medio Alto Tigre fue Cercozoa, mientras que en la cuenca Corrientes fue Amoebozoa. El phylum de mayor abundancia en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Tigre fue Cercozoa. El punto de monitoreo QUshp3 (quebrada Ushpayacu) fue el de mayor diversidad en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron los puntos de monitoreo QWayu1 (quebrada Wayur Entsa) y QShiPo13 (quebrada Shiviayacu pozo 13).



1091. Sobre los macroinvertebrados bentónicos se observa que tanto en ambientes lénticos como lóticos, el orden de mayor riqueza en la cuenca Medio Pastaza fue Ephemeroptera, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fue Díptera. El orden de mayor abundancia en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre fue Díptera. En ambientes lénticos la cocha Pashincocha fue la de mayor diversidad en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron las cochas Machupicchu y Tipishca respectivamente. En ambientes lóticos el punto de monitoreo QRCap2 (quebrada Ramal Capahuari Norte) fue el de mayor diversidad en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron los puntos de monitoreo QAHua1 (quebrada Afluente Huayuri) y QLupu1 (quebrada Lupuna).

1092. Finalmente, para la comunidad de peces tanto en ambientes lénticos como lóticos, el orden de mayor riqueza y el de mayor abundancia en las cuencas Medio Pastaza, Corrientes y Medio Alto Tigre fue Characiformes. En ambientes lénticos la cocha Boquichico fue el de mayor diversidad en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron las cochas Huarashma y Montano respectivamente. En ambientes lóticos el punto de monitoreo QUshp2 (quebrada Ushpayacu) fue el de mayor diversidad en la cuenca Medio Pastaza, mientras que en las cuencas Corrientes y Medio Alto Tigre fueron los puntos de monitoreo QApaña1 (quebrada Afluente Pañayacu) y QSanB1 (quebrada Santa Bárbara). Una muestra de tejido muscular en *Hoplias*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

*malabaricus* "fasaco" superó el LMP de mercurio total en la cocha Huarashma (cuenca Corrientes).

1093. Así también en la misma cocha, una muestra de hígado de "fasaco" superó el LMP (SANIPES, 2010) de cadmio total. En el punto de monitoreo QUshp2 (quebrada Ushpayacu), dos muestras de tejido hepático de "fasaco" superaron el LMP de cadmio total. No se detectaron muestras de hígado y de músculo con HTP o HAP benzopireno en ninguna de los peces obtenidos de ambientes lénticos y lóticos. Cabe indicar que las concentraciones de metales totales en tejidos, tanto en músculo e hígado, no se pueden vincular directamente a la actividad del administrado, esto debido a la amplia distribución que tiene *H. malabaricus* "fasaco" en el área de evaluación.

### 12.3.2. Evaluación de junio de 2016

1094. Para la comunidad del fitoplancton el phylum de mayor riqueza en las cochas Ushpayacu, Shirunchicocha, Pashincocha y Huarashma fue Charophyta. El phylum de mayor abundancia en las cochas Ushpayacu y Shirunchicocha fue Euglenophyta, mientras que en las cochas Pashincocha y Huarashma fue Miozoa. La cocha Ushpayacu fue el de mayor diversidad de fitoplancton en comparación a las cochas Shirunchicocha, Pashincocha y Huarashma.

1095. Para la comunidad del zooplancton el phylum de mayor riqueza en las cochas Ushpayacu, Pashincocha y Huarashma fue Rotifera, mientras que en la cocha Shirunchicocha fue Protozoa. El phylum de mayor abundancia en las cochas Ushpayacu y Shirunchicocha fue Protozoa, mientras que en las cochas Pashincocha y Huarashma fue Rotifera. Al igual que para el fitoplancton, la cocha Ushpayacu fue el de mayor diversidad de zooplancton en comparación a las cochas Shirunchicocha y Pashincocha.

1096. Para la comunidad de peces el orden de mayor riqueza en las cochas Ushpayacu y Huarashma fue Characiformes. Al igual que para las comunidades del fitoplancton y zooplancton, la cocha Ushpayacu fue el de mayor diversidad de peces en comparación a la cocha Huarashma. Cabe mencionar que para la cocha Ushpayacu, el principal aportante de agua forma un canal dentro de la misma cocha. En este canal se ubicó el punto CUshp-RA1, el cual fue identificado como una zona de desarrollo para alevines y juveniles de distintas especies como *Acestrorhynchus falcatus* "cachorro", *Leporinus maculatus* "lisa", *Carnegiella* "hachitas" o pequeños carácidos del género *Astyanax* o *Moenkhausia*.

### 12.4. Fauna silvestre

1097. Los sitios contaminados del Lote 192 se caracterizaron por presentar un bosque dominado por vegetación secundaria en donde ocurren especies de fauna silvestre que hacen uso de estos espacios. Las cámaras trampa registraron en el área de estudio un total de 32 especies de fauna silvestre, distribuidos de la siguiente manera: una especie de reptil, 13 especies de aves y 18 especies de mamíferos entre grandes y medianos. Además, se obtuvo 1 704 registros de fauna silvestre, de los cuales solo 376 eventos independientes fueron considerados para los cálculos de diversidad y abundancia en los sitios evaluados.

1098. En los sitios contaminados SL-CPN2-F, SL-CAP-N-1R y TAMBO 2", se registraron especies de aves y mamíferos los cuales se alimentaban de arcilla y bebían agua,



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

siendo las especies más frecuentes el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), el majaz (*Cuniculus paca*) y la sachavaca (*Tapirus terrestris*).

1099. En el presente estudio se registraron tres especies que se encuentran en situación de vulnerable (VU), dos en situación de casi amenazados (NT) y una especie en la categoría de datos deficientes (DD) de acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI.

