

---

INFORME N° 087 - 2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA

**EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN  
EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO  
DE DESARROLLO E INSTALACIONES DE  
PRODUCCIÓN DEL LOTE 131, EN EL  
DISTRITO DE ALEXANDER VON  
HUMBOLDT, PROVINCIA DE PADRE ABAD,  
DEPARTAMENTO DE UCAYALI, Y EN EL  
DISTRITO DE TOURNAVISTA, PROVINCIA  
DE PUERTO INCA, DEPARTAMENTO DE  
HUÁNUCO, DURANTE EL AÑO 2017**

---



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten letter D]*  
*[Handwritten letter I]*  
*[Handwritten letter H]*  
*[Handwritten letter S]*  
*[Handwritten letter M]*  
*[Handwritten letter S]*

Diciembre de 2017



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

**INFORME N.º 087-2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA**

**A :** FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN  
Director de Evaluación

SONIA BEATRIZ ARANÍBAR TAPIA  
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental



**DE :** PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO  
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

CESAR GREGORIO ESPÍRITU LIMAY  
Tercero Evaluador



KILMENIA LUNA CAMPOS  
Tercero Evaluador

DARWIN RONAL VALCARCEL ROJAS  
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental

JORGE LUIS FERNÁNDEZ NAJARRO  
Tercero Evaluador

VICTOR CHAMA MOSCOSO  
Tercero Evaluador

ALEX ADONIS CÁCERES MUÑA  
Tercero Evaluador

MARIO ESCOBEDO TORRES  
Tercero Evaluador

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE  
Tercero evaluador

**ASUNTO :** Informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

**REFERENCIA:** Planefa 2017

**FECHA :** Lima, 21 DIC. 2017

2017-101-14927

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

**I. INFORMACIÓN GENERAL**

1. Detalles del monitoreo ambiental:

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VºBº  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

D  
I  
H  
S  
M  
S



a.	<b>Ubicación general</b>	Distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco	
b.	<b>Ámbito de influencia</b>	Área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en las que se desarrollan actividades relacionadas a la exploración y explotación de hidrocarburos.	
c.	<b>Problemática</b>	Desarrollo reciente de actividades exploración y explotación de hidrocarburos.	
d.	<b>Motivo por el cual se realiza la actividad</b>	Actividad establecida en el Planefa 2017 del OEFA.	
e.	<b>Tipo de Evaluación Ambiental</b>	<b>Participativo</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
		<b>No Participativo</b>	<input type="checkbox"/>
		<b>Vigilancia Ambiental</b>	<input type="checkbox"/>
f.	<b>Periodo de ejecución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visita de reconocimiento: del 13 al 20 de febrero de 2017.</li> <li>• Coordinación previa: del 28 de abril al 01 de mayo de 2017.</li> <li>• Taller de inducción y presentación de la propuesta del plan de evaluación ambiental temprana: del 24 al 26 de abril de 2017.</li> <li>• Ejecución de la evaluación ambiental temprana: La evaluación de flora y fauna (aves y mamíferos) se realizó del 13 de marzo al 3 de abril de 2017, mientras que la evaluación de agua superficial, sedimento, comunidades hidrobiológicas y suelo se realizó del 26 de mayo al 13 de junio de 2017.</li> </ul>	



## 2. Equipo profesional:

Tabla 1-1. Profesionales encargados de la evaluación ambiental temprana

N°	Evaluable	Profesión	Actividad	Colegiatura
1	César Espiritu Limay*	Químico	Evaluación de gua superficial y sedimento	CQP 903
2	Kilmenia Luna Campos	Bióloga		CBP 11 450
3	Darwin Ronal Valcarcel Rojas	Biólogo	Evaluación de comunidades hidrobiológicas	CBP 9 065
5	Jorge Luis Fernández Najarro	Bach. en Ing. Ambiental	Evaluación de suelo	-
7	Victor Chama Moscoso	Biólogo	Evaluación de flora	CBP 11 037
8	Alex Adonis Cáceres Muña	Bach. en Biología	Evaluación de flora	-
9	Mario Escobedo Torres	Biólogo	Evaluación de fauna	CBP 10 814
10	Segundo Israel Crespo More	Biólogo	Evaluación de fauna	CBP 10 463

(\*) Líder de equipo

### 3. Resumen

**Tabla 1-2.** Componentes ambientales evaluados y resumen de los resultados obtenidos

Componentes evaluados	N° de puntos	¿Incumplió los ECA u otras normas de referencia?				¿Qué parámetros?	¿En qué puntos?
		Sí	X	No	-		
Agua <sup>(a)</sup>	50	Sí	X	No		Oxígeno disuelto	Quebrada Primavera (QPrim1 y QPrim2)
						Coliformes termotolerantes	Quebrada Tahuayo (QTahu2)
						Bario (Ba)	Quebrada Edilbertocaño: QEdil4
						Níquel (Ni)	Quebrada Edilbertocaño: QEdil4
						Plomo (B)	Quebrada Edilbertocaño: QEdil4
						Zinc (Zn)	Quebrada Edilbertocaño: QEdil4
Sedimento	49	Sí	-	No	-	-	
Comunidades hidrobiológicas	28	Sí	-	No	-	-	
Suelo <sup>(b)</sup>	86	Sí	-	No	X	-	
Flora	15 parcelas permanentes	Sí	-	No	-	-	
Fauna	22 cámaras trampa y 5 transectos	Sí	-	No	-	-	

(a) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Categoría 4 "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría E2 "Ríos de selva" establecido en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

(b) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos de uso agrícola, establecido mediante Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM (comparación referencial para nivel de fondo).

### II. OBJETIVO

- Presentar los resultados de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

### III. ANTECEDENTES

- La actividad que es materia del presente informe fue planificada en cumplimiento a la función del OEFA establecida en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, Sinefa), cuyo ejercicio permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma puntual, 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.
- Como parte de las actividades de ejecución del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2017 (en adelante, Planefa 2017) aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD y en base a los criterios de priorización establecidos en dicho plan para la realización de evaluaciones ambientales, la Dirección de Evaluación planificó una evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de



D  
 1  
 4  
 A  
 W  
 S



Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

7. Las evaluaciones ambientales tempranas se realizan en zonas de influencia de proyectos mineros o energéticos que actualmente se encuentran en etapa exploratoria, de construcción o de reciente inicio de explotación, y permiten obtener información de los principales componentes ambientales (agua, sedimento, suelo, hidrobiología, flora y fauna) a través un diagnóstico ambiental en el que el OEFA fomenta la participación ciudadana.
8. Los objetivos específicos de las evaluaciones ambientales tempranas son: (i) contribuir a la prevención de los potenciales conflictos socioambientales, (ii) brindar soporte técnico a las acciones de supervisión y fiscalización ambiental que realiza el OEFA, (iii) proporcionar información a otras instituciones públicas y/o privadas para que actúen en el marco de sus competencias y (iv) constituir la etapa inicial de un sistema de vigilancia ambiental periódico. Estos objetivos buscan contribuir con el desarrollo sostenible de las actividades extractivas desarrolladas en cada zona.
9. Para ello, parte del equipo profesional encargado de desarrollar la evaluación ambiental temprana realizó una visita de reconocimiento al área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, del 13 al 20 de febrero de 2017, en el que se determinó la viabilidad para el desarrollo de la evaluación ambiental temprana, entre otros aspectos.
10. Finalmente, el presente informe corresponde al desarrollo de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

#### IV. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

11. El análisis de la información se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1, denominado Informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017, que se adjunta y forma parte del presente informe.

#### V. CONCLUSIÓN

- (i) El presente informe contiene el resumen de los resultados de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017, y además anexa el detalle metodológico y el sustento técnico que conllevó a dichos resultados por cada componente ambiental evaluado.



Handwritten signature in blue ink, appearing to be 'D. K. P. Y. A. Y. S.'

## VI. RECOMENDACIÓN

- (i) Los suscritos recomiendan elevar el presente informe a la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, a efectos de que se proponga su aprobación ante la Dirección de Evaluación.

## VII. ANEXO

- **Anexo N° 1:** Informe de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

Atentamente,

CESAR GREGORIO ESPÍRITU LIMAY  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

KILMENIA LUNA CAMPOS  
Tercer Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

DARWIN RONAL VALCARCEL ROJAS  
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

JORGE LUIS FERNÁNDEZ NAJARRO  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

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

ALEX ADONIS CÁCERES MUÑA  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

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

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE  
Tercero Evaluador  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO  
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Lima, 21 DIC. 2017

Visto el Informe N° 087 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA y habiéndose verificado que su contenido se encuentra enmarcado en el ejercicio de la función evaluadora, así como su coherencia normativa; la Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,

SONIA BEATRIZ ARANÍBAR TAPIA  
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental  
Dirección de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Visto el Informe N° 087 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA y en atención a la recomendación de la Coordinación de Monitoreo y Vigilancia Ambiental, así como de la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN  
Director de Evaluación  
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

# Anexo N° 01



*[Handwritten signature]*  
K  
D  
I  
H  
A  
M  
S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO LEGAL .....	2
3. ANTECEDENTES .....	3
4. JUSTIFICACIÓN .....	5
5. OBJETIVOS .....	6
5.1. Objetivo general .....	6
5.2. Objetivos específicos .....	6
6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	6
7. CONTEXTO SOCIAL .....	9
7.1. Etapas previas a la ejecución del monitoreo .....	10
7.1.1. Visita de reconocimiento .....	10
7.1.2. Coordinación previa con los actores involucrados, convocatoria e inscripción a los programas de inducción .....	10
7.1.3. Realización de la inducción y del taller para la presentación de la propuesta del plan del MAP .....	11
7.2. Ejecución de la evaluación ambiental temprana .....	11
7.3. Actores involucrados .....	12
8. MARCO CONCEPTUAL .....	12
8.1. Agua superficial .....	12
8.1.1. Parámetros físicoquímicos y microbiológicos .....	13
8.1.2. Procesos geológicos externos o exógenos .....	15
8.1.3. Pretratamiento y análisis multivariado .....	18
8.1.4. Control de calidad (duplicados) .....	22
8.2. Sedimentos .....	23
8.2.1. Parámetros físicoquímicos .....	23
8.2.2. Evaluación de estadísticos descriptivos, test de outliers y normalidad .....	26
8.3. Comunidades hidrobiológicas .....	32
8.4. Suelo .....	35
8.4.1. Textura del suelo .....	35
8.4.2. Materia orgánica en suelo .....	36
8.4.3. Niveles de fondo .....	37
8.4.4. Valor de referencia .....	39
8.5. Flora silvestre .....	40
8.5.1. Composición florística .....	40
8.5.2. Riqueza y diversidad de especies .....	40
8.5.3. Índices de diversidad .....	40
8.5.4. Índice de valor de importancia (I.V.I) .....	40
8.5.5. Biomasa y captura de carbono .....	41
8.5.6. Análisis multivariado .....	41
8.6. Fauna silvestre .....	41
8.6.1. Mamíferos .....	41
8.6.2. Aves .....	42
9. METODOLOGÍA .....	45
9.1. Calidad de agua superficial .....	45
9.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo .....	45
9.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis .....	51
9.1.3. Estándares de comparación .....	54
9.2. Calidad de sedimentos .....	55



Handwritten signature and vertical text: D, H, A, M, S



- 9.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo..... 55
- 9.2.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis..... 59
- 9.2.3. Estándares de comparación ..... 61
- 9.3. Comunidades hidrobiológicas..... 62
- 9.3.1. Ubicación de los puntos de muestreo ..... 62
- 9.3.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis..... 64
- 9.3.3. Análisis de datos ..... 67
- 9.4. Calidad de suelo..... 69
- 9.4.1. Ubicación de los puntos de muestreo ..... 69
- 9.4.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis..... 76
- 9.4.3. Estándares de comparación ..... 78
- 9.5. Flora silvestre ..... 79
- 9.5.1. Ubicación de las parcelas de muestreo ..... 79
- 9.5.2. Métodos de evaluación..... 83
- 9.5.3. Criterios de análisis ..... 84
- 9.6. Fauna silvestre ..... 87
- 9.6.1. Mamíferos ..... 87
- 9.6.2. Aves ..... 96
- 10. RESULTADOS Y ANÁLISIS..... 103
- 10.1. Calidad de agua superficial..... 104
- 10.1.1 Evaluación de la calidad ambiental..... 104
- 10.1.2 Relación entre los metales disueltos y suspendidos ..... 110
- 10.1.3 Evaluación microbiológica (coliformes termotolerantes) ..... 117
- 10.1.4 Control de calidad ..... 117
- 10.1.5 Caracterización ribereña ..... 119
- 10.2. Calidad de sedimentos ..... 139
- 10.2.1. Evaluación de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)..... 139
- 10.2.2. Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos..... 139
- 10.3. Comunidades hidrobiológicas..... 146
- 10.3.1. Quebrada Aguaytillo y tributarios..... 147
- 10.3.2. Quebrada Selva Alegre ..... 156
- 10.3.3. Río Macuya y tributarios..... 166
- 10.3.4. Quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo..... 175
- 10.3.5. Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 185
- 10.3.6. Análisis realizados en toda el área de evaluación ..... 194
- 10.4. Calidad de suelo..... 198
- 10.4.1. Análisis de los resultados del muestreo de suelos..... 198
- 10.4.2. Evaluación y determinación del nivel de fondo (NF) y valor de referencia (VR) ..... 201
- 10.5. Flora silvestre ..... 203
- 10.5.1. Composición y diversidad arbórea..... 203
- 10.5.2. Índice de Valor de Importancia (I.V.I) ..... 209
- 10.5.3. Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas ..... 210
- 10.5.4. Especies presentes en alguna categoría de protección..... 213
- 10.5.5. Especies arbóreas útiles dentro del área que corresponde al área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 ..... 215
- 10.6. Fauna silvestre ..... 216
- 10.6.1. Mamíferos ..... 216
- 10.6.2. Aves ..... 225
- 11. DISCUSIONES ..... 244



Handwritten signature and vertical text: S, M, A, H, D, K



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

11.1. Calidad de agua superficial.....	244
11.2. Calidad de sedimentos .....	254
11.3. Comunidades hidrobiológicas.....	258
11.4. Calidad de suelo .....	260
11.5. Flora silvestre .....	262
11.6. Fauna silvestre .....	264
11.6.1. Mamíferos .....	264
11.6.2. Aves .....	266
12. CONCLUSIONES .....	268
12.1. Calidad de agua superficial.....	268
12.2. Calidad de sedimentos .....	268
12.3. Comunidades hidrobiológicas.....	269
12.4. Calidad de suelo .....	270
12.5. Flora silvestre .....	270
12.6. Fauna silvestre .....	271
12.6.1. Mamíferos .....	272
12.6.2. Aves .....	273
13. RECOMENDACIONES .....	274
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	274
15. ANEXOS .....	293



D  
I  
R  
E  
C  
T  
O  
R  
I  
A



ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 7-1.** Actores sociales involucrados para el desarrollo del MAP ..... 12

**Tabla 8-1.** Medidas de semejanza entre variables y observaciones ..... 19

**Tabla 8-2.** Métodos de agrupamiento de los clústeres ..... 20

**Tabla 8-3.** Clasificación granulométrica de las partículas del suelo ..... 36

**Tabla 8-4.** Nivel de materia orgánica de acuerdo a su porcentaje en el suelo ..... 37

**Tabla 9-1.** Ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental de agua superficial ..... 46

**Tabla 9-2.** Ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental de agua superficial para el análisis microbiológico ..... 50

**Tabla 9-3.** Controles de calidad establecidos para agua ..... 51

**Tabla 9-4.** Equipos utilizados para el muestreo de calidad ambiental de agua ..... 52

**Tabla 9-5.** Características de los equipos usados en la evaluación de campo para la calidad de agua superficial ..... 52

**Tabla 9-6.** Parámetros de la calidad ambiental de agua ..... 53

**Tabla 9-7.** Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios para el análisis de calidad de agua superficial ..... 54

**Tabla 9-8.** Estándares de comparación de la calidad de agua ..... 55

**Tabla 9-9.** Ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental de sedimento ..... 55

**Tabla 9-10.** Equipos y accesorios utilizados para el muestreo de calidad de sedimento ..... 60

**Tabla 9-11.** Parámetros de la calidad de sedimento ..... 60

**Tabla 9-12.** Métodos de ensayo utilizados por los laboratorios, para el análisis de calidad de sedimentos ..... 60

**Tabla 9-13.** Estándares de Calidad Ambiental Internacional para calidad de sedimento ..... 61

**Tabla 9-14.** Ubicación de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas... 62

**Tabla 9-15.** Equipos y materiales utilizados en el muestreo de comunidades hidrobiológicas ..... 65

**Tabla 9-16.** Métodos de ensayo utilizados para los análisis hidrobiológicos ..... 66

**Tabla 9-17.** Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col ..... 68

**Tabla 9-18.** Calidad de las aguas de acuerdo a la valoración del índice BMWP/Col .. 69

**Tabla 9-19.** Ubicación de los puntos de muestreo y descripción del área circundante para nivel de fondo en suelo ..... 70

**Tabla 9-20.** Guías para el establecimiento de los puntos de muestreo de suelo ..... 76

**Tabla 9-21.** Equipos utilizados para el muestreo de calidad ambiental de suelo ..... 76

**Tabla 9-22.** Parámetros y cantidad de puntos de muestreo por zona geológica ..... 77

**Tabla 9-23.** Métodos de análisis y rangos de los límites de determinación para metales y metaloides ..... 77

**Tabla 9-24.** Métodos de análisis y rangos de los límites de determinación de parámetros físicos, químicos e hidrocarburos ..... 78

**Tabla 9-25.** Estándares de comparación nacional para calidad de suelos ..... 78

**Tabla 9-26.** Comparación del número de carbonos de las fracciones de hidrocarburos entre el ECA actual y el derogado ..... 79

**Tabla 9-27.** Ubicación de las parcelas para la evaluación y muestreo de flora silvestre ..... 79

**Tabla 9-28.** Ubicación de transectos para censo de fauna silvestre en el área de influencia directa del Lote 131 ..... 87

**Tabla 9-29.** Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa ..... 89



Vertical handwritten text on the left margin: VOTO, H, P, I, A, M, S



**Tabla 9-30.** Puntaje para diferentes tipos de evidencias utilizado para calcular el índice de ocurrencia (tomado de Boddicker *et al.* 2001)..... 95

**Tabla 9-31.** Las coordenadas de ubicación de los puntos de conteo y redes de niebla en el área de estudio ..... 96

**Tabla 9-32.** Puntos de conteo por zona evaluada..... 99

**Tabla 10-1.** Relación de los metales disueltos y suspendidos en la quebrada Aguaytillo y tributarios..... 111

**Tabla 10-2.** Relación de los metales disueltos y suspendidos en la quebrada Selva Alegre ..... 113

**Tabla 10-3.** Relación de los metales disueltos y suspendidos en el río Macuya y sus tributarios..... 114

**Tabla 10-4.** Relación de los metales disueltos y suspendidos en la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo ..... 115

**Tabla 10-5.** Relación de los metales disueltos y suspendidos en las Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 116

**Tabla 10-6.** Resultados de los metales totales de los cinco duplicados con sus respectivos RPD y los blancos de campo y viajero ..... 118

**Tabla 10-7.** Resultados la caracterización de la quebrada Aguaytillo y sus tributarios ..... 120

**Tabla 10-8.** Resultados la caracterización de la quebrada Selva Alegre ..... 124

**Tabla 10-9.** Resultados la caracterización del río Macuya y sus tributarios ..... 128

**Tabla 10-10.** Resultados la caracterización de la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y la quebrada Cashibillo..... 132

**Tabla 10-11.** Resultados la caracterización de la quebrada Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 136

**Tabla 10-12.** Clase textural de la quebrada Aguaytillo y sus tributarios ..... 140

**Tabla 10-13.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y principales metales pesados de la quebrada Aguaytillo y sus tributarios ..... 140

**Tabla 10-14.** Clase textural de la quebrada Selva Alegre ..... 141

**Tabla 10-15.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y principales metales pesados de la quebrada Selva Alegre ..... 141

**Tabla 10-16.** Clase textural del río Macuya y sus tributarios..... 142

**Tabla 10-17.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados del río Macuya y sus tributarios ..... 142

**Tabla 10-18.** Clase textural de la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo ..... 143

**Tabla 10-19.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados de la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo ..... 143

**Tabla 10-20.** Clase textural de las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 144

**Tabla 10-21.** Evaluación descriptiva de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados de las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 144

**Tabla 10-22.** Evaluación descriptiva de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados en toda el área de evaluación..... 144

**Tabla 10-23.** Comunidades hidrobiológicas evaluadas por punto de muestreo ..... 146

**Tabla 10-24.** Composición, riqueza, abundancia e índices de diversidad alfa de zooperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre ..... 160

**Tabla 10-25.** Composición, riqueza, abundancia e índices de diversidad alfa de zooperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 179

**Tabla 10-26.** Concentraciones de metales encontradas en tejido muscular de peces ..... 195



Vobo  
K  
D  
I  
A  
A  
M  
S



**Tabla 10-27.** Concentraciones de hidrocarburos encontradas en tejido muscular de peces ..... 195

**Tabla 10-28.** Calidad de agua según el índice BMWP/Col en las cinco zonas de estudios ..... 196

**Tabla 10-29.** Resultados de análisis de textura, contenido de materia orgánica y cloruros en suelos de la zona geológica formación Chambira..... 198

**Tabla 10-30.** Resultados de análisis de textura, contenido de materia orgánica y cloruros en suelos de la zona geológica Formación Ipururo..... 200

**Tabla 10-31.** Resultados del análisis de hidrocarburos en suelos..... 201

**Tabla 10-32.** Valores de nivel de fondo y valores de referencia de metales ..... 202

**Tabla 10-33.** Especies de flora registradas en las parcelas que están protegidas por el Estado Peruano o categorizadas por la UICN y CITES ..... 213

**Tabla 10-34.** Esfuerzo de muestreo en la evaluación por censos de mamíferos grandes en el yacimiento Corrientes..... 216

**Tabla 10-35.** Índices de ocurrencia y abundancia de las especies de fauna silvestre ..... 217

**Tabla 10-36.** Riqueza y composición de mamíferos registrados por las cámaras trampas..... 219

**Tabla 10-37.** Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados en las cámaras-trampa ..... 223

**Tabla 10-38.** Especies de fauna silvestre comprendida en alguna categoría de conservación ..... 224

**Tabla 10-39.** Orden, familia y número de especies de aves registradas en el área de estudio..... 226

**Tabla 10-40.** Riqueza de especies y abundancia por zona de evaluación por metodología utilizada ..... 227

**Tabla 10-41.** Resumen de la riqueza y abundancia por zona de evaluación ..... 232

**Tabla 10-42.** Riqueza y número de registros de aves registradas por las cámaras trampa ..... 235

**Tabla 10-43.** Frecuencia de ocurrencia de aves registradas en las cámaras-trampa instaladas ..... 236

**Tabla 10-44.** Abundancia, riqueza e índices de diversidad por zona de muestreo.... 237

**Tabla 10-45.** Riqueza y abundancia en los hábitats evaluados ..... 239

**Tabla 10-46.** Valores del índice de similitud de Morisita de las comunidades de aves en los hábitats evaluados ..... 241

**Tabla 10-47.** Lista de especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio ..... 241

**Tabla 10-48.** Usos de las aves por la población local ..... 243

**Tabla 11-1.** Comparación de los valores del nivel de fondo con los ECA para suelo de uso agrícola ..... 261

**Tabla 11-2.** Concentraciones geoquímicas normales y anómalas de algunos elementos traza en suelos ..... 261



K  
D  
I  
H  
A  
M  
S



### ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 6-1.** Mapa de ubicación del área de influencia directa e indirecta del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 ..... 7

**Figura 8-1.** Etapas del proceso de erosión fluvial: (A) Impacto de la gota de lluvia sobre el suelo; (B) Desintegración del suelo en partículas minúsculas; (C) Cobertura de las grietas y poros del suelo por las partículas sueltas luego de la lluvia; y (D) Arrastre y transporte de las partículas de suelo por el flujo del agua superficial..... 16

**Figura 8-2.** Transporte de sedimentos por proceso fluviales ..... 17

**Figura 8-3.** Proceso de sedimentación fluvial ..... 17

**Figura 8-4.** Tipos de distribuciones en relación a la asimetría ..... 28

**Figura 8-5.** Tipos de distribuciones en relación a la curtosis ..... 29

**Figura 8-6.** P-Plot de una variable normal ..... 31

**Figura 8-7.** Diagrama de cajas y bigotes ..... 32

**Figura 8-8.** Diagrama triangular o triángulo de las clases texturales básicas del suelo ..... 36

**Figura 10-1.** Resultados de bario total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios... 106

**Figura 10-2.** Resultados de níquel total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios . 107

**Figura 10-3.** Resultados de plomo total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios . 108

**Figura 10-4.** Resultados de zinc total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios..... 109

**Figura 10-5.** Resultados de oxígeno disuelto en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 110

**Figura 10-6.** Resultados de coliformes termotolerantes en las quebradas Aguaytillo, Tahuayo, Cashibo, Primavera, Los Ángeles, Cashibillo y río Macuya ..... 117

**Figura 10-7.** Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios ..... 148

**Figura 10-8.** Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicado en la quebrada Aguaytillo y tributario..... 148

**Figura 10-9.** Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios ..... 149

**Figura 10-10.** Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicado en la quebrada Aguaytillo y tributario..... 150

**Figura 10-11.** Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios..... 151

**Figura 10-12.** Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios ..... 151

**Figura 10-13.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios ..... 152

**Figura 10-14.** Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicado en la quebrada Aguaytillo y tributario..... 153

**Figura 10-15.** Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo ..... 154

**Figura 10-16.** Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo ..... 154

**Figura 10-17.** Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo ..... 155

**Figura 10-18.** Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo ..... 156

**Figura 10-19.** Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 157

**Figura 10-20.** Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre ..... 157



Handwritten initials and a signature in blue ink, including the letters 'D', 'H', 'M', and 'S'.



**Figura 10-21.** Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 158

**Figura 10-22.** Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 159

**Figura 10-23.** Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre ..... 161

**Figura 10-24.** Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 161

**Figura 10-25.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 162

**Figura 10-26.** Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 163

**Figura 10-27.** Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 164

**Figura 10-28.** Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre ..... 164

**Figura 10-29.** Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 165

**Figura 10-30.** Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre..... 166

**Figura 10-31.** Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 167

**Figura 10-32.** Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 168

**Figura 10-33.** Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 168

**Figura 10-34.** Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 169

**Figura 10-35.** Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios ..... 170

**Figura 10-36.** Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios ..... 171

**Figura 10-37.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 171

**Figura 10-38.** Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 172

**Figura 10-39.** Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 173

**Figura 10-40.** Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 173

**Figura 10-41.** Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios ..... 174

**Figura 10-42.** Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios..... 175

**Figura 10-43.** Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo..... 176

**Figura 10-44.** Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo..... 176

**Figura 10-45.** Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 177

**Figura 10-46.** Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 178



Handwritten signature and vertical text: D I H A M S



**Figura 10-47.** Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 180

**Figura 10-48.** Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo .. 180

**Figura 10-49.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 181

**Figura 10-50.** Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 182

**Figura 10-51.** Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 183

**Figura 10-52.** Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 183

**Figura 10-53.** Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 184

**Figura 10-54.** Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo ..... 185

**Figura 10-55.** Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 186

**Figura 10-56.** Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 186

**Figura 10-57.** Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 187

**Figura 10-58.** Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 188

**Figura 10-59.** Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 189

**Figura 10-60.** Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 189

**Figura 10-61.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 190

**Figura 10-62.** Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 191

**Figura 10-63.** Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 192

**Figura 10-64.** Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 192

**Figura 10-65.** Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 193

**Figura 10-66.** Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera ..... 194

**Figura 10-67.** Calidad de agua según el índice BMWP/Col en los cinco sistemas hidrográficos evaluados ..... 197

**Figura 10-68.** Riqueza y abundancia en las parcelas ..... 206

**Figura 10-69.** Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas del Caserío Ascensión de Aguaytillo ..... 207

**Figura 10-70.** Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas del centro poblado Macuya ..... 208

**Figura 10-71.** Diversidad arbórea según el índice de diversidad Alfa Fisher en las parcelas en el caserío Ascensión de Aguaytillo y el centro poblado Macuya ..... 209



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'D' and the letters 'L', 'H', 'A', 'M', 'S' arranged vertically.



**Figura 10-72.** Í.V.I en el caserío Ascención de Aguaytillo y centro poblado Macuya 210

**Figura 10-73.** Biomasa en las parcelas del caserío Ascención de Aguaytillo y el centro poblado Macuya ..... 211

**Figura 10-74.** Análisis de correspondencia (A y C) y de similitud bray curtis (B y D) en el caserío Ascención de Aguaytillo (A y B) y el centro poblado Macuya (C y D)..... 212

**Figura 10-75.** Utilidad de las especies registradas en la evaluación de flora silvestre ..... 215

**Figura 10-76.** Especies de mamíferos silvestres registrados en los censos por transectos ..... 217

**Figura 10-77.** Diversidad y abundancia de mamíferos medianos y grandes en el caserío Ascención de Aguaytillo ..... 220

**Figura 10-78.** Diversidad y abundancia de fauna silvestre en el centro poblado Macuya ..... 222

**Figura 10-79.** Familias con mayor número de especies de aves ..... 227

**Figura 10-80.** Especies con mayor abundancia total en el área de estudio ..... 233

**Figura 10-81.** Distribución de familias de aves registradas en Ascención de Aguaytillo ..... 234

**Figura 10-82.** Distribución de familias de aves registradas en Macuya ..... 235

**Figura 10-83.** Curva de acumulación de especies observadas y estimador de Chao 1 ..... 237

**Figura 10-84.** Dendograma de Similitud de Jaccard entre las zonas de muestreo ... 238

**Figura 10-85.** Dendograma de Similitud de Morisita entre las Zonas de Muestreo... 239

**Figura 10-86.** Dendograma de Similitud de Morisita entre los hábitats ..... 240

**Figura 11-1.** Dendograma de metales totales en los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera y del centro poblado Macuya ..... 245

**Figura 11-2.** Dendograma de puntos de los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera y el centro poblado Macuya ..... 246

**Figura 11-3.** Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Edilbertocaño en a) QEdil4 (Grupo I), b) QEdil5 (Grupo II), c) QEdil1 (Grupo III.3), d) QEdil3 (Grupo III.3) y e) QEdil2 (Grupo III.2)..... 248

**Figura 11-4.** Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Selva Alegre en a) QSAleg3 (Grupo III.1), b) QSAleg7 (Grupo II), c) QSAleg10 (Grupo III.3), d) QSAleg11 (Grupo III.3) y e) QSAleg12 (Grupo III.2) ..... 249

**Figura 11-5.** Esquema de puntos de muestreo de la quebrada Tahuayo para la evaluación microbiológica en MIB-QTahu1: a) Coordenadas (493 746 E y 9 024 405 N – Zona 18 L) y b) Toma de la muestra y MIB-QTahu2: c) Coordenadas (493 777 E y 9 024 556 N – Zona 18 L) y d) Toma de la muestra..... 253

**Figura 11-6.** Resultados de cloruros de los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera, y el centro poblado Macuya..... 255

**Figura 11-7.** Resultados de limo de los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera y centro poblado Macuya ..... 255

**Figura 11-8.** Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Caracol en a) aguas arriba del punto de muestreo Sed-QCara2, cruce con la carretera de conexión entre las locaciones LA3X y LA1X y la carretera Fernando Belaunde Terry y b) QCara2, punto de muestreo de la quebrada Caracol ..... 257



Handwritten initials: A, K, D, I, H, A, M, S



### ÍNDICE DE FOTOGRAFIA

<b>Fotografía 10-1.</b> Quebrada Aguaytillo (QAgua4).....	123
<b>Fotografía 10-2.</b> Quebrada Edilbertocaño (QEdil2).....	123
<b>Fotografía 10-3.</b> Quebrada Edilbertocaño (QEdil3).....	123
<b>Fotografía 10-4.</b> Quebrada Aguaytillo (QAgua5).....	123
<b>Fotografía 10-5.</b> Quebrada Selva Alegre (QSAleg3).....	127
<b>Fotografía 10-6.</b> Quebrada Selva Alegre (QSAleg6).....	127
<b>Fotografía 10-7.</b> Quebrada Selva Alegre (QSAleg4).....	127
<b>Fotografía 10-8.</b> Quebrada Selva Alegre (QSAleg7).....	127
<b>Fotografía 10-9.</b> Quebrada Caracol (QCara-A).....	131
<b>Fotografía 10-10.</b> Río Macuya (RMacu1).....	131
<b>Fotografía 10-11.</b> Quebrada Caracol (QCara2).....	131
<b>Fotografía 10-12.</b> Río Macuya (RMacu4).....	131
<b>Fotografía 10-13.</b> Quebrada tributaria a la quebrada.....	135
<b>Fotografía 10-14.</b> Naciente de la quebrada Los Ángeles.....	135
<b>Fotografía 10-15.</b> Quebrada Los Ángeles (QLang1).....	135
<b>Fotografía 10-16.</b> Quebrada Cashibillo (QCash1).....	135
<b>Fotografía 10-17.</b> Quebrada Tahuayo (QTahu1).....	138
<b>Fotografía 10-18.</b> Quebrada Tahuayo (QTahu2).....	138
<b>Fotografía 10-19.</b> Quebrada Primavera (QPrim1).....	138
<b>Fotografía 10-20.</b> Quebrada Cashibo (QCash1).....	138
<b>Fotografía 11-1.</b> Erosión fluvial de una pequeña quebrada tributaria al río Macuya.....	250
<b>Fotografía 11-2.</b> Transporte de los sedimentos de la quebrada Edilbertocaño a la quebrada Aguaytillo (margen derecha) en mayo de 2017.....	250
<b>Fotografía 11-3.</b> Transporte de los sedimentos de la quebrada sin nombre al río Macuya (margen izquierda) en febrero de 2017.....	250
<b>Fotografía 11-4.</b> Quebrada Primavera en el punto de muestreo QPrim1.....	251
<b>Fotografía 11-5.</b> Quebrada Primavera en el punto de muestreo QPrim2.....	251
<b>Fotografía 11-6.</b> Quebrada Los Ángeles – QLang4 en a) vista de flujo de agua y b) muestreo de perifiton en sustrato vegetal (rama) y mineral (piedras).....	252
<b>Fotografía 11-7.</b> Quebrada Selva Alegre – QSAleg11 en a) vista del flujo de agua y b) muestreo de perifiton en sustrato vegetal (rama) y mineral (piedras).....	252
<b>Fotografía 11-8.</b> Corriente de agua y residuos de plástico en la quebrada Tahuayo, punto de muestreo MIB-QTahu2.....	254
<b>Fotografía 11-9.</b> Letrina y residuos impregnados en el suelo de la quebrada Tahuayo, punto de muestreo MIB-QTahu2.....	254
<b>Fotografía 11-10.</b> Quebrada Caracol en el punto de muestreo QCara2.....	254



K  
D  
I  
H  
A  
M  
S

## 1. INTRODUCCIÓN

1. El Lote 131<sup>1</sup> está operado por la compañía Cepsa Peruana S.A.C. (en adelante, CEPESA), anteriormente Cepsa Perú S.A., Sucursal del Perú, dedicada a la actividad de exploración y explotación de hidrocarburos. Comprende los departamentos de Ucayali, Huánuco y Pasco, correspondiendo a un área total de 990 472,317 ha, y se ubica en la selva central de Perú, dentro de la región hidrográfica del Amazonas, en el sector noroccidental de la cuenca Ucayali, de origen sedimentario.
2. La empresa ha realizado trabajos de exploración, consistentes en la determinación de la presencia, volumen, calidad y características petrofísicas de los potenciales reservorios de hidrocarburos presentes en las estructuras geológicas detectadas previamente con la prospección sísmica. En la actualidad se encuentra realizando actividades de la etapa inicial de desarrollo como parte de la fase de explotación de hidrocarburos.
3. La exploración y explotación de los hidrocarburos, la fuente de energía más importante de la sociedad actual, puede tener repercusiones sobre el medioambiente y las poblaciones locales, por lo que en estos casos es recomendable determinar de manera temprana el estado de la calidad de los componentes ambientales.
4. Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD, publicada el 01 de febrero de 2017 en el Diario Oficial el Peruano, se aprobó el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2017 (en adelante, Planefa 2017), el cual indica que la función evaluadora del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, OEFA), a diferencia de la función supervisora, permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma integrada y continua con énfasis en aquellas actividades fiscalizadas por el OEFA, con la finalidad de brindar información o soporte técnico para la supervisión directa.
5. Como parte de su función evaluadora, el OEFA, ha priorizado un conjunto de proyectos en etapa de exploración, en algunos casos próximos a pasar a la etapa de explotación, en cuyo ámbito de influencia se tiene programado realizar la evaluación temprana.
6. En ese sentido, la Coordinación de Monitoreo y Vigilancia Ambiental (en adelante, CMVA) desarrolló un plan de ejecución de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, durante el año 2017, que estableció la planificación

<sup>1</sup> Un lote petrolero es el área que el Estado Peruano determina para el desarrollo de actividades de hidrocarburos. Los hidrocarburos se extraen del subsuelo de forma tal que el lote no implica una delimitación de un espacio territorial del suelo, sino que establece un espacio dentro del cual se realizarán actividades de exploración/explotación de hidrocarburos, es decir, para encontrar y extraer petróleo y gas natural. El área de los lotes petroleros se determina en base a los estudios geofísicos y geológicos, y en función de la cantidad e información geológica disponible, cantidad de líneas sísmicas y pozos perforados. El área de intervención real para la exploración y/o explotación no supera en promedio el 1% del total del lote. Aprendiendo sobre hidrocarburos. Publicado por Perúpetro y Carec. Editado por Proeco. 2009. Extraído de: <https://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/corporativo/52d199c3-55c1-46d2-b26e-922c3e09ee37/LIBROVERSIONFINAL.pdf?MOD=AJPERES>.



K  
D  
I  
H  
A  
S



general de las actividades de campo y gabinete para la determinación del estado de los componentes ambientales agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna.

7. Los resultados de dicha evaluación ambiental temprana (en adelante, EAT) que fue ejecutada del 26 de mayo al 13 de junio de 2017, tras haberse culminado las etapas previas, constituirán una fuente informativa completa y confiable para la población aledaña al área de estudio y para las distintas instituciones públicas del Estado peruano.

## 2. MARCO LEGAL

8. Ley N° 28611, Ley General del Ambiente y sus modificatorias.
9. Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental y sus modificatorias.
10. Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental y sus modificatorias, así como su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2005-PCM.
11. Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, así como sus modificatorias.
12. Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.
13. Resolución Ministerial N° 247-2013-MINAM, que aprueba el Régimen Común de Fiscalización Ambiental.
14. Decreto Supremo N° 022-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
15. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, que aprueba la Política Nacional del Ambiente.
16. Decreto Supremo N° 033-2007-PCM, que aprueba el Procedimiento para la aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental.
17. Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.
18. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias.
19. Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD, "Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental" y su modificatoria aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016- OEFA/CD.



Handwritten signature in blue ink, appearing to be 'P. H. A. S.' written vertically.

20. Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD, que aprueba el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental del OEFA, correspondiente al año 2017.
21. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales", publicada el 11 de enero de 2016.
22. Decreto Supremo N° 043-2006-AG, que aprueba la categorización de especies amenazadas de flora silvestre.
23. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.
24. Resolución Ministerial N° 505-2016-MINAGRI del 29 de setiembre de 2016, que resuelve *disponer la pre publicación de los Anexos I y II que contienen las listas de clasificación de flora silvestre categorizadas como amenazadas, así como del proyecto de decreto supremo que la aprueba, conjuntamente con la exposición de motivos, en los portales institucionales de Ministerio de Agricultura y Riego ([www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)) y, del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre ([www.serfor.gob.pe](http://www.serfor.gob.pe)).*

### 3. ANTECEDENTES

25. Previamente a la presencia de CEPSA, en el área de interés se habían realizado trabajos orientados principalmente a la prospección por hidrocarburos por PETROPERU S.A. y algunas compañías contratistas. Además, existen estudios regionales sobre el potencial petrolífero que abarcan áreas aledañas, destacando los de Kolher (1982)<sup>2</sup> y Caldas J., *et al.* (1985).<sup>3</sup>
26. Mediante Decreto Supremo N° 075-2007-EM de fecha 21 de noviembre de 2007, se aprobó el Contrato de Licencia de Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Lote 131, celebrado entre Perupetro S.A. y Pan Andean Resources PLC (Perú) Sucursal del Perú.
27. Posteriormente, a través de Decreto Supremo N° 042-2008-EM de fecha 14 de agosto de 2008, se aprobó la cesión de posición contractual en el Contrato de Licencia para la Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Lote 131, por parte de Pan Andean Resources PLC (Perú) Sucursal del Perú, a favor de Cepsa Perú S.A. Sucursal del Perú.
28. Por medio de la Resolución Directoral N° 232-2010-MEM/AE de fecha 24 de junio de 2010, la Dirección General de Asuntos Ambientales y Energéticos (en adelante, DGAAE) del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, MINEM) aprobó el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Prospección Sísmica 2D del Lote 131, presentado por CEPSA.

<sup>2</sup> Exploración Petrolífera en la Cuenca del Ucayali, Oriente Peruano. Tito Huerta Kohler. Junio, 1982. Petróleos del Perú. S.A. Dpt. Geología. Div. Exploración. Lima.

<sup>3</sup> Evaluación del Potencial Petrolífero de la Cuenca Huallaga. Caldas J., *et al.*, 1985. Petróleos del Perú S.A. Lima.



29. Con Resolución Directoral N° 060-2013-MEM/AE de fecha 27 de febrero de 2013, la DGAAE aprobó el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Perforación de 02 Pozos Exploratorios y 06 Pozos Confirmatorios, presentado por CEPSA.
30. En relación a dicho EIA, en el año 2014 fueron aprobados los siguientes Informes Técnicos Sustentatorios (en adelante, ITS):
- ITS "Para las facilidades de operación y mejora tecnológica en los recortes de perforación del Pozo Los Ángeles 1X - Lote 131" aprobado por Resolución Directoral N° 161-2014-MEM-DGAAE de fecha 20 de junio de 2014.
  - ITS "Perforación del pozo direccional 2CD y el tendido del ducto de crudo en el Lote 131" aprobado por Resolución Directoral N° 199-2014-MEM-DGAAE de fecha 14 de julio de 2014.
  - ITS "Tendido y operación del ducto de crudo desde la plataforma Los Ángeles 1X hasta el Campamento Base 1 Los Ángeles en el Lote 131" aprobado por Resolución Directoral N° 313-2014-MEM-DGAAE de fecha 14 de octubre de 2014. Durante este mes, CEPSA inició la producción del pozo exploratorio Los Ángeles 1X en el marco de la "prueba extendida".
  - ITS "Disposición final por infiltración de aguas residuales domésticas tratadas en las plataformas Los Ángeles 1X y los Ángeles 3XC - Lote 131" aprobado por Resolución Directoral N° 426-2014-MEM-DGAAE de fecha 18 de octubre de 2014.
31. El 20 de noviembre de 2015, a través de la Resolución Directoral N° 445-2015-MEM-DGAAE de fecha 20 de noviembre de 2015, fue aprobado el ITS "Mejora tecnológica mediante el aprovechamiento de los residuos generados por el proyecto exploratorio en el Lote 131".
32. Por medio de la Resolución Directoral N° 503-2015-MEM/DGAAE de fecha 30 de diciembre de 2015, se aprobó la modificación del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto "Perforación de 02 pozos exploratorios y 06 pozos confirmatorios en el Lote 131 para la etapa inicial de desarrollo de la Estructura Los Ángeles.
33. Mediante Resolución Directoral N° 023-2016-SENACE/DCA de fecha 12 de mayo de 2016, se aprobó el Plan de Participación Ciudadana del Estudio del Impacto Ambiental (EIA-d) del Proyecto de "Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131" presentado por la empresa CEPSA.
34. Finalmente, a través de la Resolución Directoral N° 108-2017-SENACE/DCA de fecha 3 de mayo de 2017, se aprobó el Estudio del Impacto Ambiental (EIA-d) del Proyecto de "Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131" (en adelante, el Proyecto), respecto al cual se desarrolla la presente evaluación.
35. En lo que a OEFA respecta, la Coordinación de Hidrocarburos perteneciente a la Dirección del Supervisión ha realizado acciones para verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables contenidas en la normativa ambiental, los instrumentos de gestión ambiental y los mandatos o disposiciones emitidas por los órganos competentes del OEFA. El resultado de dichas actividades ha sido reportado a través de diversos informes desde el año 2014.



VOTO  
D  
I  
H  
A  
S

#### 4. JUSTIFICACIÓN

36. La demanda de hidrocarburos ha ido aumentando a lo largo del tiempo ya que constituye la principal fuente de energía del planeta. El aumento de dicha demanda se debe mayormente a las actividades industriales y de transporte, lo que ha propiciado la ejecución de diversos proyectos de inversión para el descubrimiento y explotación de nuevas reservas de petróleo y líquidos de gas natural (LGN), así como para la expansión de la disponibilidad de las reservas de diferentes jurisdicciones, ricas en recursos naturales energéticos.<sup>4</sup>
37. Perú está localizado dentro de una de las más prolíficas tendencias de hidrocarburos en América del Sur, la "megatendencia del subandino"<sup>5</sup>. La extracción y utilización del petróleo en Perú comenzó hace más de 10 siglos atrás, cuando los nativos lo usaban desde los afloramientos o depósitos superficiales en la costa norte, siendo usado principalmente con fines medicinales. Su producción comercial se inició hace 150 años en la costa norte, y entre los años 1970 y 2009, casi el 70 % de la Amazonía peruana fue aprovechada para extraer petróleo.
38. Desde fines de los años 90, el Estado peruano ha dado amplia importancia a la diversificación de la matriz energética, realizando un marco legal que permitió aplicar reformas estructurales de mercado en la economía peruana, destinadas a atraer inversión privada, modernizar sus instituciones e integrar al país a la economía global mediante acuerdos de libre comercio.
39. Actualmente, Perú cuenta con 18 cuencas sedimentarias con 83 millones de ha, la mayoría de ellas en un estado inmaduro de exploración. La reserva de hidrocarburos del Lote 131 es considerada como la de mayor calidad en Perú. Fue descubierta a fines del 2013, iniciándose la producción de prueba en septiembre de 2014. En enero de 2017 se extrajeron 3128 barriles/día de crudo, siendo la media actual, aproximadamente de unos 3000 barriles/día.
40. La Amazonía occidental, que alberga una diversidad biológica y cultural única y tiene grandes reservas de hidrocarburos, se encuentra amenazada por diversas actividades antropogénicas, entre ellas, los procesos de perforación y extracción del mismo, lo que a su vez puede conllevar conflictos.
41. Para el caso del Lote 131, se conoce que se están produciendo conflictos sociales debido a que todo el crudo extraído del mismo es adquirido por Petroperú S.A. para que sea procesado en la refinería de Iquitos, y una vez refinado es enviado de nuevo a Ucayali, lo que incrementa su costo. Es por ello también que la refinería de Maple Gas del Perú (Maple), a 60 km del Lote 131, viene trabajando a menos del 25 % de su capacidad debido a la falta de materia prima.<sup>6</sup>
42. El Numeral 134.2 del Artículo 134° de la Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente, dispone que la participación ciudadana en la fiscalización ambiental puede

<sup>4</sup> Información extraída de [www.perupetro.com.pe](http://www.perupetro.com.pe).

<sup>5</sup> La "Megatendencia del Subandino" es una región geográfica formada en la zona oriental de la Cordillera de los Andes gracias a la formación de sedimentos marinos ricos en carbono.

<sup>6</sup> Información extraída de <https://www.pressreader.com/>.



llevarse a cabo en las actividades de control que se realizan por medio de mediciones, muestreo o monitoreo ambiental.