## 12.5. Flora silvestre

1100. La composición taxonómica de las especies arbóreas en las parcelas de evaluación fue netamente amazónica. Al respecto, la parcela considerada como blanco, presentó principalmente especies de madera de alta densidad y lento crecimiento. Mientras que las parcelas en sitios PAC y contaminados presentaron especies de madera de baja densidad y rápido crecimiento. Esa diferenciación entre parcelas se debió a que la parcela considerada como blanco presentó mayor riqueza de especies, abundancia y diversidad respecto a las parcelas en sitios PAC y contaminados.

1101. Adicionalmente, el índice de valor de importancia (I.V.I.) permitió definir que la mayoría de especies predominantes y de mayor importancia ecológica en las parcelas ubicadas en sitios PAC y contaminados son especies pioneras, típicas de bosques abiertos (perturbados). Por el contrario, la parcela ubicada en el sitio blanco está conformada principalmente por especies típicas de bosques maduros e intactos (sin perturbación).

1102. La estimación de biomasa y captura de carbono, mostró una diferencia marcada entre las parcelas evaluadas, debido a la baja abundancia de especies, baja densidad de madera de las especies presentes, y falta de especies de mayor diámetro en las parcelas de los sitios PAC y contaminados. Adicionalmente, la baja acumulación de biomasa en sitios PAC y contaminados en relación con el sitio considerado como blanco, estaría relacionado directamente con el grado de afectación del suelo, mostrando finalmente una relación inversa entre ambas variables (biomasa y grado de afectación del suelo), donde: "a mayor grado de contaminación del suelo, menor será la acumulación de biomasa".

1103. La evaluación reportó 23 especies arbóreas que se encuentran en alguna categoría de protección, de los cuales cinco especies corresponden a lo señalado por el Decreto Supremo N° 043-2006-AG y Resolución Ministerial N° 0505-2016-MINAGRI y 20 especies a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Adicionalmente, la *Cedrela odorata* y *Minquartia guianensis* se encuentran en la normativa nacional e internacional, considerándolas frágiles a eventos de perturbación de toda índole.

## 13. RECOMENDACIONES

1104. Remitir el presente informe a la Dirección de Supervisión del OEFA.



## 14. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

### 14.1. Agua Superficial y Sedimentos

Anderson, R.H., Farrar D.B., Thoms S.R. (2009). Applications of discriminant analysis with clustered data to determine anthropogenic metals contamination, *Science of the Total Environment*, 409, 50-56.

Astel A., et.al. (2007). Comparison of self-organizing maps classification approach with cluster and principal components analysis for large environmental data sets, *Water Research*, 41, 4566-4578.

Arizio E., et.al. (2013). Statistical analysis on ancient mortars: A case study of the Balivi Tower in Aosta (Italy), *Construction and Building Materials*, 47, 1309-1316.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA, 2013. Resultado del Monitoreo de la Calidad del Agua Superficial y Sedimentos de la Cuenca del río Marañón en el ámbito de la Reserva Nacional Pacaya Samiria y Lote 8x, Informe Técnico N° 002-2013-ANA-DGCRH-VIG/ELCG.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA, 2014. Resultado del Monitoreo de la calidad de agua superficial y sedimentos de la cuenca del río Nanay, Informe Técnico N° 001-2014-ANA-DGCRH-GOCRH.

Azhar S.C., et.al. (2015). Classification of river water quality using multivariate analysis, *Procedia Environmental Sciences*, 30, 79-84.

Baeza A., González F., Miñana A. (2001). El benceno en la ciudad de Murcia (Proyecto LIFE-MACBETH), Universidad de Murcia, Servicio de publicaciones, Murcia – España, 168, 30.

Boyacioglu Hülya, Boyacioglu Hayal. (2008). Water Pollution sources assessment by multivariate statistical methods in the Tahtali Basin, Turkey, *Enviro Geol*, 54, 275-282.

Box G.E.P., Cox D.R. (1964). An Analysis of Transformations, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 26(2), 211-252.

Box G.E.P., Cox D.R. (1982). An Analysis of Transformations Revisited, Rebutted, *Journal of the American Statistical Association*, 77, 377.

Brereton, R. (2003). *Chemometrics: Data Analysis for the laboratory and Chemical Plant*. England, John Wiley & Sons.

Cesar A., et.al. (2014), Environmental assessment of dredged sediment in the major Latin American seaport (Santos, São Paulo — Brazil): An integrated approach, *Science of the Total Environment*, 497-498, 679-687.

Cieszynska M., et. al. (2012). Application of physicochemical data for water-quality assessment of watercourses in the Gdansk Municipality (South Baltic coast), *Environ. Monit. Asses.*, 184, 2017-2029.

Chabukdhara M., Nema A. K. (2012). Assessment of heavy metal contamination in Hindon River sediments: A chemometric and geochemical approach, *Chemosphere*, 87, 945-953.

Chen Y., et.al. (2016). Spatio-Temporal Patterns and Source Identification of Water Pollution in Lake Taihu (China), *Water*, 8(3), 86.



Handwritten signature in blue ink



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Congreso 2012, Informe Anual de Gestión Parlamentaria 2011 – 2012 del  
Congresista Leonardo Inga Chavez.

Dębska, B., Guzowska-Świder B. (2011). Decision trees in selection of featured  
determined food Quality, *Analytica Chemical Acta*, 705, 261-211.

Domenech, X. & Peral J. (2006). *Química Ambiental De Sistemas Terrestres*.  
España: Editorial Reverte, S.A.

Einax, J.W, Zwanzinger, H.W, Geiß, S. (1997). *Chemometrics in Environmental  
Analysis*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH.

Environmental Protection Agency. (2006). Data Quality Assessment: Statistical  
Methods for Practitioners. EPA QA/G-9S. Office of Environmental Information.  
Washington, U.S.

Fan X., et.al. (2010). Assessment of river water quality in Pearl River Delta using  
multivariate statistical techniques, *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1220-  
1234.

Fernández, J. C. (2010). Metales biodisponibles en la cuenca alta del río Torres-  
Vizcarra, departamentos de Ancash y Huánuco. *Revista del Instituto de  
Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y  
Geográfica*, 13(26), 15-20.