43. En ese sentido, el OEFA ha establecido un reglamento para desarrollar monitoreos ambientales participativos, que son mecanismos de participación a través de los cuales la ciudadanía interviene en las labores de monitoreo ambiental. Dichas labores se realizan a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente.
44. Es así que la CMVA realiza evaluaciones ambientales tempranas, manteniendo a la población informada acerca de las condiciones en las que se encuentran los componentes ambientales, de manera que dicha información pueda servir como soporte técnico a la función de supervisión directa del OEFA, en tanto le provee de información sobre los posibles impactos y riesgos de las actividades fiscalizables, con el fin de evitar o minimizar conflictos que puedan generarse entre las empresas inversoras y la población.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo general

45. Realizar una evaluación ambiental temprana con participación ciudadana en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, ubicado en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco.

### 5.2. Objetivos específicos

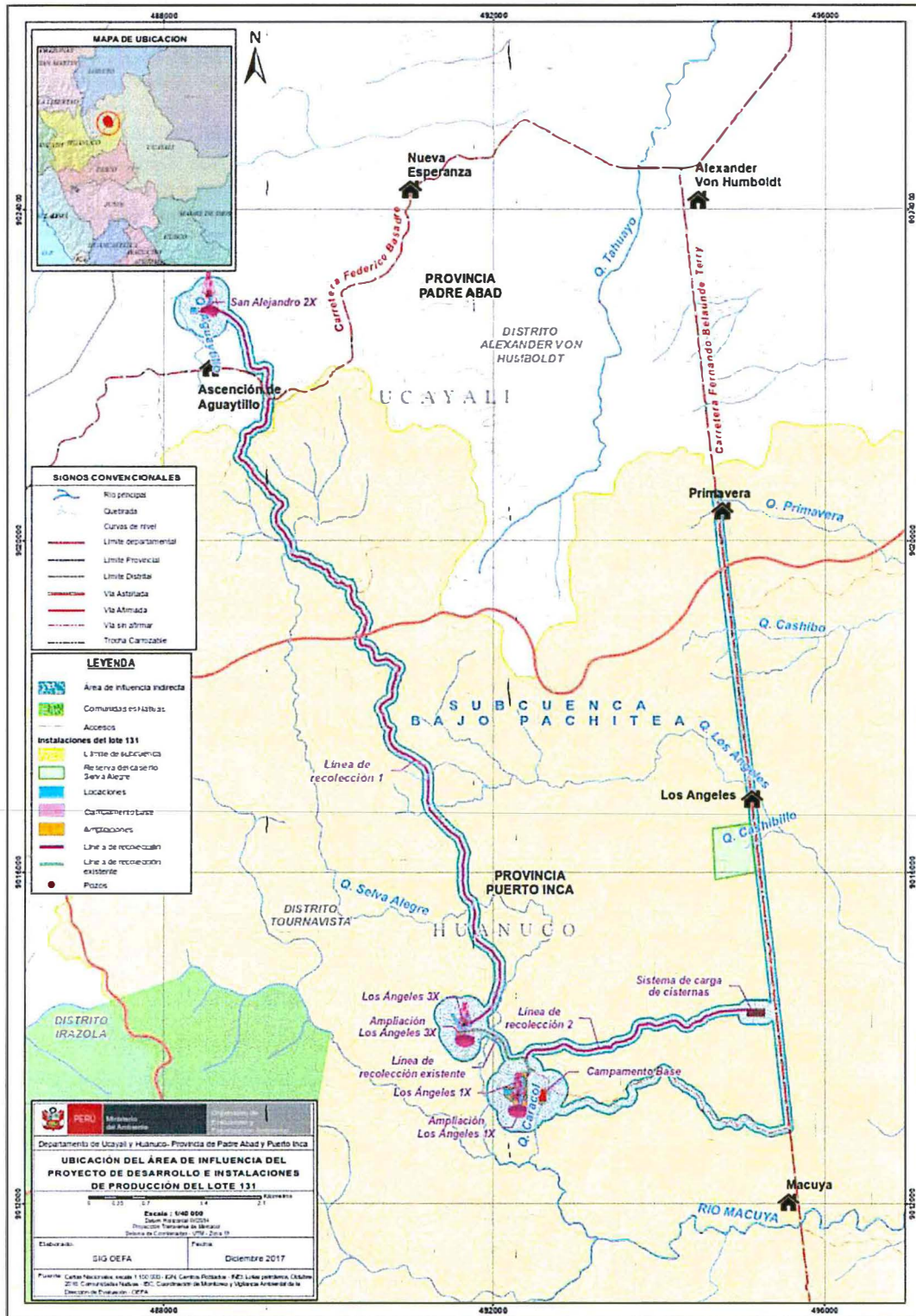
46. Evaluar la calidad ambiental de agua superficial.
47. Evaluar la calidad ambiental de sedimento.
48. Evaluar las condiciones de las comunidades hidrobiológicas.
49. Evaluar la calidad ambiental de suelo.
50. Evaluar la flora y fauna silvestre.

## 6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

51. El área de influencia directa e indirecta del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, abarca los distritos de Alexander von Humboldt (provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali) y de Tournavista (provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco), ver Figura 6-1. Al mismo se puede acceder por vía terrestre desde las carreteras nacionales Fernando Belaunde Terry y Federico Basadre.



Handwritten vertical text: D I H A M S



DIAMAS

Figura 6-1. Mapa de ubicación del área de influencia directa e indirecta del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131



52. En el distrito de Alexander von Humboldt se encuentran los caseríos Ascensión de Aguaytillo y Primavera, mientras que en el distrito de Tournavista se encuentran el centro poblado Macuya y el caserío Los Ángeles. Concretamente, el área de la presente evaluación correspondió específicamente a los terrenos de los caseríos Ascensión de Aguaytillo (Ucayali) y Macuya (Huánuco).
53. Las locaciones y sus pozos existentes Los Ángeles1X, 3X y 2CD (en adelante, locaciones LA1X, LA3X y LA2CD, respectivamente) actualmente están en producción<sup>7</sup>. La locación San Alejandro 2X y su pozo respectivo (en adelante, locación SA2X) son componentes no existentes pero que pretenden ejecutarse. La locación LA3X está conectado a las instalaciones de producción de la locación LA-1X a través de una línea de recolección enterrada y paralela a la vía existente que une ambas locaciones, la cual se encuentra en etapa de operación. El proyecto propone la construcción de dos líneas de recolección que servirán para enviar el crudo de una locación a otra dentro del área de producción y operación; la línea de recolección 1 iría desde la locación SA2X hasta la locación LA3X, mientras que la línea 2 uniría la locación LA1X con un sistema de carga de cisternas.
54. Según la carta geológica de San Alejandro 18-m, a escala 1:100 000 (Ingemmet, 2003), el área del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, comprende locaciones y ductos de transporte que se encuentran en la formación geológica Chambira (PN-ch)<sup>8</sup>, la cual abarca los terrenos de las poblaciones Aguaytillo, Primavera, Los Ángeles y Macuya. Asimismo en la actualidad el proyecto viene transportando el crudo por vía terrestre por la carretera nacional Fernando Belaunde Terry que une los poblados de Macuya, Los Ángeles y Primavera, tramo de vía ubicado en la formación geológica Ipururo (N-i)<sup>9</sup>, formación que también abarca parte de la localidad Aguaytillo.
55. El proyecto abarca parte de las cuencas de los ríos Aguaytía y Pachitea, tributarios por la margen izquierda del río Ucayali, y que constituyen el ámbito de interés para el presente informe. La cuenca del río Aguaytía compromete a los ríos San Alejandro y Neshuya (Oruya), mientras que la cuenca del río Pachitea compromete al río Macuya. La baja pendiente provoca la alta sinuosidad de los cuerpos de agua, conllevando la acumulación de arenas y sedimentos a lo largo de sus cauces, principalmente en los meses de máximas avenidas.

7 EIA del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 aprobado por R.D. 108-2017/SENACE/DCA de fecha 3 de mayo de 2017.

8 La formación Chambira (PN-ch) está conformada en su porción inferior por lodolitas calcáreas marrón rojizas que se intercalan con capas delgadas de areniscas pardas; en su porción media, las areniscas son de grano fino ocurriendo en estratos gruesos que se alternan con arcillitas rojas; y en su porción superior ocurre una alternancia de arcillitas rojas con areniscas pardas, muy compactas que muestran estratificación cruzada (EIA-d Proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del Lote 131, 2016).

9 La formación Ipururo (N-i) está constituida por una potente secuencia de areniscas y arcillitas. Las areniscas son de colores grises a amarillentas, de grano medio a grueso y poco coherentes; sin embargo, algunas veces presentan cemento calcáreo que le da cierta compactación. Estas areniscas ocurren en capas gruesas que frecuentemente presentan estratificación cruzada y ocasionalmente contienen lignito piritizado y glauconita. En tanto, las arcillitas a veces calcáreas son de colores rojizos, blanquecinos, brunáceos, grises y abigarradas; se hallan depositadas en capas gruesas a finamente laminadas. En su porción superior, la secuencia presenta intercalaciones de lutitas grises, lutitastobáceas y paquetes de conglomerados polimícticos de clastos medios a pequeños con un visible carácter estratificado, los que se caracterizan por su fuerte coherencia, (EIA-d Proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del Lote 131, 2016).



H  
P  
I  
H  
A  
M  
S



56. Según el mapa de cobertura vegetal (MINAM 2015:185), en el ámbito de la evaluación han sido identificadas dos unidades de vegetación: Bosque de colina baja (Bcb), que involucra a colinas bajas y lomadas y presenta distintos grados de erosión, y Área de no bosque amazónico (Ano-ba), consistente en áreas desboscadas por las actividades agrícolas y ganaderas o con vegetación secundaria (lo que se conoce como purma).
57. El área de influencia del presente proyecto no se encuentra en ningún área natural protegida. Sin embargo, uno de los ecosistemas frágiles en los cuales se superpone el Lote 131, pero que no son afectados por el proyecto actual es la Reserva Comunal El Sira (en adelante, RCES), que cuenta con una extensión de 616 413,41 ha y está destinada a la conservación de la diversidad biológica en beneficio de las comunidades nativas pertenecientes a los grupos étnicos Asháninkas, Yánesha y Shipibo-Conibo. El componente más cercano del presente proyecto se encuentra a 40 km aproximadamente de la zona de amortiguamiento de dicha área. Otra área frágil es el Área de Conservación Privada Panguana y a humedales (pantanos y aguajales) que ocupan un área de 500 ha en el Lote 131. También se encuentra cerca al área de endemismo de aves llamada Tierras Bajas del Sudeste de Perú (Stattersfield *et al.* 1998) y dentro del Bioma Amazonía Sur (Stolz *et al.* 1996).
58. Las asociaciones de suelos<sup>10</sup> existentes dentro del área del proyecto donde se establecieron puntos de muestreo son: Bijao – Ascensión del Aguatillo (Bi-Ag), Selva Alegre (SA), Shapaja (Sp), Catahua (Ct), y Chambira – Macuya (Ch-Ma).
59. Las zonas de vida más intervenidas por el ser humano son aquellas aledañas a la carretera Federico Basadre, caracterizadas por el abundante tránsito de vehículos, la existencia de centros poblados, bosques intervenidos y el uso actual de la tierra, destinada principalmente a actividades agrícolas y ganaderas.<sup>11</sup>

## 7. CONTEXTO SOCIAL

60. El contexto social se refiere a todas aquellas circunstancias que enmarcan la situación en la que se encuentra el área de interés, en este caso, el lugar donde se desarrolló la EAT, y en el que están incluidos todos los individuos que forman parte de la población residente en esa área.
61. La información del contexto social fue obtenida mediante la revisión de fuentes bibliográficas y complementada con aquella recopilada durante la visita de reconocimiento previa al desarrollo de la EAT y durante las etapas previas a la ejecución de la misma.

<sup>10</sup> Según Zamora (1972), una asociación de suelos se define como una agrupación de unidades taxonómicas que ocurren geográficamente asociadas y que guardan entre sí una relación bien de origen (material generador) o bien de posición topográfica. También se considera como unidad de mapa cartográfica que contiene dos o más clases de suelos o áreas misceláneas, cuyos componentes principales no se pueden separar a escalas pequeñas, pero sí a escalas grandes, pues los suelos ocupan porciones geográficas considerables. Esto posibilita establecer las pautas de distribución en el paisaje (Reglamento para la Ejecución de Levantamientos de Suelos – 2009, aprobado mediante Decreto Supremo N° 013-2010-AG. p. 9.)

<sup>11</sup> Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Prospección Sísmica 2D del Lote 131. Resumen ejecutivo. Cepsa Perú S.A. aprobado por Resolución Directoral N° 232-2010-MEM/AE de fecha 24 de junio de 2010.



62. Las etapas tipificadas en el Reglamento de Participación Ciudadana en las Acciones de Monitoreo Ambiental a cargo del OEFA<sup>12</sup> para la ejecución de la evaluación ambiental temprana son las siguientes:

- Etapa 1. Coordinación previa con los actores involucrados.
- Etapa 2. Convocatoria.
- Etapa 3. Inscripción en los programas de inducción.
- Etapa 4. Realización de la inducción.
- Etapa 5. Taller para la presentación de la propuesta del plan del monitoreo ambiental participativo.
- Etapa 6. Ejecución del monitoreo ambiental participativo.
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo realizado.

63. A continuación, se detalla información sobre el desarrollo de dichas etapas, incluyendo el reconocimiento previo, y se consignan los actores involucrados en la evaluación ambiental.

#### 7.1. Etapas previas a la ejecución del monitoreo

64. Seguidamente se presentan las etapas previas a la ejecución del monitoreo, indicándose la fecha en la que tuvieron lugar y las actividades principales que se realizaron durante las mismas.

##### 7.1.1. Visita de reconocimiento

65. Esta etapa adicional, previa al inicio del monitoreo ambiental participativo (en adelante, MAP), fue realizada del 13 al 20 de febrero de 2017. Su objetivo fue el de establecer un primer contacto con las poblaciones y autoridades de la zona a evaluar, conocer su percepción respecto a la realización del MAP, y reconocer técnica y logísticamente el área de intervención. Toda esta información, junto con el conocimiento de la situación social y ambiental del área de monitoreo, la existencia de conflictos, y las principales actividades económicas, entre otras, facilitaría el desarrollo del MAP.

66. Esta visita también sirvió para definir el área y los objetivos del estudio, lo que permitió identificar los componentes ambientales a evaluar, determinar la red y los parámetros de muestreo y establecer las herramientas de análisis que ayudarían a diagnosticar las condiciones ambientales de la zona.

##### 7.1.2. Coordinación previa con los actores involucrados, convocatoria e inscripción a los programas de inducción

67. Estas etapas fueron desarrolladas del 28 de abril al 01 de mayo de 2017, periodo durante el cual se realizaron reuniones de coordinación previa con las autoridades y/o representantes de las municipalidades de Alexander von Humboldt y Tournavista y sus respectivos localidades en el ámbito de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, definiéndose los lugares

<sup>12</sup> Resolución de Consejo Directivo N° 032-2014-OEFA/CD, "Aprueban el Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA", del 2 de setiembre de 2014, modificada mediante Resolución de Consejo Directivo N° 003-2016-OEFA/CD.

y las fechas donde tendría lugar la convocatoria previa y en los que se dejarían las hojas de inscripción.

68. La difusión para la realización de las etapas de inscripción fue realizada mediante comunicaciones formales (cartas y oficios) y emisión radial local (Radio Marginal 103.1), convocándose a los principales actores sociales involucrados en el desarrollo del MAP, tales como las autoridades locales de los caseríos Ascención de Aguaytillo y Primavera (distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali); y el caserío Los Ángeles y el centro poblado Macuya (distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco). En esas mismas localidades, se dejaron a las autoridades respectivas las hojas de inscripción para las etapas de realización de la inducción y del taller para la presentación de la propuesta del MAP.

### 7.1.3. Realización de la inducción y del taller para la presentación de la propuesta del plan del MAP

69. Dichas etapas tuvieron lugar del 24 al 26 de mayo de 2017, en los locales comunales del centro poblado Macuya, y de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Primavera y Los Ángeles.

70. Durante la inducción, el OEFA informó sobre las competencias de fiscalización ambiental a su cargo, los alcances del reglamento que regula la participación ciudadana en las acciones de monitoreo, los derechos y deberes de los participantes, y los lineamientos y procedimientos para la toma de muestras. Se entregó un certificado a los asistentes que se inscribieron con anticipación.

71. Inmediatamente después de la inducción, se continuó con el taller de presentación de la propuesta del MAP. Durante la misma, se explicaron los objetivos del monitoreo, las acciones que se realizarían en campo, los criterios para la elección de los puntos de muestreo, la metodología para la recolección de muestras y mediciones en campo, la metodología para la evaluación de los resultados y los alcances de la participación ciudadana durante las labores de monitoreo a realizarse. Los acuerdos tomados estuvieron relacionados principalmente con las fechas de ejecución del monitoreo y los participantes que acompañarían al OEFA durante la misma.

72. Tras la finalización de estas reuniones, se validaron puntos de muestreo propuestos con acompañamiento de la población.

73. Las actas y listas de participantes, correspondientes a cada una de las etapas del MAP, se presentan en el Anexo A1. Actas y listado de participantes del MAP. En el Anexo A2. Registro fotográfico, se encuentran las fotografías tomadas durante las etapas previas a la ejecución del monitoreo.

### 7.2. Ejecución de la evaluación ambiental temprana

74. Del 13 de marzo al 3 de abril de 2017 se realizó la evaluación correspondiente a flora y fauna (mamíferos y aves) en el área de interés. Para el caso de fauna, las cámaras trampa estuvieron instaladas en el área de estudio durante un mes, y fueron recogidas tras la finalización de este periodo.



75. La toma de muestras de agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas y suelo se llevó a cabo del 26 de mayo al 13 de junio de 2017, teniendo en cuenta los puntos de muestreo que habían sido determinados previamente.
76. Las personas que habían sido seleccionadas previamente acompañaron a los especialistas durante el monitoreo de los componentes ambientales mencionados.

### 7.3. Actores involucrados

77. Los actores involucrados en el desarrollo del MAP se consignan en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1. Actores sociales involucrados para el desarrollo del MAP

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad	Cargo	Representante (s)
Huánuco	Puerto Inca	Tournavista	Centro poblado Macuya	Alcalde	Orfilio Tucto García
Ucayali	Padre Abad	Alexander von Humboldt	-	Alcalde	Tiófilo Fortunato Báñez Espinoza
			Caserío Ascensión de Aguaytillo	Presidente de la Junta Vecinal Comunal Rural	Zenón Felipe Mateo Venturo*
			Caserío Los Ángeles	Agente municipal	Juan Retis Pimentel**
			Caserío Primavera	Agente municipal	Rubén Delgado Trinidad

\*El agente municipal que participó en la visita de reconocimiento fue el Sr. Abimalec Pargo Palacios.

\*\* El agente municipal que fue informado en la visita de reconocimiento fue el Sr. Johnny Cristian Simón Salinas

## 8. MARCO CONCEPTUAL

78. En esta sección se consigna información relevante acerca de los componentes ambientales que fueron analizados en la EAT, llevada a cabo el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco.

### 8.1. Agua superficial

79. De manera general, se puede afirmar que una de las causas del deterioro de la calidad de agua se debe al aumento de la población (situación que se empieza a recrudecer por las invasiones que se dan principalmente en las márgenes de los ríos y quebradas en la faja marginal) y la expansión sin planificación ambiental y territorial de las actividades antropogénicas como la agricultura.
80. Con respecto a la actividad extractiva como los hidrocarburos, esta causa deterioro en la calidad de las aguas superficiales al no contar con los mecanismos adecuados para la disposición y segregación de los residuos sólidos generados, tener vertimientos directos de las aguas domésticas e industriales (aguas saladas de producción) sin tratamiento previo y los derrames de petróleo por un mal manejo de equipos y/o por roturas de tuberías dañadas por el desgaste.
81. Seguidamente se mencionan conceptos que se han tenido en cuenta para realizar el análisis y la discusión de resultados referentes a la evaluación de agua.



Handwritten signature and initials in blue ink.

### 8.1.1. Parámetros físicoquímicos y microbiológicos

#### a) Oxígeno disuelto

82. El oxígeno es un nutriente esencial para la mayoría de los organismos vivos acuáticos, dada su dependencia del proceso de respiración aeróbica para la generación de energía y para la movilización del carbono en la célula. Además, el oxígeno disuelto es importante en los procesos de fotosíntesis, oxidación-reducción, solubilidad de minerales y descomposición de la materia orgánica (Massol, 2006).
83. La distribución del oxígeno en cuerpos de agua naturales está determinada por el intercambio gaseoso a través de la superficie del agua, para lo cual es necesario un gradiente apropiado basado en las diferencias entre las presiones parciales de oxígeno en la atmósfera y el agua. La dirección y velocidad de transferencia del oxígeno al agua dependen de tres factores:
- Magnitud del gradiente de concentración.
  - Grosor de la película superficial (la razón de difusión molecular de oxígeno a 24°C es de sólo  $2.3 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ , requiriéndose muchos años para que trazas de oxígeno logren penetrar 5 m a través de la superficie).
  - Turbulencia que se produce por el movimiento rápido del agua que atrapa y disuelve el oxígeno del aire en el medio acuático (por ejemplo, en áreas de altos caudales como cascadas y represas, la alta presión de la corriente de agua lleva a solución el oxígeno y otros gases atmosféricos).
84. La fotosíntesis es también una fuente primaria de oxígeno disuelto en el agua, aportándolo principalmente en los cuerpos lénticos como lagos y otros cuerpos lóticos<sup>13</sup>. Mientras, el consumo respiratorio de las plantas y animales acuáticos disminuye la cantidad de oxígeno. Finalmente, los procesos físicos de advección (movimiento horizontal del agua causado principalmente por variaciones de la presión atmosférica cerca de la superficie del agua) y la difusión influyen en la concentración de oxígeno.

#### b) Coliformes termotolerantes

85. Los coliformes termotolerantes<sup>14</sup> son un subgrupo de coliformes totales constituidos principalmente de *Escherichia Coli*, *Enterobacter* y algunas *Klebsiella*, los cuales habitan en los intestinos de animales homeotermos o endotermos (animales de sangre caliente) (Abul Moheman *et al.*, 2014).
86. Una alta concentración de coliformes termotolerantes en el agua sugiere contaminación fecal debido a la introducción de microorganismos patógenos en el agua, lo que representa un riesgo potencial a la salud. Los coliformes termotolerantes son mejores indicadores de la presencia de bacterias patógenas

<sup>13</sup> El oxígeno derivado del proceso de fotosíntesis ( $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + \text{energía}$ ) se produce como resultado de la fotólisis del agua ( $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{h\nu} 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + \frac{1}{2}\text{O}_2$ ). El oxígeno proviene del agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y no del  $\text{CO}_2$ .

<sup>14</sup> También conocidos como coliformes fecales; no obstante, el término "termotolerantes" abarca todos los coliformes que pueden crecer y fermentar la lactosa en una temperatura relativamente alta (45 °C).



Handwritten signature and vertical text: D I A M S

en el agua que los coliformes totales, pero su sola cuantificación no puede determinar si la contaminación fecal proviene de fuentes antropogénicas y no.

87. Hay indicios de que muchos coliformes termotolerantes pueden crecer y multiplicarse en ambientes acuáticos tropicales y subtropicales, originándose a partir de fuentes no antropogénicas como los suelos, y que estos organismos pueden incluso convertirse en miembros autóctonos de la comunidad microbiana fecal (Chao *et al.*, 2003), lo que merma su significancia como indicadores de contaminación fecal en tales áreas.

### c) Metales

88. La presencia de metales pesados en el agua puede ser natural, procediendo de la meteorización de las rocas y suelos, y erupciones volcánicas, entre otras; y antropogénica, generada a partir de actividades como la minería, industrias, irrigación de aguas residuales y actividades agrícolas (Aktar *et al.*, 2010). Cuando los metales pesados son liberados en los sistemas acuáticos, se distribuyen durante su transporte entre la fase disuelta y suspendida (Varol & Sen, 2012).

89. La habilidad de los metales para asociarse con otros componentes disueltos y suspendidos, depende de la actividad de los metales (principalmente los que se encuentran en concentraciones trazas) en los ecosistemas acuáticos, y por ende sus impactos en la vida acuática varían dependiendo de la especie del metal (Issa *et al.*, 2011). Los metales<sup>15</sup> evaluados en el agua superficial en el presente estudio se han dividido en los siguientes grupos de acuerdo a la clasificación de la tabla periódica de los elementos químicos<sup>16</sup>:

- Metales pesados: Arsénico (As) (metaloide), cadmio (Cd), cromo, (Cr), cobalto (Co), cobre (Cu), níquel (Ni), manganeso (Mn), mercurio (Hg) (metales de transición) y aluminio (Al) y plomo (Pb) (otros metales o metales del bloque p).
- Metales alcalinos: Sodio (Na) y potasio (K) y metales alcalinos térreos: berilio (Be), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr) y bario (Ba).

<sup>15</sup> Cabe señalar que dentro de la lista de los metales reportados por el laboratorio acreditado se ha incluido a los no metales: fósforo (P) y selenio (Se).

<sup>16</sup> Se definen las siguientes propiedades fisicoquímicas generales de los grupos o familias de la tabla periódica:

- **Metales alcalinos:** Son las sales solubles en agua y constituyen el 4,8 % de la corteza terrestre, incluyendo capa acuosa y atmósfera, siendo el sodio y el potasio los más abundantes.
- **Metales alcalinos térreos:** Constituyen algo más del 4 % de la corteza terrestre (sobre todo calcio y magnesio) y son menos solubles en el agua que los metales alcalinos.
- **Metales de transición:** Abarca la mayoría de metales y tienen un carácter intermedio entre los metales alcalinos (incluye los térreos) y los otros elementos de la derecha como los no metales (formadores de ácidos). Muestran varios estados de oxidación de un mismo metal, siendo sus óxidos e hidróxidos más o menos ácidos o anfóteros (reaccionan como base o ácido).
- **Otros metales:** No presentan estados de oxidación variables como los metales de transición. Forman complejos iónicos, siendo sus óxidos anfóteros como el aluminio, plomo y estaño.
- **Metaloides:** Tienen propiedades de metal y no metal; sus propiedades físicas tienden a ser metálicas y las químicas tienden a ser no metálicas. La mayoría de ellos forman óxidos e hidróxidos con propiedades anfóteras, principalmente boro, silicio, germanio y arsénico.
- **No metales:** Son compuestos de carácter ácido, puesto que sus óxidos forman algunas soluciones ácidas y tienden a formar oxoaniones en solución acuosa como los fosfatos ( $PO_4^{3-}$ ).

Recuperado el 1 de noviembre de 2017 de:

<https://www.uam.es/docencia/elementos/spV21/conmarcos/elementos/familias.html>.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

- Metaloides: Silicio (Si) y antimonio (Sb)

90. El resto de elementos que se encuentran dentro de cada uno de los grupos de la tabla periódica registró concentraciones pequeñas (trazas) o menores al límite de cuantificación, tales como el metal alcalino litio (Li); metales de transición como molibdeno (Mo), plata (Ag), titanio (Ti) y vanadio (V); otros metales como talio (Tl), bismuto (Bi) y estaño (Sn); y el metaloide boro (B).
91. Algunos de los metales como cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), níquel (Ni) y zinc (Zn) son esenciales como micronutrientes para los procesos de vida de los animales y plantas, mientras que otros metales, tales como aluminio (Al), cadmio (Cd), cromo (Cr), plomo (Pb), cobalto (Co) y mercurio (Hg) no tienen consecuencias fisiológicas conocidas (Kar *et al.*, 2008; Aktar *et al.*, 2010).

### 8.1.2. Procesos geológicos externos o exógenos<sup>17</sup>

92. Estos procesos que tienen lugar en la superficie terrestre comprenden generalmente la meteorización, erosión, transporte y sedimentación, procesos que dependen tanto de la cantidad de energía o fuerza del agua que hay en las quebradas y ríos (fluvial) como de la acción del hielo (glaciar) y viento (eólico). A continuación, se definen los tres de los procesos fluviales mencionados.

#### a) Erosión fluvial

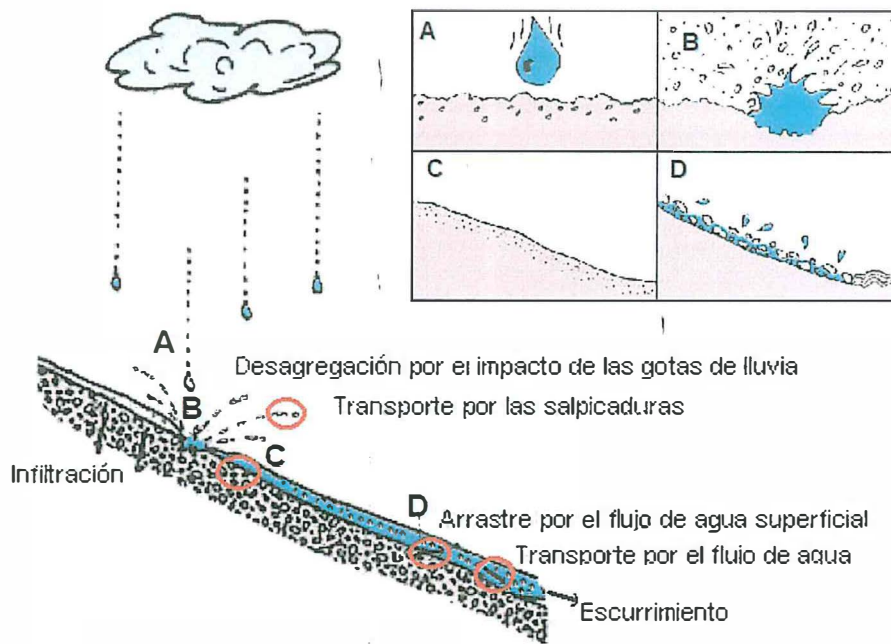
93. La palabra erosión, proviene del latín *erodere*, que significa desgaste o destrucción producida en la superficie de un cuerpo por la fricción continua. En hidrología, erosión se puede definir como el desgaste de la superficie terrestre por agentes externos como el agua o el viento (Ramírez León, 2009). El proceso de erosión fluvial consiste en el desprendimiento y transporte de partículas de la superficie del suelo debido al agua, y es causado por la lluvia y el escurrimiento o escorrentía<sup>18</sup> (ver Figura 8-8).
94. La lluvia actúa de manera directa e indirecta. La acción directa se refiere al impacto de las gotas de lluvia en la superficie del suelo (ver Figura 8-8A y Figura 8-8B). Estos impactos compactan la superficie del suelo y rompen los agregados haciendo saltar las partículas, dejándolas expuestas y listas para ser arrastradas por el agua (Allas, 2006).
95. En la acción indirecta, el suelo se mezcla con el agua y se lleva a cabo un movimiento lateral de las partículas a otros puntos de la ladera (ver Figura 8-8C y Figura 8-8D). Este desplazamiento no tiene consecuencias si no existe una fuerza que las haga moverse aguas abajo, es decir, la gravedad, que actúa por medio de la pendiente del terreno (Ramírez León, 2009).

<sup>17</sup> Para el presente estudio se ha considerado a las quebradas y ríos; no obstante, también puede ocurrir en otros cuerpos de agua lóticos y lénticos (cochas o lagunas).

<sup>18</sup> El escurrimiento o escorrentía se forma cuando la intensidad de la lluvia es mayor que la velocidad de infiltración, y el agua queda en la superficie y no es absorbida por el suelo debido a que las partículas más finas expuestas luego de la salpicadura sellan la superficie reduciendo la infiltración y aumentando el flujo superficial.



Handwritten notes in blue ink: 'd', 'k', 'D', '9', 'H', 'A', 'H', 'S'.



**Figura 8-1.** Etapas del proceso de erosión fluvial: (A) Impacto de la gota de lluvia sobre el suelo; (B) Desintegración del suelo en partículas minúsculas; (C) Cobertura de las grietas y poros del suelo por las partículas sueltas luego de la lluvia; y (D) Arrastre y transporte de las partículas de suelo por el flujo del agua superficial

Fuente: Ramirez León, 2009 & Allas, 2006



**b) Transporte fluvial**

- 96. El transporte fluvial es el traslado o acarreo de las partículas o materiales luego del proceso de erosión, ver Figura 8-2.
- 97. El conjunto de materiales que transporte el río se denomina carga, y es variable dependiendo del tamaño. La capacidad del río es la carga máxima que puede transportar, y depende de su caudal y velocidad (Etayo, 2010).
- 98. **La carga en suspensión** se refiere a las pequeñas partículas (limos y arcillas) que son transportadas en el agua por medio del flujo del agua superficial (turbulencia). **La carga en disolución** hace referencia a los minerales que se solubilizan en el agua y se encuentran en forma de iones. Este tipo de transporte es independiente de las características cinéticas del fluido. En relación a la **carga de fondo**, las partículas se mueven por rodadura, arrastre y saltación, lo cual depende del tamaño y la forma de dichas partículas<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> **Rodadura (tracción):** Los materiales más pesados ruedan lo largo del lecho del río, el cual requiere la mayor cantidad de energía. Materiales típicos de esta forma de transporte son los llamados "cantos rodados". **Arrastre:** Las partículas se desplazan deslizando por el lecho. Generalmente son pequeños trayectos sucesivos (a modo de "empujones"). **Saltación:** Las partículas pueden levantarse del lecho (fondo), pero no mantenerse en el agua y caen y colisionan con otras partículas, repitiéndose el proceso a lo largo del lecho del río en un movimiento de "salto de rana".

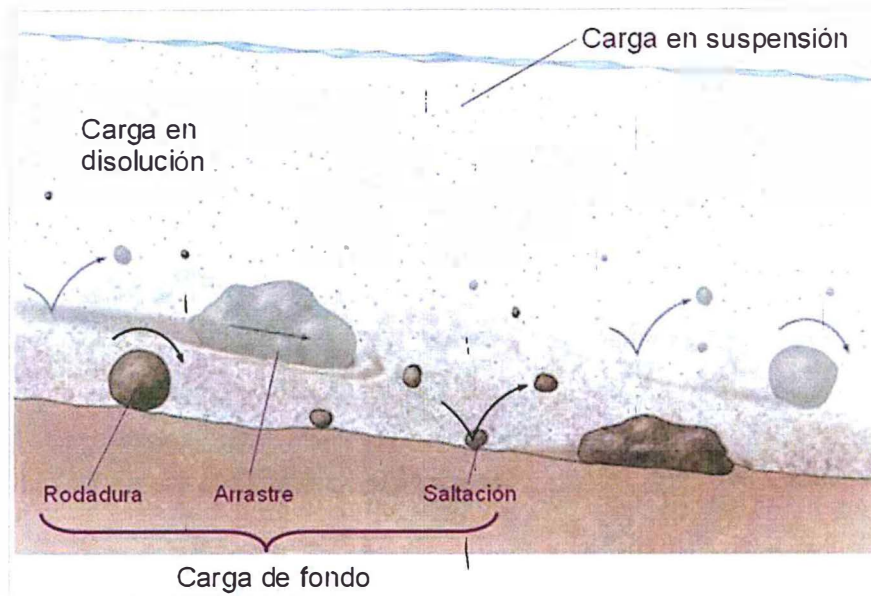


Figura 8-2. Transporte de sedimentos por proceso fluviales  
Fuente: Etayo, 2010

### c) Sedimentación fluvial

99. Este proceso se produce cuando cesa el transporte, siendo la gravedad, la fuerza responsable de llevar a cabo la sedimentación (ver Figura 8-3). Son ejemplos de esto la arena de la playa formada en los meandros, la grava y los lodos. La sedimentación también es consecuencia de factores químicos y biológicos, lo que da lugar a sus diferentes formas: detrítica, química (caso especial evaporítica) y orgánica. Los sedimentos se depositan en zonas que suelen ser más bajas, lo que sucede más en las áreas marinas que en las continentales (Etayo, 2010).

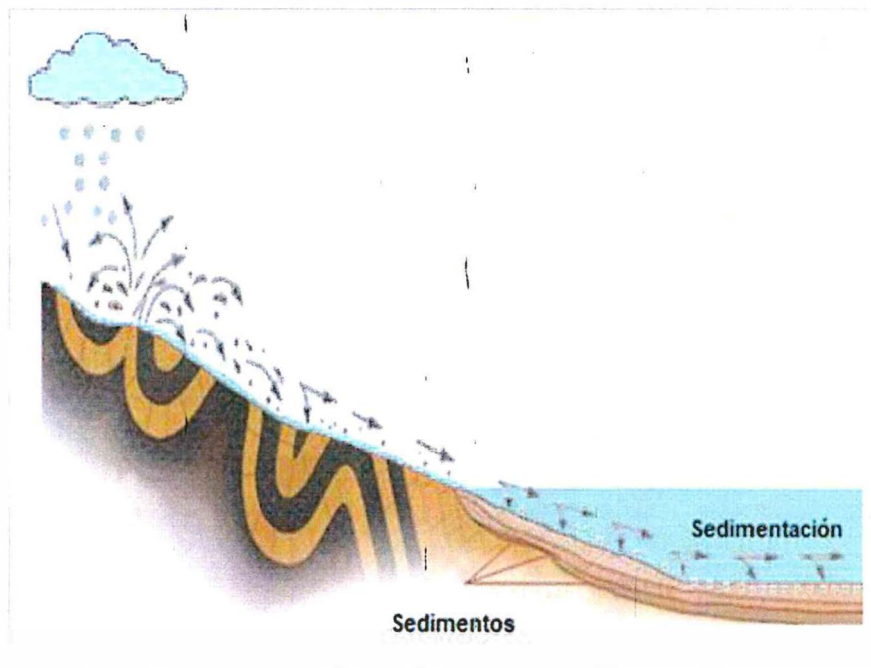


Figura 8-3. Proceso de sedimentación fluvial  
Fuente: Etayo, 2010



12  
H  
A  
M  
S

### 8.1.3. Pretratamiento y análisis multivariado

100. El análisis multivariado es un conjunto de métodos estadísticos que sirven para analizar simultáneamente una matriz grande de datos conformadas por variables medidas para cada objeto estudiado. En el presente estudio, una matriz de datos correspondientes a los diferentes metales (variables) y puntos de muestreo (observaciones) de agua superficial, será sujeto al análisis multivariado para extraer la información de los puntos de muestreo con similares concentraciones, identificando por tanto patrones.
101. Los cálculos matemáticos y estadísticos realizados en el presente estudio fueron desarrollados con la versión 10.0 del *software* Statistica (StafSoft, 2011) y la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2016.<sup>20</sup>

#### 8.1.3.1. Manejo de datos por debajo del límite de cuantificación

102. En ocasiones, los datos resultantes de las evaluaciones ambientales pueden estar por debajo del límite de cuantificación. Estos datos desconocidos son generalmente descritos como no detectables, en vez de valores ceros o ausentes, y se encuentran entre el valor límite y cero (EPA, 2006).
103. La condición más importante para llevar a cabo la evaluación, es que la matriz de datos obtenida se encuentre completa, debido a que una matriz incompleta produce resultados inconclusos o erróneos, siendo necesario eliminar o rellenar los espacios vacíos de algún modo (Ramis Ramos G., 2001). De esa manera, se escogió aquellos metales cuyas concentraciones no detectables fueran menores al 15 % del total de puntos de muestreo, de acuerdo al método establecido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos - *Environmental Protection Agency* (en adelante EPA, por sus siglas en inglés) del 2006.

#### 8.1.3.2. Análisis de clúster (AC)

104. Dentro de los diversos métodos o técnicas de análisis multivariado, en el presente estudio se utilizó el análisis de clúster (AC), una técnica de reconocimiento de patrones no supervisado cuyo propósito básico es agrupar los datos de acuerdo a la semejanza de sus diversas características (Möller & Einax, 2013), sin hacer una suposición previa de clasificación de las variables (metales) y observaciones (puntos de muestreo) (Shrestha, S., Kazama, F, 2007; Fang Huang, 2010; Machiwal & Jha, 2015).
105. El análisis de clúster utilizado es el tipo jerárquico (HCA, por sus siglas en inglés), que consiste en formar secuencialmente los clústeres comenzando con las variables y observaciones más semejantes, hasta elaborar clústeres más grandes con las variables y observaciones menos semejantes, y los cuales son representados en un gráfico de dos dimensiones conocido como diagrama de

<sup>20</sup> Diferentes versiones de dicho software estadístico, han sido usadas en diferentes trabajos de investigación: Statistica 6.0 y Microsoft Office Excel 2003 por Shrestha S., Kazama F. (2007); Statistica 6.0 en la plataforma Windows 2000 (Tomasz Kowalkowski, 2006); Statistica versión 6.1 (Möller S., 2013); Statistica versión 8.0 y Microsoft Office Excel 2003 (Cieszynska M., 2012).



H  
H  
D  
I  
H  
L  
M  
S

árbol o dendrograma<sup>21</sup>; en donde se visualiza el proceso de agrupamiento (Shrestha & Kazama, 2007; Anderson *et al.*, 2009; Machiwal & Jha, 2015; Wang *et al.*, 2013).

- 106. El resultado del dendrograma son agrupaciones de variables u observaciones con bastante semejanza o homogeneidad dentro del clúster y poca semejanza o heterogeneidad entre los clústeres de acuerdo algún criterio objetivo (Shrestha & Kazama, 2007; Boyacioglu H. & Boyacioglu H., 2008; Fang Huang, 2010; Wang *et al.*, 2013).
- 107. Cabe mencionar que cada clúster describe, en relación a los datos agrupados, la clase a la que pertenece cada variable u observación, y esta descripción puede ser abstraída a través del uso de términos generales o particulares (Kowalkowski *et al.*, 2006; Einax *et al.*, 1997; Astel *et al.*, 2007).
- 108. Finalmente, el análisis de Clúster, aparte de agrupar variables u observaciones de los datos originales, también puede agrupar valores como las puntuaciones (scores) obtenidas con el análisis de componentes principales (ACP) (Zhao, *et al.*, 2012; Mecozzi, *et al.*, 2012).

**a) Medidas de semejanza entre los datos**

- 109. La idea fundamental en el análisis de clúster, para encontrar similitudes en una matriz de datos entre las observaciones (puntos de muestreo) y variables (metales en el presente estudio), es calcular sus medidas de semejanza (ver Tabla 8-1). Así, dos variables y observaciones son asignados a la misma categoría o clase si sus medidas de semejanza son pequeñas.



**Tabla 8-1. 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 euadrática	$d_{euclidiana\ euadrática}(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2$ , $i, j = 1, \dots, n$
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 muestreo) y  $X_j$ : Vector de datos de la observación  $j$  (punto de muestreo).

$Y_i$ : 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 ( $\bar{x}_A$ ).

D  
J  
H  
A  
M  
S

<sup>21</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).



110. Las medidas de semejanzas más usadas por el análisis de clúster son la distancia euclidiana y distancia euclidiana cuadrática, que se deriva de la geometría analítica (Ley de Pitágoras) (Einax *et al.* 1997; Ramis, 2001).
111. La distancia euclidiana fue considerada en los estudios de investigación de Fitzpatrick *et al.*, 2007; Cienszynska *et al.*, 2012 y Wang *et al.*, 2013 y la distancia euclidiana cuadrática fue considerada en los estudios realizados por Astel *et al.*, 2007; Shrestha & Kazama, 2007; y Möller & Einax, 2013. 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.
112. 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). Por otro lado, la distancia de Mahalanobis considera la distribución de las observaciones en ciertos grupos en el espacio de la variable, siendo el autoescalado de los datos no necesario para el cálculo de esta distancia (Otto, 2007; Brereton, 2003).
113. 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). El valor  $1-r$  de Pearson fue considerada en los estudios de investigación de Dębska & Guzowska-Świder, 2011; Cienszynska *et al.*, 2012; y Pereira *et al.*, 2013.
114. En el presente estudio se optó por la distancia euclidiana para el análisis de los puntos de muestreo y el valor de  $1-r$  de Pearson para los metales.

### b) Medidas de agrupamiento de clústeres

115. La información básica para la unión de los clústeres es su medida de enlace. Se denota como  $d_i^{(a)}$  y  $d_i^{(b)}$  para  $i = 1, \dots, n$  a todas las distancias asignadas a un clúster  $a$  y  $b$ , con un número de "individuos" (metales o puntos de muestreo)  $n_a$  y  $n_b$ , respectivamente. Se puede determinar diferentes tipos de medida de enlace entre dichos clústeres, como se observa en la Tabla 8-2 (Einax *et al.*, 1997; Varmuza & Filzmoser, 2008).

Tabla 8-2. 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 más cercanos)	Mínimo $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)} $	Dendograma con pocos clústeres grandes
Máximo (vecinos más lejanos)	Máximo $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)} $	Dendograma con muchos clústeres pequeños
Método de Centroides	Centroides $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)} $	Dendograma con tamaño de clústeres dependiente del número de muestras
Método de Ward	Centroides $ d_i^{(a)} - d_i^{(b)}  \times \frac{\sqrt{2 \cdot n_a \cdot n_b}}{\sqrt{n_a + n_b}}$	Dendograma con la mejor estructura de clústeres

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

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

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



g  
h  
P  
I  
H  
A  
M  
S

116. De dichos métodos de agrupamiento, el enlace promedio toma en cuenta la distancia de enlace promedio (ponderada o no ponderada) entre los clústeres. El enlace máximo se refiere a la máxima distancia de cada par de medidas, mientras que el enlace mínimo define la mínima distancia entre cada par de distancias pertenecientes a cada clúster.
117. Asimismo, el método de centroide es casi similar al enlace promedio y calcula el centro de gravedad de cada par de distancias entre los clústeres. Esto, sin embargo, no conduce estrictamente a que la distancia se incremente dentro de los procedimientos de agrupación (Varmuza & Filzmoser, 2008).
118. 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. Para ello, dentro de los métodos de agrupamiento indicados en la Tabla 8-2, el método de Ward obtiene resultados que son más fáciles de interpretar (Einax *et al.*, 1997), produciendo clústeres estables y bien estructurados sobre otros rangos amplios de otros métodos de semejanza (Einax *et al.*, 1997; Gielar *et al.*, 2012).
119. En el presente estudio se consideró el método de agrupamiento de Ward. Esta medida ha sido utilizada en muchos estudios como los realizados por Fitzpatrick *et al.* (2007), para la interacción suelo y agua; Astel *et al.* (2007), para la evaluación de clúster junto con otros análisis como los análisis de redes neuronales (ANN)<sup>22</sup> con los mapas auto-organizados de Kohonen (SOM, por sus siglas en inglés)<sup>23</sup> y Azhar Shah *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 (Kannel *et al.*, 2007; Shrestha & Kazama, 2007; Anderson *et al.*, 2009; Pereira *et al.*, 2013; Cienszynska *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2013; Möller & Einax, 2013; Machiwal & Jha, 2015).

### c) Distancias de agrupamiento de los clústeres

120. 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, y el eje "y" representa la distancia de enlace expresada como  $D_{link}/D_{max}$ , expresada como el cociente entre la distancia de enlace de un clúster cualquiera dividido entre la distancia máxima de enlace de todos los clústeres agrupados (Singh *et al.*, 2004; Shrestha & Kazama, 2007; Chen *et al.*, 2016).
121. El cociente es luego multiplicado por 100 ( $D_{link}/D_{max} * 100$ ) como una manera de estandarizar su valor, representado en el eje "y" (Shrestha & Kazama, 2007; Chen *et al.*, 2016). De esta manera, el dendograma visualiza a todas las variables y observaciones agrupadas, los pasos de agrupamiento de los clústeres y la distancia entre ellos.

<sup>22</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>23</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).



*[Handwritten vertical text: D, I, H, A, M, S]*



122. Dentro del dendograma, 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).
123. Por consiguiente, la determinación del número de clústeres formados en el dendograma se realiza por medio del corte del eje "y" a un cierto valor de valor del cociente ( $Dlink/Dmax \times 100$ ). Este valor es variable en relación a las diferentes investigaciones; por ejemplo, el índice de Sneath tiene un valor igual a  $1/3 DMax$  ( $Dlink/Dmax \times 100 = 33,33$ ) y  $2/3 Dmax$  ( $Dlink/Dmax \times 100 = 66,67$ ) en los estudios realizados por Astel *et al.* (2007); Cienszynska *et al.* (2012); Wang *et al.* (2013).
124. Asimismo, se tienen otros valores de corte como  $Dlink/Dmax \times 100 < 25$  por Gazzaz *et al.*, 2012;  $Dlink/Dmax \times 100 < 35$  por Zhou *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  $(Dlink/Dmax) \times 100 < 16$  consideradas por Chen *et al.* (2016).
125. La distancia para establecer los clústeres en el presente estudio fue  $(DLink/Dmax) \times 100 = 20$ , para los puntos de muestreo, y  $(DLink/Dmax) \times 100 < 16$  para los metales.

#### 8.1.4. Control de calidad (duplicados)

126. Para determinar la precisión de la toma de muestra y el proceso de análisis, se evalúa sus duplicados o réplicas mediante la Diferencia Porcentual Relativa (RPD, por sus siglas en inglés) o Diferencia de Media Porcentual Relativo, cuya ecuación es la siguiente (EPA, 2014):

$$\%RPD = \frac{|X1 - X2|}{\frac{(X1 + X2)}{2}} \times 100 \quad (8.1)$$

Donde:

- X1 : Concentración de la muestra en mg/L.  
 X2 : Duplicado de la muestra en mg/L.  
 $|X1 - X2|$  : Valor absoluto de la diferencia entre la concentración de la muestra y su duplicado.

127. Cuando los valores de RPD son mayores al 20 % se considera que la muestra tiene una concentración imprecisa, lo que significa que pueden haber ocurrido errores durante la toma de muestra, tales como mala homogenización, o que puede haber influenciado la heterogeneidad ambiental del cuerpo de agua por factores como la lluvia<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> De acuerdo a Ministerio de Medio Ambiente y Estrategia de Cambio Climático de Canadá (MECCS, por sus siglas en inglés), 2013, si uno de los valores duplicados de campo es cinco veces mayor al límite de cuantificación, los valores de RPD mayores a 20 % indican un posible problema y si son mayores a 50 % indican un problema definido, probablemente contaminación o falta de representatividad de la muestra.

## 8.2. Sedimentos

128. Los sedimentos son todo tipo de partículas que son heterogéneas en su forma, tamaño y naturaleza cuyo origen proviene de contextos geológicos y pedológicos (Edson Campanhola Bortoluzzi *et al.*, 2010), acumulándose en el fondo de un cuerpo de agua siendo de gran valor para el estudio de los ecosistemas acuáticos. En estas sustancias acumulan compuestos orgánicos persistentes, nutrientes, patógenos y metales pesados, entre otros, siendo estos últimos los más estudiados.
129. El flujo de los cuerpos de agua superficial (quebradas y ríos) permite que haya una interacción constante entre el agua y los sedimentos del lecho o fondo; por esta razón, el conocimiento de las características de los sedimentos es fundamental para entender la química del agua (Copaja S., 2016).
130. Seguidamente se presenta la definición de los parámetros evaluados a discutir: materia orgánica, clase textural, cloruros, metales pesados, petróleo, Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) y la evaluación estadística descriptiva y normalidad a tener en cuenta para realizar el análisis de la información de calidad de sedimentos, recogida durante la etapa de campo de la presente evaluación.

### 8.2.1. Parámetros fisicoquímicos

#### a) Materia orgánica

131. La materia orgánica se origina de los residuos vegetales y animales, siendo generalmente categorizada en material húmico y no húmico. Los materiales húmicos son aquellos compuestos orgánicos que resultan de la degradación química y biológica de los materiales no húmicos. El material no húmico, de otro lado, consiste en compuestos orgánicos que se mantienen no descompuestos o están parcialmente degradados. Las sustancias húmicas son clasificadas como: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas basadas en su solubilidad en ácidos y bases (Mulligan *et al.*, 2009).

#### b) Clase textural

132. El tamaño de partículas en los sedimentos tiene una variedad de formas, por lo que es difícil determinar el tamaño exacto. Los sedimentos a menudo son clasificados por el tamaño de grano y su distribución (Mulligan *et al.*, 2009). Los métodos comunes usados más son las clasificaciones realizadas por las técnicas de ingeniería geotécnica (ASTM D422, AASHTO T 88, entre otros), la clasificación de Wentworth de 1922, DIN 4022 (norma alemana) y la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) para la clasificación textural de suelos. De este modo se distinguen:

- **Arena:** Fragmentos de roca o minerales de tamaño pequeño que consisten principalmente el cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) y feldespato (compuesto de silicio y aluminio - aluminosilicatos) y otros minerales como dolomita y hematita.
- **Limo:** No tiene composición definida; usualmente es una mezcla de minerales de arcilla en la fracción más pequeña, de cuarzo y feldespatos en la fracción más gruesa, y otros minerales como los anfíboles y las micas.



Handwritten signature and vertical text: V O B O, H, D, I, A, A, M, S



- **Arcilla:** Pertenece al grupo de los aluminosilicatos (mineral de óxido de aluminio y sílice) distribuidos en minerales secundarios correspondiente a los grupos esmectita, clorita, illita y caolinita.
- **Gravas:** Conjunto de piedras pequeñas que proceden de la meteorización y erosión de rocas por acción del agua y el viento que los tienden a apilar en grandes cantidades. El tamaño de sus partículas es mayor a 2 mm.

133. En el presente estudio, se consideró la clasificación de los sedimentos en relación al diámetro de partícula de acuerdo al USDA para suelo, el cual determina los siguientes rangos: Arena (2 a 0,05 mm), limo (0,05 a 0,002 mm) y arcilla (< 0,005 mm). También se tuvo en cuenta la clasificación textural de acuerdo a los porcentajes de cada uno de los componentes obtenidos mediante el triángulo textural, similar a la evaluación de los suelos, no habiendo sido consideradas las gravas.

### c) Cloruros

134. Los cloruros son elementos no reactivos y de mayor movilidad en el sistema agua-sedimentos, siendo útil para los procesos difusionales en los sedimentos.

135. Este parámetro fisicoquímico puede provenir de diferentes fuentes, abarcando la descomposición de rocas ígneas, degradación de restos orgánicos, aportaciones realizadas por las lluvias, así como actividades antropogénicas entre las cuales se menciona el aporte de las aguas de riego, presencia de fertilizantes y plaguicidas (Crosara, 2007)

### d) Metales pesados<sup>25</sup>

136. De acuerdo con Mohammad Salah E.A. (2012), los sedimentos fluviales son un importante portador de metales pesados en el ambiente acuático. Los sedimentos son una mezcla de varios componentes de especies minerales además de detritos que tienen el potencial de ser depósitos de metales por lo que son ampliamente investigados para gestionar los ecosistemas acuáticos<sup>1</sup>(Tang W., 2014).

137. La fuente principal de metales pesados en los sedimentos es la meteorización de la roca firme, los drenajes de aguade las cuencas y las escorrentias desde las márgenes u orillas de los ríos (Raju Venkatesha K., 2012). El mecanismo de acumulación se produce a través de la absorción de estos metales por los sólidos suspendidos de la columna del agua para luego acumularse fuertemente en los sedimentos y ser fuente a niveles elevados bajo condiciones variables (por ejemplo, pH, pontencial redox – Eh y temperatura).

138. Dentro de los metales pesados (que incluye a los metaloides) evaluados en sedimentos en el presente estudio, se encuentran: Arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y zinc (Zn). No se consideraron los metales más abundantes de la corteza terrestre<sup>26</sup> como el aluminio (Al) y el

<sup>25</sup> El término metal pesado se refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones incluso muy bajas. Los ejemplos de metales pesados o algunos metaloides, incluyen el mercurio (Hg), cadmio (Cd), arsénico (As), cromo (Cr), talio (Tl) y plomo (Pb), entre otros (Lucho *et al.*, 2005a). Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en organismos vivos.

<sup>26</sup> Recuperado el 5 de noviembre de 2017 de: <https://www.lenntech.es/tabla-peiodica/abundancia.htm>.



Handwritten signature and initials: J, M, A, M, S

hierro (Fe), con 8 y 5 %, respectivamente, ni al manganeso, además de a algunos metales alcalinos y alcalinos térreos, con 0,09 %, y al cobalto (Co), por tener todas las concentraciones de los puntos de muestreo menores al límite de cuantificación), y se adicionó al metal alcalino térreo bario (Ba) debido a la actividad hidrocarburífera.

139. Cabe mencionar que los citados metales pesados, junto con el resto de metales, no metales y metaloides reportados por el laboratorio acreditado, forman parte de los diversos grupos de la tabla periódica indicados en la sección 8.1.1.

#### e) Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

140. El término HTP es usado para describir una amplia familia de compuestos provenientes del crudo de petróleo y se define como la cantidad medible de hidrocarburos a base de petróleo en un ambiente. Debido a que hay muchos químicos diferentes en el crudo de petróleo y sus productos derivados, no es práctico medir separadamente cada uno, por lo que es útil medir la cantidad total expresada en HTP.

141. Los HTP son compuestos orgánicos que contienen átomos de carbono e hidrógeno en las moléculas. La clase amplia de compuestos orgánicos incluyen a los alcanos, alquenos, alquinos, cicloalcanos (naftenos) y aromáticos. Los hidrocarburos están asociados al petróleo en diferentes estados como gases naturales (principalmente metano), petróleo crudo (mezcla compleja de alcanos, aromáticos y naftenos de amplio rango), y carbón alquiltrán, muchos de los cuales consisten en anillos poliaromáticos fundidos (Pradyot, 2010).

142. Para un mejor entendimiento, los HTP, han sido divididos en grupos orgánicos en el rango de gasolina (GRO, por sus siglas en inglés), fracción volátil o ligera de C<sub>5</sub> a C<sub>10</sub>; rango de diesel (DRO), fracción semivolátil o media de C<sub>10</sub> a C<sub>28</sub> y rango residual (WRO) ó aceite combustible o lubricante (ORO), fracción residual o pesada de C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub><sup>27</sup>.

143. En el ambiente, los hidrocarburos presentes en los suelos y sedimentos generalmente tienen tres orígenes: Biogénico, pirogénico y petrogénico (Chun Yang et al., 2012).

#### • Origen biogénico

144. Los hidrocarburos de origen biogénico o compuestos orgánicos biogénicos (BOCs, por sus siglas en inglés,) son usualmente menos tóxicos y menos peligrosos que aquellos provenientes de las fuentes petrogénicas y pirogénicas (Chun Yang et al., 2012).

27

La técnica o método de ensayo EPA 8015 C establece que los respectivos rangos orgánicos: GRO y DRO corresponden principalmente a los alcanos; no obstante, para el uso de compuestos adicionales, tipo de combustible o hidrocarburos de petróleo, se debe demostrar que las condiciones del método son adecuadas. La expansión de este método a otros tipos de combustibles o hidrocarburos (aromáticos y el rango WRO u ORO) también requerirá que el rango del punto de ebullición o el rango del número de carbonos del analito se defina cuidadosamente y la cuantificación sea modificada para que coincida con dichos rangos.



145. BOCs (del inglés, *biogenic organic compounds*) es un término general usado para describir una mezcla de compuestos orgánicos, incluyendo alcanos, esteroides<sup>28</sup> y esteroides, ácidos y alcoholes grasos, ceras y ésteres ceroso, biosintetizados por los organismos vivos (Wang *et al.*, 2009). Los BOCs también son producidos durante las etapas tempranas de diagenesis<sup>29</sup> en sedimentos acuáticos recientes.
146. Las fuentes de BOCs puede incluir las plantas vasculares, algas, bacterias y animales siendo un componente importante de muchos sedimentos orgánicos (Wang *et al.*, 2009).
147. Los BOCs presentes en el suelo y los sedimentos se pueden identificar y cuantificar fácilmente como HTP usando el mismo de ensayo (EPA 8015C). En algunos casos, los BOCs pueden exceder los niveles regulatorios o pueden causar que las concentraciones de HTP excedan las normas referenciales, lo que resulta en medidas de remediación innecesarias y costosas; por lo que es importante caracterizar y diferenciar los hidrocarburos de origen biogénico y petróleo en sedimentos contaminados en el análisis de HTP (Chun Yang *et al.*, 2012).

- **Origen petrogénico**

148. Estos hidrocarburos están relacionados con una variedad de posibles fuentes terrígenas, incluido las filtraciones de petróleo, lecho de carbón y materia orgánica asociada con material siliclástica<sup>30</sup> (Short Jeffrey W., 2007). Estos hidrocarburos incluyen petróleo no combustionado, carbón y los productos refinados, tales como aceites de combustibles destilados y lubricantes.

- **Origen pirogénico**

149. Estos hidrocarburos pirogénicos son principalmente de tipo aromático, conocidos como HAP, cuyo origen pirogénico (fluoranteno y el pireno son usualmente los más abundantes) son generados por la combustión incompleto de combustibles fósiles como carbón y petróleo o material orgánico reciente como madera (Page, 1999). Es muy probable que el tipo y calidad de la materia orgánica que se quema influya en el tipo de HAP generado (González *et al.*, 2013).

## 8.2.2. Evaluación de estadísticos descriptivos, test de *outliers* y normalidad

### a) Estadísticos descriptivos

150. Se distingue una cantidad que representa a una población y una cantidad que representa a una muestra. Un estadístico es una cantidad calculada a partir de sus datos para representar a una población. Un parámetro es una cantidad idealizada asociada a una población, puesto que no se puede medir directamente a menos que se pueda calcular toda la población; por lo tanto, los parámetros son

<sup>28</sup> Estas sustancias se encuentran en abundancia en los organismos vivos, sobre todo en animales y en algunas algas rojas. Son solubles en los disolventes orgánicos, y poseen un elevado punto de fusión.

<sup>29</sup> Son todos aquellos cambios: físicos, químicos y bioquímicos, que ocurren en los sedimentos o en las rocas sedimentarias después del depósito ocasionados por la circulación de fluidos, procesos fisicoquímicos

<sup>30</sup> Material siliclástica son aquellas rocas sedimentarias no carbonatadas compuestas de fragmentos o clastos (fragmentos de rocas previas, transformados y sedimentados) y constituidas casi exclusivamente por silicio.

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VºBº  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN  
D  
1  
H  
A  
M  
S

estimados por los estadísticos descriptivos (Berthouex & Brown, 2002). La evaluación consideró los siguientes estadísticos descriptivos:

- a.1) **Media:** Es el valor característico de una serie de datos cuantitativos; se obtiene a partir de la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos. Cuando el conjunto es una muestra aleatoria recibe el nombre de media muestral siendo uno de los principales estadísticos muestrales.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (8.2)$$

Donde:

$n$  : Número de datos.  
 $\sum X_i$  : Sumatoria de todos los datos.

- a.2) **Mediana:** Representa el valor de la variable de posición central en un conjunto de datos ordenados, calculado a partir de la ecuación:

$$m = \frac{x_{\frac{n+1}{2}} + x_{\frac{n}{2}}}{2}, \quad n \text{ es par} \quad (8.3)$$

$$m = x_{\frac{n+1}{2}}, \quad n \text{ es impar} \quad (8.4)$$

Donde:

$n$  : Número de datos.  
 $X_{n+1/2}$  : Valor en el  $n+1/2$ -ésima posición.  
 $X_{n/2}$  : Valor en el  $n/2$ -ésima posición.

- a.3) **Desviación estándar (SD):** Es una medida de la dispersión de los datos; cuanto mayor sea la dispersión mayor es la desviación estándar, si no hubiera variación en los datos, es decir, si fueran todos iguales, la desviación estándar sería cero. La SD cuantifica la dispersión alrededor de la media aritmética y se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (8.5)$$

Donde:

$n$  : Número de datos.  
 $X_i$  : Valor en el  $i$ -ésima posición.  
 $\bar{x}$  : Media o promedio aritmético de los datos.

- a.4) **Coefficiente de variación (CV):** Es la relación entre el tamaño de la media ( $\bar{x}$ ) y la variabilidad de la variable (SD). Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación estándar.



H  
 K  
 D  
 I  
 H  
 A  
 M  
 S

$$CV = SD / (\bar{X}) \quad (8.6)$$

Donde:

$SD$  : Desviación estándar.  
 $\bar{X}$  : Media o promedio aritmético de los datos.

- a.5) **Primer cuartil:** Primero de los tres puntos que dividen un conjunto de datos ordenados numéricamente en cuatro partes iguales. Esto es, el primer cuartil de una lista ordenada numéricamente es un número tal que un cuarto (25 %) de los datos de la lista se encuentra debajo de él.
- a.6) **Tercer cuartil:** Tercero de los tres puntos que dividen en cuatro partes iguales a un conjunto de datos numéricamente ordenados. Es decir, el tercer cuartil de una lista ordenada numéricamente es un número debajo del cual se encuentran las tres cuartas partes (75 %) de los datos.
- a.7) **Asimetría (Skewness):** Esta medida permite identificar si los datos se distribuyen de forma uniforme alrededor del punto central (media aritmética). La asimetría presenta tres estados diferentes (ver Figura 8-4). Se dice que la *asimetría* es *positiva* cuando la mayoría de los datos se encuentran por encima del valor de la media aritmética; la curva es *simétrica* cuando se distribuyen aproximadamente la misma cantidad de valores en ambos lados de la media; la *asimetría* es *negativa* cuando la mayor cantidad de datos se aglomeran en los valores menores que la media.

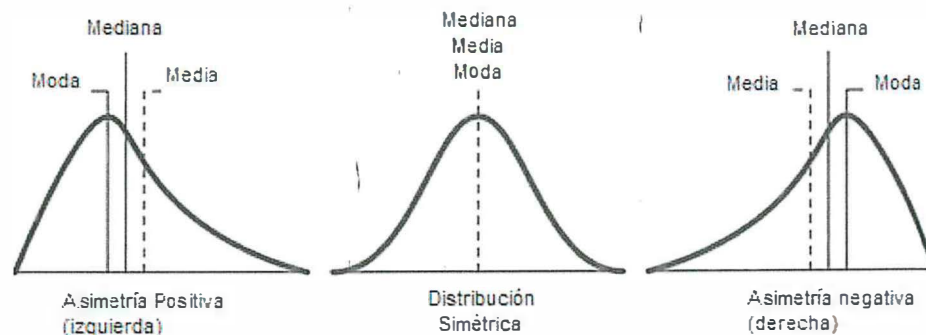


Figura 8-4. Tipos de distribuciones en relación a la asimetría

- a.8) **Curtosis (o kurtosis):** Es una medida que sirve para analizar el grado de concentración que presentan los valores de un parámetro (variable) alrededor de la zona central de distribución. Tomando como referencia la distribución normal, una distribución puede ser: Leptocúrtica (valor  $>0$ , valores concentrados en la media, curva muy apuntada); platicúrtica (valor  $<0$ , poca valores concentrados en la media, curva muy achatada o aplanada); y mesocúrtica (valor = 0, con una distribución normal). Esto se muestra en la Figura 8-5.

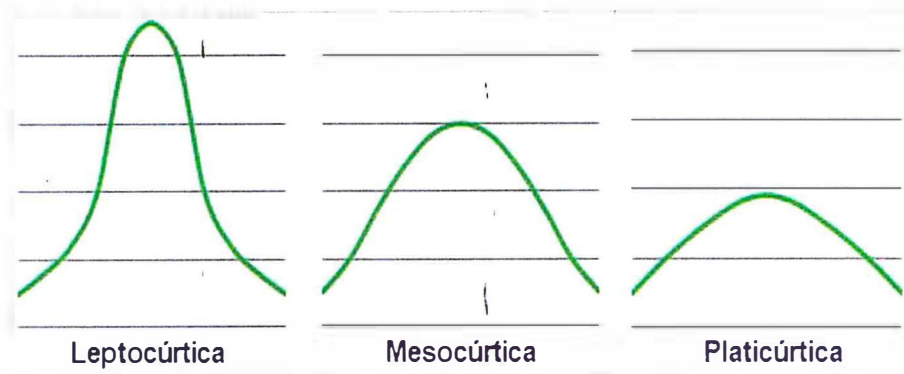


Figura 8-5. Tipos de distribuciones en relación a la curtosis

**b) Pruebas o Test para la detección de outliers**

151. Dos de las pruebas estadísticas utilizadas con mayor frecuencia en un grupo de datos son la prueba de Dixon y la prueba de Grubbs. Estas técnicas están diseñadas para detectar un único valor atípico en un grupo de datos, y por lo tanto no son adecuadas para la detección de múltiples valores atípicos.

**b.1) Test de Grubbs**

152. La prueba de Grubbs asume que los datos tienen una distribución normal y utiliza una estadística de prueba, T, calculada a partir de la siguiente ecuación:

$$T = |X_o - \bar{X}| / SD \tag{8.7}$$

Donde:

- $X_o$  : Outlier sospechoso.
- $\bar{X}$  : Media o promedio aritmético de los datos.
- $SD$  : Desviación estándar.

153. El valor  $X_o$  es considerado un outlier si es mayor a un valor crítico en base al número de datos y el nivel de significancia elegido (95 %), siendo su p-valor <0,05, respectivamente.

**b.2) Test de Dixon**

154. Esta prueba se basa en la diferencia relativa entre valores en una distribución normal y utiliza relaciones de las diferencias entre datos que pueden ser atípicos comparados con los valores del grupo de datos.

$$Q = X_n - X_{n-1} / X_n - X_1 \tag{8.8}$$

Donde:

- $X_n$  : Outlier sospechoso.
- $X_{n-1}$  : Siguiete valor al outlier sospechoso.
- $X_1$  : El valor mas bajo de los resultados.

155. Este valor Q se compara con un valor crítico de una tabla, y el valor se declara valor atípico si supera ese valor crítico. El valor crítico depende del tamaño de la



VBO  
 H  
 P  
 A  
 M  
 S



muestra,  $n$ , y de un nivel de representatividad elegido, que es el riesgo de rechazar una observación válida, el cual normalmente es el 95 %, esto es un  $p$ -valor  $< 0,05$ .

156. La prueba de Dixon se usa en un número pequeño de observaciones (menor a 26), puesto que no calcula la desviación estándar, y detecta elementos que se encuentren sesgados o que son extremos. Para aplicar la prueba de Dixon se requiere de un número de observaciones igual o mayor a 10.
157. Otros test estadísticos son los criterios de Chauvenet y Peirce, test de Cochran y la prueba ASTM E178 (práctica para manejar observaciones de valores atípicos) entre otros.
158. En el presente estudio se utilizará el test de Grubbs, calculando cada uno de los outliers hasta que el valor de la prueba sea  $p > 0,05$ . Si el valor inicial es  $p > 0,05$  entonces el parámetro a evaluar no tiene outliers.

### c) Pruebas de normalidad

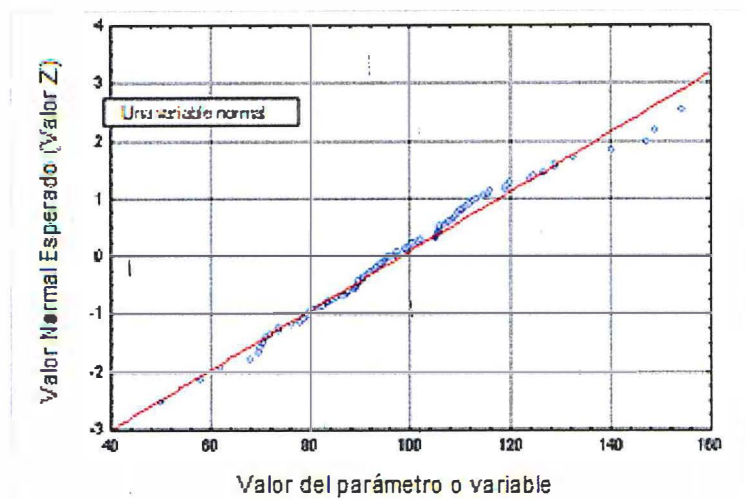
159. La distribución de los datos de las variables de estudio, se comprueba la normalidad a través de la estadística inferencial por medio de las pruebas de normalidad, entre las cuales podemos indicar los siguientes:
  - La prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S) se aplica para contrastar la hipótesis nula ( $H_0$ ) de cualquier distribución empírica como la logarítmica (Shrestha S., Kazama F., 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 demás pruebas y es mas fuerte que la prueba de Kolmogorov-Smirnov junto con Lilliefors (StafSoft, 2011).
160. 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  $p < 0,05$ .
161. La prueba de Shapiro-Wilks es, en términos generales, más conveniente en muestras pequeñas para un número de puntos de muestreo menor a 50, mientras que el contraste de Kolmogorov-Smirnov es adecuado para muestras grandes (Moliner, 2003). Otros análisis multivariados utilizados son: pruebas de Anderson-Darling, Cramer-von Mises, Anscombe-Glynn y Jarque-Bera con 95% de nivel de confianza (Ismael A., 2016; Ghasemi & Zahediasl, 2012).



Handwritten signature and initials: D, H, A, M, S

**d) Gráfico de Probabilidad Normal (P-Plot)**

162. Este tipo de gráfico se usa para evaluar la normalidad de la distribución de una variable o parámetros, es decir, si la distribución de la variable sigue la distribución normal (StafSoft, 2011). Los valores del parámetro seleccionados se trazarán en un diagrama de dispersión contra los valores "esperados a partir de la distribución normal" conocidos como valores  $z^{31}$ , ver Figura 8-6.



**Figura 8-6.** P-Plot de una variable normal  
Fuente: StafSoft, 2011.

163. Estos valores  $z$  se trazan en el eje "y" de la gráfica. Si los valores del parámetro o variable (graficados en el eje "x") se distribuyen normalmente, entonces todos los valores deben caer en una línea recta, si no se distribuyen normalmente, se desviarán de la línea (StafSoft, 2011).

**e) Diagrama de caja y bigotes (boxplot)**

164. El diagrama de caja y bigotes representa los valores mínimos, máximo y la mediana o media, identificando los valores atípicos (ver Figura 8-7).
165. Este diagrama muestra el sesgo (medida de la asimetría o *skewness*) y la curtosis (medida de "punta" o "achatación", o *tailedness*) con referencia a una distribución normal o gaussiana (Cieszynska M., 2012).
166. Dentro de los criterios a diseñar el diagrama de cajas y bigotes se considero a la media, el rango de valores no atípicos o de la caja de acuerdo al valor de la media (M)  $\pm$  SD, siendo SD la desviación estándar; y cuyos extremos son los percentiles  $V_1$  y  $V_2^{32}$  que determina el valor más alto (VMA) y más bajo (VMB).

31 Los valores  $z$  para la distribución normal es calculado a partir de la siguiente ecuación:  $z_j = F^{-1} [(3*j-1)/(3*n+1)]$  Donde  $F$  es la función cumulativa normal inversa (convierte los valores  $p$  de la distribución normal en valores  $z$  normales) y el valor  $z_j$  para el el valor  $j$ -ésima de una variable con  $n$  (número de datos).

32 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 posiciando a un 50% (valor de la mediana o media).

MONITOREO Y VIGILANCIA  
 VOB  
 DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

167. Asimismo, se calcula los bigotes de acuerdo al rango determinado por los valores de la media ( $M$ )  $\pm 1,96 * SD$ . Los resultados que están fuera del rango de la caja y bigotes son considerados atípicos, dentro de los cuales se determinará cada uno de los outliers apartir del Test de Grubbs.

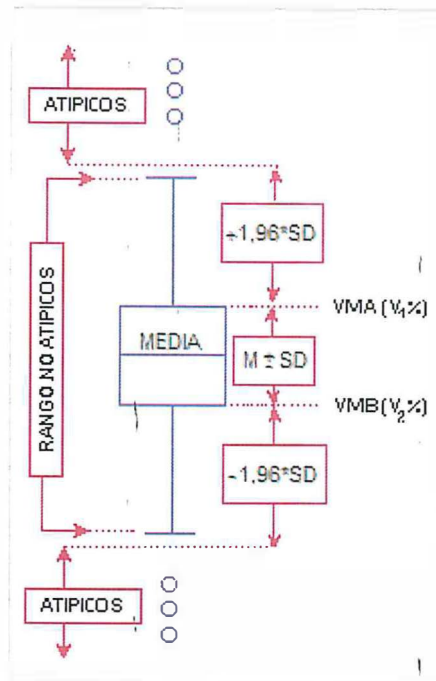


Figura 8-7. Diagrama de cajas y bigotes

Fuente: StafSoft, 2011.

### 8.3. Comunidades hidrobiológicas

168. Para fines del presente informe, se define como comunidades hidrobiológicas a los diferentes grupos de organismos que viven en los ecosistemas de agua dulce, los cuales pueden ser empleados en monitoreos biológicos de calidad de agua. Estos grupos de organismos se encuentran tanto en ambientes lénticos (de aguas quietas, como lagos, lagunas, embalses, entre otros) como lóticos (de aguas corrientes como ríos, quebradas, arroyos, entre otros) y ocupan diferentes niveles en la red trófica acuática.
169. Las comunidades hidrobiológicas empleadas con mayor frecuencia en muestreos de calidad de agua en ambientes lóticos, y que son objeto de la presente evaluación son: perifiton; macroinvertebrados bentónicos; y peces. En los siguientes párrafos, se procederá a definir las comunidades mencionadas y otros conceptos relacionados, los cuales facilitarán la comprensión de las secciones del presente documento.

(i) Tipos de comunidades hidrobiológicas evaluadas

170. Las comunidades hidrobiológicas contempladas en la presente evaluación son definidas a continuación.

**a) Perifiton**

171. Se caracteriza por ser una comunidad acuática que crece sobre las piedras, ramas y otras superficies sumergidas. Estos organismos pueden ser bacterias (filamentosas o *films*), protozoos, rotíferos, algas y otros microorganismos de vida libre que nadan, se deslizan o se fijan entre las superficies sumergidas (Wetzel, 2001). En los análisis de esta comunidad se consideran los grupos de microalgas y microorganismos de vida libre. Debido a que se adhiere al sustrato, se puede integrar de forma física y química a las perturbaciones de la corriente y de los nutrientes; por ello es considerado en las evaluaciones de ambientes lóticos. Roldán y Ramirez (2008), citados por Montoya-Moreno y Aguirre (2013), separan al perifiton en sus componentes vegetal y animal, denominándolos respectivamente **ficoperifiton** y **zooperifiton**.

**b) Macroinvertebrados bentónicos**

172. Roldán (2016) denomina macroinvertebrados bentónicos a "todos aquellos organismos que viven en el fondo de ríos y lagos, adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Sus poblaciones están conformadas por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos principalmente. Se les denomina macroinvertebrados, porque su tamaño va de 0,5 mm hasta alrededor de 5,0 mm, por lo que se les puede observar a simple vista". Durante sus ciclos de vida, estos organismos pueden construir casas, tubos o redes adjuntos en las cuales viven; deambular libremente sobre rocas, desechos orgánicos y otros sustratos; o esconderse libremente en sustratos (APHA, 2012).

**c) Peces**

173. Los peces son un componente mayoritario en la mayoría de los hábitats acuáticos; hay miles de especies en arroyos, ríos, lagos, estuarios y ambientes marinos. También son una fuente importante de alimento y recreación, siendo clave en muchas redes tróficas naturales. Pueden afectar las propiedades fisicoquímicas de los sistemas acuáticos donde están presentes; interactuar con el plancton, macrófitas y otros organismos acuáticos; y servir como indicadores ambientales (APHA 2012). En el Perú, la diversidad ictiológica es elevada, representada por más de 60 familias y 1064 especies (Ortega *et al.*, 2012).

**(ii) Conceptos para el análisis de comunidades hidrobiológicas**

174. Los conceptos empleados para el análisis de las comunidades hidrobiológicas mencionadas son los siguientes:

**a) Composición, riqueza y abundancia**

175. Entiéndase por composición al conjunto particular de especies en una comunidad; riqueza, al número de taxa o especies diferentes en una comunidad; y abundancia, al número de organismos de cada taxa o especie en una comunidad.

**b) Diversidad alfa**

176. 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



Handwritten signature and initials in blue ink, including the letters 'D', 'I', 'M', 'A', 'S'.

lugar a otro, aún dentro de un mismo tipo de comunidad y en un mismo ecosistema (Moreno y Halffter, 2000).

- Números de Hill (diversidad verdadera)

177. 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. 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).

c) **Diversidad beta**

178. 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 & Halffter, 2000).

- Índice de similitud de Bray Curtis

179. 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), 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) lo que ha demostrado ser más útil para recoger información sobre la estructura de las comunidades que los métodos univariados (Warwick & Clarke, 1995).

d) **Bioindicador**

180. Zúñiga y Cardona (2009) definen a un bioindicador como una "especie, población o comunidad indicadora, que tiene requerimientos específicos con relación a un conjunto de variables físicas o químicas conocidas, cuyos cambios en la presencia o ausencia, número de individuos, morfología, fisiología o comportamiento de estas especies, indican que las variables fisicoquímicas dadas están fuera de sus límites preferidos". En ese mismo sentido, Roldan (2003) complementa el concepto anterior al afirmar que un organismo es un indicador de calidad de agua cuando éste se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior o ligeramente similar al resto de los organismos con los que comparte un hábitat.

e) **Índice biótico**

181. Un índice biótico es una medida que estima la afectación de la calidad de un cuerpo de agua, a través de la obtención de un valor numérico que sintetiza las características de todos los taxa presentes. Habitualmente consisten en la combinación de dos o tres propiedades de la asociación: la riqueza de taxa y la tolerancia/intolerancia a la contaminación para los índices cualitativos (por ejemplo, índice BMWP/Col), y estos junto a la abundancia (absoluta o relativa) para los índices cuantitativos (por ejemplo, índice biótico de familia). Así, los taxa o familias que tienen un menor valor de tolerancia, son los que mejor prosperan



V  
B  
O  
  
D  
  
I  
  
H  
  
A  
  
M  
  
S

en cuerpos de agua perturbados, y de forma inversa, aquellas que tienen un mayor valor de tolerancia, son las que frecuentemente se encuentran en ambientes prístinos o muy poco perturbados (Egler 2002; Prat *et al.* 2009).

#### f) Bioacumulación

182. El término bioacumulación se define como la absorción, almacenamiento y acumulación de contaminantes orgánicos e inorgánicos por los organismos desde el ambiente. En los peces, se identifican al menos dos rutas de absorción: (1) absorción acuosa de contaminantes químicos transportados por el agua, y (2) absorción desde la dieta, por ingestión de partículas de alimentos contaminados. El resultado de la absorción desde agua se denomina bioconcentración; el resultado de los efectos combinados de las dos rutas se denomina bioacumulación (Streit 1998).

#### 8.4. Suelo

183. El Minam (2017)<sup>33</sup>, en sus documentos de gestión de suelos, lo define como: "...material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad...". Además, también define, que desde el punto de vista agrícola es: "...Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas...".

184. Por otro lado, los suelos tienen algunas propiedades físicas muy importantes tales como la textura, el color, la estructura, el peso, la porosidad, el drenaje y la profundidad, las cuales de acuerdo con su variación le confieren características propias.

##### 8.4.1. Textura del suelo

185. Según R. Honorato (2000), la textura es una expresión cualitativa y cuantitativa del tamaño de las partículas. La expresión cualitativa se refiere al comportamiento que resulta del tamaño y de la naturaleza de los constituyentes del suelo, mientras que la cuantitativa tiene que ver con la expresión porcentual, es decir, se refiere a la proporción relativa en peso de los diferentes tamaños de partículas existentes, expresada como porcentaje de la fracción mineral.
186. En el suelo se pueden distinguir tres tipos de partículas: arcilla, limo y arena. La distinción entre ellas se basa en una distribución arbitraria que asocia a cada fracción propiedades relacionadas al tamaño. El número de combinaciones entre las tres fracciones que determinan la textura es ilimitado; es por eso que la granulometría del suelo, donde hay infinitas posibles combinaciones, ha sido dividida en clases texturales. Cada clase textural representa un grupo de combinaciones de tamaños de partículas con propiedades que adquieren de

<sup>33</sup> Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, donde se aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, donde define los términos referentes al término suelo.

acuerdo con la fracción predominante y esto le da un comportamiento determinado.

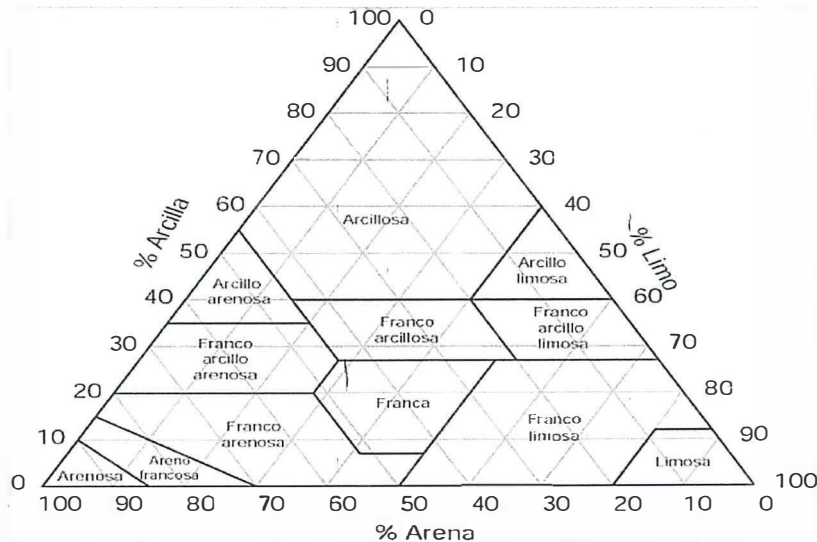
187. Existen varios tipos de clasificación granulométrica propuestos por distintos organismos a nivel internacional, siendo el más usado el desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (USDA<sup>34</sup>, por sus siglas en inglés), según el cual las partículas son clasificadas como se consigna en la Tabla 8-3.

**Tabla 8-3.** Clasificación granulométrica de las partículas del suelo

Fracción	Diámetro (mm)	Diámetro (µm)
Arena muy gruesa	2,00 - 1,00	2000 - 1000
Arena gruesa	1,00 - 0,50	1000 - 500
Arena media	0,50 - 0,25	500 - 250
Arena fina	0,25 - 0,10	250 - 100
Arena muy fina	0,10 - 0,05	100 - 50
Limo	0,05 - 0,002	50 - 2
Arcilla	< 0,002	< 2

Fuente: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América – USDA

188. Para la ubicación textural, una vez conocidos los porcentajes de las distintas fracciones, se utiliza en triángulo textural (ver Figura 8-8).



**Figura 8-8.** Diagrama triangular o triángulo de las clases texturales básicas del suelo

**8.4.2. Materia orgánica en suelo**

189. La materia orgánica del suelo consiste en residuos vegetales y animales que se encuentran en varios grados de descomposición. Niveles adecuados de la misma benefician al suelo en formas diferentes: (1) mejoran la condición física, (2) aumentan la infiltración del agua; (3) mejoran la friabilidad del suelo, (4) disminuyen las pérdidas por erosión y (5) proveen nutrientes a las plantas. La

<sup>34</sup> United States Department of Agriculture (USDA) es una organización que provee apoyo en temas relacionados con la agricultura, recursos naturales, desarrollo rural y nutrición, entre otros.



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

mayoría de los beneficios se deben a sustancias desprendidas como producto de la descomposición en el suelo de los residuos orgánicos (PPIC<sup>35</sup>, 1988).

190. La Tabla 8-4 muestra la clasificación nivel de materia orgánica de acuerdo al porcentaje en que ésta se encuentra en el suelo.

**Tabla 8-4.** Nivel de materia orgánica de acuerdo a su porcentaje en el suelo

Materia Orgánica	
Nivel	%
Bajo	Menor a 2
Medio	2 a 4
Alto	Mayor a 4

#### 8.4.3. Niveles de fondo

191. Según Ramos (2002), no existe un criterio común universalmente aceptado para la definición de los niveles de fondo. Sin embargo, diferentes autores como Chen *et al.* (1999), definen al nivel de fondo como el rango de concentración alrededor de la media en suelos no contaminados. Asimismo, el Model Toxics Control Act (MTCA, Ch. 173-340-200 WAC), lo define como la concentración de sustancias peligrosas, presentes de forma sistemática en el medio natural, que no han sido influenciadas por actividades humanas localizadas.

192. En ese mismo sentido, Miguel *et al.* (2002) manifiestan que los valores de fondo caracterizan la situación real de los suelos naturales de una región en el momento de su estudio. En consecuencia, dichos valores de fondo describen la distribución de valores de concentración de los diferentes elementos químicos en los suelos de una región no afectada por actividades antrópicas.

193. Para la expresión del nivel de fondo se emplea un intervalo del cual se puede afirmar que, excepto para ocurrencias de fenómenos poco frecuentes en el muestreo realizado, está incluido el valor verdadero del estimador en estudio. Por este motivo, en lo que se refiere a valores de fondo, interesa esencialmente la cota superior<sup>36</sup> de dicho intervalo para la media. Esta cota debe garantizar con un elevado grado de confianza para que el valor verdadero del estimador correspondiente a los sedimentos muestreados sea inferior a la misma. Por ello, el grado de confianza elegido para el presente estudio ha sido el del 95%.

194. Cuando el conjunto de datos sigue una distribución Normal, la expresión de la cota superior de la media permite definir los valores de fondo para cada elemento evaluado, la cual viene dada por la USEPA, 2013:

$$C_M = \bar{x} + t_{\alpha, n-1} s / \sqrt{n} \quad (8.9)$$

Donde:

- $C_M$  : Cota superior de la media de n datos.  
 $n$  : Tamaño de la muestra.  
 $\bar{x}$  : Media aritmética de la muestra de n datos.

<sup>35</sup> Por su siglas en inglés, Potash y Phosphate Institute of Canada.

<sup>36</sup> Es el límite superior de un intervalo de confianza de un parámetro de interés, por ejemplo, la cota superior de la media.



K  
 D  
 I  
 H  
 A  
 M  
 S



- $S$  : Desviación estándar de la muestra de  $n$  datos.  
 $t_{\alpha, n-1}$  : Percentil  $100(1-\alpha)$ -ésimo de la distribución t-Student de  $n-1$  grados de libertad.

195. Por otro lado, cuando el conjunto de datos no se ajusta a una distribución log normal, la expresión para determinar la cota superior de la media es la siguiente (USEPA, 2013).

$$C_M = \exp(\bar{y} + 0,5s_y^2 + s_y H_{1-\alpha} / \sqrt{n-1}) \quad (8.10)$$

Donde:

- $\bar{y}$  : Es la media aritmética de la muestra de los datos transformados logarítmicamente.  
 $s_y$  : Desviación estándar de la muestra de  $n$  datos transformados logarítmicamente.  
 $H_{1-\alpha}$  : Es el estadístico  $H$  propuesto por Land (1975)

196. Además, para los conjuntos de datos que se ajustaron a una distribución Gamma, el valor de la cota superior de la media se determinó dependiendo del tamaño de la muestra, es así que para  $n \leq 50$  se tiene la siguiente expresión (USEPA, 2013).

$$C_M = \frac{2nk\bar{x}}{\chi_{2nk}^2(\alpha)} \quad (8.11)$$

Para  $n > 50$ , el valor de la cota superior viene dada por:

$$C_M = \frac{2nk\bar{x}}{\chi_{2nk}^2(\beta)} \quad (8.12)$$

Donde:

- $C_M$  : Cota superior de la media.  
 $n$  : Tamaño de la muestra.  
 $k$  : Parámetro de forma de la distribución Gamma.  
 $\bar{x}$  : Media aritmética de la muestra de  $n$  datos.  
 $\chi_{2nk}^2$  : Estadístico Chi cuadrado con  $2nk$  grados de libertad.  
 $\alpha$  : Nivel de significancia.  
 $\beta$  : Nivel de significancia ajustado.

197. Por otro lado, hay conjuntos de datos que no se ajustan a ninguno de los tipos de distribución vistos anteriormente; para estos casos en particular se realizó una estimación no paramétrica de la cota superior de la media a partir del conjunto de datos disponibles. En estos casos, la cota superior de la media se calculó empleando el método *bootstrap* propuesto por Efron (1981), el cual es un método no paramétrico que utiliza técnicas de remuestreo<sup>37</sup> para reducir el sesgo en las estimaciones y construir intervalos de confianza aproximados para los parámetros tales como la media y los percentiles (USEPA, 2013).

<sup>37</sup> El método bootstrap es una técnica de remuestreo que no requiere el supuesto de normalidad y acepta muestras de cualquier tamaño para la estimación de intervalos. Esta técnica permite estimar la variabilidad de la muestra a través de la toma de sucesivas muestras con reemplazo, de la muestra original. Fuente: Intervalos de confianza bootstrap del índice de biodiversidad de Shannon. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2001, 18: 222-234.

#### 8.4.4. Valor de referencia

198. Según Miguel *et al.*<sup>1</sup> (2002) el valor de referencia es aquel cuya superación por unidad muestral de la población actual caracterizada sea poco probable y que, por tanto, si no ha habido modificaciones de las condiciones de muestreo, sea también poco probable su superación por unidad muestral obtenida posteriormente.
199. Para el presente informe se ha considerado la cota superior del percentil 95 % con un 95 % de nivel de confianza; en otras palabras, representa el valor por debajo del cual se encuentra el 95% de los datos de la población con un 95% de nivel de confianza (USEPA, 2013).
200. Bajo esta definición, es que se tiene la expresión de la cota superior del percentil p-ésimo, el cual permite definir los valores de referencia. Asimismo, cabe resaltar que la expresión de esta cota dependerá del tipo de distribución a la que se ajusta el conjunto de datos. De este modo se tiene que para una distribución normal la expresión es la siguiente:

$$C_p = \bar{x} + K_{(n,\alpha,p)} * s \quad (8.13)$$

Donde:

- $C_p$  : Cota superior del percentil p-ésimo.  
 $\bar{x}$  : Media aritmética de la muestra de n datos.  
 $S$  : Desviación estándar de la muestra de n datos.  
 $K_{(n,\alpha,p)}$  : Factor de tolerancia para la determinación de la cota superior del percentil p-ésimo, a partir de una muestra de n datos, con un nivel de confianza de  $1-\alpha$ , basada en la distribución t-Student (Hahn y Meeker, 1991)

201. Por otro lado, cuando el conjunto de datos se ajusta a una distribución log normal, la expresión para determinar la cota superior del percentil 95 % es la siguiente (EPA, 2013):

$$C_p = \exp(\bar{y} + K_{(n,\alpha,p)} * s_y) \quad (8.14)$$

Donde:

- $\bar{y}$  : Media aritmética de los datos transformados logarítmicamente.  
 $s_y$  : Desviación estándar de n datos transformados logarítmicamente.

202. Asimismo, para un conjunto de datos que se ajuste a una distribución tipo Gamma, que transformando los datos según  $Y=X^{1/4}$ , esta se aproxima a una distribución normal, presenta la siguiente expresión (USEPA, 2013):

$$C_p = (\bar{y} + K_{(n,\alpha,p)} * s_y)^4 \quad (8.15)$$

Donde:

- $\bar{y}$  : Media aritmética de datos transformados para distribución gamma.  
 $s_y$  : Desviación estándar de n datos transformados para distribución gamma.



R  
 I  
 A  
 M  
 S

203. Por otra parte, se tiene el caso que el conjunto de datos no se ajusta a alguna distribución conocida, situación en la que se emplean métodos robustos o no paramétricos.

#### 8.5. Flora silvestre

204. A continuación, se consigna información relacionada al análisis de flora silvestre evaluada en el presente informe.

##### 8.5.1. Composición florística

205. Tratándose de una comunidad vegetal, la composición florística 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 a las diferencias que se dan en condiciones ecológicas, geográfico-históricas, etc., que rigen la distribución de las plantas.