Fitzpatrick M.L., Long D.T., Pijanowski B.C. (2007). Exploring the effects of urban  
and agricultural land use on surface water chemistry, across a regional watershed,  
using multivariate statistics, *Applied Geochemistry*, 22, 1825-1840.

Filzmoser, P., et.al. (2009). Univariate statistical analysis of environmental  
(compositional) data: Problems and possibilities, *Science of the Total  
Environment*, 407, 6100-6108.

Gallego F., (1997). Situaciones de flujo mediterráneo y precipitaciones asociadas.  
Aplicación a la predicción cuantitativa en la Cuenca Segura, Universidad de  
Murcia, Servicio de publicaciones, Murcia – España.

Hardle, W., Simar, L. (2003). *Applied Multivariate Statistical Analysis*, New York,  
Unites States of America: Springer.

Huang F., et.al. (2010). Spatial variation and source apportionment of water  
pollution in Qiantang River (China) using statistical techniques, *Water Research*,  
44, 1562-1572.

Gazzaz N M., et.al. (2012). Characterization of spatial patterns in river water quality  
using chemometric pattern recognition techniques, *Marine Pollution Bulletin*, 64,  
688-698.

Ghasemi A., Zahediasl S. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide  
for Non-Statisticians, *Internacional Journal of Endocrinology Metabolism*, 10(2),  
486-489.

Gotelli N.J., Ellison A.M. (2004). Managing and curating data. *A Primer Ecological  
Statistics* (pp. 207-236). Sinauer Associates, Sunderland, M.A.

Gielar A., et.al. (2012). Multivariate analysis of sediment data from the upper and  
middle Odra River (Poland), *Applied Geochemistry*, 27, 1540-1545.



Handwritten signature in blue ink



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Ismail A., et.al. (2016). Spatial assessment and source identification of heavymetals pollution in surface water using several chemometric techniques, *Marine Pollution Bulletin*, 106, 292-300.

Kabatha-Pendias, A. (2011). *Trace Elements in Soil and Plants*, Fourth Edition. United States of America: Taylor & Francis Group.

Kaiser, H.F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis, *Educational and Psychological Measurement*, 20 (1), 141-151.

Kaiser, H.F. (1958). The Varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187-200.

Kannel, P.R., et.al. (2007). Chemometric application in classification and assessment of monitoring locations of an urban river system, *Analytica Chimica Acta*, 582, 390-399.

Kohonen, T., Oja E., Simula, O., Visa, A., Kangas, J. (1996). Engineering applications of the self-organizing map. *Proceedings of the IEEE*, 84 (10), 1358-1384.

Kowalkowski, T., et.al. (2006). Application of chemometrics in river water classification, *Water Research*, 40, 755-752

Machiwal D., Jha M. K. (2015). Identifying sources of groundwater contamination in a hard-rock aquifer system using multivariate statistical analyses and GIS-based geostatistical modeling techniques, *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 4 (A), 80-110.

Mauro, L. (2014). *Estudio de los procesos de adsorción-desorción de los metales Cu, Mn, Pb y Zn en la cuenca del río Maipo* (Tesis de Magister). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Massol, A (2006). Manual de Ecología Microbiana del curso de Ecología Microbiana (BIOL 4365). Departamento de Biología. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Recuperado el 1 de noviembre de 2016, de <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p3-oxigeno.pdf>.

Mogollon, L.I, et.al. (1996). Remoción biológica de bario de aguas de producción utilizando asociaciones microbianas estratificadas (AME). *Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1 (2), 35-44.

Molinero L. (2003). ¿Y si los datos no siguen una distribución normal?, Bondad de ajuste a una normal. Transformaciones. Pruebas no paramétricas. Actualizada a febrero de 2006. [Fecha de consulta: 01 de noviembre de 2016]. Disponible en: <http://www.seh-lelha.org/pdf/noparame.pdf>.

Möller, S., Einax, J.W. (2013). Metals in sediments — spatial investigation of Saale River applying chemometric tools, *Microchemical Journal*, 110, 233-238.

Mongay C. F. (2005). *Quimiometría*. Valencia, España: Universitat de Valencia, Servei de Publicacions.

Mostert, María M.R., Ayoko Godwin A., Kokot S. (2010). Applications of chemometrics to analysis of soil pollutants, *Trends in Analytical Chemistry*, 29(5), 430-445.



Handwritten signature in blue ink, possibly reading 'K' at the bottom.



ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2013. Evaluación Ambiental de suelo en el área de influencia directa del Lote 1-AB en la cuenca del río Pastaza, Informe Técnico N° 065-2013-OEFA/DE.

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2015 - A. Informe de Evaluación Ambiental de la Cuenca Baja del Marañón (Ámbitos de las intercuenas Medio, Medio Bajo y Bajo Marañón) en los años 2014 y 2015, Informe Técnico N° 00023-2015-OEFA-DE-SDCA-CEAI.

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2015 - B. Informe de Evaluación Ambiental del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. ejecutado durante los años 2014 y 2015, Informe Técnico N° 00039-2015-OEFA-DE-SDCA-CEAI.

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2016 . Informe de Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en tres Asociaciones de suelo en el departamento de Loreto – 2015, Informe Técnico N° 0022-2016-OEFA-DE-SDCA-CEAI.

Otto, M. (2007). *Chemometrics: Statistics and computer Application in analytical Chemistry*. Germany, Wiley-VCH.

Pandey M., et.al. (2015). Application of chemometric analysis and self Organizing Map-Artificial Neural Network as source receptor modeling for metal speciation in river sediment, *Environmental Pollution*, 204, 64-73.

Peña J., (2008). *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio, entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales*. (2 ed). San Vicente – Alicante – España.

Pereira, Wagner de S., et.al. (abril, 2013). *Análise de agrupamento na avaliação do comportamento de elementos químicos estáveis e parâmetros físico-químicos em efluente de mineração de urânio*. Trabajo presentado en el IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety, Río de Janeiro, Brasil.