##### 8.5.2. Riqueza y diversidad de especies

206. 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. 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.

##### 8.5.3. Índices de diversidad

207. 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.).

208. El **índice de diversidad Alfa Fisher** se utiliza para determinar la diversidad arbórea en las parcelas (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.

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

209. Este índice se usa para comparar la composición florística de las parcelas y revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal (Mostacedo & Fredericksen 2000).



D  
I  
H  
A  
M  
S

### 8.5.5. Biomasa y captura de carbono

210. La biomasa aérea se estima 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.

### 8.5.6. Análisis multivariado

211. 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).

- **Análisis de correspondencia**

212. 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).

- **Análisis de similitud Bray Curtis (clúster)**

213. Adicionalmente, usando el programa estadístico de libre acceso R (R Core Team 2013), este análisis multivariante no es mas que la diferencia total en la abundancia de especies entre dos sitios, dividido para la abundancia total en cada sitio (ver Anexo E).

### 8.6. Fauna silvestre

214. Seguidamente se consigna el marco conceptual relacionado al análisis de fauna silvestre evaluada en el presente informe.

#### 8.6.1. Mamíferos

##### a) Transecto lineal

215. 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).

##### b) Transectos de ancho fijo o fajas

216. 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



Handwritten signature

Handwritten letter 'D'

Handwritten letter 'J'

Handwritten letter 'H'

Handwritten letter 'A'

Handwritten letter 'M'

Handwritten letter 'S'



de faja. La toma de datos y la longitud del transecto sigue las recomendaciones inicialmente establecidas.

217. El ancho de la faja debe predeterminarse 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 (MINAM 2015).
218. El transecto de anchura fija es usado en evaluaciones de la fauna silvestre con poca cobertura (Burnham *et al.*, 1980; Aquino *et al.*, 2001).

### c) Fototrampeo

219. Las cámaras trampa son herramientas útiles para el muestreo y monitoreo de poblaciones de especies de carácter críptico o raras, debido a que permiten ampliar las observaciones de las especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta generando así información muy valiosa sobre la biología y ecología de estas especies, que de otra manera sería más difícil de obtener si se utilizaran métodos tradicionales (Chávez *et al.* 2013). Actualmente esta metodología es utilizada para detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y otros comportamientos, estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes paisajes, estimaciones de abundancia y densidad y hasta control y vigilancia en áreas protegidas (Díaz-Pulido y Payán Garrido, 2012). A continuación se presentan los datos de programación de las cámaras empleadas en el estudio:

- Modo: Híbrido
- Tamaño de imagen: 14 megapíxeles
- Formato de imagen: Full screen
- Numero de captura: 1 foto
- Control LED: Medio
- Tamaño de vídeo: 1920x1080
- Duración de vídeo: 30"
- Intervalo: 2"
- Nivel del sensor: Auto
- NV Shutter: Auto
- Camera Mode: 24 horas
- Sonido de video: activado

### 8.6.2. Aves

#### a) Puntos de conteo (PC)

220. Es el método principal utilizado para la evaluación de aves. Consiste en que el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas en un tiempo determinado. Permite estudiar los cambios anuales en las poblacionales de aves en puntos fijos, las diferentes composiciones específicas según el tipo de hábitat y los patrones de abundancia de cada especie (MINAM 2015).



Handwritten signature

D

J

H

A

M

S

**b) Playback y grabación de cantos**

221. El *playback* es la reproducción de sonidos grabados, una herramienta útil para detectar e identificar especies de aves poco conspicuas o crípticas, que por la similitud de sus patrones de coloración con los de su entorno, o por ser especialmente "tímidas", son difíciles de detectar visualmente. (Johnson *et al.*, 1981; citado en MINAM, 2015).
222. Las grabaciones de las vocalizaciones se realizan cuando el ave no se expone a la presencia del observador. El uso de grabaciones ayuda a familiarizarse con los cantos de estas especies (Parker, 1991) y sirve para llamar y atraerlas al observador.

**c) Redes de niebla**

223. Estas redes (elaboradas con fibras muy delgadas y resistentes (nylon) y de una longitud de 12 m de largo para las redes estándar) son utilizadas para capturar aves y estudiarlas a detalle. Es un método útil para obtener información de la biología de las especies, como muda, peso, condición del plumaje, sexo, entre otros. Es considerado un método complementario para el inventario para registrar especies crípticas.

**d) Fotografía**

224. Actualmente se usan las cámaras digitales y las técnicas fotográficas que ayudan a ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de aves, pudiéndose obtener evidencia fotográfica de especies esquivas, raras o comunes.

**e) Composición, riqueza y abundancia**

225. La composición es el conjunto particular de especies en una comunidad. La riqueza (S) se refiere al número de especies presentes en una comunidad, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). La abundancia es la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Bibby *et al.* 1998)

**f) Estimación de riqueza esperada**

226. La curva de acumulación de especies es una relación entre el número de especies registradas y el esfuerzo de observación (puntos de conteo).
227. Para la estimación de la riqueza esperada se utilizan métodos no paramétricos como el **Estimador de Chao 1**, que estima el número de especies en una comunidad a partir del número de especies infrecuentes en la muestra (Moreno, 2001).

**g) Índices de diversidad**

228. Los índices de diversidad resumen en muchos casos en un solo valor los datos de riqueza de especies y estructura (representatividad), permitiendo hacer comparaciones rápidas entre la diversidad de distintos lugares o dentro de un lugar a través del tiempo (Moreno, 2001).



d  
H  
D  
I  
A  
A  
M  
S



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

229. El **índice Shannon - Wiener (H')** es un índice de equidad que tiene en cuenta la abundancia de cada especie y cuan uniformemente se encuentran distribuidas. Además, es sensible a especies raras (menos abundantes).
230. El **índice de diversidad de Simpson (1-D)** es un índice de dominancia, que está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes.

#### h) Diversidad alfa

231. Es la riqueza de especies de una comunidad particular que se considera homogénea (Moreno, 2001). La medición de la diversidad alfa se basa en la cuantificación de la riqueza específica y en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001).

#### i) Diversidad beta

232. Es el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Moreno, 2001). Las medidas de diversidad beta se calculan a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia de especies), para lo cual se usa el índice de Jaccard, y datos cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos), para lo que se usa el índice de Morisita que es ampliamente empleado y recomendado.

#### j) Especies de interés para la conservación

233. Entre las especies de interés para la conservación se encuentran las especies endémicas, las que están legalmente protegidas

##### - Especies endémicas

234. Las especies endémicas son aquellas especies que se encuentran restringidas a un área geográfica particular. Para la presente evaluación se considerarán como endémicas aquellas que solo han sido registradas en el Perú.

##### - Especies legalmente protegidas

235. En el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI de la legislación peruana se consigna la categorización de especies amenazadas de fauna silvestre según el grado de amenaza: Especies en peligro crítico (CR), especies en peligro (EN) y especies vulnerables (VU). Asimismo se han considerado como especies legalmente protegidas las siguientes categorías: especies casi amenazadas (NT) y especies con datos insuficientes (DD).

236. En cuanto a los listados de protección internacionales, se ha considerado la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en la que en el Apéndice I se incluyen las especies que afrontan el mayor grado de peligro, mientras que en el Apéndice II se encuentran las especies que no necesariamente están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo si no se controla su comercio. En el Apéndice III de la convención, figuran especies incluidas a solicitud de un país miembro que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.



V  
O  
B  
D  
I  
H  
A  
M  
S

237. La Convención sobre la conservación de las especies migratorias (CMS, también conocida como Convenio de Bonn), en su Apéndice I consigna la lista de especies amenazadas, mientras que el Apéndice II contiene las especies que deben ser materia de acuerdos internacionales que promueven su conservación. Ambos apéndices incluyen especies que migran al Perú.
238. La Lista Roja de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN) provee información sobre el riesgo de las especies a nivel global, debiendo poner énfasis en las siguientes categorías: en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU) y casi amenazado (NT).

#### k) Especies migratorias

239. Las especies migratorias son aquellas que se desplazan grandes distancias y realizan viajes estacionales regulares. Las especies migratorias de aves de Perú, visitan regularmente el país en su época no reproductiva. Las especies migratorias boreales que provienen del hemisferio norte, se encuentran regularmente en Perú entre setiembre a abril; las especies migratorias australes provenientes del hemisferio sur, se encuentran en Perú regularmente entre los meses de marzo a octubre.

#### l) Áreas de endemismo de aves (EBA)

240. Son áreas que concentran especies de distribución restringida. Las especies de distribución restringida, ocupan áreas menores de 50 000 km<sup>2</sup>.

### 9. METODOLOGÍA

241. En esta sección se describe la metodología aplicada para la evaluación de los componentes ambientales agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, fauna y flora silvestre, en el distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali y en el distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco.

#### 9.1. Calidad de agua superficial

242. En los apartados siguientes se muestra información acerca de la evaluación de la calidad del componente agua, describiéndose los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, y estándares de comparación.

##### 9.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo

243. La ubicación de los puntos de muestreo se ha establecido en los cuerpos de agua superficial en área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, que comprende principalmente de plataformas y ductos de transporte de las locaciones San Alejandro 2X (SA2X), Los Ángeles (LA1X) y Los Ángeles 3X (LA3X).
244. La distribución de puntos de muestreo abarca también los cuerpos de agua superficial que cruzan las principales poblaciones existentes que se encuentran en el ámbito de influencia en las operaciones del Lote 131 y fuera de ella, que son los caseríos Ascensión de Aguaytillo, Primavera y Los Ángeles, y el centro poblado



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*



de Macuya. Asimismo, se consideraron los puntos de muestreo establecidos en los diferentes IGA desde el año 2010 y recopilados en el IGA base del presente estudio.

245. De acuerdo con los criterios señalados, la ubicación de los puntos de muestreo se consigna en la Tabla 9-1, los cuales se presentan en mayor detalle en el Anexo B3. Mapas de puntos de muestreo y Anexo B4. Fichas de campo.

**Tabla 9-1.** Ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental de agua superficial

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 ZONA 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		ESTE (m)	NORTE (m)		
<b>Quebrada Aguaytillo y sus tributarios</b>					
1	QAgua1	488 440	9 021 897	228	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 160 m aguas arriba del puente Aguaytillo, por donde cruza la carretera Federico Basadre.
2	QAgua2	488 468	9 022 414	234	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 15 m aguas arriba de la afluencia de la quebrada Grovercaño.
3	QGrov1	488 685	9 022 582	240	Quebrada Grovercaño, aproximadamente a 180 m al lado derecho del camino que conecta la carretera Federico Basadre con la locación SA2X.
4	QGrov3	488 550	9 022 549	239	Quebrada Grovercaño, aproximadamente a 60 m aguas arriba del puente por donde cruza los camiones de la empresa CEPESA Peruana S.A.C.
5	QGrov2	488 462	9 022 427	234	Quebrada Grovercaño, aproximadamente a 5 m aguas arriba de su afluencia por la margen derecha de la quebrada Aguaytillo.
6	QAgua3	488 443	9 022 414	241	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Grovercaño.
7	QAgua4	488 194	9 022 887	236	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la afluencia de la quebrada Edilbertocaño.
8	Q.Tr.Edil2	488 610	9 023 165	230	Tributario en la margen derecha de la quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 30 m aguas arriba de su confluencia.
9	QEdil1	488 608	9 023 133	245	Quebrada Edilbertocaño, tramo inicial de la quebrada que contiene agua y en su confluencia con el tributario QTr.Edil2.
10	QEdil2	488 534	9 023 112	231	Quebrada Edilbertocaño, en la mitad del tramo en cuya margen izquierda se encuentra el talud de la locación SA2X.
11	Q.Tr.Edil1*	488 452	9 023 126	230	Tributario en la margen derecha de la quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 70 m aguas arriba del punto de muestreo QEdil3.
12	QEdil3	488 400	9 023 079	128	Quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 70 m aguas abajo de su tributario QTr.Edil2.



d  
 H  
 P  
 1  
 H  
 A  
 1  
 S



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 ZONA 18 L		Altitud (m <sub>snm</sub> )	Referencia
		ESTE (m)	NORTE (m)		
13	QEdil4	488 285	9 022 930	242	Quebrada Edilbertocaño, debajo del puente de madera por donde cruza el camino del Caserío Aguaytillo a las chacras.
14	QEdil5	488 187	9 022 934	237	Quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 3 m aguas arriba de su afluencia por la margen derecha de la quebrada Aguaytillo.
15	QAgua5	488 155	9 022 939	234	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 25 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Edilbertocaño.
<b>Quebrada Selva Alegre</b>					
16	QSAleg1	489 584	9 020 109	233	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 300 m aguas arriba del puente de madera donde cruza la trocha de la carretera Federico Basadre al anexo Selva Alegre, y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-6 de CEPESA Peruana S.A.C.
17	QSAleg2	489 515	9 019 849	226	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 40 m aguas abajo del puente de madera donde cruza la trocha de la carretera Federico Basadre al anexo Selva Alegre, y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle1 de CEPESA Peruana S.A.C.
18	QSAleg3	489 639	9 019 438	216	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 500 m aguas abajo del punto de muestreo QSAleg2.
19	QSAleg4	489 609	9 017 877	217	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 450 m aguas arriba de la trocha de acceso a la quebrada desde el caserío Corazón de Jesús.
20	QSAleg5	489 717	9 017 478	215	Quebrada Selva Alegre, a final de la trocha de acceso a la quebrada desde el caserío Corazón de Jesús.
21	QSAleg6	489 786	9 017 113	215	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 450 m aguas arriba de la trocha de acceso a la quebrada desde el caserío Corazón de Jesús.
22	QSAleg7	491 094	9 015 400	208	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 870 m aguas arriba del cruce de la quebrada con la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X, y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-3 de CEPESA Peruana S.A.C.
23	QSAleg8	491 759	9 015 566	208	Quebrada Selva Alegre, por donde cruza la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle2 de CEPESA Peruana S.A.C.
24	QSAleg9	491 878	9 015 586	197	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 200 m aguas abajo



g

h

D

I

H

A

M

S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 ZONA 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					del cruce de la quebrada con la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X.
25	QSAleg10	492 363	9 014 995	212	Quebrada Selva Alegre, cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle2 de CEPESA Peruana S.A.C
26	QSAleg11	492 029	9 013 995	199	Quebrada Selva Alegre, abajo del puente donde se encuentra la línea de recolección existente entre las locaciones LA3X y LA1X.
27	QSAleg12	491 953	9 013 260	189	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 50 m aguas arriba del punto de captación de agua para el campamento ubicado temporalmente en la locación LA1X.
28	QSAleg13	491 982	9 012 612	196	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 40 m aguas arriba de la naciente del río Macuya.
<b>Quebrada Los Angeles, sus tributarios y la quebrada Cashibillo</b>					
29	Q.Tr.LAng1	491 083	9 016 682	225	Primer punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 170 m aguas arriba de la línea de recolección 1 que une las plataformas SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-4 de CEPESA Peruana S.A.C.
30	Q.Tr.LAng2	491 254	9 016 825	214	Segundo punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 50 m aguas abajo de la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X.
31	Q.Tr.LAng3	491 677	9 016 847	225	Tercer punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 350 m aguas arriba de la naciente de la quebrada Los Ángeles.
32	QLAng1	491 960	9 017 022	219	Quebrada Los Angeles, aproximadamente a 50 m aguas abajo de su naciente, y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de muestreo QABla1 de CEPESA Peruana S.A.C.
33	Q.Tr.LAng4	492 232	9 017 176	229	Tributario a la quebrada Los Angeles, aproximadamente 15 m aguas arriba de la afluencia por la margen izquierda del río Macuya.
34	QLAng2	492 272	9 017 144	231	Quebrada Los Angeles, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Tributaria Q.Tr.LAng4.
35	QLAng3	494 991	9 017 101	201	Quebrada Los Angeles, aproximadamente a 145 m aguas arriba del puente Los Ángeles por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry.
36	QLAng4	495 124	9 017 007	210	Quebrada Los Angeles, aproximadamente a 15 m aguas abajo



K  
 P  
 I  
 H  
 A  
 M  
 S



N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 ZONA 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		ESTE (m)	NORTE (m)		
					del Puente Los Angeles por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry.
37	QCashi1	495 052	9 016 298	186	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 120 m aguas arriba del Puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
38	QCashi2	495 198	9 016 367	216	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 20 m aguas abajo del Puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
<b>Río Macuya y sus tributarios</b>					
39	QCara-A	491 994	9 012 585	191	Quebrada Caracol-A, aproximadamente a 3 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Selva Alegre para formar el río Macuya.
40	RMacu1	492 022	9 012 584	199	Río Macuya, aproximadamente a 40 m aguas debajo de su nacimiento (confluencia de la quebrada Selva Alegre y quebrada Caracol-A).
41	QCara2	492 643	9 013 240	194	Quebrada Caracol, aproximadamente a 180 m aguas abajo de la carretera de la empresa CEPESA Peruana S.A.C., y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de muestreo QCara1 de CEPESA Peruana S.A.C.
42	QCara1	492 441	9 012 530	181	Quebrada Caracol, aproximadamente a 8 m aguas arriba de la afluencia en su margen derecha al río Macuya.
43	RMacu2	492 817	9 012 115	182	Río Macuya, aproximadamente a 700 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Caracol y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de muestreo C-AG-1 de CEPESA Peruana S.A.C.
44	RMacu3	494 949	9 011 641	178	Río Macuya, aproximadamente a 950 m aguas arriba del Puente Macuya por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry.
45	RMacu4	495 755	9 011 799	181	Río Macuya, aproximadamente a 20 m aguas abajo del puente Macuya de la carretera Alexander von Humboldt - Puerto Sungaro.
<b>Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera</b>					
46	QTahu1	493 230	9 020 845	213	Quebrada Tahuayo, en el ámbito del Caserío Primavera, aproximadamente a 1,4 km. al oeste de la carretera Fernando Belaunde Terry.
47	QTahu2	493 734	9 024 518	211	Quebrada Tahuayo, debajo del puente Tahuayo por donde cruza la carretera Federico Basadre, ámbito del distrito de Alexander von Humboldt.
48	QCash1	494 731	9 018 893	222	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 130 m aguas arriba del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
49	QCash2	494 941	9 018 910	215	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 50 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.




N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 ZONA 18 L		Altitud (msnm)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
					del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
9	MIB-Cashi1	495 072	9 016 296	186	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 120 m aguas arriba del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
10	MIB-Cashi2	495 198	9 016 367	216	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 30 m aguas arriba del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
11	MIB-RMacu1	495 157	9 011 762	184	Río Macuya, aproximadamente a 650 m aguas arriba del Puente Macuya por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry.
12	MIB-RMacu2	495 755	9 011 799	181	Río Macuya, aproximadamente a 20 m aguas abajo del puente Macuya de la carretera Alexander von Humboldt – Puerto Sungaro.



**9.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis**

- 248. La metodología aplicada para el muestreo 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 de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad, la seguridad del personal durante el desarrollo del monitoreo, entre otros.
- 249. Para la presente evaluación, 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.
- 250. El muestreo contó con el aseguramiento de calidad de acuerdo al ítem 6.17, aseguramiento de la calidad del muestreo, del mencionado protocolo. Los controles de calidad se presentan en la Tabla 9-3. El aseguramiento de la calidad de blanco viajero, blanco de campo y los duplicados se realizó únicamente para el parámetro metales totales.

**Tabla 9-3.** Controles de calidad establecidos para agua

Tipo de control	Número de muestras	Total de muestras
Blanco de campo	1	7
Blanco de viaje	1	
Duplicado	5	



N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 ZONA 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		ESTE (m)	NORTE (m)		
50	QPrim1	494 591	9 020 328	223	Quebrada Primavera, aproximadamente a 120 m aguas arriba del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
51	QPrim2	494 820	9 020 493	216	Quebrada Primavera, aproximadamente a 140 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.

(\*) Quebrada que se encontraba sin agua al momento del muestreo.

246. De otro lado, la evaluación microbiológica (coliformes termotolerantes) se realizó en algunos puntos de muestreo agregando el prefijo "MIB-", ubicados aguas arriba y/o abajo de los puentes por donde cruzan las carreteras Federico Basadre y Fernando Belaunde Terry, y cercanos a los caseríos Ascención de Aguaytillo, Primavera y Los Ángeles, y el centro poblado Macuya.

247. De acuerdo con los criterios señalados, la ubicación de los puntos de muestreo se consigna en la Tabla 9-2 y presentándose en mayor detalle en el Anexo B.3. Mapas de puntos de muestreo.

**Tabla 9-2.** Ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental de agua superficial para el análisis microbiológico

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 ZONA 18 L		Altitud (msnm)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	MIB-QAgu1	488 402	9 022 014	228	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 40 m aguas arriba del puente Aguaytillo, por donde cruza la carretera Federico Basadre.
2	MIB-QAgu2	488 462	9 022 153	217	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 150 m aguas arriba del puente Aguaytillo, por donde cruza la carretera Federico Basadre.
3	MIB-Tahu1	493 746	9 024 405	195	Quebrada Tahuayo, aproximadamente a 100 m aguas arriba del puente Tahuayo, por donde cruza la carretera Federico Basadre.
4	MIB-Tahu2	493 777	9 024 556	202	Quebrada Tahuayo, aproximadamente a 70 m aguas abajo del puente Tahuayo, por donde cruza la carretera Federico Basadre.
5	MIB-Cash1	494 825	9 018 908	225	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 45 m aguas arriba del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
6	MIB-Cash2	494 941	9 018 910	215	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 70 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
7	MIB-QPrim1	494 711	9 020 452	211	Quebrada Primavera, aproximadamente a 5 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
8	MIB-QLAng1	495 059	9 016 994	213	Quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 30 m aguas arriba



D  
 H  
 A  
 M  
 S

251. Los equipos y accesorios utilizados durante la evaluación en campo (*in situ*) se consignan en la Tabla 9-4. Los certificados de calibración de dichos equipos se presentan en el Anexo B8.

Tabla 9-4. Equipos utilizados para el muestreo de calidad ambiental de agua

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	COMPONENTE	UTILIDAD
Multiparámetro	HACH	HQ40d	150500000615	El equipo fue ajustado y verificado antes de realizar los registros de los parámetros de campo; para el ajuste se empleó soluciones buffer de unidades de pH y de conductividad eléctrica.	Medición de parámetros de campo (temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad).
Sonda de pH	HACH	PHC201	162602617049		
Sonda de Conductividad	HACH	CDC401	151472588019		
Sonda de oxígeno disuelto	HACH	LDO TM	13015591013		
GPS	Garmin	Montana 680	4HU005001 4HU005005	Memoria externa de 4GB, baterías recargables, cargador, cables USB y mosquetón de aluminio.	Registro de coordenadas geográficas en sistema WGS 84 UTM.
Cámara digital	Canon	D30	052051001196 052051001194	Cargador y memoria de 32GB.	Toma de fotos de los diversos componentes ambientales evaluados y entorno del punto de muestreo.
Bomba de vacío	--	H003-A	14060574264	Bomba de succión, mangueras y kitasato.	Filtración del agua superficial mediante filtros de celulosa de 0,45 micras de porosidad.



H  
 D  
 A  
 M  
 S

252. Previo al muestreo y del registro de los parámetros de campo se realizó el ajuste y verificación de los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto utilizando soluciones *buffer* de pH (4, 7 y 10 unidades de pH), conductividad eléctrica (1000  $\mu$ S/cm y 1413  $\mu$ S/cm para rango bajo). Los registros de verificación y ajuste de equipos se presentan en el Anexo B5.

253. En los puntos de muestreo (ver Tabla 9-1), se realizaron las mediciones de parámetros de campo: Temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto, los cuales fueron registrados usando el equipo multiparámetro HQ40d, el cual fue previamente calibrado en un laboratorio de calibración acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (en adelante, INACAL), siendo las características las que se muestran en la Tabla 9-5 (ver Anexo B9).

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

Equipo	Parám de medición	Unidad	Rango o límite de lectura	Fecha de calibración
Multiparámetro HQ40d	Temperatura	°C	-10 a 110	02/03/2017
	pH	Unidades de pH	0 a 14	10/03/2017

Equipo	Parám de medición	Unidad	Rango o límite de lectura	Fecha de calibración
	Conductividad	mS/cm	0.01 a 200	
	Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	0 a 20	

254. Los parámetros considerados para evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales, los cuales se consignan en la Tabla 9-6, fueron seleccionados en función de las actividades productivas del área de estudio y a las características más representativas de los cuerpos de agua.

Tabla 9-6. Parámetros de la calidad ambiental de agua

Componente Ambiental	Parámetro	Observaciones
Agua Superficial	pH	Parámetro registrado <i>in situ</i> , con el equipo multiparámetro marca HACH - HQ40d
	Temperatura	
	Oxígeno disuelto	
	Conductividad eléctrica	
	Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	Parámetros analizados por el laboratorio de ensayo acreditado INSPECTORATE SERVICES PERÚ
	Aceites y grasas	
	Coliformes termotolerantes	
	Metales totales (incluido Hg)	Parámetros analizados por el laboratorio de ensayo acreditado NSF ENVIROLAB
	Metales disueltos (incluido Hg)	
Cloruros		



255. Las muestras fueron puntuales, tomadas directamente del cuerpo de agua, preservadas siguiendo las recomendaciones del laboratorio según el parámetro de estudio y conservadas en los respectivos *coolers* manteniendo la cadena de frío.

256. Para los análisis de los parámetros físico-químicos (cloruros), e inorgánicos (metales totales y disueltos), las muestras fueron colectadas en envases de plástico de 500 mL, siendo preservadas en campo con ácido nítrico para los metales totales y disueltos (este último parámetro, luego de la filtración); para el parámetro microbiológico de coliformes termotolerantes se usaron envases estériles de plástico de 250 mL.

257. En tanto, los parámetros orgánicos de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y aceites y grasas fueron colectados en envases de vidrio ámbar. Cabe indicar que las muestras de agua para el análisis de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) y aceites y grasas 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. En el caso de las muestras de aceites y grasas se preservaron con ácido sulfúrico.

258. 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.

259. 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 sus respectivas cadenas de custodia (ver Anexo B7). 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.	Inspectorate Services Perú S.A.C.
Aceites y grasas (MEH)	EPA 1664 Rev. B, Febrero 2010	Gravimetría y extracción de materiales por N-Hexano tratado con silica gel.	
Coliformes termotolerantes	SSMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 22nd Ed.2012	Técnica de la fermentación múltiple en tubo para la determinación del grupo de Coliformes fecales. Prueba de coliformes termotolerantes (EC Medium).	
Cloruros	EPA Método 325.3 Revisado en Marzo de 1983	Titulación con nitrato de mercurio.	NSF EnviroLab S.A.C
Mercurio total y disuelto	EPA Método 245.7 (validado), Febrero 2005	Espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frío.	
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		



**9.1.3. Estándares de comparación**

- 260. Para evaluar la calidad de los recursos hídricos, los resultados de los análisis serán comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua aprobados por el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría 4, "Conservación del ambiente acuático", en la subcategoría E2 "Ríos de selva" (en adelante, Cat4E2).
- 261. Esta categoría fue considerada sobre la base de lo establecido en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, que aprueba la clasificación de los cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, que otorga dicha clasificación al río Pachitea (cuenca baja).
- 262. Por lo tanto, las quebradas Aguaytillo, Selva Alegre, Los Ángeles y el río Macuya fueron consideradas en la misma categoría del río Pachitea, es decir, Cat4E2, de acuerdo a lo indicado en la Tercera Disposición Complementaria Transitoria del D.S. N°. 004-2017-MINAM que indica lo siguiente: "En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad".
- 263. De los parámetros que no se encuentran en el ECA, solamente los cloruros fueron comparados 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*). Estos estándares permiten evaluar los efectos de la exposición de los elementos tóxicos en los organismos vivos a (i)



Corto plazo (*short-term*), 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, poco frecuentes sustancias no persistentes o de corta vida); y (ii) a largo plazo (*long-term*), que están diseñados para proteger contra los efectos negativos durante exposiciones indefinidas.

264. Cabe señalar que los parámetros que no constan de 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.
265. En la Tabla 9-8 se detallan los estándares de comparación de la calidad de agua que se emplearon para cada cuerpo de agua, conforme a lo que se ha mencionado previamente.

**Tabla 9-8.** Estándares de comparación de la calidad de agua

Ubicación	Unidad Hidrográfica	Cuerpos de agua	ECA para agua Decreto Supremo N° 004- 2017-MINAM	
			Categoría de comparación	Subcategoría de comparación
Distrito Alexander von Humboldt	Bajo Pachitea	Quebrada Aguaytillo	Categoría 4 "Conservación del ambiente acuático"	E2 "Ríos de selva"
		Quebrada Tahuayo		
		Quebrada Primavera		
Distrito de Tournavista	Bajo Pachitea	Quebrada Selva Alegre	E2 "Ríos de selva"	
		Quebrada Los Ángeles		
		Río Macuya		

Nota: Los resultados de cloruros serán comparados de manera referencial con la Guía Canadiense (CEQG-WQG)



## 9.2. Calidad de sedimentos

266. En los apartados siguientes se muestra información acerca de la evaluación de la calidad del componente sedimento, consignándose los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, y estándares de comparación.

### 9.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo

267. Los puntos de muestreo para la evaluación de calidad de sedimento se ubicaron en las mismas coordenadas que los puntos de muestreo de calidad de agua y se les agregó el prefijo "SED-" a los códigos de dichos puntos. La relación de puntos de muestreo se presenta en la Tabla 9-9 y en mayor detalle en el Anexo C3. Mapas de puntos de muestreo y C4. Fichas de campo. Las imágenes respectivas se muestran en el Anexo C5. Registro fotográfico.

**Tabla 9-9.** Ubicación de los puntos de muestreo de calidad ambiental de sedimento

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
<b>Quebrada Aguaytillo y sus tributarios</b>					
1	SED-QAgua1	488 440	9 021 897	226	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 160 m aguas arriba del puente Aguaytillo



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
					por donde cruza la carretera Federico Basadre.
2	SED-QAguá2	488 468	9 022 414	234	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 15 m aguas arriba de la afluencia de la quebrada Grovercaño
3	SED-QGrov1	488 685	9 022 582	240	Quebrada Grovercaño, aproximadamente a 180 m al lado derecho del camino que conecta la carretera Federico Basadre con la locación SA2X
4	SED-QGrov3	488 550	9 022 549	239	Quebrada Grovercaño, aproximadamente a 60 m aguas arriba del puente por donde cruza los camiones de la empresa CEPESA Peruana S.A.C
5	SED-QGrov2	488 462	9 022 427	234	Quebrada Grovercaño, aproximadamente a 5 m aguas arriba de su afluencia por la margen derecha de la quebrada Aguaytillo.
6	SED-QAguá3	488 443	9 022 414	241	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Grovercaño.
7	SED-QAguá4	488 194	9 022 887	236	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 30 m aguas arriba de la afluencia de la quebrada Edilbertocaño.
8	SED-Q.Tr.Edil2	488 610	9 023 165	230	Tributario en la margen derecha de la quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 30 m aguas arriba de su confluencia.
9	SED-QEdil1	488 608	9 023 133	245	Quebrada Edilbertocaño, tramo inicial de la quebrada que contiene agua y en su confluencia con el tributario QTr.Edil2.
10	SED-QEdil2	488 534	9 023 112	231	Quebrada Edilbertocaño, en la mitad del tramo en cuya margen izquierda se encuentra el talud de la locación SA2X.
11	SED-QEdil3	488 400	9 023 079	128	Quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 70 m aguas abajo de su tributario QTr.Edil2.
12	SED-QEdil4	488 285	9 022 930	242	Quebrada Edilbertocaño, debajo del puente de madera por donde cruza el camino del Caserío Aguaytillo a las chacras.
13	SED-QEdil5	488 187	9 022 934	237	Quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 3 m aguas arriba de su afluencia por la margen derecha de la quebrada Aguaytillo
14	SED-QAguá5	488 155	9 022 939	234	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 25 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Edilbertocaño.
<b>Quebrada Selva Alegre</b>					
15	SED-QSAleg1	489 584	9 020 109	233	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 300 m aguas arriba del puente de Madera donde cruza la trocha de la carretera Federico Basadre al anexo Selva Alegre, y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-6 de CEPESA Peruana S.A.C.
16	SED-QSAleg2	489 515	9 019 849	226	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 40 m aguas abajo del



EP  
 K  
 1  
 y  
 H  
 A  
 H  
 S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
					punto de Madera donde cruza la trocha de la carretera Federico Basadre al anexo Selva Alegre, y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle1 de CEPESA Peruana S.A.C
17	SED-QSAleg3	489 639	9 019 438	216	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 500 m aguas abajo del punto de muestreo QSAleg2
18	SED-QSAleg4	489 609	9 017 877	217	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 450 m aguas arriba de la trocha de acceso a la quebrada desde el caserío Corazón de Jesús.
19	SED-QSAleg5	489 717	9 017 478	215	Quebrada Selva Alegre, a final de la trocha de acceso a la quebrada desde el caserío Corazón de Jesús.
20	SED-QSAleg6	489 786	9 017 113	215	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 450 m aguas arriba de la trocha de acceso a la quebrada desde el caserío Corazón de Jesús.
21	SED-QSAleg7	491 094	9 015 400	208	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 870 m aguas arriba del cruce de la quebrada con la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-3 de CEPESA Peruana S.A.C.
22	SED-QSAleg8	491 759	9 015 566	208	Quebrada Selva Alegre, por donde cruza la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle2 de CEPESA Peruana S.A.C.
23	SED-QSAleg9	491 878	9 015 586	197	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 200 m aguas abajo del cruce de la quebrada con la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X.
24	SED-QSAleg10	492 363	9 014 995	212	Quebrada Selva Alegre, cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle2 de CEPESA Peruana S.A.C
25	SED-QSAleg11	492 029	9 013 995	199	Quebrada Selva Alegre, abajo del puente donde se encuentra la línea de recolección existente entre las locaciones LA3X y LA1X.
26	SED-QSAleg12	491 953	9 013 260	189	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 50 m aguas arriba del punto de captación de agua para el campamento ubicado temporalmente en la locación LA1X.
27	SED-QSAleg13	491 982	9 012 612	196	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 40 m aguas arriba de la naciente del río Macuya
<b>Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y la quebrada Cashibillo</b>					
28	SED-Q.Tr.LAng1	491 083	9 016 682	225	Primer punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 170 m aguas arriba de la línea de recolección 1 que une las



ED  
 H  
 D  
 4  
 M  
 A  
 H  
 S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
					locaciones SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-4 de CEPESA Peruana S.A.C.
29	SED-Q.Tr.LAng2	491 254	9 016 825	214	Segundo punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 50 m aguas abajo de la línea de recolección 1 que une SA2X y LA3X.
30	SED-Q.Tr.LAng3	491 677	9 016 847	225	Tercer punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 350 m aguas arriba de la naciente de la quebrada Los Ángeles.
31	SED-QLAng1	491 960	9 017 022	219	Quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 50 m aguas abajo de su naciente y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QABla1 de CEPESA Peruana S.A.C.
32	SED-Q.Tr.LAng4	492 232	9 017 176	229	Tributario a la quebrada Los Angeles, aproximadamente 15 m aguas arriba de la afluencia por la margen izquierda del río Macuya.
33	SED-QLAng2	492 272	9 017 144	231	Quebrada Los Angeles, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Tributaria Q.Tr.LAng4
34	SED-QLAng3	494 991	9 017 101	201	Quebrada Los Angeles, aproximadamente a 145 m aguas arriba del Puente Los Ángeles por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry
35	SED-QLAng4	495 124	9 017 007	210	Quebrada Los Angeles, aproximadamente a 15 m aguas abajo del Puente Los Ángeles por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry
36	SED-QCashi1	495 052	9 016 298	186	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 120 m aguas arriba del Puente por donde cruza la carretera Federico Belaunde Terry
37	SED-QCashi2	495 198	9 016 367	216	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 20 m aguas abajo del Puente por donde cruza la carretera Federico Belaunde Terry
<b>Río Macuya y sus tributarios</b>					
38	SED-QCara-A	491 994	9 012 585	191	Quebrada Caracol-A, aproximadamente a 3 m aguas arriba de la confluencia con la quebrada Selva Alegre para formar el río Macuya.
39	SED-QCara2	492 643	9 013 240	194	Quebrada Caracol, aproximadamente a 180 m aguas abajo de la carretera de la empresa CEPESA Peruana S.A.C y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QCara1 de CEPESA Peruana S.A.C.
40	SED-QCara1	492 441	9 012 530	181	Quebrada Caracol, aproximadamente a 8 m aguas arriba de la afluencia en su margen derecha al río Macuya.



  
 DIRECTORA

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
41	SED-RMacu2	492 817	9 012 115	182	Río Macuya, aproximadamente a 700 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Caracol y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-1 de CEPESA Peruana S.A.C.
42	SED-RMacu3	494 949	9 011 641	178	Río Macuya, aproximadamente a 950 m aguas arriba del Puente Macuya por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry
43	SED-RMacu4	495 755	9 011 799	181	Río Macuya, aproximadamente a 20 m aguas abajo del puente Macuya de la carretera Alexander von Humboldt – Puerto Sungaro.
<b>Quebrada Tahuayo, Cashibo y Primavera</b>					
44	SED-QTahu1	493 230	9 020 845	213	Quebrada Tahuayo, en el ámbito del Caserío Primavera, a 1,4 km al oeste de la carretera Fernando Belaunde Terry
45	SED-QTahu2	493 734	9 024 518	211	Quebrada Tahuayo, debajo del puente Tahuayo por donde cruza la carretera Federico Basadre, ámbito del distrito de Alexander von Humboldt
46	SED-QCash1	494 731	9 018 893	222	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 130 m aguas arriba del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry
47	SED-QCash2	494 941	9 018 910	215	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 50 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry
48	SED-QPrim1	494 591	9 020 328	223	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 120 m aguas arriba del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry
49	SED-QPrim2	494 820	9 020 493	216	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 140 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry



P  
K  
D  
Y  
M  
A  
M  
S

**9.2.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis**

- 268. El monitoreo ambiental consistió en el levantamiento de información de campo (ubicación de puntos de muestreo y registro de coordenadas geográficas), toma de muestras de sedimento y toma de fotografías en los puntos de muestreo identificados, lo que se muestra en el Anexo C3. Registro fotográfico.
- 269. Debido a que no se cuenta con un protocolo nacional aprobado para la toma de muestras de sedimento, se utilizó a modo referencial, el manual técnico "Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos" de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos.<sup>38</sup>

<sup>38</sup> Methods for Collection Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. Office of Science & Technology Office of Water. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-823-B-01-002. Washington, DC 20460. October 2001.



270. Este documento da a conocer consideraciones generales en el diseño de muestreos para sedimento, equipos/herramientas de campo y laboratorio, pautas de seguridad, procedimientos de almacenamiento y transporte de muestras, además de asuntos comunes a la manipulación de muestras para análisis químicos y toxicológicos. Asimismo, se utilizó el Procedimiento de Operación Estándar - #2016 para muestreo de sedimento de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos del año 1994<sup>39</sup>.
271. Los equipos y accesorios utilizados durante la evaluación en campo (*in situ*) se muestran en la Tabla 9-10.

**Tabla 9-10.** Equipos y accesorios utilizados para el muestreo de calidad de sedimento

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	OBSERVACIONES
GPS	Garmin	Montana 680	4HU004984 4HU004985	Registro de coordenadas geográficas en sistema WGS 84 UTM.
Cámara digital	Canon	D30	62051001043 62051001043	Registro fotográfico
Pala polietileno	-	-	-	Herramienta de fácil manipulación para coleccionar el sedimento superficial hasta unos 20 cm.
Compósito de polietileno	-	-	-	Recipiente para coleccionar y homogenizar la muestra antes de vaciar al frasco de transporte para el análisis.

(-) No corresponde

272. Los parámetros considerados para el análisis de las muestras de sedimentos son presentados en la Tabla 9-11.

**Tabla 9-11.** Parámetros de la calidad de sedimento

Parámetros	Cantidad de puntos	Observaciones
Metales totales + (incluido mercurio)	49	Parámetro analizado por el laboratorio de ensayo acreditado AGQ PERÚ S.A.C.
Materia orgánica		
Análisis textural		
Cloruros		
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)		

273. Los métodos de ensayo utilizados en el análisis de laboratorio, se detallan en la Tabla 9-12.

**Tabla 9-12.** 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
Metales totales	EPA 200.8	Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente	AGQ Perú S.A.C.
Materia orgánica	PEC-012	Gravimetría	
Análisis textural	PEC-018	Densitometría	

<sup>39</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 Potential Problems.



Parámetro	Método de ensayo de referencia	Técnica empleada	Laboratorio de ensayo acreditado
Cloruros	PE-336	Análisis de flujo segmentado	
Hidrocarburos totales de petróleo (C5-C10, C10-C28 y C28-C40)	EPA 8015C	Cromatografía de gases (CG) con detector de ionización de flama (FID)	

274. Las muestras de sedimentos fueron colectadas en bolsas herméticas, hasta completar el peso requerido, y conservadas en *coolers* con *ice-packs* (hielo gel) para mantener la cadena de frío y fueron remitidas a los laboratorios respectivos. Las cadenas de custodia e informes de ensayo se presentan en el Anexo C6.

### 9.2.3. Estándares de comparación

275. Hasta el momento, no se cuenta con legislación nacional sobre estándares de calidad ambiental para sedimentos, sin embargo los resultados del parámetro 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 para las acciones correctivas basadas en riesgos (Atlantic RBCA, del inglés, *Risk-Based Corrective Action*) para sitios impactados por petróleo en Canadá Atlántica<sup>40</sup> de 2015<sup>41</sup> y el valor de intervención de la Guía para la Evaluación de Sedimentos de los Países Bajos de 2010<sup>42</sup>; el detalle se presenta en la Tabla 9-13.

**Tabla 9-13.** Estándares de Calidad Ambiental Internacional para calidad de sedimento

Parámetro	Unidad	Atlantic RBCA, 2015	Guía para la Evaluación de Sedimentos de los Países Bajos ( <i>Guidance Document for Sediment Assessment</i> ), 2010
		Valor máximo	Valor de intervención
Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	mg/kg	500 <sup>1</sup>	5000 <sup>2</sup>

(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"

(1) Valor máximo para la protección de la vida acuática y marina en sedimentos para las acciones correctivas basadas en riesgos para las acciones correctivas basadas en riesgos (Atlantic RBCA) para sitios impactados por hidrocarburos en Canadá Atlántica de 2015.

(2) Valor de intervención de la Guía para la Evaluación de Sedimentos de Los Países Bajos (*Guidance Document for Sediment Assessment - GDSA*) de 2010.

<sup>40</sup> Canadá Atlántica hace referencia a una región de Canadá que comprende cuatro provincias localizadas en la costa atlántica Nuevo Brunswick, Nueva Escocia y la Isla del Príncipe Eduardo.

<sup>41</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.atlanticrbca.com/document/atlantic-rbca-user-guidance-revised-january-2015/>.

<sup>42</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. Netherlands: Rijkswaterstaat Centre for Water Management. 2010.* Revisado el 01 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.helpdeskwater.nl/secundaire-navigatie/english/sediment/guidance-document/>



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

### 9.3. Comunidades hidrobiológicas

276. En el siguiente apartado se presentan los métodos empleados para la realización del monitoreo hidrobiológico, incluyendo la ubicación de los puntos de muestreo, protocolos, equipos y técnicas de análisis, y estándares de comparación.

#### 9.3.1. Ubicación de los puntos de muestreo

277. El criterio de elección de los puntos de muestreo hidrobiológico fue el mismo que se empleó para la elección de los puntos de muestreo de agua, sin embargo, es necesario precisar que no en todos los puntos de muestreo de agua se realizó el monitoreo hidrobiológico debido a que fueron seleccionados los más importantes de acuerdo al criterio del especialista. Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la ubicación de los puntos de muestreo hidrobiológico es presentada en la Tabla 9-14 y con un mayor detalle en el Anexo D.1. Mapa de puntos de muestreo.

**Tabla 9-14.** Ubicación de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
<b>Quebrada Aguaytillo y sus tributarios</b>					
1	HID-QAguá1	488 440	9 021 897	226	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 160 m aguas arriba del puente Aguaytillo por donde cruza la carretera Federico Basadre
2	HID-QAguá3	488 443	9 022 414	241	Quebrada Aguaytillo, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Grovercaño.
3	HID-QEdil3	488 397	9 023 070	229	Quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 70 m aguas abajo de su tributario QTr.Edil2.
4	HID-QEdil5	488 190	9 022 941	236	Quebrada Edilbertocaño, aproximadamente a 3 m aguas arriba de su afluencia por la margen derecha de la quebrada Aguaytillo
5	HID-QAguá5	488 155	9 022 939	234	Quebrada Aguaytillo, 25 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Edilbertocaño.
<b>Quebrada Selva Alegre</b>					
6	HID-QSAleg1	489 575	9 020 108	240	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 300 m aguas arriba del puente de Madera donde cruza la trocha de la carretera Federico Basadre al anexo Selva Alegre y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-6 de CEPSA Peruana S.A.C.
7	HID-QSAleg2	489 536	9 019 807	221	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 40 m aguas abajo del puente de Madera donde cruza la trocha de la carretera Federico Basadre al anexo Selva Alegre y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle1 de CEPSA Peruana S.A.C
8	HID-QSAleg6	489 779	9 017 319	216	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 450 m aguas arriba



*[Handwritten signatures and initials]*



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
					de la trocha de acceso a la quebrada desde el caserío Corazón de Jesús.
9	HID-QSAleg7	491 094	9 015 400	208	Quebrada Selva Alegre, aproximadamente a 870 m aguas arriba del cruce de la quebrada con la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-3 de CEPESA Peruana S.A.C.
10	HID-QSAleg8	491 759	9 015 566	208	Quebrada Selva Alegre, por donde cruza la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle2 de CEPESA Peruana S.A.C.
11	HID-QSAleg10	492 363	9 014 995	212	Quebrada Selva Alegre, cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QSAle2 de CEPESA Peruana S.A.C
12	HID-QSAleg11	492 029	9 013 995	199	Quebrada Selva Alegre, debajo del puente donde se encuentra la línea de recolección existente entre las locaciones LA3X y LA1X.
<b>Río Macuya y sus tributarios</b>					
13	HID-RMacu1	492 022	9 012 584	199	Río Macuya, aproximadamente a 40 m aguas abajo de su nacimiento (confluencia de la quebrada Selva Alegre y quebrada Caracol-A).
14	HID-QCara1	492 441	9 012 530	181	Quebrada Caracol, aproximadamente a 8 m aguas arriba de la afluencia en su margen derecha al río Macuya.
15	HID-RMacu2	492 817	9 012 115	182	Río Macuya, aproximadamente a 700 m aguas abajo de la afluencia de la quebrada Caracol y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-1 de CEPESA Peruana S.A.C.
16	HID-RMacu3	494 949	9 011 641	178	Río Macuya, aproximadamente a 950 m aguas arriba del Puente Macuya por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry.
17	HID-RMacu4	495 755	9 011 799	181	Río Macuya, aproximadamente a 20 m aguas abajo del puente Macuya de la carretera Alexander von Humboldt - Puerto Sungaro.
<b>Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y la quebrada Cashibillo</b>					
18	HID-Q.Tr.LAng1	491 083	9 016 682	225	Primer punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 170 m aguas arriba de la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación C-AG-4 de CEPESA Peruana S.A.C.
19	HID-Q.Tr.LAng2	491 254	9 016 825	214	Segundo punto de muestreo del tributario principal de la quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 50 m aguas abajo de la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X.