Peterson, K.L., (2000). Artificial neural networks and their use in chemistry. *Reviews in Computational Chemistry*. 16, 53–140.

Pinto U., Maheshwari B.L. (2011), River health assessment in peri-urban landscapes: An application of multivariate analysis to identify the key variables, *Water Research*, 45, 3915-3924.

Pourabadehei M., Mulligan C.M. (2016). Selection of an appropriate management strategy for contaminated sediment: A case study at a shallow contaminated harbour in Quebec, Canada, *Environmental Pollution, in Press, Corrected Proof*, 1-12.

Ramis Ramos, G. (2001), *Quimiometria*, Madrid, España: Síntesis.

Render, A. (2002), *Methods of Multivariate Analysis*, United States of America: John Wiley & Sons.

Reinmann C., Filzmoser P., Garrett R. G. (2002). Factor Analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities, *Applied Geochemistry*, 17, 185-206.

Rojas H. et al. (2011). Creación de un modelo conceptual hidrogeológico, Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira, 40, 9-24.





PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Saby, N.P.A., et.al. (2009). Multivariate analysis of the spatial patterns of 8 trace elements using the French soil monitoring network data, *Science of the Total Environment*, 407, 5644-5652.

Shafie N. A., et.al. (2014). Geoaccumulation and distribution of heavy metals in the urban river sediment, *International Journal Of Sediment Research*, 29, 368-377.

Shrestha, S., Kazama, F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river Basin, Japan, *Environmental Modelling & Software*, 22, 464-475.

Singh, K.P., Malik, A., Mohan, D., et al. (2004). Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – a case study. *Water Research*, 38, 3980-3992.

Škrbic´, B., Durišic´-Mladenovic´, N. (2010), Chemometric interpretation of heavy metal patterns in soils worldwide, *Chemosphere*, 80, 1360-1369.

Song M., et.al. (2014). Multivariate assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of the Beijiang, a tributary of the Pearl River in Southern China, *Environ Monit Assess*, 186, 907-918.

StatSoft, 2011. STATISTICA (data analysis software system), version 11.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Su S., et.al. (2011). Spatio-temporal patterns and source apportionment of pollution in Qiantang River (China) using neural-based modeling and multivariate statistical techniques, *Physics and Chemistry of the Earth*, 36, 379-386.

Suarez , A.C. (2011). *Concentración Total y Biodisponible de metales pesados en sedimentos de la región Mojana* (Tesis de Título). Universidad de Córdoba, Córdoba, Colombia.

Tessier A., et.al. (1979). Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals, *Analytical Chemistry*, 51 (7), 844-850.

Tukey J. (1977). *Exploratory data analysis*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Varmuza, K., Filzmoser, P. (2008). *Introduction to Multivariate Statistical Analysis in Chemometrics*, Boca Raton, Florida, United States of America: Taylor & Francis Group, LLC.

Vallejuelo S., et. al. (2011). Pattern recognition and classification of sediments according to their metal content using chemometric tools. A case study: The estuary of Nerbioi-Ibaizabal River (Bilbao, Basque Country), *Chemosphere*, 85, 1347-1352.

Wang Y., et.al. (2013). Assessment of surface water quality via multivariate statistical techniques: A case study of the Songhua River Harbin region, China, *Journal of Hydro-environment Research*, 7, 30-40.

Wang Y-B, et.al. (2015). Characterization and risk assessment of PAH-contaminated river sediment by using advanced multivariate methods, *Science of the Total Environment*, 524-525, 63-73.

Zhou F., et.al. (2007). Application of Multivariate Statistical Methods to Water Quality Assessment of the Watercourses in Northwestern New Territories, Hong Kong, *Environ Monit Assess*, 132, 1-13.

Zhao Y., et. al. (2012). Assessment of water quality in Baiyangdian Lake using multivariate statistical techniques, *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1213-1226.

Zheng S., Shouyi L., Lingzhi H., Yaolong C. (2010). Visualization programming for batch processing of contour map based on VB and Surfer software, *Advances in Engineering Software*, 965, 962 – 964.

#### 14.2. Hidrobiología

Acleto, C. (1998). Introducción a las algas. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 1<sup>ra</sup> Ed. Lima, Perú.

Acosta, R.; Ríos, B.; Rieradevall, M. & Prat, N. (2009). Propuesta de un Protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (C.E.R.A) y su Aplicación a dos Cuencas en Ecuador y Perú. *Limnética*, 28(1): 35-64.

Allan, J. y Castillo, M. (2007). *Stream Ecology: structure and function of running waters*. Springer, Holanda.

Alles, D. (2008). *Water Pollution and Algal Blooms in the Coastal Waters of the U.S. Western Washington University*, 1-24.

Andreoli, C. y Carneiro, C. (2005). *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. Curitiba: Sanepar/ FINEP.

Arce, O. (2006). *Indicadores Biológicos de Calidad de Agua*. Universidad Mayor de San Simón, 1-21. Cochabamba, Bolivia.

Armitage, P.; Moss, D.; Wright, J. y Furse, M. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17(3): 333-347.

Bellinger, E. y Sigeo, D. (2010). *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators* (Vol. 1). Wiley-Blackwell. Hoboken, USA.

Bitton, G. (1999). *Wastewater Microbiology* (2a), Wiley, Canada, pp.26.

Bonilla, S. (2009). *Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión*. Sylvia Bonilla. Uruguay.

Bray J. y Curtis J. (1957). An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.

Brower, J. y Zar, J. (1984). *Field and laboratory methods for general ecology*. Iowa: Wm. C. Brown Co. Dubuque.

Cochare, K. (2005). *Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación*. FAO Documento Técnico de Pesca. N°. 424. Roma, FAO. 231p.

Conde-Porcuna, J.; Ramos-Rodríguez, E. y Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas* 13(2): 23-29.

Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005). *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Protocolos de Muestreo y Análisis para Fitoplancton*. Confederación Hidrográfica del Ebro. Zaragoza. 1-36.



Handwritten signature in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Crisci, J. y López, F. (1983). Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica. Secretaría General de la O.E.A., Washington D.C.

Cuadras, C. (2014). Nuevos Métodos de Análisis Multivariante. Barcelona: CMC Editions.

Flores-Trujillo, J. (2009). Registro palinológico en sedimentos laminados de la parte sur del Golfo de California y su relación con cambios paleoceanográficos y paleoclimáticos. Tesis de doctorado. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 120 p.

Halffter, G. y Moreno, C. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma, En Halffter, G.; Soberón J.; Koleff, P. & Melic, A. (Eds.), Sobre el significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma (pp. 1-18). México: CONABIO.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics Software (Version 3.12) [Software]. Disponible desde <http://folk.uio.no/ohammer/past/>.

Hill, M. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2): 427-432.

Hilsenhoff, W. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(1): 65-68.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2014). Compendio Estadístico Perú 2014. Recuperado el 12 de octubre de 2016 en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1173/compendio2014.html](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/compendio2014.html).

Janus, A., Toming, K., Hallfors, S., Kaljurand, K., & Lips, I. (2009). Potential phytoplankton indicator species for monitoring Baltic coastal waters in the summer period. *Hydrobiologia*, 629, 157-168.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-375.

Lopretto, E. y Tell, G. (1995). Ecosistemas De aguas continentales: Metodologías para su estudio. La Plata, Argentina: Ediciones Sur. Tomo III. p.1199-1250.

Loureiro, B.; Costa, S.; Macedo, C.; Huszar, V. y Branco, C. 2011. Comunidades zooplanctónicas em sistemas de criação de peixes. *Boletim do Instituto de Pesca*, vol. 37, no. 1, p. 47-60.

Mafla, M. (2005). Guía para evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano. Talamanca – Costa Rica. CATIE Publ., Turrialba, Costa Rica.

Marciano-Cabral, F. (1988). Biology of *Naegleria* spp. *Microbiological Review*, 52: 114-133.

Margalef, R. (1969). Composición específica del fitoplancton de la costa catalano-levantina (Mediterráneo occidental) en 1962-1967. *Inv. Pesq.*, 33: 345-380.

Ministerio del Ambiente (MINAM) (2014). Guía para muestreo de suelos. Recuperado el 12 de octubre de 2016 en [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO\\_MINAM1.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf).



*[Handwritten signature]*



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Moreno, C. y Halffter, G. (2001). Spatial and temporal analysis of alpha, beta and gamma diversities of bats in a frag of alpha, beta and gamma diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*, 10: 367-382.

Moreno-Ostos, E.; Cruz-Pizarro, L.; Basanta-Alvés, S.; Escot, C. y George, D. (2006). Algae in the motion: Spatial distribution of phytoplankton in thermally stratified reservoirs. *Limnetica*, 205-215

Moreno, C.; Barragán, F.; Pineda, E. y Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261.

Peet, R. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 5: 285-307.

Pielou, E. (1975). *Ecological Diversity*. Jhon Wiley, New York. 165 pp.

Pielou, E. (1984). *The interpretation of ecological data. A primer on classification and ordination*. John Wiley, New York. 263 pp.

Porter, K.; Sherr, E.; Sherr, B.; Pace, M. y Sanders, R. (1985.) Protozoa in planktonic food webs. *Journal of Protozoology*, 32 (1985), pp. 409-415

Pringsheim, E. (1956). Contributions towards a monograph of the genus *Euglena*. *Nova Acta Leopoldina*, 18:1-168.

Programa conjunto FAO/OMS (2015). Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos. Adoptada en 1995. Revisada en 1997, 2006, 2008 y 2009. Enmendada en 2010, 2012, 2013, 2014 and 2015.

Ramírez, A. y Plata-Díaz, Y. (2008). Diatomeas perifíticas en diferentes tramos de dos sistemas lóticos de alta montaña (Páramo de Santurbán, norte de Santander, Colombia) y su relación con las variables ambientales. *Acta Biológica Colombiana* 13(1): 199-216.

Reis, R. Kullander, S. y Ferraris C. 2003. Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America. Porto Alegre: EDIPUCRS. 742p. ISBN 85-7430-361-5

Reynolds, C. (2006). *Ecology of phytoplankton*. Cambridge, Cambridge University press: 550 pp.

Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Uso del Método BMWP/Col*. Ed Universidad de Antioquia. 170pp. Medellín, Colombia.

Rougès, M. (2008). *Ecología de Paisaje y Regiones. Tema 16. Principios de estadística multivariada y su aplicación a ecología del paisaje*.

Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) (2010). Manual: Indicadores o criterios de seguridad alimentaria e higiene para alimentos y piensos de origen pesquero y acuícola. Recuperado el 10 de octubre de 2016 en [http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/13\\_ManualIndicadoresocriteriosdeseguridadalimentaria-rev02-2010.compressed.pdf](http://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/13_ManualIndicadoresocriteriosdeseguridadalimentaria-rev02-2010.compressed.pdf).

Reis, R.; Kullander, S. y Ferraris Jr, C. (2003). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre.

Santos, T.; Gusmao, L.; Neumann-Leitao, S. y Cunha, A. (2009). Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios carrapicho e botafogo, itamaracá - PE. *Rev. Bras. Eng. Pesca*, v. 4, n. 1, p. 44-56.



Handwritten signature in blue ink



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Sladeczek, V. (1973). System of Water Quality from the Biological point of View.- Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 7: 1-218.

Seki, H. (1971). Microbial clumps in seawater in the euphotic zone of Saanich Intlet (British Columbia). Marine Biology, 9: 4-8

Sokal, R. y Michener, C. (1958). A statistical method for evaluating systematic relationships. University of Kansas Science Bulletin, 38: 1409-1438.