EP  
 K  
 D  
 A  
 M  
 S



N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18 L		Altitud (msnm)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
20	HID-QLAng1	491 960	9 017 018	231	Quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 50 m aguas abajo de su nacimiento y cuya coordenada se encuentra cercana al punto de evaluación QABla1 de CEPSA Peruana S.A.C.
21	HID-QLAng2	492 277	9 017 128	236	Quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 20 m aguas abajo de la confluencia con la quebrada Tributaria Q.Tr.LAng4.
22	HID-QLAng4	495 105	9 017 004	223	Quebrada Los Ángeles, aproximadamente a 15 m aguas abajo del puente Los Ángeles por donde pasa la carretera Fernando Belaunde Terry.
23	HID-QCash1	495 066	9 016 299	207	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 120 m aguas arriba del Puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
24	HID-QCash2	495 201	9 016 363	207	Quebrada Cashibillo, aproximadamente a 20 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.
<b>Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera</b>					
25	HID-QTahu1	493 229	9 020 870	232	Quebrada Tahuayo, en el ámbito del Caserío Primavera, aproximadamente a 1,4 km al oeste de la carretera Fernando Belaunde Terry
26	HID-QTahu2	493 734	9 024 518	211	Quebrada Tahuayo, debajo del puente Tahuayo por donde cruza la carretera Federico Basadre, ámbito del distrito de Alexander von Humboldt
27	HID-QCash2	494 941	9 018 910	215	Quebrada Cashibo, aproximadamente a 50 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry
28	HID-QPrim2	494 820	9 020 493	216	Quebrada Primavera, aproximadamente a 140 m aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Fernando Belaunde Terry.



### 9.3.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

278. El protocolo empleado para el monitoreo de comunidades hidrobiológicas tuvo como base metodológica las técnicas de monitoreo descritas en el manual "Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú" (UNMSM-MHN 2014).
279. Los equipos y materiales empleados en el monitoreo de comunidades hidrobiológicas, específicamente colecta de perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, son presentados a continuación (ver Tabla 9-15).

**Tabla 9-15.** Equipos y materiales utilizados en el muestreo de comunidades hidrobiológicas

Equipos y materiales	Marca	Modelo	Utilidad	Características
GPS	GARMIN	OREGON 650	Medición de coordenadas UTM	--
Cámara fotográfica	CANON	D30	Registro fotográfico	--
Red Surber	--	--	Colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos	Red para el muestreo de macroinvertebrados bentónicos de área de muestreo de 0,09 m <sup>2</sup> y abertura de malla de 500 µm.
Atarraya	---	---	Colecta de muestras de peces	Red para pesca de 1 cm de tamaño de cocada, con plomada total de 8 kg y diámetro de abertura de 3 m.
Red de espera	---	---	Colecta de muestras de peces	Red para pesca de 1 cm de tamaño de cocada, de 5 m de largo y 2 m de alto.
Anzuelo	---	---	Colecta de muestras de peces	Anzuelo de acero inoxidable N° 4. Incluye cordel de nylon de 50 m de largo.
Regla	---	---	Medición de longitud (cm) de peces	Material para la medición de talla de peces de 30 cm de longitud.
Balanza digital	--	--	Medición de peso (g) de peces (necton)	Sensibilidad de 0,1 g y capacidad de 2 kg
Estuche de disección	---	---	Extracción de tejido muscular de peces	Debe contar mínimamente con tijeras y bisturí de acero inoxidable.

(--) No corresponde

280. También fueron utilizados otros materiales como guantes de PVC extra largos, picetas de 500 mL, cepillos, jeringas de 10 mL, frascos de polietileno de boca ancha de 250 mL y 1000 mL, formaldehído al 40 % y etanol al 70 %, cuyo uso será descrito en los siguientes párrafos. Estos materiales se utilizaron de forma complementaria para la manipulación, colecta y preservación de las diferentes muestras

**a) Métodos de muestreo**

281. Antes de iniciar el muestreo es necesario observar y describir la zona de trabajo, esta actividad es de gran importancia para identificar los sitios más propicios para obtener muestras representativas de las comunidades que se desean evaluar. Para este fin se contó con fichas de campo (ver Anexo D2) que permitieron describir la vegetación ribereña, el lecho del río, los sustratos elegidos para la colecta, tamaño de muestra, entre otras observaciones requeridas por el especialista del OEFA (ver Anexo D3. Registro fotográfico). Finalizado el llenado de las fichas de campo, se continuó con la colecta de muestras de perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, teniendo en cuenta lo siguiente:



*[Handwritten signature in blue ink]*



- i. Perifiton. Para la colecta de muestras de perifiton se obtuvieron raspados superficiales de piedras u otros sustratos sumergidos en un área de 25 cm<sup>2</sup> (5 x 5 cm). Para tal fin, del lado más regular de una piedra u otro sustrato duro se delimitó un área de 5 x 5 cm y, ayudados con un cepillo y una piceta de 500 ml con agua destilada, se obtuvo un raspado (muestra) en un pote de 250 ml. El procedimiento anterior se realizó por triplicado obteniéndose una muestra compuesta de 75 cm<sup>2</sup>. La muestra final fue etiquetada y preservada con formol al 4 % (4 ml de formol por 100 ml de muestra) con la ayuda de una jeringa de 10 ml para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo por especialistas del OEFA.
- ii. Macroinvertebrados bentónicos. Para la colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos se utilizó una red Surber de 500 µm de luz de malla y 0,09 m<sup>2</sup> (30 x 30 cm) de área. Para tal fin, se colocó el marco cuadrado de la red Surber en el fondo del ambiente a evaluar, en sentido contrario a la corriente; luego se removi6 con fuerza el sustrato con las manos para facilitar el desprendimiento de los organismos y estos queden atrapados en la red. El procedimiento anterior se realizó por triplicado obteniéndose una muestra compuesta de 0,27 m<sup>2</sup>. La muestra final fue vertida en potes de 1 l, etiquetada y preservada con etanol al 70% para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo por especialistas del OEFA.
- iii. Peces. Para la colecta de muestras de peces se utilizaron diferentes artes de pesca, siendo la **atarraya** el que se empleó con mayor frecuencia. Para la colecta con atarraya, el especialista lanzó la red 10 veces en diferentes pozas, de profundidades entre 20 - 50 cm, en un recorrido aproximado de 50 a 100 m aguas arriba del punto de muestreo. Complementariamente, se usaron otros artes de pesca como **red de arrastre** (5 lances) en las estaciones HID-QAguá1 y HID-RMacu4; **anzuelo** (30 minutos) en las estaciones HID-QAguá1 y HID-QAguá5; y **colecta manual** en "cuevas" (20 minutos) en la estación HID-QSAleg2. Estos métodos fueron usados con el objetivo de incrementar los registros de diversidad, en zonas donde se encontró una mayor diversidad de hábitats. Finalizada la colecta, los peces fueron medidos y pesados empleando para ello una regla de 30 cm y una balanza analítica de capacidad de 5 kg, respectivamente. La identificación taxonómica fue realizada por especialistas del OEFA.

#### b) Métodos de análisis de muestras

282. Las muestras fueron analizadas por especialistas de la Dirección de Evaluación del OEFA cumpliendo con las directrices establecidas por el *Standard methods for examination of water and wastewater 22 nd* (APHA 2012). En la Tabla 9-16 se describen los métodos empleados para los análisis hidrobiológicos.

Tabla 9-16. Métodos de ensayo utilizados para los análisis hidrobiológicos

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Unidad	Técnica empleada
Perifiton	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10 300 C, 22nd Ed. 2012	org/cm <sup>2</sup>	Identificación taxonómica y análisis cuantitativo
Macroinvertebrados bentónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10 500 C, 22nd Ed. 2012	org/m <sup>2</sup>	
Peces	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10 600 D, 22nd Ed. 2012	N° de individuos	

Parámetro	Método de ensayo de referencia	Unidad	Técnica empleada
Hidrocarburos totales en tejido muscular de peces	EPA 8015 C	mg/kg	Cromatografía de gas
Metales totales en tejido muscular de peces	PC 230	mg/kg	Espectroscopía de Plasma ICP-OES

**9.3.3. Análisis de datos**

283. Para el análisis de los resultados obtenidos de la evaluación hidrobiológica, se procedió a caracterizar las comunidades del perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

**a) Composición, riqueza y abundancia**

284. Se representó la clasificación taxonómica (*phylum*, clase, orden, familia y especie) del perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces encontrados en el ámbito del área de influencia de las operaciones de CEPESA en el Lote 131.

285. La evaluación de riqueza y abundancia del perifiton se desarrolló sobre la base de la categoría taxonómica *phylum*, mientras que la evaluación de macroinvertebrados bentónicos y peces se desarrolló sobre la base de la categoría taxonómica orden.

286. Es preciso indicar que los resultados de abundancia, se analizaron en base a la densidad de la muestra, representándose los resultados para perifiton (ficoperifiton y zooperifiton) en org/cm<sup>2</sup>, para macroinvertebrados bentónicos en org/m<sup>2</sup> y para peces en número de individuos.

**b) Diversidad alfa**

287. Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizaron los índices de diversidad verdadera (números de Hill) sobre la base del número de especies de cada punto de muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Para ello, se usó la variable N1 como la modificación del índice Shannon (H') (Jost, 2006) que tiene como fórmula:

$$N1 = \exp(H') \tag{9.1}$$

Donde H es el índice de Shannon; por otro lado, se usó la variable N2 como la modificación del índice de Simpson (D) (Jost 2006) que tiene como fórmula:

$$N2 = \frac{1}{\text{Índice de Simpson}} \tag{9.2}$$

288. 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. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou 1975).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \tag{9.3}$$



*[Handwritten signature and initials in blue ink]*



Donde:

- $J'$  : Índice de equidad de Pielou.  
 $H'$  : Índice de diversidad de Shannon-Wiener.  
 $H' max$  : Ln(S) y S = número de especies.

### c) Diversidad beta

289. 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 muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Para determinar el índice de Bray Curtis se empleó la fórmula:

$$IBC = 1 - \frac{(\sum xi - yi)}{(\sum xi + yi)} \quad (9.4)$$

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.

290. Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendrogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal y Michener 1958; Crisci y López 1983) mediante el software Paleontological Data Analysis PAST v3.15 (Hammer *et al.* 2001). Esta gráfica resume la similitud de las especies entre dos estaciones de monitoreo.

### d) Índice biótico BMWP/Col

291. La calidad de los hábitats acuáticos de la zona evaluada se realizó a través del índice biótico *Biological Monitoring Working Party* adaptado para Colombia (BMWP/Col). Se decidió emplear la adaptación colombiana de este índice, por considerarse que existen más similitudes biogeográficas con Colombia en términos de altitud, latitud y diversidad de familias taxonómicas de macroinvertebrados bentónicos, con respecto a otros países donde también se han hecho adaptaciones de este índice. El detalle de los puntajes asignados a las familias que integran dicho índice es presentado a continuación (ver Tabla 9-17). El cálculo del índice biótico BMP/Col se presenta en el Anexo D4.

**Tabla 9-17.** Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectidae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcyidae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7

Familias	Puntajes
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldan, 2003.

292. La puntuación obtenida mediante el índice BMWP/Col se comparó con una escala de clases de calidad de agua, en la cual las puntuaciones más bajas corresponden a aguas de mala calidad y, las más altas, a aguas de buena calidad. La escala de clasificación de calidad de agua es presentada a continuación (ver Tabla 9-18).

**Tabla 9-18.** Calidad de las aguas de acuerdo a la valoración del índice BMWP/Col

Clase	Calidad	valor	Significado	Color
I	Buena	> 150; 101 - 120	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
II	Aceptable	61 - 100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16 - 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldan, 2003.

#### 9.4. Calidad de suelo

293. En los apartados siguientes se muestra información acerca del muestreo realizado para evaluar la calidad del componente suelo, concretamente sobre la descripción de los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, y estándares de comparación.

##### 9.4.1. Ubicación de los puntos de muestreo

294. Para determinar las zonas donde se establecerían los puntos de muestreo de suelo para nivel de fondo, se consideró la ubicación de los componentes del proyecto y la geología del área del proyecto. Dichos puntos fueron establecidos tanto en terrenos con cultivos agrícolas asociados al bosque (Tca/bsp) como en los bosques húmedos de colinas bajas. Es importante mencionar que, durante el trabajo de campo, se encontró que hay áreas de bosque en proceso de recuperación, debido que ya no son utilizadas por la población para cultivo.

295. En total, fueron evaluadas 86 muestras compuestas, las cuales se ubicaron en determinadas áreas de interés en relación a las locaciones y sus pozos San Alejandro 2X (SA2X), Los Ángeles 1X (LA1X) y Los Ángeles 3X (LA3X) como se detalla en la Tabla 9-19, en la que se consigna la codificación, coordenadas y descripción de los puntos de muestreo de niveles de fondo. Esta información también se encuentra en el Anexo E1. Mapa de puntos de muestreo y en el Anexo E2. Fichas de campo.



B  
K  
D  
M  
A  
S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 9-19. Ubicación de los puntos de muestreo y descripción del área circundante para nivel de fondo en suelo

N°	Código	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)	Localización	Descripción
		DATUM WGS 84 ZONA 18L				
		Norte (m)	Este (m)			
<b>Formación Chambira</b>						
1	SUE-AGUAY 10	9 022 454	488 918	247	Caserío Ascensión de Aguaytillo	Zona de purma (bosque secundario), al este del caserío Aguaytillo, próximo al acceso a la locación SA2X.
2	SUE-AGUAY 9	9 022 282	488 971	278		Zona de purma (bosque secundario), al este del caserío Aguaytillo, próximo al acceso a la locación SA2X.
3	SUE-AGUAY 16	9 018 387	490 768	270		Zona de purma de 7 años aproximado (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en la frontera entre el caserío Aguaytillo y Los Ángeles.
4	SUE-AGUAY 17	9 018 662	490 735	263		Zona agrícola (cacao), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
5	SUE-AGUAY 18	9 018 791	490 338	262		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
6	SUE-AGUAY 19	9 019 009	490 519	265		Zona de purma de 7 años aproximado (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X).
7	SUE-AGUAY 20	9 019 337	490 211	281		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
8	SUE-AGUAY 21	9 019 406	490 315	278		Zona de purma de 7 años aproximado (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
9	SUE-AGUAY 22	9 019 651	490 019	249		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
10	SUE-AGUAY 23	9 019 617	489 957	256		Zona de purma de 10 años aproximado (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
11	SUE-AGUAY 24	9 019 938	489 626	225	Caserío Ascensión de Aguaytillo	Zona de pasto, cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
12	SUE-AGUAY 25	9 019 756	489 576	224		Zona de purma 20 años aproximados (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
13	SUE-AGUAY 26	9 020 432	489 525	293		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'D' and 'H'.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM DATUM WGS 84 ZONA 18L		Altitud (msnm)	Localización	Descripción	
		Norte (m)	Este (m)				
14	SUE-AGUAY 27	9 020 580	489 234	250		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.	
15	SUE-AGUAY 31	9 021 417	489 077	279		Zona de agricultura (pastizal), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.	
16	SUE-AGUAY 32	9 021 611	489 322	268		Zona de agricultura (pastizal), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.	
17	SUE-AGUAY 8	9 022 008	489-392	262		Pasto monteado de aproximadamente dos años, cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote-131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.	
18	SUE-AGUAY 33	9 021 922	489310	297		Pasto monteado de aproximadamente dos años, cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.	
19	SUE-AGUAY 34	9 021 972	489 158	282		Pasto monteado de aproximadamente dos años, cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.	
20	SUE-Aguay12	9 022 200	489 120	264		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X).	
21	SUE-LANG 6	9 017 797	490 642	242		Caserío Los Ángeles	Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
22	SUE-LANG 5	9 017 950	490 665	270			Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
23	SUE-LANG 4	9 018 201	490 729	256	Zona de purma de 2 años aproximado (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.		
24	SUE-LANG 2	9 015 369	495 379	207	Zona de agrícola (naranjas), cerca de la vía Federico Basadre por donde se trasporta el crudo del Lote 131 (locación LA1X) en terrenos del caserío Los Ángeles.		
25	SUE-LANG 3	9 018 327	490 869	264	Zona de agrícola (plátano y cacao), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.		
26	SUE-LANG 13	9 015 818	491 494	218	Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles, cerca de la locación LA3X.		



Handwritten signature and initials



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nº	Código	Coordenadas UTM DATUM WGS 84 ZONA 18L		Altitud (msnm)	Localización	Descripción
		Norte (m)	Este (m)			
27	SUE-LANG 14	9 015 955	491 740	218		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles, cerca de la locación LA3X.
28	SUE-LANG 16	9 015 077	491 802	236		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
29	SUE-LANG 15	9 015 152	491 944	232		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
30	SUE-LANG 12	9 016 456	491 557	243		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
31	SUE-LANG 11	9 016 476	491 388	245	Caserío Los Ángeles	Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
32	SUE-LANG 10	9 016 713	491 331	224		Zona agrícola (pastizal), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
33	SUE-LANG 9	9 016 666	491 204	226		Zona de agrícola (pastizal), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
34	SUE-LANG 8	9 017 460	491 145	259		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
35	SUE-LANG 7	9 017 409	490 881	245		Zona de purma de 2 años aproximado (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
36	SUE-MACU 11	9 014 019	493 461	228	Centro poblado Macuya	Zona de suelo agrícola (pastizal), próximo al futuro ducto de transporte de crudo de las locaciones San Alejandro a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
37	SUE-MACU 12	9 014 201	494 157	221		Zona de suelo agrícola (pastizal), próximo al futuro ducto de transporte de crudo de las locaciones San Alejandro a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
38	SUE-MACU 15	9 013 094	492 359	239		Zona de suelo agrícola (pastizal), a 300 m al sur de la locación LA1X, en terrenos del centro poblado Macuya.
39	SUE-MACU 16	9 013 144	492 802	233		Zona de purma (bosque secundario), en la vía de transporte de crudo de la locación LA1X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
40	SUE-MACU 17	9 013 120	493 338	237		Zona de monte (bosque primario), en la vía de transporte de crudo de la locación LA1X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.



D

K

D

I

M

A

M

S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM DATUM WGS 84 ZONA 18L		Altitud (msnm)	Localización	Descripción
		Norte (m)	Este (m)			
41	SUE-MACU 18	9 013 495	493 841	235	Centro poblado Macuya	Zona de suelo agrícola (pastizal), en la vía de transporte de crudo de la locación LA1X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
42	SUE-MACU 19	9 013 467	494 184	249		Zona de suelo agrícola (cacao), en la vía de transporte de crudo de la locación LA1X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
43	SUE-MACU 20	9 013 198	494 529	249		Zona de purma (bosque secundario), en la vía de transporte de crudo de la locación LA1X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
44	SUE-MACU 1	9 014 909	492 156	219		Zona de suelo agrícola (pastizal), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación LA3X) en terrenos del centro poblado Macuya.
45	SUE-MACU 2	9 014 854	491 986	241		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación LA3X) en terrenos del centro poblado Macuya.
46	SUE-MACU 3	9 014 611	492 128	212		Zona de purma (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación LA3X) en terrenos del centro poblado Macuya.
47	SUE-MACU 4	9 014 613	491 980	227		Zona de purma (bosque secundario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación LA3X) en terrenos del centro poblado Macuya.
48	SUE-MACU 5	9 014 239	492 001	202		Zona de suelo agrícola (pastizal), al este de la locación LA3X, en terrenos del centro poblado Macuya.
49	SUE-MACU 6	9 014 390	491 882	218		Zona de suelo agrícola (pastizal), al norte de la locación LA3X, en terrenos del centro poblado Macuya.
50	SUE-MACU 7	9 014 097	492 085	195		Zona de suelo agrícola (pastizal), al sur de la locación LA3X, en terrenos del centro poblado Macuya.
51	SUE-MACU 8	9 013 625	492 065	209	Zona de suelo agrícola (pastizal), al sur de la locación LA3X, próximo al ducto de transporte de crudo, en terrenos del centro poblado Macuya.	
52	SUE-MACU 9	9 013 886	492 478	247	Zona de suelo agrícola (pastizal), próximo al futuro ducto de transporte de crudo de las locaciones San Alejandro a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.	
53	SUE-MACU 10	9 014 031	492 825	208	Centro poblado Macuya	Zona de suelo agrícola (pastizal), próximo al futuro ducto de transporte de crudo de las locaciones San Alejandro a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
54	SUE-PRIM 3	9 019 090	491 904	301	Caserío Primavera	Zona de purma (bosque secundario), fuera del área de influencia del Lote 131, en terrenos del caserío Primavera.
55	SUE-PRIM 4	9 019 059	492 065	289		Zona agrícola (cultivo de cacao, papaya y plátano), fuera del área de influencia del Lote 131, en terrenos del caserío Primavera



ED  
 D  
 H  
 A  
 S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

N°	Código	Coordenadas UTM DATUM WGS 84 ZONA 18L		Altitud (msnm)	Localización	Descripción
		Norte (m)	Este (m)			
56	SUE-PRIM 2	9 018 540	493 443	251		Zona de monte (bosque primario), fuera del área de influencia del Lote 131, en terrenos del caserío Primavera.
57	SUE-PRIM 1	9 018 836	492 909	271		Zona de purma (bosque secundario), fuera del área de influencia del Lote 131, en terrenos del caserío Primavera
58	SUE-LAP 1	9 016 000	494 708	229	Caserío Los Ángeles	Zona de bosque reforestado protegido por el caserío Los Ángeles, a 400 m de vía Federico Basadre, por donde se transporte el crudo producido en la locación LA1X.
59	SUE-LAP 2	9 016 163	494 723	210		Zona de bosque reforestado protegido por el caserío Los Ángeles, a 400 m de vía Federico Basadre, por donde se transporte el crudo producido en la locación LA1X.
<b>Formación Ipururo</b>						
60	SUE-LANG 1	9 015 356	495 237	202	Caserío Los Ángeles	Zona de agrícola (naranjas), cerca de la vía Federico Basadre por donde se trasporta el crudo del Lote 131 (locación LA1X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
61	SUE-LANG 17	9 016 805	495 055	206		Zona de agrícola (pastizal), cerca de la vía Federico Basadre por donde se trasporta el crudo del Lote 131 (locación LA1X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
62	SUE-LANG 18	9 017 233	495 076	205		Zona de agrícola (pastizal), cerca de la vía Federico Basadre por donde se trasporta el crudo del Lote 131 (locación LA1X) en terrenos del caserío Los Ángeles.
63	SUE-PRIM 5	9 019 381	494 682	226	Caserío Primavera	Zona agrícola (pastizales), próximo a la vía Federico Basadre por donde se traslada el crudo producido en la locación LA1X del Lote 131.
64	SUE-PRIM 6	9 019 019	494 839	228		Zona agrícola (pastizales), próximo a la vía Federico Basadre por donde se traslada el crudo producido en la locación LA1X del Lote 131.
65	SUE-PRIM 7	9 018 941	494 920	221		Zona de purma (bosque secundario), próximo a la vía Federico Basadre por donde se traslada el crudo producido en la locación LA1X del Lote 131.
66	SUE-PRIM 8	9 019 552	494 824	216		Zona de purma (bosque secundario), próximo a la vía Federico Basadre por donde se traslada el crudo producido en la locación LA1X del Lote 131.
67	SUE-LAP 3	9 016 074	495 070	214	Caserío Los Ángeles	Zona de bosque reforestado protegido por el caserío Los Ángeles, a 100 m de vía Federico Basadre, por donde se transporte el crudo producido en la locación LA1X.



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'K' and 'D'.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nº	Código	Coordenadas UTM DATUM WGS 84 ZONA 18L		Altitud (msnm)	Localización	Descripción
		Norte (m)	Este (m)			
68	SUE-LAP 4	9 016 174	494 997	215		Zona de bosque reforestado protegido por el caserío Los Ángeles, a 100 m de la vía Federico Basadre, por donde se transporte el crudo producido en la locación LA1X.
69	SUE-MACU 21	9 013 008	495 028	252	Centro poblado Macuya	Zona de purma (bosque secundario), en la vía de transporte de crudo de la locación LA1X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
70	SUE-MACU 22	9 012 886	495 374	205		Zona de suelo agrícola (cacao), en la vía de transporte de crudo de la locación LA1X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
71	SUE-MACU 13	9 014 339	494 778	214		Zona de suelo agrícola (pastizal), próximo al futuro ducto de transporte de crudo de las locaciones LA1X y LA3X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
72	SUE-MACU 14	9 014 374	495 233	211		Zona de suelo agrícola (pastizal), próximo al futuro ducto de transporte de crudo de las locaciones LA1X y LA3X a la vía Federico Basadre, en terrenos del centro poblado Macuya.
73	SUE-AGUAY 1	9 023 009	488 746	248	Caserío Ascensión de Aguaytillo	Zona de monte (bosque primario), al este de la locación SA2X.
74	SUE-AGUAY 2	9 023 145	488 592	243		Zona de monte (bosque primario), al norte de la locación SA2X.
75	SUE-AGUAY 3	9 023 055	488 386	245		Zona agrícola (cacao), al oeste de la locación SA2X.
76	SUE-AGUAY 4	9 022 903	488 308	235		Zona agrícola (cultivo de maíz), al oeste de la locación SA2X.
77	SUE-AGUAY 5	9 022 803	488 290	233		Zona agrícola (pastizal), al oeste de la locación SA2X.
78	SUE-AGUAY 6	9 022 921	488 814	252		Zona de monte (bosque primario), al este de la locación SA2X.
79	SUE-AGUAY 7	9 022 536	488 395	236		Zona agrícola (pastizal), cerca de la ruta de acceso a la locación SA2X.
80	SUE-AGUAY 11	9 022 193	488 888	295		Zona de monte (bosque primario), al este del caserío Aguaytillo, próximo al acceso a la locación SA2X.
81	SUE-AGUAY 13	9 022 602	488 517	240		Zona agrícola (cultivo de cacao), cerca de la ruta de acceso a la locación SA2X.
82	SUE-AGUAY 14	9 022 169	488 609	251		Zona agrícola (pastizales), próximo al centro educativo del caserío Aguaytillo.
83	SUE-AGUAY 15	9 022 818	488 787	248		Zona de monte (bosque primario), al sur de la locación SA2X.
84	SUE-AGUAY 28	9 021 001	488 968	263		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
85	SUE-AGUAY 29	9 020 821	488 896	250		Zona de agricultura (pastizal) cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.
86	SUE-AGUAY 30	9 021 142	489 013	279		Zona de monte (bosque primario), cerca al futuro ducto de transporte de crudo del Lote 131 (locación SA2X) en terrenos del caserío Aguaytillo.



D  
K  
D  
M  
A  
M  
J

**9.4.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis**

296. Los puntos de muestreo para nivel de fondo fueron establecidos siguiendo los lineamientos establecidos en las guías y protocolos citados en la Tabla 9-20.

**Tabla 9-20.** Guías para el establecimiento de los puntos de muestreo de suelo

Componente ambiental	Guía	Institución	Dispositivo legal	Año
Suelo	Guía para Muestreo de Suelos (Sección 1.3. Tipos de muestreo, sección 5. Determinación de puntos de muestreo y anexo N° 2 del documento)	Ministerio del Ambiente – MINAM	R.M. N° 085-2014-MINAM.	2014

297. El muestreo se realizó siguiendo un patrón de rejillas regulares; este modelo puede variar de acuerdo con la pendiente, la presencia de afloramientos rocosos, el relieve del suelo (e.g. zonas escarpadas) u otro factor que pudiese afectar el muestreo, en concordancia con la "Guía para Muestreo de Suelos", aprobada mediante la Resolución Ministerial N° 085-2014-MINAM.

298. El barreno fue utilizado para extraer muestras de suelo a una profundidad de muestreo de 0 a 30 cm. De esta manera, conforme a la guía en mención, se determinó realizar un muestreo compuesto<sup>43</sup> de cinco submuestras representativas para la conformación de una muestra, las cuales fueron colectadas en un recipiente de polietileno en el que se realizó la mezcla de las mismas. Cada muestra homogenizada fue colectada en bolsas de polietileno con cierre hermético.

299. Cada uno de los puntos de muestreo fue referenciado mediante el uso de un navegador terrestre de posicionamiento global y registrado con cámara fotográfica. Los equipos utilizados para el monitoreo de calidad ambiental de suelo se muestran en la Tabla 9-21.

**Tabla 9-21.** Equipos utilizados para el muestreo de calidad ambiental de suelo

Equipos	Marca	Modelo	Serie	Observaciones
GPS	GPS	Garmin	Oregón 650	30D046668
Cámara digital	Cámara digital	Canon	D30	3051001196
Barreno	-	-	-	Herramienta de fácil manipulación para colectar el suelo superficial hasta unos 20 cm.

(-) No corresponde

300. Para la selección de los parámetros para la evaluación del nivel de fondo de suelos se priorizó aquellos relacionados con los componentes existentes y a las futuras instalaciones relacionadas al proyecto, así como parámetros adicionales que permitiesen la interpretación de los resultados. Dichos parámetros se muestran en la Tabla 9-22.

<sup>43</sup> Para el muestreo de nivel de fondo, la Guía de Muestreo para Suelos propone que las muestras deben ser compuestas y recolectadas en un mínimo de tres áreas diferentes, pero con características similares al área de estudio. 11pp; 26pp.

E
   
 K
   
 D
   
 Y
   
 M
   
 A
   
 M
   
 S

**Tabla 9-22.** Parámetros y cantidad de puntos de muestreo por zona geológica

Parámetro	Cantidad de puntos de muestreo	
	Formación Chambira	Formación Ipururo
Metales totales	59	27
Hidrocarburos C5-C10	59	27
Hidrocarburos C10-C28	59	27
Hidrocarburos C28-C40	59	27
Cloruros	57	25
Materia Orgánica	57	25
Textura	57	25

301. En la selección de los parámetros para la determinación del nivel de fondo se tomó como referencia los lineamientos establecidos en la "Guía para el Muestreo de Suelos", el cual determina evaluar metales y metaloides. En la Tabla 9-23 se detalla la lista de los 35 metales y metaloides, y sus métodos de análisis empleados por AGQ Perú S.A.C., así como los límites de cuantificación del laboratorio para cada parámetro. La información relacionada al laboratorio se encuentra en el Anexo E4. Cadenas de custodia, sistematización e informes de ensayo.

**Tabla 9-23.** Métodos de análisis y rangos de los límites de determinación para metales y metaloides

Parámetro	Método de Ensayo		
	PNT	Técnica	Rango (mg/kg PS) *
Aluminio (Al) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,15 – 50 000
Antimonio (Sb) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,0017 – 1 000
Arsénico (As) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,40 – 5 000
Bario (Ba) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,030 – 5 000
Berilio (Be) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,001 – 1 000
Bismuto (Bi) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,008 – 2 000
Boro (B) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,180 – 2 000
Cadmio (Cd)	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,0007 – 1 000
Calcio (Ca) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	8 – 100 000
Cerio (Ce) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,0005 – 1 000
Cobalto (Co) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,003 – 1 000
Cobre (Cu) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,03 – 10 000
Cromo (Cr) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,1 – 1 000
Estaño (Sn) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,01 – 2 000
Estroncio (Sr) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,004 – 2 000
Fosforo (P) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,8 – 50 000
Hierro (Fe) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,006 – 100 000
Litio (Li) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,01 – 2 000
Magnesio (Mg) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,1 – 50 000
Manganeso (Mn) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	3 – 10 000
Mercurio (Hg) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,03 – 1 000
Molibdeno (Mo) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,003 – 1 000
Níquel (Ni) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,09 – 1 000
Plata (Ag) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,006 – 1 000
Plomo (Pb) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,006 – 5 000
Potasio (K) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	8 – 50 000
Selenio (Se) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,004 – 2 000
Sodio (Na) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	1 – 50 000



el  
 D  
 H  
 A  
 S



Parámetro	Método de Ensayo		
	PNT	Técnica	Rango (mg/kg PS) *
Talio (Tl) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,0002 – 1 000
Titanio (Ti) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,06 – 2 000
Torio (Th) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,0001 – 1 000
Uranio (U) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,0002 – 1 000
Vanadio (Va) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,6 – 1 000
Wolframio (W) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,0017 – 2 000
Zinc (Zn) total	EPA 200.8	Espect ICP-MS	0,17 – 10 000

\* El rango mínimo corresponde al límite de determinación, a partir del cual se cuantifica.

PNT: Procedimiento normalizado de trabajo / ND: No determinado

PS: Peso seco

Fuente: AGQ Perú S.A.C.

302. Además del análisis de metales<sup>1</sup> y metaloides, también se realizó el análisis de análisis textural, hidrocarburos en sus tres fracciones y cloruros, los métodos de análisis y rangos de los límites de determinación para estos parámetros se encuentran en la Tabla 9-24.

**Tabla 9-24.** Métodos de análisis y rangos de los límites de determinación de parámetros físicos, químicos e hidrocarburos

PARÁMETRO	Calidad de suelos		
	PNT	Técnica	Rango (mg/kg PS) *
Análisis textural	PEC-018	Densitometría	0,00 – 100 %
Materia orgánica	PEC-012	Gravimetría	0,00 – 100%
Hidrocarburos C <sub>5</sub> -C <sub>10</sub>	EPA 8015 C TPH	Cromat CG FID	0,3 – 300 000
Hidrocarburos C <sub>10</sub> -C <sub>28</sub>	EPA 8015 C TPH	Cromat CG FID	5,00 - 300 000
Hidrocarburos C <sub>28</sub> -C <sub>40</sub>	EPA 8015 C TPH	Cromat CG FID	5,00- 300 000
Cloruros asimilables	PE-336	Análisis de flujo segmentado	2,5 – 2 00

\*El rango mínimo se corresponde con el Límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos

PNT: Procedimiento normalizado de trabajo / ND: No determinado

PS: Peso seco

Fuente: AGQ Perú S.A.C.

#### 9.4.3. Estándares de comparación

303. Los valores obtenidos de nivel de fondo de suelos, fueron comparados de manera referencial con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para suelos de uso agrícola<sup>44</sup>, con la finalidad de observar la diferencia entre los ECA y los valores de nivel de fondo encontrados en los suelos evaluados de las dos zonas geológicas. Esta información se detalla en la Tabla 9-25.

**Tabla 9-25.** Estándares de comparación nacional para calidad de suelos

Parámetros	Estándares de Calidad Ambiental para Suelos
	Suelo de uso agrícola (mg/kg PS)
Mercurio (Hg)	6,6
Arsénico (As)	50
Bario (Ba)	750
Cadmio (Cd)	1,4

<sup>44</sup>

Estándares de Calidad Ambiental para suelo, aprobado mediante Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM.

Parámetros	Estándares de Calidad Ambiental para Suelos
	Suelo de uso agrícola (mg/kg PS)
Plomo (Pb)	70
Hidrocarburos C6-C10	200
Hidrocarburos >C10-C28	1 200
Hidrocarburos >C28-C40	3 000

304. El número de carbonos de las fracciones de hidrocarburos comparándolos con el actual ECA para suelos (D.S. N° 011-2017 MINAM) y el ECA para suelos derogado (D.S. N° 002-2013 MINAM) sufrió algunas modificaciones las que se muestran en la Tabla 9-27.

**Tabla 9-26.** Comparación del número de carbonos de las fracciones de hidrocarburos entre el ECA actual y el derogado

Parámetros	Estándares de Calidad Ambiental para Suelos (D.S. N° 011-2017 MINAM)	Estándares de Calidad Ambiental para Suelos (D.S. N° 002-2013 MINAM)
	Suelo de uso agrícola (mg/kg PS)	Suelo de uso agrícola (mg/kg PS)
Hidrocarburos F1	C6-C10	C5-C10
Hidrocarburos F2	>C10-C28	C10-C28
Hidrocarburos F3	>C28-C40	C28-C40

305. Asimismo, debido a que, la toma de muestra se realizó cuando aun estaba en vigencia el ECA para suelos aprobado por el D.S. N° 002-2013 MINAM, las concentraciones fueron reportadas en las fracciones de hidrocarburos indicadas en ese ECA. El presente informe compara de manera referencial los valores reportados por el laboratorio con los ECA para suelos aprobado por el D.S. N° 011-2017 MINAM y con su actual distribución de número de carbonos según la fracción de hidrocarburos.

**9.5. Flora silvestre**

306. En esta sección se proporciona información sobre la evaluación de especies arbóreas en del proyecto actual por desarrollarse en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 específicamente sobre la metodología utilizada para la ubicación de las parcelas de muestreo, los métodos de evaluación y el criterio de análisis de los datos.

**9.5.1. Ubicación de las parcelas de muestreo**

307. La ubicación de los sitios para la instalación de 15 parcelas de muestreo se determinó durante la visita de reconocimiento. Las coordenadas de ubicación de las parcelas de muestreo se presentan en la Tabla 9-27. Dicha ubicación puede visualizarse en el Anexo F1. Mapa de evaluación de flora.

**Tabla 9-27.** Ubicación de las parcelas para la evaluación y muestreo de flora silvestre

N°	Parcela	Vértices		Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 18		Descripción
		X m.	Y m.	Este (m)	Norte (m)	
1	FL-01	0	0	488 641	9 022 907	Bosque primario fragmentado de terraza alta. Presenta características de bosque



VdB  
 K  
 R  
 M  
 S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nº	Parcela	Vértices		Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 18		Descripción
		X m.	Y m.	Este (m)	Norte (m)	
		20	0	488 660	9 022 905	primario con baja densidad de especies arbóreas en el sotobosque, raleado por tala selectiva (especies maderables de interés comercial); además el área presenta pendientes variables y depresiones por corrientes de agua.
		20	100	488 649	9 022 998	
		0	100	488 630	9 023 000	
2	FL-02	0	0	488 521	9 022 976	Bosque secundario dominado por especies del género <i>Cecropia</i> (Cetico), <i>Inga</i> (guaba) y <i>Ochroma</i> (palo balsa). Se trata de un bosque en transición y recuperación que se encuentra rodeado de pastizales y cultivos como maíz, plátano, yuca y papaya, entre otros.
		20	0	488 530	9 022 964	
		20	100	488 573	9 023 051	
		0	100	488 558	9 023 064	
3	FL-04	0	0	488 702	9 022 800	Bosque primario de terraza alta con pendiente pronunciada (más de 45%). La parcela presenta una depresión por corriente de agua (riachuelo), además de poca abundancia de especies arbóreas en el sotobosque. Fuera de la parcela se evidenció la presencia de árboles de gran diámetro y altura.
		20	0	488 808	9 022 798	
		20	100	488 794	9 022 817	
		0	100	488 700	9 022 816	
4	FL-05	0	0	489 034	9 022 416	Bosque secundario, dominado por especies del género <i>Cecropia</i> (Cetico) e <i>Inga</i> (guaba), con abundancia de especies arbustivas del sotobosque. Por la parcela pasan tres depresiones estacionales de corrientes de agua; además, está próxima a pastizales y cultivos de papaya, plátano y frutales.
		20	0	489 019	9 022 407	
		20	100	489 037	9 022 329	
		0	100	489 061	9 022 328	
5	FL-10	0	0	490 041	9 019 638	Bosque primario fragmentado, próximo a la trocha carrozable y a plantaciones de cacao. La parcela es atravesada por tres depresiones pequeñas; además, presenta pendientes aproximadamente de 45°. Se observó árboles dominantes de dosel, como también cetical ( <i>Cecropia sp.</i> ) e individuos de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) y guaba ( <i>Inga sp.</i> ) dispersos.
		20	0	490 024	9 019 637	
		20	100	490 062	9 019 550	
		0	100	490 076	9 019 558	
6	FL-7A	0	0	488 939	9 021 038	Bosque primario alto con alta densidad de especies de sotobosque. La parcela está ubicada en paralelo a la trocha carrozable, donde la primera subparcela asciende a una pendiente aproximada de 35°. En las parcelas restantes, la pendiente es perpendicular a la trocha carrozable, aproximadamente de 20°. Se evidencia presencia de madera talada de especies maderables.
		20	0	488 956	9 021 033	
		20	100	488 980	9 021 123	
		0	100	488 968	9 021 123	
7	FL-23	0	0	490 618	9 017 760	Bosque primario alto, con densidad regular de especies en sotobosque. La parcela es perpendicular a la trocha carrozable. Las primeras tres subparcelas presentan una pendiente aproximada de 50° y las dos últimas 30°. Existen cuatro depresiones (dos de ellas temporales) y se evidenció especies arbóreas con diámetro a la altura
		20	0	490 603	9 017 787	
		20	100	490 563	9 017 751	
		0	100	490 553	9 017 735	



K  
D  
M  
H  
A  
M  
S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nº	Parcela	Vértices		Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 18		Descripción
		X m.	Y m.	Este (m)	Norte (m)	
						del pecho (en adelante, DAP) superior a 1,50 m.
8	FL-7B	0	0	488 937	9 021 023	La parcela sigue el curso de una corriente de agua y la pendiente observada en ambas márgenes está alrededor de 35°. En dicha parcela se observó baja densidad de especies arbóreas del sotobosque. La cuarta y quinta subparcela cambia de rumbo, siguiendo la corriente de la quebrada.
		20	0	488 936	9 021 003	
		20	60-A	489 011	9 020 995	
		20	60-B	489 031	9 021 000	
		20	100	489 049	9 021 040	
		0	100	489 031	9 021 045	
		0	60	489 011	9 021 008	
9	FL-17	0	0	492 013	9 015 347	Bosque relicto o "parche" de bosque, con alta densidad de especies arbóreas de sotobosque. La parcela está rodeada de pastizal y está instalada siguiendo el cauce de una corriente de agua; por dicha parcela atraviesan 3 quebradas pequeñas (una de ellas temporal). La parcela presenta una pendiente no mayor a 20°. La mitad de las subparcelas 4 y 5 es pastizal.
		20	0	492 028	9 015 350	
		20	60	492 045	9 015 396	
		20	100	492 059	9 015 390	
		0	100	492 064	9 015 409	
		20	80	492 052	9 015 414	
		0	80	492 031	9 015 415	
10	FL-15	0	0	492 155	9 014 763	Bosque primario con elevada densidad de especies de sotobosque. La parcela está instalada siguiendo el curso de la quebrada de más de 2 m de ancho en algunos puntos. La pendiente en la margen izquierda es aproximadamente de 35°, mientras que en la margen derecha es de 20°; por este margen la parcela está rodeada de plantaciones de plátano, maíz y cacao. La última subparcela tiene como límite la orilla de la margen derecha del río Macuya
		20	0	492 176	9 014 725	
		20	40	492 157	9 014 726	
		20	60	492 157	9 014 705	
		0	60-A	492 177	9 014 705	
		20	100	492 177	9 014 687	
		0	100	492 197	9 014 696	
		0	80	492 197	9 014 705	
		0	60-B	492 197	9 014 725	
0	40	492 176	9 014 725			
11	FL-24	0	0	492 083	9 014 288	Bosque relicto o "parche" de bosque secundario. La parcela está instalada paralela al cauce del río Macuya (margen izquierdo), evidenciando relictos de especies de bosque primario, y encontrándose entre ellos algunas especies reforestadas. La vegetación es del tipo ribereña encontrándose especies como bambú y cecropia. La densidad de especies del sotobosque es regular. El terreno tiene tendencia a ser inundable
		20	0	492 093	9 014 314	
		20	100	492 014	9 014 357	
		0	100	491 999	9 014 347	
12	FL-19A	0	0	493 716	9 014 075	La parcela está compuesta por árboles dispersos en una depresión geográfica, formada por el escurrimiento pluvial. Gran parte de los alrededores de dicha parcela es de predominancia arbustiva, herbácea y sobre todo pastizal, encontrándose especies arbóreas solo sobre el cauce del riachuelo. Se observó ganado pastando en los alrededores de la parcela
		20	0	493 698	9 014 084	
		20	40	493 681	9 014 050	
		20	80	493 643	9 014 041	
		20	100	493 613	9 014 044	
		0	100	493 610	9 014 024	
		0	80-B	493 641	9 014 019	
		0	80-A	493 646	9 014 020	
		0	40-B	493 684	9 014 031	
0	40-A	493 681	9 014 050			



MONITOREO Y VIGILANCIA  
 VOB  
 DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Nº	Parcela	Vértices		Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 18		Descripción
		X m.	Y m.	Este (m)	Norte (m)	
13	FL-19B	0	0	493 610	9 014 024	
		20	0	493 613	9 014 044	
		20	40-A	493 588	9 014 048	
		20	40-B	493 577	9 014 045	
		20	60	493 557	9 014 043	
		20	100	493 519	9 014 049	
		0	100	493 516	9 014 033	
		0	60-B	493 555	9 014 026	
		0	60-A	493 564	9 014 024	
		0	40	493 581	9 014 029	
14	FL-18A	0	0	492 867	9 013 988	La parcela está dominada por especies arbóreas que posiblemente fueron reforestadas por los pobladores de dicha zona. La instalación de la parcela se realizó siguiendo el rumbo de una quebrada de 1,5 m. de ancho aproximadamente. En los alrededores predomina el pastizal. La parcela es atravesada por múltiples trochas originadas por el pastoreo de ganado vacuno. En el momento se registró ganado pastando alrededor de la parcela.
		20	0	492 859	9 013 973	
		20	80	492 897	9 013 910	
		20	100	492 888	9 013 896	
		0	100	492 904	9 013 883	
		0	80-B	492 918	9 013 900	
		0	80-A	492 914	9 013 920	
15	FL-18B	0	0	492 904	9 013 883	
		20	0	492 888	9 013 896	
		20	60-A	492 852	9 013 848	
		20	60-B	492 857	9 013 818	
		20	100	492 889	9 013 798	
		0	100	492 911	9 013 820	
		0	60	492 868	9 013 833	



D  
K  
D  
H  
A  
S

308. De acuerdo con la Tabla 9-27, la evaluación de las especies arbóreas se realizó en 15 parcelas, de las cuales, 7 fueron ubicadas en el caserío Ascención de Aguaytillo (distrito de Alexander von Humboldt, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali); mientras que las otras 8 parcelas se ubicaron cercanas al área que corresponde al centro poblado Macuya (distrito de Tournavista, provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco). Con la finalidad de poder realizar una evaluación objetiva de la afectación de la flora silvestre, a continuación se describe el estado ambiental de dichas parcelas:

- Las parcelas ubicadas en el departamento de Ucayali son: FL-01, FL-02, FL-04, FL-05, FL-7A, FL-7B y FL-10. Estas fueron delimitadas en el caserío Ascención de Aguaytillo, locación San Alejandro 2X (SA2X) y línea de recolección a ambos lados del futuro oleoducto que transportará el hidrocarburo entre las locaciones SA2X y Los Ángeles 3X (LA3X), hasta el anexo Selva Alegre).
- Las parcelas ubicadas en el departamento de Huánuco son: FL-23, FL-17, FL-15, FL-24, FL-18A, FL-18B, FL-19A y FL-19B. Estas corresponden al centro poblado Macuya, específicamente al área de la locación LA3X, además del tramo que va desde la locación Los Ángeles (LA1X) al sistema de cisternas, dentro del área de influencia directa a la línea de recolección.

309. El área evaluada correspondió a los sectores de influencia directa del proyecto, habiéndose identificado parches de bosque primario aún existentes, bosque secundario en recuperación y bosques transformados para uso agropecuario. Los mismos fueron determinados como fragmentos de bosque y aunque estos

paisajes se encuentran muy fragmentados y alterados, por lo general, retienen una gran abundancia y diversidad de especies arbóreas.