Sokal, R. y Sneath, P. (1963). Principles of numerical taxonomy. W. H. Freeman, San Francisco.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) - Museo de Historia Natural (MHN) (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. LIMA, PERU. / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima: Ministerio del Ambiente. 75 p.

Valdivia R. y Burger L. (1990). Observaciones sobre la fauna Cladóceras de algunas lagunas Alto andinas del Perú. Boletín de Lima (Perú). 71: 63-79.

Vázquez, G.; Castro, G.; González, I.; Pérez, R. y Castro, T. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. Contactos, 60: 41-48.

Vincent, W. y Laybourn, J. (2008). Limnology of Arctic and Antarctic Aquatic Ecosystems (Vol. 1). Oxford University Press. Oxford, UK

Wallace, J. y Webster, J. (1996). The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. Annu. Rev. Ecol. Syst. 41: 115-139.

Washington, H. (1984). Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Research, 18 (6), 653-694.

### 14.3. Fauna Silvestre

Aquino, R.; Bodmer, R.; Gil, J.G. 2001. Mamíferos de la cuenca del río Samiria: Ecología Poblacional y Sustentabilidad de la Caza. Imprenta Rosegraff, 108 pp. Lima, Perú.

Aquino, R. Pacheco, T. y Vásquez, M. 2007. Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana. Rev. Perú. biol. 14(2): 187- 192 (Diciembre, 2007).

Boddicker, M.; Rodríguez, J. J. y J. Amanzo (a). 2001. Assessment of the large mammals of the lower Urubamba region, Peru. P- 193. En: Alonzo A. D. Dollmeier y P. Campbell (eds.). Urubamba, the Biodiversity of Peruvian Rain Forest. SIMAB Series 7.

Boddicker, M.; Rodriguez, J. J. y J. Amanzo.(b) 2002. Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. Environmental Monitoring and Assessment 76: 105 – 123.

Brack, A. 1986a. Ecología de un país complejo. En: Gran Geografía del Perú: Naturaleza y Hombre, Vol. II. Monfer – J. Mejía Baca (ed.), pp. 175 – 315.

Brack, A. 1986b. La fauna. En: Gran Geografía del Perú: Naturaleza y Hombre, Vol. III. Monfer – J. Mejía Baca (ed.), pp. 1 – 247.



Handwritten signature and initials in blue ink.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Bravo., E. 2007. LOS IMPACTOS DE LA EXPLOTACION PETROLERA EN ECOSISTEMAS TROPICALES Y LA BIODIVERSIDAD. Acción Ecológica.

Burnham, K. P.; Anderson, D. R. and J. L. Laake. 1980. Estimation of density from line transects sampling of biological population. Wildlife Monographs, 71: 1 – 203.

CITES. 2014. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Official web site. Appendices I, II, III.

Delacour, J., & D. Amadon. 1973. Curassows and related birds. American Museum of Natural History, New York.

Estrada-Cely, G y Estrada C. 2008 Manejo clínico de fauna silvestre - caso Dasypsecta fuliginosa Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, vol. 3, núm. 2, julio-diciembre, 2008, pp. 84-88 Universidad CES Medellín, Colombia.

Emmons, L. H. y F. Feer. 1996. Neotropical rainforest mammals, a field guide. 2da ed. The University of Chicago Press.

Goldman., S., La Torre, Lily. Ramos M. 2007. UN LEGADO DE DAÑO. Occidental Petroleum en Territorio indígena de la Amazonía Peruana. EarthRights International, Racimos de Ungurahui, Amazon Watch, y WWF Perú.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. < <http://www.iucnredlist.org/>>. Downloaded on 12 October 2016.

Leite-Pitman, R. Powell, G. Cruz, D. Escobedo, M. Escobar, K. Vilca, V. and Mendoza, A. 2003. Habitat Use and Activity of the Giant Armadillo (Priodontes maximus): Preliminary Data from Southeastern Peru.

Leite-Pitman, M. R. P., and R. S. R. Williams. 2011. Atelocynus microtis. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. Available online <http://www.iucnredlist.org/>

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego del Peru). 2014. Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. Decreto Supremo No. 004-2014-MINAGRI. Diario Oficial El Peruano, Lima.

Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza. 84 pp.

Montenegro, O., y/and M. Escobedo. 2004. Mamíferos/Mammals. Pp. 80 – 88 y/and 164 – 171 en/in N. Pitman, R. C. Smith, C. Vriesendorp, D. Moskovits, R. Piana, G. Knell, y/and T. Wachter, eds. 2004. Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories Report 12. The Field Museum, Chicago.

Montenegro, O. 2004. Natural licks as keystone resources for wildlife and people in Amazonia. Ph.D. dissertation. University of Florida, Gainesville.

Montenegro, O. (1998). The behaviour of lowland tapir (Tapirus terrestris) at a natural

Minerallick in the Peruvian Amazon. Master's Thesis. University of Florida, Gainesville.



Handwritten signature and initials in blue ink.



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2013. Identificación de sitios contaminados por la actividad de hidrocarburos en el lote 1-AB, área de operaciones de Pluspetrol Norte, en los sectores Capahuari Norte, Capahuari Sur, Tambo y los Jardines, Informe Técnico N° 0326-2013-OEFA/DE-SDCA.

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2014-A. Identificación de sitios contaminados del componente suelo en la cuenca del río Tigre en el área de influencia del Lote 1-AB de la empresa Pluspetrol Norte S.A., en la región Loreto, realizado del 14 al 30 marzo de 2014, Informe Técnico N° 477-2014-OEFA/DE-SDCA.

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2014-B. Identificación de sitios contaminados del componente suelo en el Lote 1-AB, correspondiente a la cuenca del río Corrientes, en la Región Loreto, realizado el 25 de noviembre al 3 de diciembre de 2013, Informe Técnico N° 121-2014-OEFA/DE-SDCA.

ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL, 2015. Informe de Evaluación Ambiental del Lote 8 de Pluspetrol Norte S.A. ejecutado durante los años 2014 y 2015, Informe Técnico N° 00039-2015-OEFA-DE-SDCA-CEAI.

Pitman, N., E. Ruelas Inzunza, C. Vriesendorp, D.F. Stotz, T. Wachter, Á. del Campo, D. Alvira, B. Rodríguez Grández, R.C. Smith, A.R. Sáenz Rodríguez y/and P. Soria Ruiz, eds. 2013. Perú: Ere-Campuya-Algodón. Rapid Biological and Social Inventories Report 25. The Field Museum, Chicago.

Rodriguez, J. R. y J. Amanzo. 2001. Medium and large mammals of the southern Vilcabamba region, Peru. En: Biological and Social Assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru. L. E. Alonzo, T. S. Schulenberg y F. Dollmeier (eds), pp. 117 – 126. Rapid Assessment Program 12. Smithsonian Institution, Monitoring and Assessment of Biodiversity Program.

Schulenberg, T. S., D. F. Stotz, D. F. Lane, J. P. O'Neill, and T. A. Parker, III. 2010. Birds of Peru. Revised and updated edition. Princeton University Press, Princeton. edition. Princeton University Press, Princeton.

Stallard, R. F. 2012. Geología, Hidrología y suelos/Geology, Hydrology, and Soils. Pp. 76 – 86 y/and 233 – 241 en/in Pitman, N., E. Ruelas I., D. Alvira, C. Vriesendorp, D. K. Moskovits, Á. del Campo, T. Wachter, D. F. Stotz, S. Noningo S., E. Tuesta C. y/and R. C. Smith, eds. 2012. Perú: Cerros de Kampankis. Rapid Biological and Social Inventories Report 24. The Field Museum, Chicago.

Tobler, M.W., S.E. Carrillo-Percastegui, R. Leite Pitman, R. Mares y G. Powell. 2008a. An evaluation of camera traps for inventoring large-and medium-sized terrestrial rainforest mammals. Animal Conservation 11:169-178.

Tobler, M. W. 2008. The ecology of lowland tapir in Madre de Dios, Peru: Using new technologies to study large rainforest mammals. Ph.D. thesis, Texas A&M University, College Station.

WILMS, Joost (1999). The importance of salt licks on social behaviour and over exploitation of *Tapirus terrestris* in the rain forest area of the Medio Caqueta, Colombian Amazon. Fundación Tropenbos-Colombia, Hugo de Vries Laboratorium, Universiteit van Amsterdam. 40p.



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

#### 14.4. Flora silvestre

Aguirre, Z. 2013 Guía de métodos para medir la biodiversidad, Carrera de Ing. Forestal – Loja Ecuador.

Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Killeen, T., Laurance, S. (2004a). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* 359, 353- 365.

Balcazar J., Moreno JC., & Mostacedo B. Estructura y Composición florística de los Bosques en el sector Este de Pando, Pando – Bolivia. Documento técnico Bolfor.

Chave, J. (2009). Global Wood density database. Dryad. Identifier. <http://datadryad.org/handle/10255/dryad.235>.

Chave, J. et al (2014). Improved Allometric Models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* 20:3177-3190.

Cuadras, C. M., 2014, Nuevos métodos de Análisis Miltvariante; CMC Editions – Barcelona, 2014.

Díaz P., Wilmer A. (2007). Composición florística y estructura de bosques en los asentamientos campesinos Las Delicias, el guamo y lechozal, Estado Bolívar, Venezuela. *Ernstia*, 17(1), 01-24.

Fisher, R.A., A.S. Corbet y C.B. Williams. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals

Gentry A. H. 1988a. Tree species richness of upper Amazonian Forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 85: 156-159.

Gentry A. H. 1988b. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard*. 75: 1-34.

Hammer Ø, Dat Harper & PD Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* 4: 1-9.

IUCN. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4. Available at: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). (Accessed: 19 November 2015).

Krebs, C. J., 1989, *Ecological methodology*. Harper & Row NY, USA

Lieberman, D., M. Lieberman, R Peralta, Y G. Hartshorn. 1985b. Growth rates and age-size relationships of tropical wet forest trees in Costa Rica. 1. *Trop. Ecol*. 1:97-109.

Lieberman, D., M. Lieberman, R Peralta, Y G. Hartshorn. 1985b. Growth rates and age-size relationships of tropical wet forest trees in Costa Rica. 1. *Trop. Ecol*. 1:97-109

Macdicken, 1997; Brown et al. 2005; IPCC, 2007. Es común utilizar un factor de 0.5 ya que, en promedio, la materia vegetal seca contiene 50 % de carbono.

Magurran, E. A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. España. 200p.

Malhi Y., Wood D., Baker T. et al. (2006). The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*.12, 1107-1138.



Handwritten signature in blue ink



"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Matteucci, D. S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.

Moreno C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. I. Zaragoza, Es. 84 p. & Gaston, K. J. 1996. Species richness: measure and measurement. In: Biodiversity, a biology of numbers and difference. K. J. Gaston (Ed.) BlackwellScience, Cambridge, pp.77-113.

Mostacedo & Fredericksen, 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal – bolfor.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. 547p.

Phillips, O. L. and J. S. Miller (2002). Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's Forest Transect Data Set. St. Louis, Missouri, Missouri Botanical Garden Press.

Phillips, O.L., Baker, T.R, Feldpausch, T.R., Brien R. (2009a) RAINFOR Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas, edición 2016 disponible en: <http://www.rainfor.org/es/manuales>.

Phillips. O.L., Hall, A.H. Gentry, S.A. Sawyer, & R. Vásquez. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. Proceeding of the National Academy of Sciences 91:2805-2809.

Pitman, N. C. A., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Nunez, V. P., Neill, D. A., Ceron, C. E., Palacios, W. A. & Aulestia, M. 2002. A comparison of tree species diversity in two upper Amazonian forests. Ecology 83:3210–3224.