### 9.5.2. Métodos de evaluación

310. 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 (en adelante, RAINFOR).
311. Las parcelas permanentes tuvieron una dimensión de 20 x 100 m y fueron subdivididas en 5 subparcelas de 20 x 20 m, equivalente a 0,2 ha de superficie (ver Anexo F1. Mapa de evaluación de flora). Sin embargo, es importante señalar que el manual de RAINFOR indica que se deben delimitar parcelas cuadrangulares con dimensiones de 100 x 100 m. En el presente estudio, esta modificación de forma y diseño fue realizada con el objetivo de abarcar únicamente el área del fragmento seleccionado.
312. Las parcelas fueron delimitadas colocando cuerdas a lo largo de los bordes externos, así como en los bordes internos de cada subparcela. 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 causasen una incorrecta inclusión o exclusión de árboles cercanos a los bordes de la parcela. Luego, se registraron los datos de todos los árboles que tuvieron igual o más de 10 cm de DAP, medidos a 1,3 m del suelo; es decir, se anotó el diámetro y la altura de cada individuo, y las características de forma, posición, inclinación, estado, entre otras. Asimismo, se tomó en cuenta el ingreso de luz 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 0,2 ha; donde cada individuo recibió una placa numerada que lo identificaba, siendo referenciada bajo el sistema cartesiano (x, y).
313. Las colecciones botánicas "voucher" se realizaron en el caso de que una especie no hubiese sido identificada y cuando existiese cualquier incertidumbre para su identificación en campo. Todo individuo colectado tuvo un duplicado además del original; por otro lado, las colecciones repetidas de plantas estériles fueron usadas para distinguir confiablemente las morfo-especies<sup>45</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, "patas de loro" y arnés de seguridad para trepar árboles de gran tamaño.
314. El material botánico colectado fue conservado en alcohol y posteriormente procesado en las instalaciones del Herbario Vargas CUZ<sup>46</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).

45 Morfo-especie: Nombre eventual de una especie, basado en caracteres morfológicos.

46 Herbario Vargas CUZ, forma parte de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, disponible en <http://bi.unsaac.edu.pe/herbario.php?p=13>.



Luego, se procedió a comparar con excicatas<sup>47</sup> del herbario y se revisó la página web 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 las 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, y color de flores y frutos, entre otros.

### 9.5.3. Criterios de análisis

315. 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 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 multivariado de correspondencia (ca) y análisis de similitud Bray Curtis (*clúster*). Adicionalmente se presenta una tabla en el cual se hace referencia a la utilidad de algunas especies.

#### a) Composición y diversidad arbórea

316. 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. De este modo, se calculó la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos) en cada parcela evaluada. 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.
317. La riqueza absoluta de especies arbóreas fue calculada cuantificando el número de especies y morfoespecies por parcela y la abundancia, fue determinada realizando un listado de individuos por especies; además, se cuantificó la abundancia absoluta por parcelas con el propósito de describir y diferenciar las parcelas de fragmentos de bosque secundario y transformado para pastizales o con la parcela en fragmento de bosque primario.
318. La diversidad arbórea en las parcelas fue determinada utilizando el índice de diversidad Alfa Fisher (Fisher, R. A., *et al.*, 1943). La ecuación matemática para determinar este índice es la siguiente:

$$S = \alpha \log_e [1 + (N/\alpha)] \quad (9.5)$$

Donde:

- S : Número total de especies registradas en la muestra  
 N : Número de individuos en la muestra.  
 α : Índice de diversidad.

<sup>47</sup> Excicatas: Muestras botánicas correctamente determinadas y depositadas en herbarios.

**b) Índices de valor de importancia**

319. La comparación de la composición florística de las parcelas se realizó mediante el análisis del índice de valor de importancia (I.V.I.). Su cálculo se realizó sobre la base de la determinación de tres parámetros principales: dominancia (área basal), densidad y frecuencia, del siguiente modo:

Dominancia Relativa (Do. R.)

$$\text{Do. R.} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 \quad (9.5)$$

Densidad Relativa (De. R.)

$$\text{De. R.} = \frac{\text{Nº de individuos por especie}}{\text{Nº total de individuos}} \times 100 \quad (9.6)$$

Frecuencia Relativa (Fr. R.)

$$\text{Fr. R.} = \frac{\text{Nº de sub parcelas en que está la especie}}{\Sigma \text{ de las frecuencias de todas las especies}} \times 100 \quad (9.7)$$

320. 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:

$$\text{I.V.I} = \text{Do.R.} + \text{De.R.} + \text{Fr.R.} \quad (9.8)$$

Donde:

*I.V.I* : Índice de Valor de Importancia.  
*Do.R* : Dominancia relativa.  
*De.R* : Densidad relativa.  
*Fr.R* : Frecuencia relativa.

**c) Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas**

321. El cálculo de la biomasa se realizó siguiendo una ecuación alométrica para árboles tropicales<sup>48</sup>, basada en todos los datos alométricos pantropicales disponibles para bosques húmedos de tierras bajas, según Chave *et al.* (2014):

$$\text{Biomasa (Kg)} = 0,0673 * (p((d)^2) * H)^{0,976} \quad (9.10)$$

Donde:

$\rho$  : Densidad específica de la madera.  
 $d$  : Diámetro del individuo.  
 $H$  : Altura del individuo.

322. Brown (1997) también considera que la fórmula alométrica descrita líneas arriba es la más usada últimamente y que es el método más preciso y eficaz para estimar biomasa. Cabe señalar que la densidad de la madera fue obtenida de la base de

<sup>48</sup> Alométricas, refiere al termino alometría, y alometría se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionados con los cambios en el tamaño total.

datos de Zanne *et al.* (2009) & Chave, J. (2009) a nivel de especie; sin embargo, cuando la especie no fue conocida, se utilizó el promedio del valor a nivel de género o familia.

323. 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 forma:

$$\text{Captura de carbono} = \text{Biomadas} * 0,5 \quad (9.11)$$

#### d) Análisis multivariado

324. El análisis de correspondencia fue realizado con los datos de las especies arbóreas registradas en las parcelas, haciendo uso del programa estadístico de libre acceso R (R Core Team 2013). La finalidad de utilizar este estadístico es ordenar las parcelas en un plano espacial, donde se muestre su ubicación en el caserío Aguaytillo y el centro poblado Macuya.

325. De este modo, se podría diferenciar claramente la similitud entre parcelas, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies, lo que permitió definir el tipo de fragmento de bosque tomando en cuenta el tipo de bosque o ecosistema en el que normalmente se desarrollan (bosque primario, secundario o pastizales).

326. Adicionalmente, usando el programa estadístico de libre acceso R (R Core Team 2013), se realizó el análisis de similitud Bray Curtis (*Clúster*). Este análisis multivariante no es más que la diferencia total en la abundancia de especies entre dos sitios, dividido para la abundancia total en cada sitio (ver Anexo F3).

#### e) Determinación de especies en categorías de protección

327. 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 – INRENA (Decreto Supremo N° 043-2006-AG del 06 de julio de 2006<sup>49</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.

328. Además, se consideraron las categorías determinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (en adelante, 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".

49 D.S. 043-2006-AG. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.

329. 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).

**9.6. Fauna silvestre**

330. La evaluación de fauna silvestre se centró principalmente en los mamíferos y en las aves de la zona de interés.

**9.6.1. Mamíferos**

331. Para documentar la diversidad de fauna mastozoológica que existe en el área de influencia del proyecto, se utilizaron tres metodologías que son descritas a continuación.

**9.6.1.1. Ubicación de transectos**

332. Los transectos fueron realizados en las diferentes formaciones vegetales del área de estudio, en concreto, en el área de influencia indirecta del proyecto, en la jurisdicción del caserío Ascención de Aguaytillo, en los alrededores de las locaciones San Alejandro 2X (SA2X) y Los Ángeles 3X (LA3X) en la vía de recolección 1 del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 que se encuentra por la trocha carrozable al anexo Selva Alegre, en la jurisdicción del centro poblado Macuya, tal como se detalla en la Tabla 9-28 y en el Anexo G1. Mapa de evaluación de mamíferos.



**Tabla 9-28.** Ubicación de transectos para censo de fauna silvestre en el área de influencia directa del Lote 131

Transecto	Comunidad cercana	Locación evaluada	Inicio del Transecto			Final del transecto		
			Coordenadas UTM WGS 84			Coordenadas UTM WGS 84		
			Este	Norte	Altura	Este	Norte	Altura
Transecto N° 1	Aguaytillo	SA2X	488 471	9 022 577	248	489 128	9 021 991	283
Transecto N° 2	Aguaytillo	SA2X	489 266	9 021 749	289	490 854	9 018 457	272
Transecto N° 3	Macuya	LA3X	491 752	9 014 279	247	491 686	9 015 560	233
Transecto N° 4	Macuya	LA3X	491 752	9 014 279	247	495 386	9 014 365	210
Transecto N° 5	Macuya	LA3X	495 175	9 016 207	218	489 266	9 021 749	289

333. Las características de las formaciones vegetales de cada uno de dichos transectos fueron las que se indican a continuación. En el Anexo G3. Registro fotográfico, se puede visualizar estas descripciones.

- **Transecto N° 1:** Ubicado en la jurisdicción del caserío Ascención de Aguaytillo, en el área circundante a la locación SA2X, donde el suelo es arcilloso de color marrón y rojizo. En el primer tramo del transecto, la vegetación es secundaria, incluso se observan algunas chacras donde se cultivan plátano, yuca, cacao y papaya, entre otros. A 500 m del inicio (a 100 m de la locación SA2X) la vegetación cambia, observándose un bosque alto, con árboles de mediano a gran fuste, y en el que el suelo es arcilloso, de color amarillo-rojizo, y recubierto por regular



cantidad de hojarasca. En el sotobosque se observan arbustos sin flores ni frutos, y en el subdosel se aprecian algunas lianas de gran porte, siendo el dosel aproximado de 30 m de altura, con algunos árboles emergentes del género *Ficus*.

- **Transecto N° 2:** Ubicado en la jurisdicción del caserío Ascención de Aguaytillo, en la trocha carrozable al anexo Selva Alegre (tramo de la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X). El ancho de la trocha, que presenta suelo arcilloso, es de 10 m aproximadamente. A ambos lados de la vía, la vegetación es secundaria especialmente en los primeros kilómetros, donde se observa crianza de ganado vacuno, porcino y equino. Cruzando la quebrada Macuya, la vegetación cambia a bosque secundario alto, y en ciertos tramos se pueden observar parches de bosque primarios altos, en los que el sotobosque está dominado por palmeras conocidas localmente como "shebon" y donde se observan árboles de mediano fuste, con dosel de hasta 30 m.
- **Transecto N° 3:** Ubicado en la jurisdicción del centro poblado Macuya. El transecto se inicia en la parte posterior de la locación LA3X, en un área dominada por pastizales, donde se observan crianza de ganado vacuno, y se aprecia vegetación arbustiva. A 300 m hay un parche grande de vegetación secundaria alta, en la que el suelo es arcilloso. Al final del transecto se encuentra la quebrada Macuya, donde el suelo es pedregoso y arenoso, y la vegetación aledaña consiste en un bosque alto, con árboles de gran altura y gran fuste. Muy cerca de este bosque se observan chacras con cultivos de maíz, cacao, plátano y yuca, entre otros.
- **Transecto N° 4:** Ubicado en la jurisdicción del centro poblado Macuya. El transecto se inicia en la parte posterior de la garita 1, en la locación LA1X, a lo largo del tramo de la línea de recolección 2 que va desde esta hasta la carretera Fernando Belaunde Terry. La vegetación es secundaria, dominada por pastizales. En ciertos tramos del transecto se observan pequeños parches de bosque secundario alto, dominado por cético (*Cecropia sp*) entremezclado con algunas heliconias.
- **Transecto N° 5:** Se inicia en la jurisdicción del caserío Los Ángeles, al lado derecho de la carretera Fernando Belaunde Terry; a partir de una trocha carrozable de suelo arcilloso rojizo, de al menos 10 m de ancho. La longitud del transecto es de aproximadamente 10 km y recorre todo el tramo de la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X, atravesando diferentes tipos hábitats como bosque secundario, primario alto y pastizales, entre otros.

#### 9.6.1.2. Ubicación de cámaras trampa

334. Se instalaron un total de 25 cámaras trampa, distribuidas de la siguiente manera: 9 en la jurisdicción de la comunidad Ascención de Aguaytillo (inmediaciones de la locación SA2X), 8 en la vía de recolección del tramo del oleoducto (Ascención de Aguaytillo, anexo Selva Alegre), y 8 cámaras en la vía de recolección del oleoducto en la jurisdicción del centro poblado Macuya. La ubicación de cada cámara trampa se detalla en la Tabla 9-29 y el Anexo G1. Mapa de evaluación de mamíferos.



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'D' and 'S'.

Tabla 9-29. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa

Cuenca	Sector de evaluación	Código de cámaras trampa	Coordenadas UTM – Datum WGS 84		Altitud (msnm)
			Este (m)	Norte (m)	
BAJO PACHITEA	ASCENCIÓN DE AGUAYTILLO	OEFA 1	488 755	9 022749	267
		OEFA 2	488 992	9 022 422	258
		OEFA 3	488 790	9 022 820	265
		OEFA 4	488 784	9 022 646	273
		OEFA 5	488 936	9 022 458	243
		OEFA 6	489 073	9 022 362	262
		OEFA 8	488 922	9 022 615	255
		OEFA 9	488 924	9 022 596	265
		OEFA 15	488 996	9 022 307	265
	ANEXO SELVA ALEGRE	OEFA 7	489 080	9 020 760	270
		OEFA 10	490 366	9 018 888	259
		OEFA 11	490 230	9 019 357	263
		OEFA 12	490 059	9 019627	249
		OEFA 13	489 408	9 020 541	270
		OEFA 14	488 991	9 021 119	265
		OEFA 23	490 625	9 017 760	223
		OEFA 24	490 569	9 018 599	223
	MACUYA	OEFA 16	491 832	9 015 542	223
		OEFA 17	491 901	9 015 203	226
		OEFA 18	492 049	9 014 956	231
		OEFA 19	491 993	9 014 845	236
		OEFA 20	491 989	9 014 599	236
OEFA 21		493 907	9 014 097	231	
OEFA 22		494 591	9 014 073	259	



335. Con la finalidad de contextualizar la ubicación de las cámaras trampa, a continuación se precisan detalles del entorno donde se localizaron:

**Ascención de Aguaytillo, locación San Alejandro 2X (SA2X)**

- **Cámara trampa OEFA 1:** Ubicada en el cauce de una quebrada de más o menos 2 m de ancho, con lecho pedregoso entremezclado con arena y arcilla de color rojiza. La vegetación circundante es primaria, donde el sotobosque es denso, siendo la vegetación arbustiva abundante, con presencia de algunas familias de plantas reconocibles como Melastomataceae, Piperaceae y Heliconiaceae, entre otras.
- **Cámara trampa OEFA 2:** Instalada en un bosque secundario, en una plantación antigua. En el área se observan matas de plátano, plantas de cacao y árboles de palta entre otros. La cámara fue instalada en un camino de majaz (*Cuniculus paca*) con sotobosque denso.
- **Cámara trampa OEFA 3:** Instalada en un bosque primario de sotobosque claro, a una altura aproximada de 15 m (aproximadamente a 300 m de la locación SA2X). La cámara se instaló en la bifurcación de un árbol (*Clarisia racemosa*), siendo dirigida a una gruesa rama que sirve como puente para la fauna silvestre.
- **Cámara trampa OEFA 4:** Instalada en un parche de bosque primario cerca de la locación SA2X, quedando dirigida hacia un camino de animales silvestres con sotobosque dominado por yarina (*Phytelephas macrocarpa*) y dosel aproximado de 25 m. No se observan frutas en el área.

El  
K  
D  
H  
M  
A  
M  
S



- **Cámara trampa OEFA 5:** Ubicada en el borde de la margen derecha de la quebrada Grobercaño, con ancho aproximado de 5 m, siendo el lecho pedregoso y el agua clara, pudiéndose observar pequeños peces. La cámara se instaló aproximadamente a 7 m de alto, quedando dirigida a un dormidero o collpa de loros (*Psittacara leucophthalmus*). El área biológicamente sensible (en adelante, ABS) está ubicada en la margen izquierda de la quebrada, en una pared de más o menos 10 m de alto. La vegetación a ambos márgenes consiste en matas de *Carludovica palmata*. En la margen derecha se observa bosque primario con palmeras de diferentes especies, resaltando los huicungos (*Astrocaryum murumuru*).
- **Cámara trampa OEFA 6:** Ubicada en la margen izquierda de una quebrada, en un bosque secundario de más o menos cinco años de antigüedad, dominando las especies de la familia Cecropiaceae, entremezcladas con algunas Fabaceae; el sotobosque es muy denso.
- **Cámara trampa OEFA 8:** Ubicada en un bosque secundario, en el cauce de una quebrada de aproximadamente 5 m de ancho, con lecho arenoso. Abunda *Cecropia sp.*, *Heliconia sp.* y *Piper sp.* en el sotobosque.
- **Cámara trampa OEFA 9:** Ubicada a más o menos 100 m de la cámara OEFA 8, en un parche de bosque primario, donde el sotobosque es semidenso, con regular población de arbustos y plántulas de palmeras. La cámara quedó ubicada en un camino activo de majaz, no observándose frutos.
- **Cámara trampa OEFA 15:** Ubicada en un bosque secundario, en una purma antigua, debajo de una palmera, dominancia de *Cecropia sp.*, Melastomataceae, *Heliconia sp.*, etc., y quedando direccionada a un camino de majaz siendo el sotobosque denso.

#### Ascensión de Aguaytillo, anexo Selva Alegre

- **Cámara trampa OEFA 7:** Ubicada en un parche de bosque primario camino al anexo Selva Alegre, quedando direccionada hacia una quebrada seca. El sotobosque es claro, con árboles de mediano fuste, encontrándose *Heliconia sp.*, y plántulas de pona (*Socratea exorrhiza*), siendo el dosel de 20 m aproximadamente.
- **Cámara trampa OEFA 10:** Ubicada en un parche de bosque primario, a 30 m del lado derecho de la trocha carrozable al anexo Selva Alegre. El suelo está cubierto por abundante hojarasca; el sotobosque es denso, con presencia de palmeras yarina (*Phytelephas macrocarpa*) y pona (*Iriartea deltoidea*).
- **Cámara trampa OEFA 11:** Localizada en un parche de bosque primario a 30 m del lado derecho de la trocha carrozable al anexo Selva Alegre. El suelo es compacto y cubierto por abundante hojarasca, siendo el sotobosque denso con predominancia de palmeras yarina (*Phytelephas macrocarpa*), y el dosel de 30 m.
- **Cámara trampa OEFA 12:** Ubicada a 50 m del lado izquierdo de la trocha carrozable en el sector Selva Alegre, en un parche de bosque primario, cercano a un área de cultivo de cacao. La cámara fue direccionada hacia una quebrada seca,



Handwritten signature and initials: E, K, P, Y, M, A, M, S



observándose sotobosque denso, con dominancia de arbustos de la familia Piperacea, en el suddosel se observan árboles de mediano fuste y dosel aproximado de 25 m de alto.

- **Cámara trampa OEFA 13:** Ubicada en un parche de bosque primario, al lado derecho de la trocha carrozable en el sector Selva Alegre, rodeado de pastizales. El sotobosque es denso y el suelo se encuentra recubierto por abundante hojarasca.
- **Cámara trampa OEFA 14:** Ubicada en un parche de bosque primario, a 50 m al lado izquierdo de la trocha carrozable al anexo Selva Alegre. Se observa suelo compacto, con mucha hojarasca y sotobosque denso, con presencia abundante de la palmera yarina (*Phytelephas macrocarpa*) y dosel aproximado de 25 m.
- **Cámara trampa OEFA 23:** Localizada en un gran parche de bosque primario a 400 m del anexo Selva Alegre. El suelo es arcillo arenoso, cubierto por poca hojarasca, siendo el sotobosque claro, dominado por la palmera yarina (*Phytelephas macrocarpa*), con dosel de 30 m, dominante un sapote con frutos.
- **Cámara trampa OEFA 24:** Ubicada al lado izquierdo de la trocha carrozable al anexo Selva Alegre, en un bosque secundario alto. El suelo es compacto, cubierto por abundante hojarasca. El sotobosque es denso, con abundantes palmeras, shebon (*Attalea butyracea*) y huicungo (*Astrocaryum murumuru*), siendo dosel de 15 m aproximadamente.

#### Centro Poblado Macuya, locación Los Ángeles 3X (LA3X)

- **Cámara trampa OEFA 16:** Instalada en un camino de mamíferos silvestres, en un bosque primario alto, en el centro poblado Macuya, aproximadamente a 50 m de una chacra de sembrío de cacao, yuca y plátano, entre otros.
- **Cámara trampa OEFA 17:** Cámara instalada en un parche de bosque primario, aproximadamente a 50 m de un pastizal y 20 m de una quebrada sin nombre. El suelo es arcilloso rojizo, recubierto por poca hojarasca. El sotobosque es denso, con algunas lianas delgadas.
- **Cámara trampa OEFA 18:** Ubicada en un parche de bosque primario, entre dos pastizales, donde el suelo es arcilloso y cubierto por poca hojarasca. El sotobosque es claro y se observan huellas de ganado vacuno. La cámara quedó direccionada hacia un camino de fauna silvestre.
- **Cámara trampa OEFA 19:** Cámara instalada en un parche de bosque secundario, rodeado de pastizales, con suelo es arcilloso rojizo compacto y sotobosque denso enmarañado de lianas delgadas, con abundantes plántulas de diferentes especies, observándose palmeras shapaja (*Attalea speciosa*).
- **Cámara trampa OEFA 20:** Localizada en un parche de bosque secundario, al borde de un pastizal, con suelo compacto, cubierto por abundante hojarasca, muchas ramas de árboles caídos, y vegetación compuesta por cético (*Cecropia* sp) y shimbillo (*Inga* sp). En el sotobosque se observó mucha presencia de heliconias.



Handwritten signature and vertical text in blue ink.

- **Cámara trampa OEFA 21:** Ubicada en un pequeño parche de bosque secundario, en medio de un gran pastizal, al borde de una quebrada seca y debajo de una maraña de plantas trepadoras delgadas. En los alrededores de la cámara se observó huellas de ganado vacuno.
- **Cámara trampa OEFA 22:** Instalada en un parche de bosque primario a 75 m del tramo del ducto, al borde de un pastizal y a 15 minutos de la carretera Fernando Belaunde Terry. El sotobosque es denso, con suelo arcilloso y abundante hojarasca, individuos de *Cecropia sp.* altos y palmeras yarina (*Phytelephas macrocarpa*).

### 9.6.1.3. Metodología de evaluación

336. Para evaluar la diversidad, abundancia y distribución de las especies de hábitos terrestres y arborícolas que habitan en el área de estudio se usaron tres metodologías que detallamos a continuación.

- **Censos por transectos**

337. La apertura de los transectos se realizó en los diferentes hábitats de la zona de estudio (bosque primario y bosque secundario) donde se realizaron censos de fauna silvestre en base a observaciones directas y vocalizaciones, así como observaciones indirectas a través de los rastros (huellas, madrigueras, bañaderos, caminos, despojos, heces, cerdas, rasguños en troncos de árboles, emanación de sustancias odoríferas, y osamentas) o cualquier evidencia que indique la presencia de mamíferos silvestres en el área.

338. El censo consistió en recorrer los transectos a una velocidad promedio de 1,0 km/hora con paradas cada cierto trecho por uno a dos minutos con la finalidad de observar los diferentes estratos del bosque 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.

339. Cada vez que hubo un encuentro directo se procedió a anotar en la libreta de campo la siguiente información: hora, especie, número de individuos (cuando se trataba de grupos), tipo de hábitat, altura en el bosque (uso del estrato vertical), actividad al momento de la detección y composición florística del área. En cuanto a las observaciones indirectas, cada vez que se encontraron evidencias, se anotaron el tipo de registro (huella, camino, madriguera, bañaderos, caminos, despojos, heces, cerdas, rasguños en troncos de árboles, emanación de sustancias odoríferas, osamentas), lugar, género y la especie (cuando fue posible su identificación). Estas evidencias fueron registradas con una cámara digital.

340. Adicionalmente se recopiló información de avistamientos de fauna silvestre por otros investigadores que detectaron mamíferos silvestres durante la ejecución de los trabajos de campo.

341. Con el fin de complementar la información para la lista base de especies que habitan en el área de estudio, se hicieron entrevistas no estructuradas a los apoyos locales del caserío Ascensión de Aguaytillo y del centro poblado Macuya. Los apoyos locales, que normalmente realizan sus actividades de caza en bosques aledaños a su territorio, participaron en el proceso de apertura de



EP

D

M

A

H

S

transectos. Se formularon preguntas como: ¿Qué especies de mamíferos grandes habitan en los bosques de su comunidad?, ¿Cuál es el principal uso que le dan a la fauna silvestre?, ¿si la cacería es de subsistencia o es comercial?, además de la apreciación personal en cuanto al estado actual en que se encuentra la fauna silvestre. Para facilitar la identificación, en algunos casos fue necesario mostrarles las ilustraciones de Emmons y Feer (1996) y el de Aquino *et. al.* (2001).

- **Fototrampeo**

342. Para documentar de manera gráfica la diversidad y abundancia de la fauna silvestre del área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, se realizó un monitoreo sistemático con cámaras trampa. En la presente evaluación, se utilizaron cámaras trampa digitales marca Bushnell, modelo Trophy Cam HD Aggressor, con sensores de movimiento. En cada cámara se colocó una tarjeta de memoria de 32 GB. La energía fue proporcionada por ocho pilas alcalinas AA.

343. En el caserío Ascención de Aguaytillo se instalaron 17 cámaras; mientras que en el territorio del centro poblado Macuya fueron instaladas ocho cámaras.

- **Programación de las cámaras trampa**

344. Las cámaras estuvieron operativas las 24 horas del día y fueron programadas para tomar una foto seguida de un video de 30 segundos con periodos de espera de 2 segundos (una vez que la cámara realizó la primera foto, espera 2 segundos para activarse nuevamente). El sensor fue programado para la más alta sensibilidad. A continuación se presentan los datos de programación de la cámara:

- Modo: Híbrido
- Tamaño de imagen: 14 megapíxeles
- Formato de imagen: Full screen
- Numero de captura: 1 foto
- Control LED: Medio
- Tamaño de vídeo: 1920x1080
- Duración de vídeo: 30"
- Intervalo: 2"
- Nivel del sensor: Auto
- NV Shutter: Auto
- Camera Mode: 24 horas
- Sonido de video: Activado

- **Ubicación e instalación de trampas cámara**

345. La instalación de las cámaras en los sitios de estudio se realizó en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, en los alrededores de la locación SA3X y en el trazo de la línea de recolección 1 (anexo Selva Alegre), en la jurisdicción del caserío Ascención de Aguaytillo y el trazo del futuro ducto en la jurisdicción del centro poblado Macuya.



Handwritten signature and initials in blue ink, including 'K D' and 'A M S'.

346. Las cámaras, que permanecieron activas por 30 días, fueron ubicadas a 50 cm del suelo y fijadas en árboles de mediano fuste con una posición contraria a la salida y ocaso del sol. (ver Anexo G3. Registro fotográfico).

- **Recolección de datos fotográficos**

347. Los datos proporcionados por las cámaras servirán para crear una base de datos que serán de gran utilidad para el análisis e interpretación de la diversidad y abundancia de fauna silvestre que habitan en área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 y serán presentados en un informe final.

#### 9.6.1.4. Análisis de la información obtenida

- **Índices de Diversidad**

348. Para comparar la diversidad entre los lugares y unidades de vegetación se usaron los Índices de Diversidad de Shannon y de dominancia de Simpson (Moreno, 2001). El cálculo de estos índices se hizo mediante la aplicación del programa Past3 para Windows.

349. Según estos índices, los valores más altos corresponden a una gran riqueza de especies (número de especies) y heterogeneidad (distribución del número de cada especie). La fórmula de Shannon es la siguiente:

$$H = - \sum (pi)(\log 2pi) \quad (9.9)$$

Donde:

$pi$  : Abundancia proporcional de la especie.  
 $i$  : Número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

350. La fórmula del Índice de Simpson (D) es la siguiente:

$$D = 1 - \left( \sum pi^2 \right) \quad 9.10$$

351. Para determinar las similitudes entre los lugares y unidades de vegetación se utilizó el Índice de Jaccard. Según este índice, los valores que se aproximan a 1 indican mayor similitud entre las comunidades de mamíferos comparadas. La fórmula es la siguiente:

$$Ij = a / a + b - c \quad 9.11$$

Donde:

$a$  : Número de especies presentes en las muestras A y B.  
 $b$  : Número de especies presentes en B pero no en la muestra A.  
 $c$  : Número de especies presentes en A pero no en la muestra B.



*P*

352. Siguiendo a Boddicker *et al.* (2001, 2002), para el análisis de los índices fueron considerados todos los registros obtenidos en las unidades de muestreo y las unidades de vegetación.

- **Índices de Ocurrencia (IO) e Índice de Abundancia (IA)**

353. El Índice de ocurrencia provee una lista de especies confirmadas basadas en las evidencias acumuladas (rastros y entrevistas). Siguiendo el criterio de Boddicker *et al.* (2002), 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 9-30.

354. Las especies de aves y reptiles también fueron consideradas para los cálculos de diversidad, y fueron incluidas en la lista de especies consideradas en alguna categoría de conservación.

355. Teniendo en cuenta que los registros incluyen avistamientos directos e indirectos, se vio conveniente no aplicar el Índice de Abundancia Relativa a la Distancia (IARD), porque tiende a sobrestimar o subestimar, de modo que se optó por determinar el Índice de Abundancia. 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 particularmente por Rodríguez y Amanzo (2001), donde los valores iguales o superiores a 25 indica mayor actividad de una especie en el área de estudio, y valores inferiores a 25 indica niveles bajos de actividad. Asumiendo que cada registro es un evento diferente, el Índice de Abundancia se obtuvo multiplicando el valor de un tipo de evidencia por el número de veces en que fue registrado. La sumatoria de todos los productos indica el Índice de Abundancia (ver Tabla 9-30).



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

**Tabla 9-30.** Puntaje para diferentes tipos de evidencias utilizado para calcular el índice de ocurrencia (tomado de Boddicker *et al.* 2001)

Tipo de evidencia	Puntaje
Evidencia no ambigua:	-
Especie observada	10
Evidencia de alta calidad:	-
Huellas	5
Despojos (Huesos, pelos, cerdas)	5
Identificación por residentes locales	5
Vocalizaciones, emanación de sustancias odoríferos	5
Evidencias de baja calidad:	-
Camas, madrigueras, caminos, rasguños	4
Restos fecales	4
Restos de alimentos	4

- **Recolección de datos fotográficos y análisis de información**

356. Los datos fotográficos fueron analizados con el programa Camera Base, una base de datos en el programa Access, específicamente diseñada para analizar fotos de cámaras trampa (Tobler 2013). Para el análisis de datos se consideraron todas las fotos excepto aquellas en blanco o las que registraron a personas. Se calculó la



frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días-cámara.

357. El conteo de captura es el número de cámaras en las cuales aparece el animal. El número de apariciones cuenta los eventos independientes (cada evento tiene un intervalo de 30 minutos).

#### 9.6.1.5. Identificación de Áreas Biológicamente Sensibles (ABS)

358. Se consideran ABS a los microhábitats de uso intensivo de recursos por parte de los animales. Entre ellas se puede mencionar a los siguientes: collpas (saladeros), bañaderos, bebederos, zonas de anidación y reproducción, comederos y hormigueros.
359. La búsqueda de estas áreas se realiza durante todo el tiempo que dura la apertura de trochas. En caso de identificar un ABS se anota la fecha, hora, lugar, tipo de ABS, características, información de las especies animales que hacen uso de ABS, tipo de vegetación, distancia en la trocha y la localización geográfica (UTM), y son fotografiadas con una cámara digital.

#### 9.6.2. Aves

360. A continuación, se presenta la información sobre la metodología referente a la evaluación específica de aves.

##### 9.6.2.1. Ubicación de los puntos de conteo y redes de niebla

361. En el área de estudio se distribuyeron 102 puntos de conteo (PC), ubicándose 55 PC en la Zona 1- Caserío Ascensión de Aguaytillo y 47 PC en la Zona 2- Centro poblado Macuya. Las coordenadas de ubicación de los puntos de conteo y redes de niebla se presentan en la Tabla 9-32 y en el Anexo G2. Mapas de evaluación de aves.

**Tabla 9-31.** Las coordenadas de ubicación de los puntos de conteo y redes de niebla en el área de estudio

Código de unidad de evaluación	Hora inicio	Fecha	Este	Norte	Altitud m s.n.m.	Método
Zona 1-Caserío Ascensión de Aguaytillo						
PC1	05:46	2017-03-16	488 469	9 022 661	301	CP
PC2	06:00	2017-03-16	488 621	9 022 863	289	CP
PC3	06:20	2017-03-16	488 757	9 022 836	270	CP
PC4	06:54	2017-03-16	488 763	9 022 707	257	CP
PC5	07:25	2017-03-16	488 830	9 022 564	235	CP
PC6	07:57	2017-03-16	488 946	9 022 431	237	CP
PC7	08:21	2017-03-16	488 988	9 022 309	270	CP
PC8	08:45	2017-03-16	488 943	9 022 153	281	CP
PC9	09:04	2017-03-16	489 066	9 022 040	281	CP
PC10	05:36	2017-03-17	489 258	9 021 613	224	CP
PC11	05:50	2017-03-17	489 239	9 021 449	243	CP
PC12	06:09	2017-03-17	489 108	9 021 367	259	CP
PC13	06:24	2017-03-17	488 978	9 021 275	270	CP
PC14	06:42	2017-03-17	488 935	9 021 106	272	CP
PC15	07:00	2017-03-17	488 981	9 020 955	265	CP
PC16	07:20	2017-03-17	489 074	9 020 830	275	CP
PC17	07:45	2017-03-17	489 181	9 020 709	283	CP
PC18	08:10	2017-03-17	489 286	9020572	277	CP



*[Handwritten signatures and initials]*



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Código de unidad de evaluación	Hora inicio	Fecha	Este	Norte	Altitud m s.n.m.	Método
PC19	08:28	2017-03-17	489 419	9 020 468	281	CP
PC20	08:49	2017-03-17	489 361	9 020 320	269	CP
PC21	09:03	2017-03-17	489 399	9 020 152	243	CP
Red 1	06:00	2017-03-19	488 765	9 022 786	255	Red
Red 2	06:00	2017-03-19	488 765	9 022 786	255	Red
Red 3	06:00	2017-03-19	488 768	9 022 895	229	Red
Red 4	06:00	2017-03-19	488 795	9 022 915	229	Red
Red 5	06:00	2017-03-19	488 818	9 022 925	233	Red
PC 22	06:17	2017-03-20	489 500	9 020 038	223	CP
PC 23	06:33	2017-03-20	489 549	9 019 890	218	CP
PC 24	06:55	2017-03-20	489 678	9 019 802	232	CP
PC 25	07:11	2017-03-20	489 814	9 019 716	243	CP
PC 26	07:31	2017-03-20	489 975	9 019 656	255	CP
PC 27	07:51	2017-03-20	490 071	9 019 509	268	CP
PC 28	08:04	2017-03-20	490 222	9 019 455	271	CP
PC 29	08:22	2017-03-20	490 275	9 019 302	279	CP
PC 30	08:37	2017-03-20	490 379	9 019 178	276	CP
PC 31	08:50	2017-03-20	490 454	9 019 039	278	CP
PC 32	09:04	2017-03-20	490 419	9 018 890	277	CP
PC 33	09:17	2017-03-20	490 383	9 018 743	278	CP
PC 34	06:05	2017-03-23	488 393	9 022 816	248	CP
PC 35	06:41	2017-03-23	488 395	9 023 050	221	CP
PC 36	07:15	2017-03-23	488 528	9 022 983	250	CP
PC 37	07:58	2017-03-23	488 696	9 023 129	377	CP
PC 38	08:40	2017-03-23	488 909	9 023 293	275	CP
PC 39	09:13	2017-03-23	489 263	9 023 281	282	CP
PC 40	09:55	2017-03-23	488 813	9 023 032	253	CP
PC 41	10:11	2017-03-23	488 773	9 022 892	257	CP
PC 42	10:42	2017-03-23	488 511	9 022 498	236	CP
PC 43	11:35	2017-03-23	488 605	9 022 270	241	CP
PC 44	06:33	2017-03-24	490 025	9 019 553	249	CP
PC 45	07:13	2017-03-24	490 265	9 019 340	266	CP
PC 46	07:43	2017-03-24	490 444	9 019 083	266	CP
PC 47	08:25	2017-03-24	490 697	9 019 020	255	CP
PC 48	08:25	2017-03-24	490 477	9 018 725	266	CP
PC 49	09:24	2017-03-24	490 565	9 018 561	275	CP
PC 50	09:34	2017-03-24	490 780	9 018 514	271	CP
PC 51	10:06	2017-03-24	490 814	9 018 345	271	CP
PC 52	10:28	2017-03-24	490 773	9 018 138	270	CP
PC 53	10:43	2017-03-24	490 634	9 018 032	277	CP
PC 54	11:10	2017-03-24	490 677	9 017 832	271	CP
PC 55	11:25	2017-03-24	490 732	9 017 640	274	CP
Red 1	06:00	2017-03-25	490 079	9 019 476	240	Red
Red 2	06:00	2017-03-25	490 080	9 019 476	240	Red
Red 3	06:00	2017-03-25	489 984	9 019 683	247	Red
Red 4	06:00	2017-03-25	489 990	9 019 707	249	Red
Red 5	06:00	2017-03-25	490 000	9 019 737	248	Red
Zona 2-Centro poblado Macuya						
PC56	11:30	2017-03-26	491 682	9 015 540	204	CP
PC57	12:40	2017-03-26	491 834	9 015 515	225	CP
PC58	13:26	2017-03-26	491 797	9 015 641	215	CP
PC59	14:50	2017-03-26	491 778	9 015 369	241	CP
PC60	15:43	2017-03-26	491 821	9 015 176	225	CP
PC61	16:43	2017-03-26	491 953	9 015 097	237	CP
PC62	17:09	2017-03-26	492 088	9 015 021	217	CP
PC63	06:23	2017-03-27	491 965	9 014 608	227	CP
PC64	06:48	2017-03-27	492 093	9 014 691	203	CP
PC65	07:16	2017-03-27	492 130	9 014 795	198	CP
PC66	07:43	2017-03-27	492 024	9 014 911	223	CP
PC67	08:09	2017-03-27	491 953	9 015 097	237	CP
PC68	08:40	2017-03-27	491 791	9 015 084	235	CP
PC69	09:06	2017-03-27	491 722	9 014 947	240	CP
PC70	09:30	2017-03-27	491 732	9 014 791	227	CP
PC71	09:45	2017-03-27	491 781	9 014 641	226	CP



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Código de unidad de evaluación	Hora inicio	Fecha	Este	Norte	Altitud m s.n.m.	Método
PC72	10:09	2017-03-27	491 967	9 014 458	212	CP
PC73	10:38	2017-03-27	491 803	9 014 418	236	CP
PC74	10:52	2017-03-27	491 762	9 014 231	228	CP
PC75	06:06	2017-03-28	492 437	9 013 769	255	CP
PC76	06:26	2017-03-28	492 591	9 013 905	233	CP
PC77	06:44	2017-03-28	492 791	9 013 899	213	CP
PC78	07:17	2017-03-28	492 984	9 013 859	231	CP
PC79	08:07	2017-03-28	493 260	9 013 873	244	CP
PC80	08:28	2017-03-28	493 384	9 013 883	245	CP
PC81	08:46	2017-03-28	493 571	9 013 962	238	CP
PC82	09:10	2017-03-28	493 719	9 014 086	241	CP
PC83	09:43	2017-03-28	493 865	9 014 204	260	CP
PC84	10:04	2017-03-28	494 024	9 014 080	247	CP
PC85	10:32	2017-03-28	494 196	9 014 183	223	CP
PC86	10:54	2017-03-28	494 399	9 014 195	255	CP
PC87	11:18	2017-03-28	494 596	9 014 209	232	CP
PC88	11:36	2017-03-28	494 806	9 014 245	216	CP
PC89	11:55	2017-03-28	495 008	9 014 301	219	CP
PC90	12:10	2017-03-28	495 215	9 014 316	224	CP
Red 1	06:00	2017-03-29	491 956	9 014 608	226	Red
Red 2	06:00	2017-03-29	491 961	9 014 605	226	Red
Red 3	06:00	2017-03-29	491 968	9 014 611	224	Red
Red 4	06:00	2017-03-29	491 982	9 014 611	225	Red
Red 5	06:00	2017-03-29	491 991	9 014 614	224	Red
PC91	05:55	2017-03-31	492 555	9 013 582	238	CP
PC92	06:07	2017-03-31	492 732	9 013 539	221	CP
PC93	06:31	2017-03-31	492 723	9 013 343	199	CP
PC94	06:58	2017-03-31	492 764	9 013 174	220	CP
PC95	07:18	2017-03-31	492 930	9 013 153	229	CP
PC96	07:41	2017-03-31	493 072	9 013 212	236	CP
PC97	08:35	2017-03-31	493 251	9 013 167	234	CP
PC98	09:11	2017-03-31	493 452	9 013 150	236	CP
PC99	09:38	2017-03-31	493 646	9 013 395	233	CP
PC100	10:08	2017-03-31	493 945	9 013 494	234	CP
PC101	10:22	2017-03-31	494 087	9 013 605	252	CP
PC102	10:38	2017-03-31	494 074	9 013 805	255	CP

CP: Conteo por puntos, Red: Red de neblina

### 9.6.2.2. Métodos de evaluación

362. Para la evaluación de la avifauna se emplearon 4 métodos: conteo por puntos, *playback* con grabación de cantos, fotografía y redes de neblina, a continuación, se describen cada uno de ellos.

#### a) Puntos de Conteo (PC)

363. Para el censo de las aves se utilizó el método de Conteo por Puntos o Puntos de Conteo (PC) empleado para la evaluación de aves de ambientes terrestres por Ralph *et al.* (1996); Bibby, Jones, & Marsden (1998); Gregory, Gibbons & Donald (2005) y MINAM 2016). Se utilizaron distancias sin límites, es decir, todas las especies observadas en un radio variable.

364. Se evaluaron 102 PC en el área de estudio (ver Tabla 9-32). El tiempo considerado para cada punto de conteo visual/auditiva fue de 10 minutos. En cada PC se dejó transcurrir un minuto luego de la llegada del observador al lugar a ser evaluado con la finalidad de reducir el disturbio originado. La distancia entre cada punto de conteo fue de 150 m en áreas cerradas o boscosas y 200 m en áreas abiertas. Para cada punto de conteo se tomaron los siguientes datos: fecha, hora de inicio



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'D' and several smaller initials.

y coordenadas geográficas. Durante el censo se anotaron todas las especies detectadas de forma visual o auditiva considerando detallar: la especie, el número de individuos y algunas observaciones ecológicas (hábitat y registros reproductivos). El conteo por puntos se inició en las primeras horas de la mañana (5:30 a 11:30 h) y en horas de la tarde (15:00 a 17:30 h), coincidiendo con las horas de mayor actividad de aves.

Tabla 9-32. Puntos de conteo por zona evaluada

Zonas de Muestreo	Nº Puntos de Conteo	Esfuerzo de Muestreo
Zona 1 - Ascensión de Aguaytillo	55	9 horas 10 minutos
Zona 2 - Macuya	47	7 horas 50 minutos
<b>Zonas</b>	<b>102</b>	<b>17 horas</b>

365. Para la visualización de las especies se emplearon binoculares Eagle Ranger 10 x 40 y la determinación se realizó usando la guía de campo aves de Perú (Schulenberg *et al.*, 2010). El listado de las aves sigue la clasificación taxonómica de Plenge (2017).

#### b) *Playback* y grabación de cantos

366. Se utilizó para el reconocimiento de especies poco conspicuas o crípticas, que por la similitud de sus patrones de coloración con los de su entorno, o por ser especialmente "timidas", son difíciles de detectar visualmente. El uso de grabaciones ayuda a familiarizarse con los cantos de estas especies (Parker, 1991) y sirve para llamar y atraerlas al observador. Esta metodología es sólo usada en los puntos de conteo, que es donde el evaluador pasa más tiempo de evaluación durante el recorrido.

367. Las grabaciones se realizan en ocasiones en que el ave vocaliza y no se expone a la presencia de los investigadores en campo. Se reproduce el mismo canto por 30 segundos por tres veces y si el ave no responde, bajo la forma de canto o presencia, se continúa con el trabajo con el fin de no perturbarla. Mediante esta técnica se realizaron grabaciones de cantos de algunas especies de aves y registros fotográficos para confirmar con evidencias la presencia de las diferentes especies.

368. Para el *playback* y la grabación de cantos se utilizó un iPod touch, una grabadora profesional Marantz PMD 661 y un micrófono direccional Sennheiser ME67. Las grabaciones de las vocalizaciones de aves y llamadas dudosas fueron revisadas posteriormente y luego comparadas con las referencias vocales de "Birds of Peru" (Boesman, 2009), Voices of Amazonian Birds, Volumen I, II y III (Schulenberg *et al.*, 2000abc) y de la base de datos de vocalizaciones de aves disponibles en internet Xeno-Canto" (<http://www.xeno-canto.org>). Esta técnica de *playback* se usa de manera moderada y con ética sin afectar a la especie, por la territorialidad que hay entre algunas especies e intraespecífica o pueden ocasionarle estrés.

#### c) Técnicas de fotografía

369. Son utilizadas para ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de algunas especies bastantes crípticas, muy esquivas y difícil de observar. En ocasiones, las técnicas de fotografía se complementan con la técnica del *playback*, usando la



K  
D  
M  
H  
A  
M  
S



vocalización para atraer al individuo hasta una distancia cercana, dentro de un rango de alcance de un lente teleobjetivo de 250 mm, para lo cual se utilizó una cámara EOS MARK II. Las fotografías respectivas se presentan en el Anexo G3. Registro fotográfico correspondiente a aves.

#### d) Redes de niebla

370. Con la finalidad de aumentar la riqueza de especies y tener un registro fotográfico de las aves, mas no para calcular abundancias, se utilizaron 5 redes de niebla estándar de 12x2,5 m (Ralph *et al.* 1996) en tres estaciones. Dichas redes fueron ubicadas en zonas estratégicas entre la vegetación del bosque tropical amazónico. Las redes se instalaron a las 6:00 horas y permaneciendo abiertas hasta las 12:00 horas, trabajando 6 horas cada red al día, por las condiciones climáticas adversas de la zona de estudio.
371. Para evitar el maltrato de las aves que pudieran quedar atrapadas, las redes fueron revisadas cada 30 minutos y las aves capturadas fueron colocadas en bolsas de tela. Esta metodología ayuda con el registro fotográfico de las especies presentes en la zona y puede contribuir a aportar información sobre la historia natural y el estado reproductivo de los individuos capturados.

#### 9.6.2.3. Análisis de datos

372. Seguidamente se presenta la metodología para realizar el análisis de datos.

##### a) Diversidad

373. La medición de la diversidad alfa se basa en la cuantificación de la riqueza específica (S) total y en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001). Para la medición de la estructura se utilizó Chao 1 que presenta la riqueza esperada en el periodo de evaluación calculada con el programa EstimateS 7.5 (Colwell, 2005). El índice Shannon - Wiener (H') y el índice de diversidad de Simpson (1-D) fueron calculados por zona de evaluación con el programa PAST (Hammer *et al.* 2001).
374. Para calcular la diversidad beta se usaron índices de similitud, se calculó en índice Jaccard (IJ) para datos cualitativos y el Índice de Morisita para datos cuantitativos (Moreno 2001), usando el programa PAST (Hammer *et al.* 2001). A continuación, se describen los índices usados para determinar la diversidad.

##### b) Riqueza específica (S) y abundancia

375. Es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).
376. En los resultados se presenta la riqueza total de especies de aves. El listado de las aves sigue la clasificación taxonómica de la lista de aves de Perú (Plenge, 2017). Para la caracterización de las aves se presenta la riqueza de especies por zonas evaluadas.
377. La abundancia junto con la riqueza de especies obtenida en los 102 puntos de conteo se utilizará para el cálculo de los índices de diversidad.



Handwritten signature and vertical text: M, A, M, S

**c) Estimación de riqueza esperada**

378. Se presenta la curva de acumulación de especies total del periodo de estudio y el valor de riqueza esperada de Chao 1 con intervalos de confianza al 95%.

**d) Curva de acumulación de especies**

379. La curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo o de acuerdo con el incremento de número de individuos.
380. Para realizar la curva de acumulación de especies y estimador de Chao 1 se usó el programa EstimateS 7.5 (Colwell, 2005), que permite la aleatorización de las especies acumuladas de los muestreos y realiza cálculos del número de especies observadas y esperadas utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar del proceso de aleatorización.
381. Para elaborar la curva de acumulación de especies se usaron los valores de especies observadas de Mao Tau combinada con el esfuerzo de muestreo.

**e) Estimador de Chao 1**

382. Para predecir la riqueza de especies se utilizó un estimador no paramétrico Chao 1 (Moreno, 2001). Se utilizó este método no paramétrico, debido a que utiliza las abundancias de las especies.
383. Chao 1 es un estimador del número de especies en una comunidad basado en las especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons), cuya ecuación es la siguiente:

$$\text{Chao 1} = S + \left( \frac{a^2}{2b} \right) \quad (9.12)$$

Donde:

- $S$  : Número de especies en una muestra.  
 $a$  : Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra.  
 $b$  : Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

**f) Índice de Shannon-Wiener**

384. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev & Penev, 1995, citados en Moreno, 2001).



Handwritten blue ink marks and signatures on the left margin, including a large 'D' and several vertical lines.

385. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988 citado en Moreno, 2001). Este índice está definido por:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (9.13)$$

Donde:

$H'$  : Índice de diversidad de la muestra.  
 $p_i$  : Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie  $i$ .

386. El valor de  $H'$  se encuentra acotado entre 0 y  $\ln(S)$ , donde " $S$ " es el número total de especies. Tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica (o  $H'$ max.) en comunidades de máxima equitatividad.

### g) Índice de diversidad de Simpson

387. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974 citados en Moreno, 2001). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse mediante la fórmula:

$$D = 1 - \sum p_i^2 \quad (9.14)$$

Donde:

$p_i$  : Abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### h) Similitud

388. Se realizaron análisis gráficos de agrupamiento mediante dendogramas (clústers) para comparar las potenciales semejanzas entre hábitats y zonas evaluadas. Este análisis gráfico fue realizado utilizando el algoritmo de UPGMA, el cual realiza un promedio de las distancias calculadas.
389. Para este análisis se empleó el índice de Morisita (cuantitativo, basado en abundancias) mediante el programa estadístico Past (Hammer et al., 2001). Estos dos índices de similaridad son ampliamente empleados y recomendados para inventarios biológicos (Moreno, 2001). El índice de Jaccard emplea información basada en la presencia y ausencia de especies entre los hábitats o zonas evaluadas, mientras que el índice de Morisita estima similitudes basado en las abundancias registradas por especies (Krebs, 1999) en los hábitats o zonas evaluadas.



EP

K

D

M

M

S

M

S

### i) Índice de Jaccard

390. Este índice expresa el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ella. Sus valores van de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001). La ecuación es la siguiente:

$$IJ = \frac{c}{a + b - c} \quad (9.15)$$

Donde:

- $a$  : Número de especies presentes en el sitio A.  
 $b$  : Número de especies presentes en el sitio B.  
 $c$  : Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

### j) Índice de Morisita

391. Este índice expresa cuan semejantes son dos muestras en base a la abundancia proporcional de cada especie en dichas muestras (Magurran 1988, Krebs 1989, Moreno 2001). Este índice está definido por:

$$C\gamma = \frac{2\sum^n X_{ij}, X_{ik}}{(\gamma_1 + \gamma_2)N_i N_j} \quad (9.16)$$

Donde:

- $C\gamma$  : Índice de similaridad de Morisita.  
 $X_{ij}, X_{ik}$  : Número individuos de la especie  $i$  en las muestras  $J$  y  $K$ .  
 $N_j (\sum X_{ij})$  : Total de individuos en la muestra  $J$ .  
 $N_k (\sum X_{ik})$  : Total de individuos en la muestra  $K$ .

#### 9.6.2.4. Determinación de especies endémicas, amenazadas y migratorias

392. Las especies endémicas de Perú y migratorias se determinaron según Schulenberg *et al.* (2010) y Plenge (2014) y las especies endémicas del Bioma Amazonía Sur (Stolz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits, 1996).
393. Para determinar las especies amenazadas, la lista de aves se contrastó con la categorización de especies amenazadas del Estado Peruano (DS 004-2014-MINAGRI), y con la clasificación internacional según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza -2017 (UICN, por sus siglas en inglés). Asimismo, se listó las especies incluidas en los apéndices de la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017) y las especies incluidas en los apéndices de la Convención sobre la conservación de las especies migratorias (CMS, 2017).

### 10. RESULTADOS Y ANÁLISIS

394. Los resultados y el análisis de los componentes agua a nivel superficial, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna silvestre, son descritos a continuación.



*E*

*K*

*D*

*Y*

*M*

*A*

*M*

*S*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

## 10.1. Calidad de agua superficial

395. Los resultados de calidad de agua a nivel superficial de los 50 puntos de muestreo (sin considerar el cuerpo de agua seco) y el análisis de los mismos, se han separado en cinco ítems para llegar a un mejor entendimiento: Evaluación de la calidad ambiental. Relación entre metales disueltos y suspendidos, Evaluación microbiológica (coliformes termotolerantes), Control de calidad y Caracterización ribereña.
396. Los resultados se han dividido en cinco zonas en relación al ámbito de los caseríos y el centro poblado: a) Quebrada Aguaytillo y sus tributarios, b) Quebrada Selva Alegre, c) Río Macuya y sus tributarios, d) Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo e) Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera.
397. Las imágenes correspondientes a cada punto de muestreo se presentan en el Anexo B6. Registro fotográfico.

### 10.1.1 Evaluación de la calidad ambiental

398. En esta sección se muestran los parámetros correspondientes a todos los cuerpos de agua superficial (quebradas Aguaytillo, Selva Alegre, Los Ángeles, Cashibo, Cashibillo, Primavera, Tahuayo, río Macuya y sus tributarios respectivos) evaluados que excedieron los valores establecidos en los ECA para agua, en concreto la Categoría 4, Subcategoría E2 "Conservación del ambiente acuático para ríos de selva" (Cat4E2).
399. Las concentraciones de aceites y grasas y los metales: antimonio, arsénico (metaloide), cadmio, mercurio, selenio (no metal) y talio fueron menores al límite de cuantificación por lo que no excedieron los ECA para agua Cat4E2<sup>50</sup>.
400. Los valores de los coliformes termotolerantes fueron evaluados con respecto a la Cat4E2 en los cuerpos de agua cercanos a las carreteras Federico Basadre y Fernando Belaúnde Terry, en el ámbito de los caseríos Ascensión de Aguaytillo, Primavera y Los Ángeles, y el centro poblado Macuya.
401. Respecto a los resultados de cloruros, los cuales fueron comparados referencialmente con la Guía Canadiense (CEQG-WQG), se observó que en todos los cuerpos de agua superficial registraron concentraciones que no excedieron la guía en mención, donde su mayor concentración se obtuvo en la quebrada Caracol en el punto de muestreo QCara-A, con 16,5 mg/L.

#### a) Quebrada Aguaytillo y sus tributarios

402. Como se puede observar de la Figura 10-1 a Figura 10-4 que se presentan a continuación, en el punto de muestreo QEdil4 de la quebrada Edilbertocaño, las concentraciones de bario, níquel, plomo y zinc en su forma total, excedieron los ECA para agua Cat4E2 respectivamente.

<sup>50</sup> Cabe resaltar que el límite de cuantificación (0,001 mg/L) del cadmio es mayor al valor establecido en los ECA para agua Cat4E2: 0,00025 mg/L.

**b) Quebrada Selva Alegre**

403. La quebrada Selva Alegre no registró metales cuyas concentraciones estuvieran por encima de los ECA para agua Cat4E2. Asimismo, el pH, el oxígeno disuelto y la conductividad, cumplieron con lo establecido en los citados ECA.

**c) Río Macuya y sus tributarios**

404. Al igual que en el caso anterior, en el río Macuya y sus tributarios los valores de pH, oxígeno disuelto y conductividad, así como las concentraciones de metales, cumplieron con lo establecido en los ECA para agua Cat4E2.

**d) Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo**

405. Se registró pH dentro el rango, el oxígeno disuelto mayor y la conductividad menor a los citados ECA para agua Cat4E2, es decir, cumplieron con lo establecido. Asimismo, las concentraciones de los metales no excedieron los citados ECA.

**e) Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera**

406. En estas quebradas, el pH se encontró dentro del rango y la conductividad fue menor respecto a los citados ECA para agua. Asimismo, las concentraciones de los metales no excedieron lo valores establecidos. Por lo tanto, todos estos parámetros cumplieron con dichos ECA.



D  
Y  
H  
S  
M  
S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



Figura 10-1. Resultados de bario total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

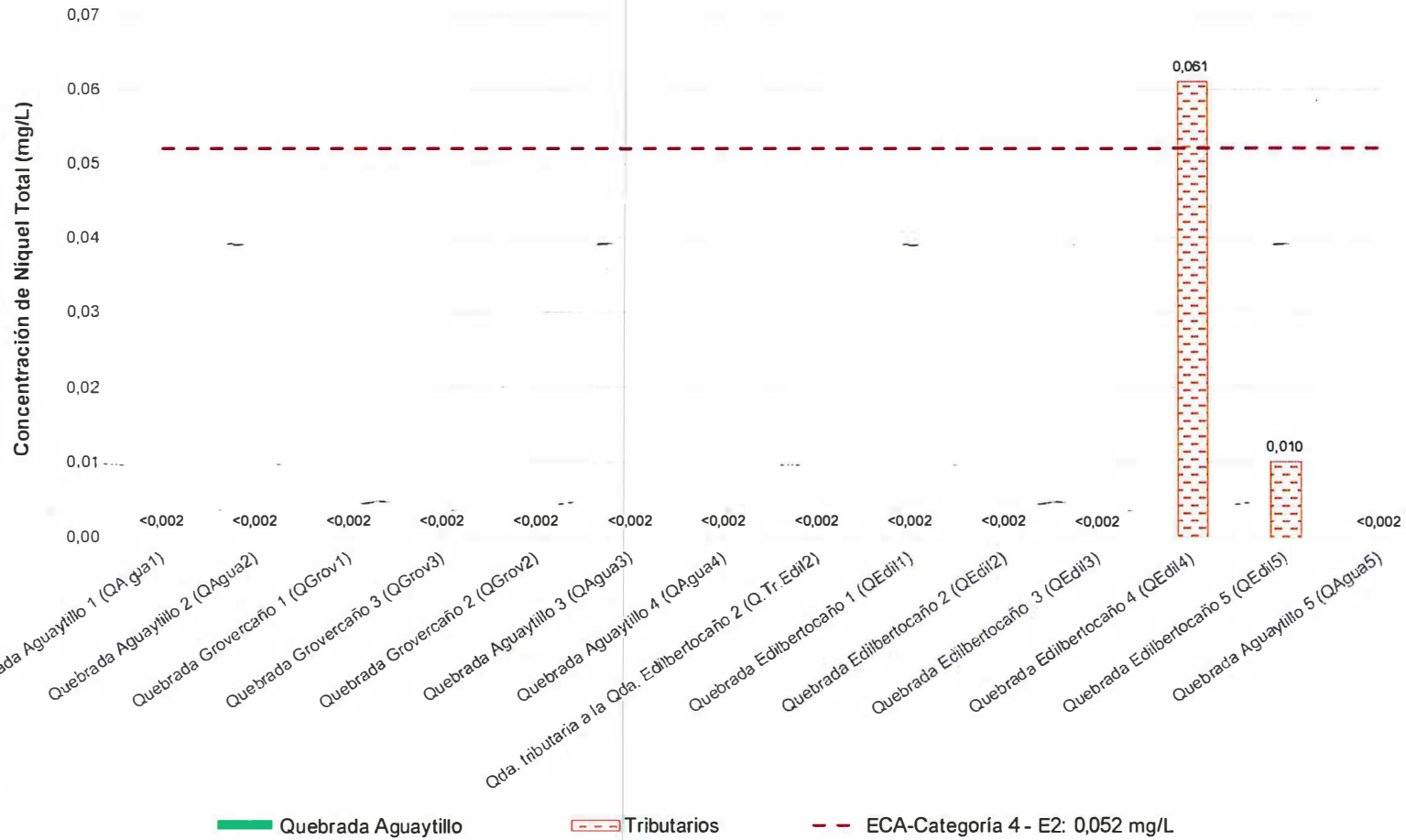


Figura 10-2. Resultados de níquel total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios



*[Handwritten signature]*



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

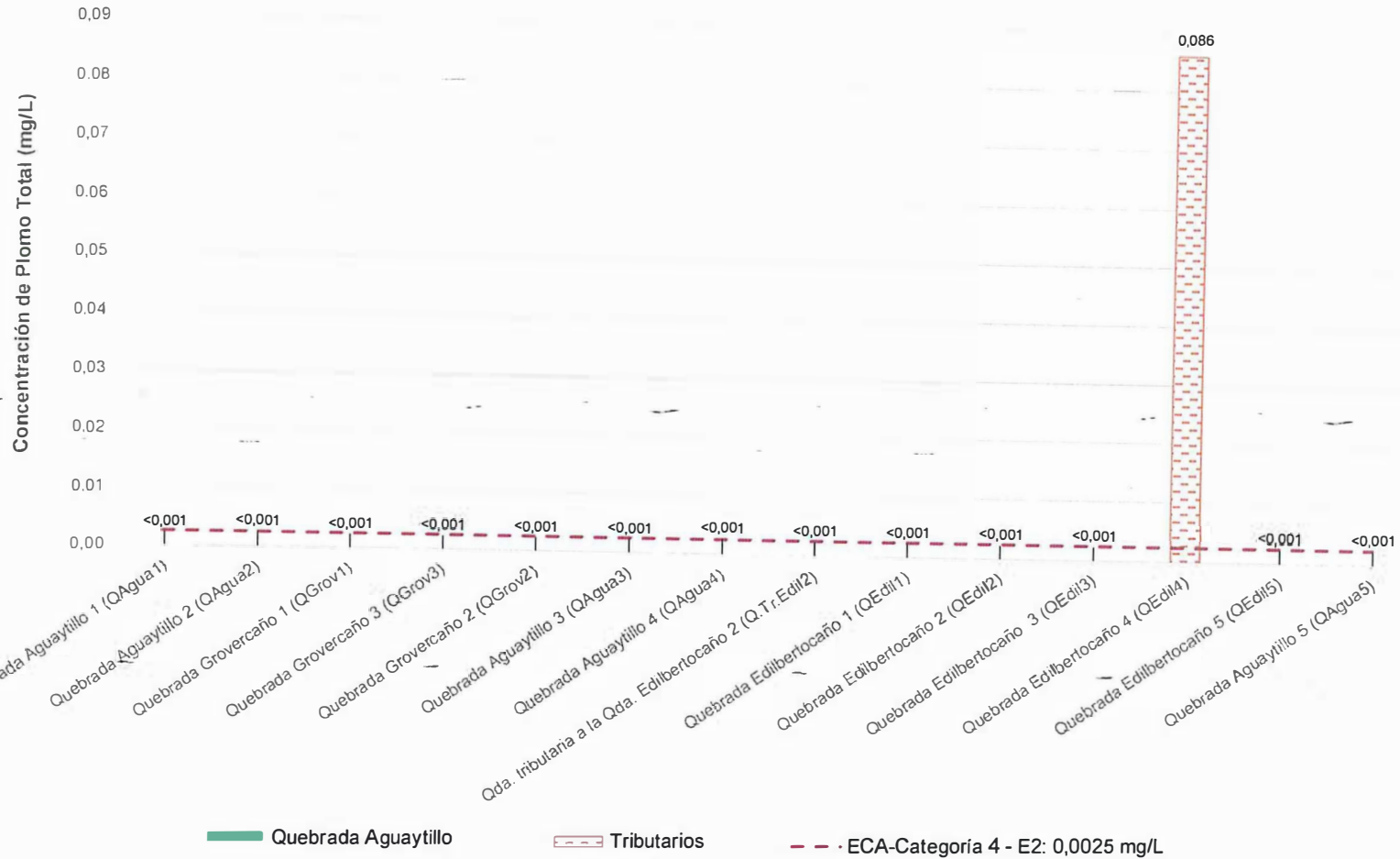


Figura 10-3. Resultados de plomo total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios



Handwritten signatures and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

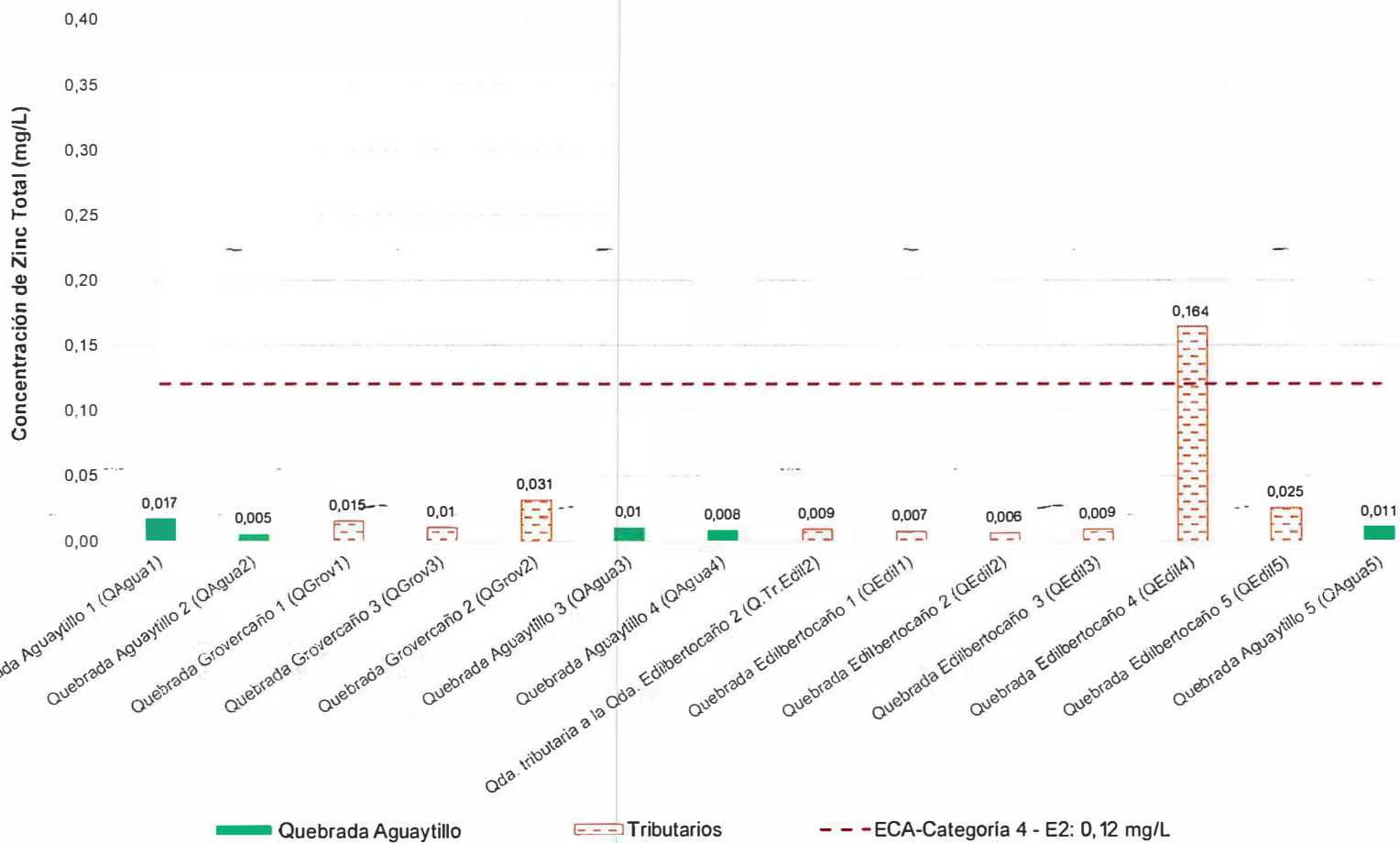


Figura 10-4. Resultados de zinc total en la quebrada Aguaytillo y sus tributarios

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VOTO  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

*[Handwritten signatures and initials]*

407. No obstante, de acuerdo a la Figura 10-5, en los dos puntos de muestreo (QPrim 1 y QPrima2) de la quebrada Primavera, se registraron concentraciones de oxígeno disuelto menor al ECA para agua Cat4E2, no cumpliendo con este.

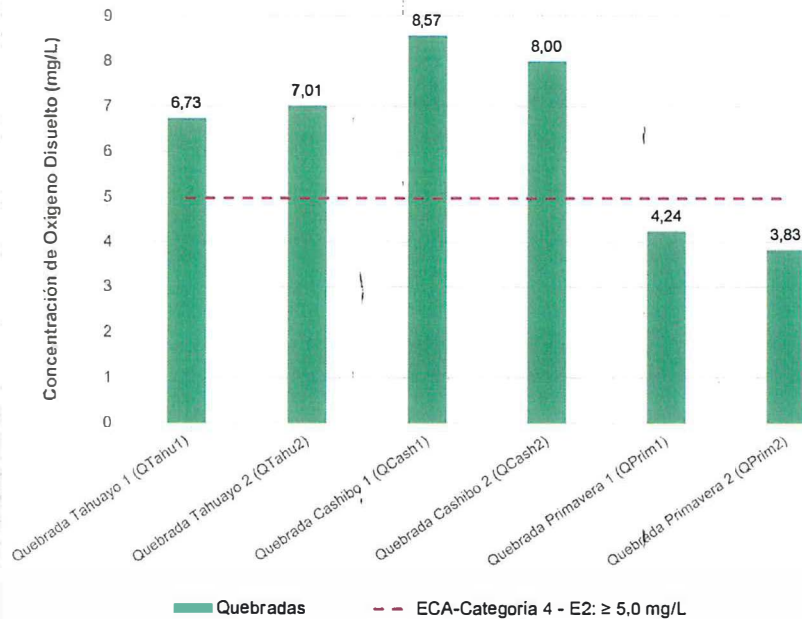


Figura 10-5. Resultados de oxígeno disuelto en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera



*[Handwritten signatures and initials: H, D, y, H, S, M, S]*

**10.1.2 Relación entre los metales disueltos y suspendidos**

408. Previamente al análisis llevado a cabo en esta sección, se determinó la concentración de metales suspendidos por medio de la diferencia de las concentraciones de los metales totales y disueltos para luego calcular los porcentajes de los metales disueltos y suspendidos en cada una de las cinco zonas evaluadas en relación al ámbito de los caseríos y el centro poblado.

409. De los resultados obtenidos, se destacaron aquellos metales cuyos porcentajes fueron predominantes (mayores al 50 %) en forma disuelta y suspendida.

**a) Quebrada Aguaytillo y sus tributarios**

410. En la Tabla 10-1 se muestra que los metales que se encontraron mayoritariamente en su forma disuelta fueron: Silicio, bario, boro, calcio, estroncio, fósforo, litio, magnesio, manganeso, potasio y sodio. Asimismo, los metales que predominaron en forma suspendida fueron el aluminio y el hierro. Las formas suspendidas y disueltas del zinc fueron variables.

411. El punto de muestreo QEdil4, no tuvo el mismo comportamiento que los demás, puesto que todos los metales mencionados anteriormente, a excepción del sodio, predominaron en forma suspendida, alcanzando el 100 % de esta, los metales aluminio y hierro. Además de dichos metales, el fósforo se encontró en forma suspendida en la quebrada Edilbertocaño (puntos QEdil1 a QEdil3); y el manganeso en la quebrada Edilbertocaño (QEdil3 a QEdil5) y en la quebrada Aguaytillo (QAgu5).



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 10-1. Relación de los metales disueltos y suspendidos en la quebrada Aguaytillo y tributarios

Punto de Muestreo	Unidad	Silicio		Bario		Boro		Calcio		Estroncio		Fósforo		Litio		Magnesio		Manganeso		Potasio		Sodio		Zinc		Aluminio		Hierro	
		Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.
Quebrada Aguaytillo (QAgu1)	%	16	84	12	88	40	60	18	82	15	85	11	89	16	84	15	85	12	88	16	84	19	81	76	24	82	18	75	25
Quebrada Aguaytillo (QAgu2)	%	14	86	4	96	29	71	17	83	14	86	7	93	8	92	14	86	21	79	16	84	18	82	20	80	94	6	92	8
Quebrada Grovercaño (QGrov1)	%	12	88	1	99	7	93	18	82	13	87	8	92	17	83	15	85	8	92	11	89	19	81	53	47	94	6	88	12
Quebrada Grovercaño (QGrov3)	%	13	87	15	85	38	62	18	82	12	88	15	85	10	90	17	83	5	95	17	83	20	80	60	40	96	4	92	8
Quebrada Grovercaño (QGrov2)	%	13	87	6	94	0	100	20	80	15	85	15	85	18	83	19	81	2	98	17	83	22	78	35	65	93	7	91	9
Quebrada Aguaytillo (QAgu3)	%	10	90	7	93	50	50	17	83	15	85	5	95	17	83	16	84	14	86	21	79	20	80	60	40	96	4	94	6
Quebrada Aguaytillo (QAgu4)	%	3	97	2	98	19	81	16	84	9	91	10	90	11	89	13	87	46	54	17	83	20	80	50	50	97	3	94	6
Quebrada tributaria a Edilbertocáño (Q.Tr.Edil2)	%	14	86	9	91	18	83	21	79	15	85	38	63	17	83	18	82	4	96	11	89	24	76	56	44	78	22	78	22
Quebrada Edilbertocáño (QEdil1)	%	13	87	10	90	19	81	20	80	14	86	56	44	17	83	17	83	34	66	27	73	22	78	43	57	95	5	93	7
Quebrada Edilbertocáño (QEdil2)	%	1	99	5	95	10	90	17	83	14	86	67	33	0	100	11	89	47	53	17	83	21	79	33	67	98	2	94	6
Quebrada Edilbertocáño (QEdil3)	%	6	94	7	93	27	73	18	82	13	87	55	45	0	100	14	86	62	38	17	83	22	78	56	44	95	5	91	9
Quebrada Edilbertocáño (QEdil4)	%	79	21	88	12	57	43	78	22	56	44	52	48	91	9	73	27	99	1	51	49	20	80	87	13	100	0	100	0
Quebrada Edilbertocáño (QEdil5)	%	50	50	47	53	14	86	4	96	3	97	48	52	44	56	3	97	90	10	13	87	32	68	60	40	99	1	99	1
Quebrada Aguaytillo (QAgu5)	%	10	90	13	87	0	100	17	83	14	86	27	73	11	89	13	87	60	40	15	85	19	81	36	64	99	1	98	2

Sus.: Forma suspendida y Dis.: Forma disuelta.

Rango de colores de los porcentajes

50 > % Sus. y Dis.	50 % de Sus. y Dis.	50 < % Dis.	50 < % Sus.
--------------------	---------------------	-------------	-------------



Handwritten initials: VOP, D, H, L, S

**b) Quebrada Selva Alegre**

412. En la Tabla 10-2 se muestra que los metales predominantes en su forma disuelta fueron: Silicio, bario, boro, calcio, estroncio, fósforo, litio, magnesio, potasio y sodio. Asimismo, los metales mayoritariamente en forma suspendida fueron el aluminio y el hierro. En el caso del manganeso, se registró en forma disuelta desde QSAleg1 a QSAleg6 y QSAleg10, mientras que las suspendidas se encontraron de QSAleg7 a QSAleg9 y de QSAleg11 a QSAleg13.

**c) Río Macuya y sus tributarios**

413. En la Tabla 10-3 se presentan los metales que predominaron en su forma disuelta: silicio, bario (excepto en QCara1), boro, calcio, estroncio, fósforo, litio, potasio, sodio y magnesio. Como excepción, este último se encontró mayormente en forma suspendida en QCara-A. Asimismo, los metales que prevalecieron en forma suspendida fueron aluminio, hierro y manganeso, excepto en QCara2 para este último. Las formas suspendidas y disueltas del zinc fueron variables.

**d) Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo**

414. En la Tabla 10-4 se muestran los metales mayoritariamente disueltos: silicio, bario, calcio, estroncio, fósforo, litio (excepto en Q.Tr.LAng2 y QLang4), magnesio, manganeso (excepto en QCashi1), potasio y sodio. Asimismo, los metales que predominaron su forma suspendida fueron el aluminio y el hierro, con excepción para ambos en el punto QCashi2 de la quebrada Cashibillo.

**e) Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera**

415. En la Tabla 10-5 se muestran los metales que se encontraron mayormente en su forma disuelta: Silicio, bario, calcio, estroncio, fósforo (excepto en QPrim1 y QPrim2), magnesio, manganeso, potasio y sodio. Asimismo, los metales mayoritariamente en forma suspendida fueron el aluminio y hierro. El zinc varió entre sus formas suspendidas y disueltas.



EP

K

D

M

H

M

S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 10-2. Relación de los metales disueltos y suspendidos en la quebrada Selva Alegre

Punto de Muestreo	Unidad	Silicio		Bario		Boro		Calcio		Estroncio		Fósforo		Litio		Magnesio		Manganeso		Potasio		Sodio		Aluminio		Hierro	
		Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.
Quebrada Selva Alegre (QSAleg1)	%	18	82	17	83	12	88	22	78	15	85	8	92	18	82	21	79	35	65	29	71	24	76	94	6	79	21
Quebrada Selva Alegre (QSAleg2)	%	9	91	16	84	20	80	14	86	9	91	0	100	4	96	13	87	21	79	15	85	16	84	85	15	78	22
Quebrada Selva Alegre (QSAleg3)	%	15	85	10	90	37	63	20	80	14	86	14	86	4	96	18	82	38	62	21	79	21	79	90	10	81	19
Quebrada Selva Alegre (QSAleg4)	-%	15	85	17	83	44	56	19	81	13	87	8	92	17	83	18	82	19	84	19	81	20	80	95	5	83	17
Quebrada Selva Alegre (QSAleg5)	%	18	82	19	81	14	86	22	78	15	85	0	100	18	82	20	80	13	87	33	67	25	75	94	6	82	18
Quebrada Selva Alegre (QSAleg6)	%	13	87	1	99	31	69	18	82	12	88	7	93	9	91	17	83	10	90	15	85	19	81	94	6	86	14
Quebrada Selva Alegre (QSAleg7)	%	62	38	43	57	43	57	13	87	17	83	62	38	42	58	36	64	98	2	32	68	20	80	99	1	99	1
Quebrada Selva Alegre (QSAleg8)	%	15	85	0	100	10	90	11	89	9	91	22	78	7	93	3	97	64	36	2	98	15	85	98	2	98	2
Quebrada Selva Alegre (QSAleg9)	%	27	73	2	98	9	91	13	87	13	87	43	57	18	82	1	99	94	6	0	100	17	83	99	1	99	1
Quebrada Selva Alegre (QSAleg10)	%	10	90	9	91	12	88	12	88	10	90	0	100	8	92	10	90	48	52	8	92	12	88	94	6	94	6
Quebrada Selva Alegre (QSAleg11)	%	8	92	9	91	0	100	12	88	12	88	0	100	0	100	9	91	61	39	5	95	15	85	97	3	97	3
Quebrada Selva Alegre (QSAleg12)	%	21	79	8	92	19	81	3	97	3	97	40	60	10	90	4	96	84	16	4	96	12	88	98	2	98	2
Quebrada Selva Alegre (QSAleg13)	%	15	85	10	90	7	93	9	91	6	94	15	85	8	92	15	85	87	13	19	81	6	94	98	2	98	2

Sus.: Forma suspendida y Dis.: Forma disuelta.

Rango de colores de los porcentajes

50 > % Sus. y Dis.	50 % de Sus. y Dis.	50 < % Dis.	50 < % Sus.
--------------------	---------------------	-------------	-------------



Handwritten signatures and initials on the left margin.



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 10-3. Relación de los metales disueltos y suspendidos en el río Macuya y sus tributarios

Punto de Muestreo		Quebrada Caracol (QCara-A)	Río Macuya (RMacu1)	Quebrada Caracol (QCara2)	Quebrada Caracol (QCara1)	Río Macuya (RMacu2)	Río Macuya (RMacu3)	Río Macuya (RMacu4)
Unidad		%						
Silicio	Sus.	11	22	17	32	5	11	22
	Dis.	89	78	83	68	95	89	78
Bario	Sus.	4	26	26	56	46	8	18
	Dis.	96	74	74	44	54	92	82
Boro	Sus.	38	23	38	0	7	26	6
	Dis.	62	77	62	100	93	74	94
Calcio	Sus.	42	9	4	7	11	11	22
	Dis.	58	91	96	93	89	89	78
Estroncio	Sus.	28	8	6	19	0	10	22
	Dis.	72	92	94	81	100	90	78
Fósforo	Sus.	46	15	30	8	13	7	13
	Dis.	54	85	70	92	88	93	87
Litio	Sus.	42	18	0	25	8	8	42
	Dis.	58	82	100	75	92	92	58
Magnesio	Sus.	52	22	6	23	7	10	22
	Dis.	48	78	94	77	93	90	78
Potasio	Sus.	26	24	18	9	8	10	24
	Dis.	74	76	82	91	92	90	76
Sodio	Sus.	18	7	16	10	15	14	24
	Dis.	82	93	84	90	85	86	76
Titanio	Sus.	76	69	94	63	94	50	50
	Dis.	24	31	6	38	6	50	50
Zinc	Sus.	67	9	69	0	64	37	17
	Dis.	33	91	31	100	36	63	83
Manganeso	Sus.	94	85	46	86	92	61	68
	Dis.	6	15	54	14	8	39	32
Aluminio	Sus.	96	97	99	95	98	90	78
	Dis.	4	3	1	5	2	10	22
Hierro	Sus.	96	96	99	95	99	81	86
	Dis.	4	4	1	5	1	19	14

Sus.: Forma suspendida y Dis.: Forma disuelta.

Rango de colores de los porcentajes

50 > % Sus. y Dis.	50 % de Sus. y Dis.	50 < % Dis.	50 < % Sus.

D  
H  
A  
S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 10-4. Relación de los metales disueltos y suspendidos en la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo

Punto de Muestreo	Unidad	Silicio		Bario		Calcio		Estroncio		Fósforo		Litio		Magnesio		Manganeso		Potasio		Sodio		Aluminio		Hierro	
		Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.	Sus.	Dis.
Quebrada tributaria a Los Ángeles (Q.Tr.LAng1)	%	14	86	12	88	13	87	12	88	20	80	8	92	12	88	1	99	15	85	15	85	73	27	80	20
Quebrada tributaria a Los Ángeles (Q.Tr.LAng2)	%	15	85	12	88	13	87	13	87	10	90	64	36	12	88	2	98	13	87	15	85	79	21	85	15
Quebrada tributaria a Los Ángeles (Q.Tr.LAng3)	%	17	83	14	86	14	86	14	86	18	82	9	91	14	86	21	79	14	86	16	84	83	17	85	15
Quebrada Los Ángeles (QLAng1)	%	11	89	11	89	14	86	7	93	13	87	17	83	5	95	50	50	14	86	17	83	78	22	91	9
Quebrada tributaria a Los Ángeles (Q.Tr.LAng4)	%	15	85	10	90	13	87	12	88	5	95	7	93	12	88	23	77	11	89	15	85	75	25	83	17
Quebrada Los Ángeles (QLAng2)	%	9	91	8	92	11	89	9	91	5	95	0	100	10	90	0	100	11	89	11	89	78	22	86	14
Quebrada Los Ángeles (QLAng3)	%	13	87	9	91	12	88	11	89	7	93	18	82	11	89	39	61	13	87	14	86	74	26	87	13
Quebrada Los Ángeles (QLAng4)	%	13	87	27	73	12	88	12	88	29	71	55	45	12	88	46	54	12	88	15	85	62	38	62	38
Quebrada Cashibillo (QCashi1)	%	12	88	12	88	11	89	10	90	17	83	10	90	10	90	67	33	9	91	14	86	89	11	92	8
Quebrada Cashibillo (QCashi2)	%	13	87	13	87	10	90	11	89	7	93	27	73	11	89	20	80	6	94	14	86	45	55	42	58

Sus.: Forma suspendida y Dis.: Forma disuelta.

Rango de colores de los porcentajes

50 > % Sus. y Dis.	50 % de Sus. y Dis.	50 < % Dis.	50 < % Sus.



D  
1  
H  
A  
H  
S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 10-5. Relación de los metales disueltos y suspendidos en las Tahuayo, Cashibo y Primavera

Punto de Muestreo		Quebrada Tahuayo (QTahu1)	Quebrada Tahuayo (QTahu2)	Quebrada Cashibo (QCash1)	Quebrada Cashibo (QCash2)	Quebrada Primavera (QPrim1)	Quebrada Primavera (QPrim2)
Unidad		%					
Silicio	Sus.	13	15	9	9	11	11
	Dis.	87	85	91	91	89	89
Bario	Sus.	11	3	6	9	7	8
	Dis.	89	97	94	91	93	92
Calcio	Sus.	18	20	17	12	11	13
	Dis.	82	80	83	88	89	87
Estroncio	Sus.	12	14	12	12	10	11
	Dis.	88	86	88	88	90	89
Fósforo	Sus.	17	0	29	25	58	86
	Dis.	83	100	71	75	42	14
Magnesio	Sus.	17	19	15	12	14	13
	Dis.	83	81	85	88	86	87
Potasio	Sus.	23	25	22	6	11	11
	Dis.	77	75	78	94	89	89
Sodio	Sus.	23	21	19	14	20	24
	Dis.	77	79	81	86	80	76
Zinc	Sus.	50	43	81	44	81	25
	Dis.	50	57	19	56	19	75
Manganeso	Sus.	21	10	22	24	16	9
	Dis.	79	90	78	76	84	91
Aluminio	Sus.	81	89	97	93	88	89
	Dis.	19	11	3	7	12	11
Hierro	Sus.	74	86	95	95	67	71
	Dis.	26	14	5	5	33	29

Sus.: Forma suspendida y Dis.: Forma disuelta.

Rango de colores de los porcentajes

50 > % Sus. y Dis.	50 % de Sus. y Dis.	50 < % Dis.	50 < % Sus.



K

D  
1  
H  
A  
H  
S

### 10.1.3 Evaluación microbiológica (coliformes termotolerantes)

416. De acuerdo a lo indicado en la Figura 10-6, en el punto de muestreo MIB-Tahu2 de la quebrada Tahuayo, aguas abajo del puente Tahuayo por donde cruza la carretera Federico Basadre, se registró coliformes termotolerantes con 16 000 NMP/100 mL, excediendo por tanto el ECA para agua Cat4E2.

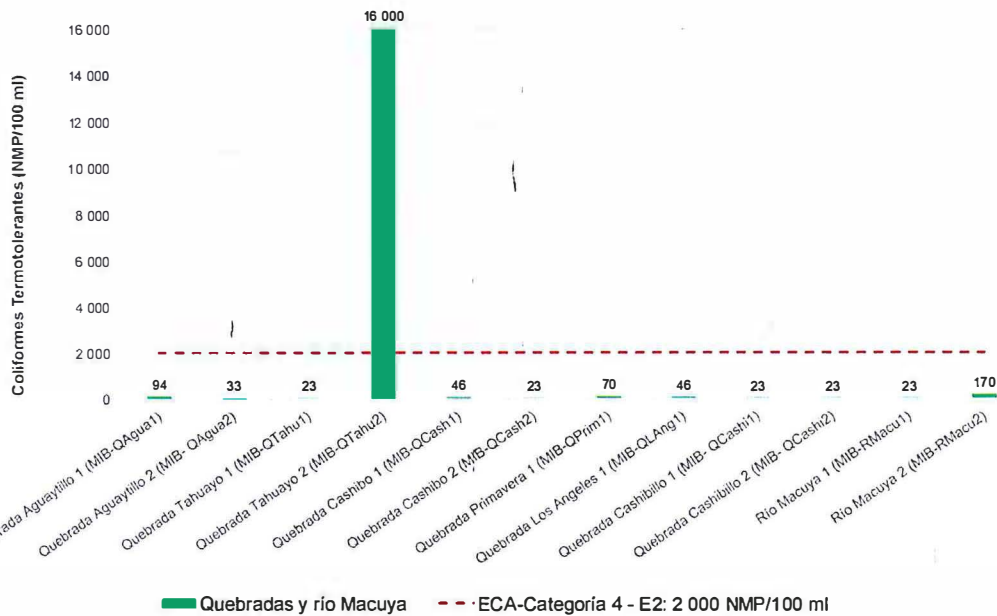


Figura 10-6. Resultados de coliformes termotolerantes en las quebradas Aguaytillo, Tahuayo, Cashibo, Primavera, Los Ángeles, Cashibillo y río Macuya

### 10.1.4 Control de calidad

417. Para el presente estudio se consideró evaluar la calidad del transporte de los envases vacíos, y la calidad y precisión de la toma de muestra (llenado de envases) considerando los análisis de un blanco de campo, blanco viajero y cinco duplicados de las muestras (un duplicado por cada grupo de 10 muestras), realizándose en el análisis de metales totales.

#### a) Blanco de campo (BK campo) y viajero (BK viajero)

418. De acuerdo a lo indicado en la Tabla 10-6, los resultados del blanco de campo y viajero registraron, para cada uno de los metales totales, concentraciones menores a los límites de cuantificación del método de ensayo del laboratorio.

#### b) Duplicados de campo

419. Con respecto a la Tabla 10-6, se puede observar que de los cinco duplicados analizados, solamente tres metales en el punto de muestreo Q.Tr.LAng4, tributario de la quebrada Los Ángeles, registraron una diferencia porcentual relativa (RPD en %) mayor a 20 %<sup>51</sup> (31 % para aluminio, 27 % para litio y 450 % para zinc).

<sup>51</sup> Valor considerado en la: "Methodology for the Sampling of Surface Water, Department of Mines and Energy, Northern Territory Government from Australia, March 2009".



e  
k  
D  
S  
d  
S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 10-6. Resultados de los metales totales de los cinco duplicados con sus respectivos RPD y los blancos de campo y viajero

Metal Total	Unidad	QSAleg3	DUP-01	RPD (%)	QSAleg5	DUP-02	RPD (%)	Q.Tr.LAng4	DUP-03	RPD (%)	Q.LAng4	DUP-04	RPD (%)	RMacu1	DUP-05	RPD (%)	BK-Campo	BK-Viajero
Silicio	mg/L	11,9	12	1%	11,7	11,9	2%	10,7	99	8%	11,2	11,7	4%	10,3	9,7	6%	<0,01	<0,01
Mercurio	mg/L	<0,0001	<0,0001	N.D	<0,0001	<0,0001	N.D	<0,0001	<0,0001	N.D	<0,0001	<0,0001	N.D	<0,0001	<0,0001	N.D	<0,0001	<0,0001
Aluminio	mg/L	0,092	0,101	9%	0,142	0,14	1%	0,0968	0,140	31%*	0,141	0,136	4%	1,487	1,405	6%	<0,005	<0,005
Antimonio	mg/L	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006
Arsénico	mg/L	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007
Bario	mg/L	0,387	0,355	9%	0,431	0,41	5%	0,428	0,425	1%	0,31	0,282	10%	0,293	0,277	6%	<0,001	<0,001
Berilio	mg/L	<0,0005	<0,0005	N.D	<0,0005	<0,0005	N.D	<0,0005	<0,0005	N.D	<0,0005	<0,0005	N.D	<0,0005	<0,0005	N.D	<0,0005	<0,0005
Bismuto	mg/L	<0,01	<0,01	N.D	<0,01	<0,01	N.D	<0,01	<0,01	N.D	<0,01	<0,01	N.D	<0,01	<0,01	N.D	<0,01	<0,01
Boro	mg/L	0,015	0,016	6%	0,014	0,015	7%	0,019	0,023	17%	0,014	0,014	0%	0,013	0,014	7%	<0,008	<0,008
Cadmio	mg/L	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001
Calcio	mg/L	80,42	84,98	5%	84	82,15	2%	84,04	87,6	4%	82,14	89,27	8%	64,26	61,74	4%	<0,005	<0,005
Cobalto	mg/L	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001
Cromo	mg/L	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001
Cobre	mg/L	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002
Estroncio	mg/L	0,4309	0,4175	3%	0,474	0,4832	2%	0,5085	0,5659	10%	0,4389	0,4281	3%	0,4206	0,435	3%	<0,0007	<0,0007
Estaño	mg/L	<0,003	<0,003	N.D	<0,003	<0,003	N.D	<0,003	<0,003	N.D	<0,003	<0,003	N.D	<0,003	<0,003	N.D	<0,003	<0,003
Hierro	mg/L	0,17	0,177	4%	0,156	0,17	8%	0,144	0,145	1%	0,156	0,163	4%	1,58	1,512	4%	<0,003	<0,003
Fósforo	mg/L	0,14	0,14	0%	0,13	0,13	0%	0,2	0,23	13%	0,17	0,16	6%	0,26	0,26	0%	<0,01	<0,01
Litio	mg/L	0,01	0,0098	N.D	0,012	0,012	0%	0,014	0,011	27%*	0,011	0,011	0%	0,011	0,012	8%	<0,001	<0,001
Magnesio	mg/L	4,576	4,738	3%	5,143	4,915	5%	6,094	6,007	1%	7,713	8,065	4%	6,44	6,136	5%	<0,004	<0,004
Manganeso	mg/L	0,026	0,027	4%	0,03	0,029	3%	0,031	0,03	3%	0,041	0,041	0%	0,082	0,088	7%	<0,001	<0,001
Molibdeno	mg/L	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002
Níquel	mg/L	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002
Potasio	mg/L	2,85	3,01	5%	2,92	2,9	1%	3,4	3,71	8%	2,87	2,86	0%	4,69	4,33	8%	<0,02	<0,02
Plata	mg/L	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002	N.D	<0,002	<0,002
Plomo	mg/L	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001
Selenio	mg/L	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006	N.D	<0,006	<0,006
Sodio	mg/L	18,85	19,71	4%	20,93	19,61	7%	24,35	26,64	9%	22,11	21,18	4%	22,77	21,45	6%	<0,02	<0,02
Talio	mg/L	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007	N.D	<0,007	<0,007
Titanio	mg/L	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	0,016	0,016	0%	<0,001	<0,001
Vanadio	mg/L	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001	N.D	<0,001	<0,001
Zinc	mg/L	<0,004	<0,004	N.D	<0,004	<0,004	N.D	0,022	0,004	450%*	<0,004	<0,004	N.D	0,011	0,012	8%	<0,004	<0,004

\*Las concentraciones de al menos uno de los dos resultados (muestra y duplicado de Q.Tr.LAng4) fueron mayores a cinco veces el valor de su límite de cuantificación.

N.D: No determinado

Informes de ensayo: NSF Inassa Envirolab S.A.C.: N° J-00263504.

 RPD mayor al 20 %.


&  
 K  
 P  
 1  
 H  
 S  
 M  
 S



420. De acuerdo con el MECCS de Canadá (2013), lo que se encuentra en la sección 8.1.4 del presente informe, el aluminio y litio tienen un posible problema de toma de muestras o heterogeneidad en la quebrada Q.Tr.LAng4 (RPD < 50 %). Por otro lado, para el caso del zinc (RPD > 50 %), este resultado no influencia en la evaluación de la calidad, puesto que ambas concentraciones son menores al ECA para agua Cat4E2.