Popma, I, E Bongers, M. Martínez-Ramos y E. Veneki...: AAS. 1988; Pioneer species distribution in treefall gaps in Neotropical rainforest: a gap definition and its consequences. J. Trop. Ecol. 4: 77-88.

Popma, I, E Bongers, M. Martínez-Ramos y E. Veneki: AAS. 1988; Pioneer species distribution in treefall gaps in Neotropical rainforest: a gap definition and its consequences. J. Trop. Ecol. 4: 77-88.

Popma, I, E Bongers, M. Martínez-Ramos y E. Venekiaas. 1988; Pioneer species distribution in treefall gaps in Neotropical rainforest: a gap definition and its consequences. J. Trop. Ecol. 4: 77-88.

R CORE TEAM (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Saatchi S.S. Houghton R.A, Dos Santos Alvala R.C, Soares J. & YU Y. (2007). Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. Global Change Biology 13, 816-837

Spichiger, R., P.A. Loizeau, C. Latour & G. Barriera. 1996. Tree species of a south western Amazonian forest (Jenaro Herrera, Perú). Candollea 51: 559-577.

Vásquez M. R. & O. L. Phillips. 2000. Allpahuayo: Floristic, structure and dynamics of a high-diversity forest in Amazonian Peru in Annals of Missouri Botanical Garden. 87: 499-527pp.



Handwritten signature in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año de la consolidación del Mar de Grau"  
"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"

Zanne, A.E., López-González, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C. & Chave, J. (2009). Global Wood density database. Dryad. Identifier. <http://datadryad.org/handle/10255/dryad.235>.

THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED (ITOPF), 2011. Efectos de la contaminación por hidrocarburos en el medio marino – Documentos de Información Técnica.

REDD+. 2011. Estimación de los costos de oportunidad de REDD+, Manual de capacitación, versión 1.4

The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. <  
<http://www.iucnredlist.org/>>. Downloaded on 27 October 2016.

Convention on International Trade in endangered, Checklist of CITES Species (on line) 2011. Available at [checklist.cites.org](http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/Especies-de-Fauna-Silvestre-Peruana-en-los-Ap%C3%A9ndices-de-la-CITES1.pdf) -  
<http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/Especies-de-Fauna-Silvestre-Peruana-en-los-Ap%C3%A9ndices-de-la-CITES1.pdf>.

TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 27 Oct 2016  
<http://www.tropicos.org/>.

HERBARIO DE PLANTAS NEOTROPICALES [en línea]. Año de actualización:  
2016. [Fecha de consulta: 07 agosto 2016] Disponible en:  
<http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>.



*[Handwritten signature]*



15. ANEXOS

- Anexo A : TABLA DE RESULTADOS.**
- Anexo A.1 : Agua Superficial
- Anexo A.2 : Sedimentos
- Anexo A.3 : Hidrobiología
- Anexo A.4 : Fauna Silvestre
- Anexo A.5 : Flora Silvestre
- Anexo B : FIGURAS**
- Anexo B.1 : Agua Superficial
- Anexo B.2 : Sedimentos
- Anexo B.3 : Flora Silvestre
- Anexo C : REPORTES DE CAMPO**
- Anexo C.1 : Agua Superficial
- Anexo C.2 : Sedimentos
- Anexo C.3 : Hidrobiología
- Anexo C.4 : Fauna Silvestre
- Anexo C.5 : Flora Silvestre
- Anexo D : HOJAS DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO**
- Anexo D.1 : Agua Superficial
- Anexo D.2 : Sedimentos
- Anexo D.3 : Hidrobiología
- Anexo E : INFORMES DE ENSAYO**
- Anexo E.1 : Agua y Superficial
- Anexo E.2 : Sedimentos
- Anexo E.3 : Hidrobiología
- Anexo F : CADENAS DE CUSTODIA**
- Anexo F.1 : Agua Superficial
- Anexo F.2 : Sedimentos
- Anexo F.3 : Hidrobiología
- Anexo G : REGISTRO FOTOGRAFICO**
- Anexo G.1 : Agua Superficial, Sedimentos e Hidrobiología
- Anexo G.2 : Fauna Silvestre
- Anexo G.3 : Flora Silvestre
- Anexo H : MAPAS**
- Anexo H.1 : Agua Superficial, Sedimentos e Hidrobiología
- Anexo H.1.1 : Ubicación de la cuenca Medio Pastaza
- Anexo H.1.2 : Ubicación de la cuenca Corrientes
- Anexo H.1.3 : Ubicación de la cuenca Medio Alto Tigre
- Anexo H.1.4 : Puntos de monitoreo de la cuenca Medio Pastaza
- Anexo H.1.5 : Puntos de monitoreo de la cuenca Corrientes
- Anexo H.1.6 : Puntos de monitoreo de la cuenca Medio Alto Tigre
- Anexo H.1.7 : Afloramientos en la cuenca Medio Alto Tigre
- Anexo H.1.8 : Puntos de monitoreo de las cochas de la cuenca Medio Pastaza
- Anexo H.1.9 : Puntos de monitoreo de las cochas de la cuenca Corrientes
- Anexo H.2 : Fauna Silvestre
- Anexo H.2.1 : Ubicación de las cámaras trampa de la cuenca Medio Pastaza
- Anexo H.2.2 : Ubicación de las cámaras trampa de la cuenca Corrientes
- Anexo H.2.3 : Ubicación de las cámaras trampa de la cuenca Medio Alto Tigre
- Anexo H.2.4 : Transectos de la cuenca Medio Pastaza
- Anexo H.3 : Flora Silvestre
- Anexo H.3.1 : Parcelas Permanentes (PPM) de la Cuenca Medio Pastaza
- Anexo H.3.2 : Parcelas Permanentes (PPM) de la Cuenca Corrientes
- Anexo I : CERTIFICADOS DE ACREDITACION DE LABORATORIOS**
- Anexo J : CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE MONITOREO**



Handwritten signature in blue ink