#### 10.1.5 Caracterización ribereña

421. Una posible afectación de los hidrocarburos en los ecosistemas acuáticos contribuyen a su traslado al agua superficial y acumulándose en los sedimentos, alterando la calidad del agua y disminuyendo la biodiversidad de las comunidades hidrobiológicas.
422. Asimismo, los hidrocarburos permanecen en las riberas de las quebradas, ríos y cochas, afectando de manera negativa la cantidad y diversidad de flora silvestre, siendo este el hábitat de animales terrestres y aves para su alimentación, reproducción y refugio.
423. Por lo antes mencionado, se realizó la descripción de la flora ribereña en cada uno de los cuerpos de agua, en donde además se registraron las longitudes de las secciones transversales (cauce o ancho, altura y profundidad).

##### 10.1.5.1. Quebrada Aguaytillo y sus tributarios

424. La red hídrica comprende la quebrada Aguaytillo y sus dos tributarios principales, Edilbertocaño y Grovercaño, ubicados alrededor (sur y norte) de la locación SA2X y que están dentro del área de Influencia indirecta, no habiendo sido considerados en la evaluación de línea base física del IGA del administrado.
425. La quebrada Aguaytillo pertenece a la cuenca del río Aguaytía, se caracteriza por discurrir con lentitud y erosionar en el cauce. Durante la evaluación temprana se registró una profundidad máxima de 0,45 m y un cauce mayor de 4,40 m. Tiene como tributarios a la quebrada Edilbertocaño, que registró una profundidad máxima de 0,27 m y un cauce mayor de 1,22 m, y la quebrada quebrada Grovercaño, que registró una profundidad máxima de 0,43 m y un cauce mayor de 2,63 m.
426. Esta quebrada se ubica en un bosque muy húmedo tropical (bmh-T)<sup>52</sup> con colinas bajas ligeramente disectadas, siendo el suelo de color pardo oscuro a pardo rojizo, consistiendo en tierras favorables para el desarrollo de especies maderables y la producción de pastos. Los cultivos principales existentes son plátano, yuca, maíz, cacao y café.
427. El paisaje se encuentra intervenido, observándose la influencia de la actividad antrópica; no obstante, aún se pueden observar que parches de los bosques mencionados tienen una buena biodiversidad de flora y fauna. En la zona donde se tomó el punto de muestreo QEdil2 (ver Fotografía N° 10-2) se observó un talud

<sup>52</sup> Sistema de clasificación de zonas de vida Holdridge.



de 20 m de altura en la marzgen izquierda, donde estará ubicada la locación SA2X y el pozo confirmatorio del mismo nombre.

428. En la Tabla 10-7, se consigna la descripción de la flora ribereña en cada uno de los puntos de muestreo evaluados en las quebradas Aguaytillo, Edilbertocaño y Grovercaño, así como datos de la profundidad del agua y su cauce tomados durante la evaluación, además del cauce máximo y la altura que alcanzan los cuerpos de agua en la época más lluviosa.

**Tabla 10-7.** Resultados la caracterización de la quebrada Aguaytillo y sus tributarios

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QAgua1	0,15	3,96	3,76	10,98	Vegetación de ribera con apariencia primaria, dominada por árboles, arbustos y hierbas con buena cobertura. Se observan árboles de la familia Moraceae, Chrysobalanaceae, Malvaceae, Annonaceae y Arecaceae. También se encuentran especies como <i>Attalea cephalotes</i> (Arecaceae), <i>Astrocaryum muru muru</i> (Arecaceae), <i>Iriartea deltoidea</i> (Arecaceae), <i>Carludovica palmata</i> (Cyclanthaceae), <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae) y <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), entre otras herbáceas.
QAgua2	0,45	1,65	3,18	4,48	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques secundarios, existiendo baja densidad de árboles de gran diámetro y principalmente. Se observan especies como <i>Cecropia sp.</i> (Urticaceae), <i>Pourouma cecropifolia</i> (Urticaceae), <i>Asplundia sp</i> (Cyclanthaceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Heliconia sp1, sp2 y sp3</i> (Heliconiaceae), además de caña brava <i>Gynerium sagittatum</i> , y <i>Olyra sp.</i> (Poaceae), entre otras.
QGrov1	0,43	1,54	1,01	4,81	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con baja densidad de árboles de gran diámetro. Principalmente se observan especies arbustivas y herbáceas de áreas abiertas, entre las cuales se encuentran arbustos como <i>Asplundia sp</i> (Cyclanthaceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> (Euphorbiaceae), <i>Heliconia sp1</i> ; y herbáceas como <i>Anthurium sp</i> (Araceae), <i>Aphelandra sp.</i> y <i>Justicia sp.</i> (Acanthaceae).
QGrov3	0,36	1,76	2,63	6,45	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, existiendo baja densidad de árboles de gran diámetro, principalmente especies arbustivas y herbáceas de áreas abiertas. Entre los arbustos se encuentran <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> (Euphorbiaceae), <i>Heliconia sp1</i> y entre las herbáceas destacan <i>Anthurium sp</i> (Araceae), <i>Trema micrantha</i> (Ulmaceae), <i>Cecropia sp1</i> y <i>Pourouma sp1</i> (Urticaceae), además de las familia Poaceae y Cyperaceae, entre otras.



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'D' and 'S' at the bottom.



Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QGrov2	0,28	2,44	1,88	3,76	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, sin árboles de gran diámetro, encontrándose principalmente arbustos como <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> , <i>Sapium glandulosum</i> , <i>Ricinus cumunis</i> (Euphorbiaceae), <i>Heliconia sp1</i> ; y herbáceas que constituyen pastizales (gramíneas) con especies del género <i>Olyra</i> y <i>Bracharia sp.</i> (Poaceae). También se observan especies de frutales como el plátano y cacao a orillas de la quebrada.
QAgua3	0,31	2,55	4,40	10,38	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro, existiendo principalmente arbustos como <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> , <i>Bahunia sp</i> (Fabaceae) y herbáceas de los géneros <i>Justicia</i> , <i>Aphelandra</i> , <i>Bracharia</i> y <i>Olyra</i> (estas dos últimas gramíneas), entre otras.
QAgua4	0,32	2,40	4,35	8,73	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques secundarios, observándose baja densidad de árboles de gran diámetro y principalmente especies arbustivas de áreas abiertas, entre las que se encuentran <i>Cecropia sp.</i> (Urticaceae) y <i>Pourouma cecropifolia</i> (Urticaceae), rodeada por plantaciones de plátano y cacao, además de especies herbáceas como <i>Anthurium sp.</i> (Araceae) y arbustos del género <i>Acacia sp.</i> (Fabaceae). Parte de la orilla se encontraba sin vegetación.
Q.Tr.Edil2	0,18	1,53	1,06	1,11	Vegetación de ribera dominada principalmente por una mixtura de especies de bosque secundario, entre ellas, especies de palmeras, árboles y algunos arbustos como <i>Iriartea deltoidea</i> "pona" (Arecaceae), <i>Astrocaryum muru muru</i> "wikungo" (Arecaceae), <i>Lepidocaruyum tessmannii</i> "irapay" (Arecaceae), <i>Pourouma cecropifolia</i> "uvilla" (Urticaceae) y <i>Cecropia membranacea</i> "cético" (Urticaceae)
QEdil1	0,25	4,67	2,56	4,94	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro como <i>Sorocea sp.</i> y <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), y principalmente especies arbustivas y herbáceas de áreas abiertos, en concreto sarbustos como <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> , <i>Carludovica palmata</i> (Cyclanthaceae), <i>Heliconia sp1</i> (Heliconiaceae), <i>Costus sp.</i> (Costaceae), entre otras especies.
QEdil2	0,27	4,72	0,70	3,02	Área sin vegetación y con pequeñas plantaciones, recientemente removida y limpiada para construcción de locación SA2X.



  
 K  
 Q  
 1  
 H  
 A  
 R  
 S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QEdil3	0,10	1,63	1,35	4,66	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques secundarios mixtos y abiertos, con pocos árboles de gran diámetro entre ellos <i>Ficus sp.</i> (Moraceae) y algunos cétricos como <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae). Se observaron principalmente especies arbustivas y herbáceas de áreas abiertas, entre ellas: arbustos como <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Miconia sp.</i> (Melastomataceae), <i>Acalypha sp.</i> (Euphorbiaceae) y <i>Carludovica palmata</i> (Cyclanthaceae), helechos de hábito herbáceo como <i>Adiantum sp.</i> y gramíneas del género <i>Brachiaria ps.</i>
QEdil4	0,23	2,27	1,06	5,08	Area de muestreo sin mucha cobertura de vegetación, con especies herbáceas dispersas, principalmente gramíneas del género <i>Briachiria sp</i> (Poaceae), algunos <i>Anthurium sp.</i> (Araceae), y regeneración de <i>Cecropia sp</i> (Urticaceae)
QEdil5	0,26	2,26	1,22	5,88	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro como <i>Pourouma sp.</i> y <i>Cecropia sp.</i> (Urticaceae), <i>Sorocea sp.</i> y <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), y principalmente especies arbustivas y herbáceas de áreas abiertas. Entre los arbustos estacan los géneros <i>Piper sp.</i> y <i>Peperomia sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> , <i>Carludovica palmata</i> (Cyclanthaceae), <i>Heliconia sp1, sp2 y sp3</i> (Heliconiaceae) y <i>Costus sp.</i> (Costaceae), entre otras.
QAgua5	0,16	2,78	3,16	10,68	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con ligera cantidad de árboles de gran diámetro como especies de la familia Moraceae entre las que se encuentran <i>Ficus sp.</i> , <i>Clarisia sp.</i> y <i>Sorocea sp.</i> Entre las Fabaceae se observan los géneros <i>Inga</i> (guaba) y <i>Acacia sp.</i> (pashaco) y arbustos de la familia Rubiaceae, Acanthaceae y Araceae.

Donde:

**Profundidad:** Es la medida de la profundidad del agua en el momento de la evaluación.**Altura:** Es la altura máxima de agua que alcanzan las quebradas durante la época de avenida.**Cauce actual:** Es la medida del ancho del cuerpo de agua durante el momento de la evaluación**Cauce máximo:** Es la medida del ancho máximo que alcanza el cuerpo de agua durante la época de avenida.

429. Las Fotografía 10-1 a 10-4, muestran parte de la flora ribereña en la red hídrica de la quebrada Aguaytillo, y la cual se observa especies como *Astrocaryum muru muru*, *Ficus sp.*, *Phitelephas sp.*, *Piper sp.*, *Heliconia sp.*, *Cecropia sp.*, *Pourouma sp.* e *Iriartea deltoidea*.



E  
 K  
 D  
 1  
 H  
 A  
 R  
 S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



Fotografía 10-1. Quebrada Aguaytillo (QAgu4)



Fotografía 10-2. Quebrada Edilbertocaño (QEdil2)



Fotografía 10-3. Quebrada Edilbertocaño (QEdil3)



Fotografía 10-4. Quebrada Aguaytillo (QAgu5)

Handwritten vertical text: H, D, 1, H, S, S

**10.1.5.2. Quebrada Selva Alegre**

430. La quebrada Selva Alegre pertenece a la cuenca del río Pachitea. Durante la evaluación temprana se evaluaron zonas cercanas a su nacimiento hasta antes de su desembocadura en el río Macuya, siendo geomorfológicamente variable, con remansos por obstrucción de palizadas, pequeñas caídas de agua, bancos formados por arena y canto rodado, entre otros. En la evaluación se registró en la quebrada una profundidad máxima de 1,00 m y un cauce mayor de 7,17 m.
431. Esta quebrada se ubica dentro de un Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), donde se observan colinas bajas ligeramente disectadas y el suelo es de color marrón amarillento a rojizo, constituyendo tierras favorables para el desarrollo de especies maderables así como también para la producción de pastos para el ganado vacuno y cultivos como el plátano, papaya, yuca, maíz y cacao.
432. El paisaje se encuentra parcialmente intervenido por lo que aún se mantiene la biodiversidad de flora y fauna en ciertos parches o fragmentos de bosques primarios. La línea de recolección 1 que unirá las locaciones SA2X y LA3X cruzará con dos puntos de muestreo de la quebrada Selva Alegre (QSAleg2 y QSAleg8), y la línea de recolección existente cruza la quebrada en QSAleg11.
433. En la Tabla 10-8, se presenta la descripción de la flora ribereña para cada uno de los puntos de muestreo evaluados en la quebrada Selva Alegre, los datos de la profundidad del agua y su cauce tomados durante la evaluación, y la información del cauce máximo y la altura que logra conseguir en la época más lluviosa.

**Tabla 10-8. Resultados la caracterización de la quebrada Selva Alegre**

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QSAleg1	0,12	1,90	1,73	3,39	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro como <i>Pourouma sp.</i> y <i>Cecropia sp.</i> (Urticaceae), <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), y arbustos como, <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> , <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae), <i>Heliconia sp1</i> y <i>sp2</i> (Heliconiaceae), <i>Costus sp.</i> (Costaceae), entre otras.
QSAleg2	0,18	2,12	3,10	9,40	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro. Se encuentran especies como <i>Pourouma sp.</i> y <i>Cecropia sp.</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae), <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), <i>Phytelephas sp.</i> (Arecaceae), <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae) y <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae).
QSAleg3	0,20	1,50	2,61	9,19	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios mixtos y abiertos, con pocos árboles de bosque primario de gran diámetro, encontrándose principalmente especies como <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), <i>Apeiba sp.</i> (Malvaceae), <i>Licania sp.</i> (Chrysobalanaceae), <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae); arbustos como <i>Phytelephas sp.</i> (Arecaceae), <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae), y gramíneas del género <i>Olyra sp.</i> (Poaceae). En este punto se observan plantaciones de plátano en gran parte de la ribera.
QSAleg4	0,15 - 1,00	2,30	4,45	15,84	Vegetación de ribera ligeramente mejor conservada, con presencia de árboles de gran diámetro y altura, y especies arbustivas asemejando un sotobosque primario, con presencia de diversas especies y



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a large 'K' and a vertical list of letters: 'D', 'I', 'H', 'A', 'S', 'S'.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
					complementada con herbáceas y gramíneas. Se encuentran árboles de la Familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae y Clusiaceae; palmeras como <i>Astrocaryum muru muru</i> e <i>Iriartea deltoidea</i> (Arecaceae); arbustos de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Melastomataceae y Piperaceae; especies <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae) y algunas gramíneas.
QSAleg5	0,35	4,14	6,63	10,37	Vegetación de ribera mixta con bastante ingreso de luz, transición entre bosque primario a secundario, con abundancia de especies arbóreas de mediano diámetro, principalmente especies pioneras como <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), etc. El sotobosque está conformado por especies del género <i>Carludovica</i> y <i>Asplundia</i> (Cyclanthaceae), y algunas palmeras como <i>Astrocaryum</i> , <i>Attalea</i> y <i>Phitelephas</i> . Se observa una mixtura de helechos y gramíneas.
QSAleg6	0,34	1,50	1,43	8,20	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro como <i>Ficus sp.</i> (Moraceae) y <i>Cecropia sp.</i> (Urticaceae), principalmente especies que soportan luz directa como las especies pioneras. También se encuentran especies arbustivas y herbáceas de áreas abiertas, entre ellas arbustos como <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acalypha sp.</i> , <i>Carludovica palmata</i> y <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae), <i>Heliconia sp1</i> (Heliconiaceae) y <i>Costus sp.</i> (Costaceae), además de especies como <i>Ricinus comunis</i> (Euphorbiaceae) y helechos como <i>Blechnum sp.</i> y <i>Polypodium sp.</i> También se observan gramíneas.
QSAleg7	0,60	1,31	6,33	10,17	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques primarios y secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro como <i>Ficus sp.</i> (Moraceae) y <i>Cecropia sp.</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae). Se encuentran especies de las familias Malvaceae y Fabaceae, que principalmente suelen desarrollarse en riberas; también palmeras como <i>Phitelephas sp.</i> y <i>Astrocaryum</i> , especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> y <i>Carludovica</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> y <i>Blechnum</i> , y gramíneas.
QSAleg8	0,80	1,60	3,28	11,20	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Ficus sp.</i> (Moraceae) <i>Cecropia sp.</i> , <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae) y <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae). También algunas Malvaceae y Fabaceae, palmeras como <i>Phitelephas sp.</i> y <i>Astrocaryum</i> , especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> y <i>Carludovica</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , y gramíneas.
QSAleg9	0,30	0,35	5,30	10,70	Vegetación de ribera, dominada por especies características de bosques en transición, con pocos árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), <i>Cecropia sp.</i> , <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae) y algunas Malvaceae y Fabaceae, principalmente especies que suelen desarrollarse en riberas, también palmeras como <i>Phitelephas sp.</i> , <i>Iriartea deltoidea</i> y <i>Astrocaryum</i> , especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> y <i>Carludovica</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , entre otras gramíneas.



K

D  
1  
H  
Δ  
M  
S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QSAleg10	0,18	1,90	7,17	15,60	Vegetación de ribera ligeramente mejor conservada, con presencia de árboles de gran diámetro y altura. Las especies arbustivas parecen constituir un sotobosque primario, con presencia de diversas especies y complementada con herbáceas y gramíneas. Se observan árboles de la Familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae y Clusiaceae; palmeras como <i>Astrocaryum muru muru</i> e <i>Iriartea deltoidea</i> (Arecaceae); arbustos como especies de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae. También se encuentran <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae), entre otras..
QSAleg11	0,37	1,00	3,77	13,58	Vegetación de ribera típica de zonas abiertas, vegetación poco conservada por estar cerca de la carretera que da acceso a la locación Los Ángeles, presencia de árboles de mediano diámetro y poca altura, especies arbustivas muy enmarañadas, y diversas especies de las familias Fabaceae, Moraceae, Clusiaceae, Asteraceae, Piperaceae y Poaceae. Se encuentran arbustos con especies de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae principalmente con el género <i>Senna</i> , entre otras como <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae) y algunas gramíneas.
QSAleg12	0,30	1,90	7,05	12,35	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), <i>Cecropia sp.</i> , <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae) y algunas Malvaceae y Fabaceae, principalmente especies que suelen desarrollarse en las riberas. Entre las especies arbustivas destacan los géneros <i>Asplundia</i> y <i>Carludovica</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , y otros como <i>Cisampelos sp.</i> (Menispermaceae) y gramíneas en general.
QSAleg13	0,29	0,60	3,90	9,40	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con gran cantidad de árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Apeiba sp.</i> (Malvaceae), <i>Cecropia sp.</i> , <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae) y <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae). También se observan especies de la familia Fabaceae que se desarrollan en las riberas, especies arbustivas del género <i>Senna</i> , <i>Acacia</i> y <i>Bahunia</i> (Fabaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> , <i>Blechnum</i> , y gramíneas.

Donde:

**Profundidad:** Es la medida de la profundidad del agua en el momento de la evaluación.**Altura:** Es la altura máxima de agua que alcanzan las quebradas durante la época de avenida.**Cauce actual:** Es la medida del ancho del cuerpo de agua durante el momento de la evaluación.**Cauce máximo:** Es la medida del ancho máximo que alcanza el cuerpo de agua durante la época de avenida.

434. En las Fotografías 10-5 a 10-8, se puede observar parte de la flora ribereña en la quebrada Selva Alegre está dominada por especies como *Ficus sp.*, *Phitelephas sp.*, *Piper sp.*, *Heliconia sp.*, *Cecropia sp.*, *Pourouma sp.* e *Iriartea deltoidea*.



K

D

1

H

S

R

S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



Fotografía 10-5. Quebrada Selva Alegre (QSAleg3)



Fotografía 10-6. Quebrada Selva Alegre (QSAleg6)



Fotografía 10-7. Quebrada Selva Alegre (QSAleg4)



Fotografía 10-8. Quebrada Selva Alegre (QSAleg7)



Handwritten blue ink notes: 'H', 'K', 'D', '1', 'H', 'A', 'U', 'S'.

[www.oeffa.gob.pe](http://www.oeffa.gob.pe)

Av. Faustino Sánchez Carrión N°  
603, 607 y 615  
Jesús María - Lima, Perú  
Telf. (511) 204 9900

**10.1.5.3. Río Macuya y sus tributarios**

435. El río Macuya pertenece a la cuenta del río Pachitea, al cual confluye por su margen izquierda. Durante el monitoreo se evaluaron las zonas desde su nacimiento (confluencias de las quebrada Selva Alegre y Caracol) hasta aguas abajo del puente Macuya. En la evaluación se reportó una profundidad máxima de 0,38 m y un cauce mayor de 11,92 m. En tanto, la quebrada Caracol, tributaria por la margen izquierda del río Macuya, presentó una profundidad de 0,33 m y un cauce de 1,15 m y la que tributa por la margen derecha<sup>53</sup> registró una profundidad de 0,29 m y un cauce de 1,5 m.
436. Esta quebrada se ubica dentro de un Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), donde se observaron colinas bajas ligeramente disectadas, siendo el color del suelo pardo a pardo rojizo, incluyendo tierras favorables para el desarrollo de especies maderables así como también para la producción de pastos (*Brachiaria*, *Gordura*), frutales (plátano, papaña, zapote, cacao), yuca y maíz.
437. En la Tabla 10-9 se encuentra la descripción de la flora ribereña en cada uno de los puntos de muestreo evaluados en el río Macuya y la quebrada Caracol, así como datos de la profundidad del agua y su cauce registrado durante el monitoreo, y el cauce máximo y la altura que alcanzan los cuerpos de agua en la época más lluviosa.

**Tabla 10-9.** Resultados la caracterización del río Macuya y sus tributarios

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QCara-A	0,29	1,50	2,10	6,00	Vegetación de ribera mejor conservada con presencia de árboles de gran diámetro y altura, y especies arbustivas, lo que asemeja un sotobosque primario con diversas especies y complementada con herbáceas y gramíneas. Se encuentran árboles de la Familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Polygonaceae, Urticaceae y Clusiaceae; palmeras como <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Phitelephas sp</i> (Arecaceae); arbustos como especies de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Maranthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae entre otras como <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Calatea sp.</i> (Maranthaceae), <i>Anthurium sp.</i> (Araceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acaplypha sp.</i> (Euphorbiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae) y algunas gramíneas y helechos como <i>Polypodium</i> y <i>Adiantum</i> .

53

De acuerdo al personal de apoyo, poblador del centro poblado de Macuya, la quebrada que tributa por la margen derecha del río Macuya también tiene el nombre de Caracol igual que la quebrada que tributa por la margen izquierda.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
RMacu1	0,38	2,60	3,56	13,55	Vegetación de ribera bien conservada con presencia de árboles de gran diámetro y altura considerable y especies arbustivas que parecen un sotobosque primario, con presencia de diversas especies diferentes, y herbáceas y gramíneas. Entre los árboles se encuentran la Familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Polygonaceae, Urticaceae, Clusiaceae, Sapotaceae y Rubiaceae. Se observan palmeras como <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Phitelephas sp</i> (Arecaceae). Entre los arbustos hay especies de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Maranthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae. Se encuentran <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Calatea sp.</i> (Maranthaceae), <i>Anthurium sp.</i> (Araceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acaplypha sp.</i> (Euphorbiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae) y algunas gramíneas y helechos como <i>Polypodium</i> y <i>Adiantum</i> .
QCara2	0,25	0,70	3,21	6,20	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae), <i>Acacia sp.</i> (Fabaceae), y algunas Malvaceae y Fabaceae, que suelen crecer en riberas. También se observan palmeras como <i>Phitelephas sp.</i> y <i>Astrocaryum</i> , especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> y <i>Carludovica</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , además de <i>Anthurium</i> y <i>Phylodendron</i> (Araceae), y gramíneas.
QCara1	0,33	2,50	1,15	7,05	Área sin mucha vegetación debido a tener mucha pendiente. En las zonas circundantes son tupidas, con presencia de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, siendo abundantes las gramíneas.
RMacu2	0,40	2,35	4,35	15,16	Vegetación de ribera mixta con bastante ingreso de luz, suponiendo una transición entre bosque primario a secundario, influenciado principalmente por los pastizales y ganadería en general, con poca abundancia de especies arbóreas de mediano diámetro. Se encuentran principalmente especies pioneras como <i>Cecropia sp.</i> , <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae) y <i>Ficus sp.</i> (Moraceae). El sotobosque está conformado por especies del género <i>Senna</i> (Fabaceae) y <i>Piper sp.</i> (Piperaceae); enredaderas del género <i>Canavalia</i> (Fabaceae), <i>Paullinia sp.</i> (Sapindaceae), algunas palmeras como <i>Attalea</i> y <i>Phitelephas</i> de forma dispersa, y una mixtura de helechos y gramíneas como Cyperaceae y Poaceae.



K

P  
1  
H  
A  
R  
S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
RMacu3	0,32	1,76	7,13	16,30	Vegetación de ribera influenciada por la presencia de la carretera. Se trata de una zona muy abierta con bastante ingreso de luz y predominancia árboles de bosque secundario como <i>Cecropia sp.</i> , <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Triplaris</i> , <i>Coccoloba</i> (Polygonaceae) <i>Gynerium sagittatum</i> (Poaceae); arbustos de la familia Fabaceae, Rubiaceae, Acanthaceae, Malvaceae, además de plantaciones de plátano y frutales como cacao, entre helechos y gramíneas.
RMacu4	0,14	1,55	11,92	19,75	Vegetación de ribera con influencia de la carretera, por lo que se trata de un área abierta con árboles de bosque secundario como <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Triplaris</i> y <i>Coccoloba</i> (Polygonaceae) y <i>Gynerium sagittatum</i> (Poaceae). También se observan arbustos de la familia Fabaceae, Rubiaceae, Acanthaceae y Malvaceae, y cultivos de plátano y frutales como cacao, entre helechos y gramíneas.

Donde:

**Profundidad:** Es la medida de la profundidad del agua en el momento de la evaluación.**Altura:** Es la altura máxima de agua que alcanzan las quebradas durante la época de avenida.**Cauce actual:** Es la medida del ancho del cuerpo de agua durante el momento de la evaluación.**Cauce máximo:** Es la medida del ancho máximo que alcanza el cuerpo de agua durante la época de avenida.

438. En la Fotografía 10-12 se aprecia la poca vegetación ribereña en ambas márgenes del río Macuya, aguas debajo del puente actualmente en construcción, lo que la actividad antropogénica está afectando el paisaje (montículos de tierra y piedras en la ribera).
439. En las Fotografías 10-9 a 10-12, se puede observar una fracción de la cantidad de especies de flora ribereña que se registraron en el río Macuya y la quebrada Caracol, y en las cuales está dominada por especies como *Iriartea deltoidea*, *Phithephas sp.*, *Piper sp.*, *Heliconia sp.*, *Cecropia sp.*, *Pourouma sp.* e *Iriartea deltoidea*.





Handwritten blue ink notes: a circled 'Q', followed by 'K', 'D', '1', 'H', 'A', 'H', 'S'.



Fotografía 10-9. Quebrada Caracol (QCara-A)



Fotografía 10-10. Río Macuya (RMacu1)



Fotografía 10-11. Quebrada Caracol (QCara2)



Fotografía 10-12. Río Macuya (RMacu4)

**10.1.5.4. Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo**

440. La quebrada Los Ángeles, que pertenece a la cuenca del río Pachitea, fue evaluada desde su nacimiento hasta aguas abajo del puente Los Ángeles. En la presente evaluación se reportó una profundidad máxima de 0,33 m y un cauce mayor de 4,76 m. En el caso de su tributario, por donde cruzará la línea de recolección 1 que unirá las locaciones SA2X y LA3X, presentó una profundidad máxima de 0,28 m y un cauce mayor de 2,87 m.
441. Esta quebrada también se ubica dentro de la zona de vida de Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), además se observó que el suelo se desarrolla en colinas bajas ligeramente disectadas y es de color pardo a pardo rojiza. Agrupa a tierras favorables para el desarrollo las actividades como la ganadería bovina y la agricultura principalmente el plátano y cacao.
442. En la Tabla 10-10 se describe la flora ribereña en cada uno de los puntos de muestreo y los datos de la profundidad del agua y el cauce tomados durante la evaluación, además de los datos del cauce máximo y la altura que consiguen los cuerpos de agua en la época más lluviosa.

**Tabla 10-10.** Resultados la caracterización de la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y la quebrada Cashibillo

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
Q.Tr.LAng1	0,28	1,21	2,87	5,82	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios de ribera, con gran cantidad de arbustos de variable diámetro, principalmente especies como <i>Apeiba sp.</i> (Malvaceae), <i>Cecropia sp.</i> , <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Astrocaryum sp.</i> (Arecaceae), <i>Carludovica</i> y <i>Asplunda</i> (Cyclanthaceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae) y algunas gramíneas.
Q.Tr.LAng2	0,18	1,21	2,71	6,42	Vegetación arbórea dispersa, tipo secundaria, asociada a pastizales del género <i>Briachiar</i> ; árboles como guayabo <i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae), <i>Inga edulis</i> (Fabaceae) y algunas palmeras del género <i>Attalea</i> dispersas en los pastizales e <i>Iriartea deltoidea</i> .
Q.Tr.LAng3	0,20	1,49	1,53	7,89	Vegetación de ribera asociada a plantaciones de plátano y otros frutales, en su mayoría árboles de diámetros pequeños como <i>Acalypha sp.</i> y <i>Croton sp.</i> (Euphorbiaceae), <i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae), <i>Inga edulis</i> (Fabaceae) y algunas palmeras del género <i>Attalea</i> dispersos en los pastizales
QLAng1	0,22	1,56	1,81	5,00	Vegetación de ribera mixta con bastante ingreso de luz, suponiendo transición entre bosque primario a secundario, con abundancia de especies arbóreas de mediano diámetro, principalmente especies pioneras como <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), entre otras. El sotobosque está conformado por especies del género <i>Carludovica</i> y <i>Asplundia</i> (Cyclanthaceae), algunas palmeras como <i>Astrocaryum</i> , <i>Attalea</i> y <i>Phitelephas</i> , y una mezcla de helechos y gramíneas.



D  
 H  
 S  
 S



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
Q.Tr.LAng4	0,15	1,34	1,58	6,80	Especies de ribera con gran abundancia de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, principalmente del género <i>Asplundia</i> , <i>Carludovicia</i> y <i>Heliconia</i> (heliconiaceae).
QLAng2	0,33	1,58	3,06	8,40	Vegetación de ribera ligeramente mejor conservada, con presencia de árboles de gran diámetro y altura, y especies arbustivas que parecen un sotobosque primario, y complementado con herbáceas y gramíneas, entre ellas árboles de la Familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae y Clusiaceae; , palmeras como <i>Astrocaryum murumuru</i> e <i>Iriartea deltoidea</i> (Arecaceae); arbustos como especies de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae, entre otras como <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae) y algunas gramíneas y helechos.
QLAng3	0,15	1,63	3,09	8,05	Vegetación de ribera mejor conservada, con presencia de árboles de gran diámetro y altura y especies arbustivas, pareciendo una sotobosque primario, con presencia de herbáceas y gramíneas. Se observan árboles de la Familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Polygonaceae y Clusiaceae; palmeras como <i>Astrocaryum murumuru</i> e <i>Iriartea deltoidea</i> (Arecaceae); arbustos como especies de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Maranthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae entre otras como <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Calatea sp.</i> (Maranthaceae), <i>Anthurium sp.</i> (Araceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae); y algunas gramíneas y helechos como <i>Polypodium</i> y <i>Lycopodium sp.</i> .
QLAng4	0,25	1,89	4,76	10,51	Vegetación de ribera mixta con bastante ingreso de luz, suponiendo una transición entre bosque primario a secundario, con abundancia de especies arbóreas de mediano diámetro, principalmente pioneras como <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae) y <i>Ficus sp.</i> (Moraceae) entre otras. El sotobosque está conformado por especies del género <i>Heliconia</i> (Heliconiaceae), <i>Gynerium sagittatum</i> (Poaceae), <i>Ricinus communis</i> (Euphorbiaceae) y <i>Solanum sp.</i> (Solanaceae); algunas palmeras como <i>Astrocaryum</i> , <i>Attalea</i> y <i>Phitelephas</i> dispersas, y una mixtura de helechos y gramíneas.






PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QCashi1	0,28	1,63	1,36	4,39	Vegetación de ribera mejor conservada con presencia de árboles de gran diámetro y altura, y especies arbustivas y herbáceas (incluyendo gramíneas). Se observan árboles de la familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Polygonaceae, Urticaceae, Rubiaceae (capirona) y Clusiaceae; palmeras como <i>Attalea cephalotes</i> , <i>Astrocaryum murumuru</i> e <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Phitelephas sp</i> (Arecaceae); arbustos de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Maranthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae entre otras; y las especies <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Calatea sp.</i> (Maranthaceae), <i>Anthurium sp.</i> (Araceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), y <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae); además de gramíneas y helechos como <i>Polypodium</i> y <i>Lycopodium sp.</i>
QCashi2	0,05	1,37	1,17	9,80	Vegetación de ribera mixta con bastante ingreso de luz, transición entre bosque primario a secundario, influenciado principalmente por la carretera que da acceso al caserío de Macuya, con poca abundancia de especies arbóreas de mediano diámetro, principalmente especies pioneras como <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Ficus sp.</i> (Moraceae) entre otras, el sotobosque conformado por especies del género <i>Senna</i> (Fabaceae) y <i>Asplundia</i> (Cyclanthaceae); enredaderas del género <i>Canavalia</i> (Fabaceae), algunas palmeras como <i>Attalea</i> y <i>Phitelephas</i> , y una mixtura de helechos y gramíneas como <i>Cyperaceae</i> y <i>Poaceae</i> .

Donde:

**Profundidad:** Es la medida de la profundidad del agua en el momento de la evaluación.**Altura:** Es la altura máxima de agua que alcanzan las quebradas durante la época de avenida.**Cauce actual:** Es la medida del ancho del cuerpo de agua durante el momento de la evaluación.**Cauce máximo:** Es la medida del ancho máximo que alcanza el cuerpo de agua durante la época de avenida.

443. En las Fotografías 10-13, 10-14, 10-15 y 10-16, se puede observar parte de la flora ribereña en la quebrada Los Ángeles que está dominada por especies como *Astrocaryum muru muru*, *Piper sp.*, *Heliconia sp.*, *Cecropia sp.*, *Pourouma sp.*, e *Iriartea deltoidea* y la quebrada Cashibillo por especies como
444. Cabe resaltar que en el punto QCashi1 de la quebrada Cashibillo, consiste en una zona bien conservada con árboles de gran diámetro y altura como la capirona, con un área aproximada de 30 Ha al costado de la carretera Fernando Belaude Terry, y se encuentra protegida por la población del caserío Los Ángeles, estando en proceso de convertirlo en área de reserva comunal.



E

K

D

1

H

A

E

S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



Fotografía 10-13. Quebrada tributaria a la quebrada Los Ángeles (Q.Tr.Lang3)



Fotografía 10-14. Naciente de la quebrada Los Ángeles



Fotografía 10-15. Quebrada Los Ángeles (QLang1)



Fotografía 10-16. Quebrada Cashibillo (QCashi1)



Handwritten signature in blue ink, appearing to be 'DASH S'.

**10.1.5.5. Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera**

- 445. Las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera, se ubican dentro de la zona de vida de Bosque muy húmedo Tropical (bmh-T). La quebrada Tahuayo pertenece a la cuenca del río Aguaytía, mientras que las quebradas Cashibo y Primavera pertenecen a la cuenca del río Pachitea.
- 446. En el caso de la quebrada Tahuayo, durante la evaluación presentó una profundidad máxima de 0,34 m y un cauce mayor de 3,34 m. Las especies vegetales más abundantes fueron las forestales (bolaina, pashaco, bijao), frutales (plátano, papaya y cacao) y cereales (maíz y arroz).
- 447. La quebrada Cashibo, caracterizada por discurrir con mucha lentitud durante la evaluación, presentó una profundidad máxima de 0,27 m y un cauce mayor de 2,47 m. Finalmente en el caso de la quebrada Primavera, que también discurre con lentitud, durante la evaluación presenta una profundidad máxima de 0,30 m. y un cauce mayor de 2,5 m, esta se caracteriza por discurrir con mucha lentitud.
- 448. En la Tabla 10-11, se presenta la descripción de la flora ribereña para cada uno de los puntos de muestreo evaluados y se describen los datos de la profundidad del agua y el cauce tomado durante la evaluación; así como los datos del cauce máximo y la altura que alcanzan los cuerpos de agua en la época más lluviosa.

**Tabla 10-11. Resultados la caracterización de la quebrada Tahuayo, Cashibo y Primavera**

Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
QTahu1	0,20	2,12	2,18	8,82	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Ficus, sp.</i> (Moraceae), <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae), <i>Acacia sp.</i> (Fabaceae), y algunas Malvaceae y Fabaceae, principalmente especies que suelen desarrollarse en riberas. También se observan palmeras como <i>Phitelephas sp.</i> y <i>Astrocaryum</i> , especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> y <i>Carludovica</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , gramíneas, y <i>Anthurium</i> y <i>Phylodendron</i> (Araceae).
QTahu2	0,34	5,70	3,34	5,70	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Ficus' sp.</i> (Moraceae), <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp.</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae), <i>Acacia sp.</i> (Fabaceae), y algunas Malvaceae y Fabaceae, las cuales suelen desarrollarse en riberas. Se aprecia que la flora está afectada por la actividad antrópica (construcción de un puente) de la localidad de Alexander von Humboldt, lo que perjudica su desarrollo.
QCash1	0,23	1,93	2,47	6,45	Vegetación de ribera bien conservada debido especialmente a la la fisiografía de la zona, que hace que la quebrada se forme "a manera de canal", con presencia de árboles de gran diámetro y altura considerable y especies arbustivas, lo que asemeja un sotobosque primario, en el que también se observan herbáceas como las gramíneas. Se



K  
 P  
 I  
 H  
 S  
 S



Punto de muestreo	Profundidad (m)	Altura (m)	Cauce (m)	Cauce máximo (m)	Descripción de la flora ribereña
					encuentran árboles de la Familia Moraceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae, Myristicaceae, Polygonaceae, Urticaceae, y Clusiaceae, y Rubiaceae entre otras, palmeras como <i>Iriartea deltoidea</i> , <i>Phitelephas sp</i> (Arecaceae); arbustos de la familia Rubiaceae, Acanthaceae, Maranthaceae, Melastomataceae, Piperaceae y Fabaceae y especies como <i>Heliconia sp.</i> (Heliconiaceae), <i>Calatea sp.</i> (Maranthaceae), <i>Anthurium sp.</i> (Araceae), <i>Piper sp.</i> (Piperaceae), <i>Acaplypha sp.</i> (Euphorbiaceae), <i>Asplundia sp.</i> (Cyclanthaceae); además de algunas gramíneas y helechos como <i>Polypodium</i> y <i>Adiantum</i> .
QCash2	0,27	2,20	1,25	10,29	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos con pocos árboles de gran diámetro, observándose <i>Ficus sp.</i> (Moraceae), <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae), <i>Acacia sp.</i> (Fabaceae), y algunas Malvaceae y Fabaceae, que suelen desarrollarse en riberas. También se encuentran palmeras como <i>Phitelephas sp.</i> , especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , <i>Anthurium</i> y <i>Phylodendron</i> (Araceae), y gramíneas.
QPrim1	0,30	1,70	2,50	5,90	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos con pocos árboles de gran diámetro, principalmente con especies como <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae), <i>Acacia sp.</i> (Fabaceae), y algunas Malvaceae y Fabaceae, También especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , y gramíneas de la familia Cyperaceae y Poaceae.
QPrim2	0,24	1,75	1,80	5,53	Vegetación de ribera dominada por especies características de bosques secundarios abiertos, con pocos arbustos, principalmente con especies regeneradas como <i>Cecropia sp.</i> y <i>Pourouma sp</i> (Urticaceae), <i>Psychotria sp.</i> (Rubiaceae), <i>Acacia sp.</i> (Fabaceae) y algunas Malvaceae y Fabaceae. También se encuentran especies arbustivas del género <i>Asplundia</i> (Cyclanthaceae), algunos helechos del género <i>Asplenium</i> , <i>Polypodium</i> y <i>Blechnum</i> , entre otras gramíneas de la familia Cyperaceae y Poaceae.

Donde:

**Profundidad:** Es la medida de la profundidad del agua en el momento de la evaluación.

**Altura:** Es la altura máxima de agua que alcanzan las quebradas, durante la época de avenida.

**Cauce actual:** Es la medida del ancho del cuerpo de agua durante el momento de la evaluación

**Cauce máximo:** Es la medida del ancho máximo que alcanza el cuerpo de agua durante la época de avenida.

449. En las Fotografías 10-17 y 10-18 se puede observar que parte de la flora ribereña en la quebrada Tahuayo está formada por las especies *Ficus sp.*, *Cecropia sp.*, *Pourouma sp.*, *Acacia sp.*, *Psychotria sp.* e *Iriartea deltoidea*. En la Fotografía 10-19 se puede observar que la vegetación ribereña está formada por especies como *Cecropia sp.*, *Pourouma sp* y *Heliconia sp* y en la Fotografía 10-20 se puede observar que la vegetación ribereña está formada por especies como *Cecropia sp.*, *Pourouma sp.*, *Ficus sp.* y *Acacia sp.*



a

k

Q

1

H

A

M

S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



Fotografía 10-17. Quebrada Tahuayo (QTahu1)



Fotografía 10-18. Quebrada Tahuayo (QTahu2)



Fotografía 10-19. Quebrada Primavera (QPrim1)



Fotografía 10-20. Quebrada Cashibo (QCash1)



Handwritten mark

K

D

1

H

S

S

## 10.2. Calidad de sedimentos

450. De igual manera que el agua superficial, los 49 puntos de muestreo y el análisis de los mismos, se han separado en dos ítems para llegar a un mejor entendimiento: Evaluación de la calidad ambiental y Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos.
451. Los resultados se han dividido en cinco zonas en relación al ámbito de los caseríos y centro poblado: a) Quebrada Aguaytillo y sus tributarios, b) Quebrada Selva Alegre, c) Río Macuya y sus tributarios, d) Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo e) Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera. Además, se realizó una evaluación general de toda el área de estudio considerando estas cinco zonas.
452. La ubicación de dichos puntos puede verse en el Anexo C5. Registro fotográfico.

### 10.2.1. Evaluación de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

453. En esta subsección se muestran las concentraciones de los Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) que fueron comparadas referencialmente con el valor máximo de la Atlantic RBCA y el valor de intervención de la Guía de Evaluación de Sedimentos de los Países Bajos de 2010.
454. Con relación a los resultados, todos los cuerpos de agua superficial evaluados, excepto el punto de muestreo SED-QCara2 de la quebrada Caracol, registraron concentraciones de HTP menores al límite de cuantificación en sus tres fracciones respectivas, C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>; C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub> y C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>, y en la suma de estas, C<sub>6</sub>-C<sub>40</sub>.
455. En el punto SED-QCara2, la concentración de la fracción ligera (C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>) de HTP fue menor al límite de cuantificación (<0,3 mg/kg); de la fracción media (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>) fue 27,9 mg/kg; y de la fracción pesada (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>) fue 175 mg/kg, registrándose un total de 203 mg/kg para la suma de las tres fracciones (C<sub>6</sub>-C<sub>40</sub>). Esta concentración fue menor al valor de intervención de la Guía de Evaluación de Sedimentos de los Países Bajos (5 000 mg/kg) y el valor máximo de la Atlantic RBCA (500 mg/kg).

### 10.2.2. Comportamiento de los parámetros fisicoquímicos

456. En esta sección se evalúa la clase textural y la determinación de los estadísticos descriptivos de las concentraciones de cloruros, materia orgánica y los principales metales pesados (incluyendo al metaloide arsénico), es decir, bario, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc para cada zona evaluada y todo el área de estudio que abarca las cinco zonas.
457. Cabe resaltar que las concentraciones de mercurio en los sedimentos de todos los puntos de muestreo evaluados fueron menores al límite de cuantificación (<0,03 mg/kg).

#### 10.2.2.1. Quebrada Aguaytillo y sus tributarios

458. Según la Tabla 10-12, los sedimentos de la quebrada Aguaytillo presentaron tres clases texturales: arena franca y franco arenosa donde predominó la arena y



P  
1  
H  
S  
H  
S



franca en SED-QAgu3 con porcentaje de arena de 35 % y el limo de 45 %. En la quebrada Grovercaño, la textura de los sedimentos fue areno franca y franco arenosa, predominando la arena. En la quebrada Edilberto Caño y su tributario (SED-Q.Tr.Edil2) se observó textura franco arenosa predominando la arena. En el punto SED-QEdil4, la clase textural es franca en donde el porcentaje de arena fue de 45 % y el limo de 40 %.

**Tabla 10-12.** Clase textural de la quebrada Aguaytillo y sus tributarios

Punto de muestreo	Clase textural	Predominancia (mayor al 50%)
Quebrada Aguaytillo (SED-QAgu1, SED-QAgu2 y SED-QAgu4)	Areno franca	Arena
Quebrada Aguaytillo (SED-QAgu3)	Franca	Arena (35 %) Limo (45 %)
Quebrada Aguaytillo (SED-QAgu5)	Franco arenosa	Arena
Quebrada Grovercaño (SED-QGrov1)	Areno franca	Arena
Quebrada Grovercaño (SED-QGrov3 y SED-QGrov2)	Franco arenosa	Arena
Quebrada Edilbertocaño (SED-QEdil1, SED-QEdil2, SED-QEdil3 y SED-QEdil5)	Franco arenosa	Arena
Quebrada Edilbertocaño (SED-QEdil4)	Franca	Arena (45 %) Limo (40 %)
Quebrada tributaria a la quebrada Edilbertocaño (SED-Q.Tr.Edil2)	Franco arenosa	Arena

**Tabla 10-13.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y principales metales pesados de la quebrada Aguaytillo y sus tributarios

Parámetro	Media ( $\bar{X}$ )	Mediana (m)	Mínimo (Min)	Máximo (Max)	Desviación Estándar (SD)	Coficiente de variación (CV)
	mg/kg					%
Cloruros	5,0	4,4	<2,5	11	2,4	68,6
Arsénico	4,46	3,55	2,2	14	3,058	68,6
Bario	89,57	68,6	50	235	49,22	54,9
Cadmio	0,105	0,089	0,049	0,219	0,049	47,0
Cobre	7,65	7,51	3,77	10,7	2,019	26,4
Cromo	8,92	8,05	6,3	13	2,277	25,5
Níquel	6,12	5,24	4,04	10,5	2,183	35,7
Plomo	12,03	8,44	5,28	53,2	12,21	101,5
Zinc	24,46	21,05	13,5	38,6	7,666	31,3
	%					
Materia Orgánica	3,46	3,06	2,10	5,42	1,07	30,9

459. De otro lado, en la Tabla 10-13 se muestran los principales estadísticos descriptivos: Media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación. Al respecto, el bario y el cadmio registraron el mayor (50 a 235 mg/kg) y menor rango (0,049 a 0,219 mg/kg) de concentración.
460. En relación a la dispersión de los datos con respecto a la media, el cobre y cromo registraron los menores valores del coeficiente de variación (CV), 26,4 % y 25,5 %, respectivamente; mientras el parámetro con la mayor dispersión de datos fue el plomo con un CV de 101,5 %.

**10.2.2.2. Quebrada Selva Alegre**

461. Según la Tabla 10-14, los sedimentos de la quebrada Los Ángeles presentaron tres clases texturales: areno franca, arenosa y franco arenosa, predominando la arena.
462. Por otro lado, en la Tabla 10-15 se muestran los principales estadísticos descriptivos: media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación. Al respecto, el bario y cadmio registraron el mayor (57 a 239 mg/kg) y menor rango (0,03 a 0,60 mg/kg) de concentración.
463. En relación a la dispersión de los datos con respecto a la media, los cloruros y cromo registraron los menores valores del coeficiente de variación (CV) con 34,2 % y 31,5 % respectivamente; mientras que el parámetro con la mayor dispersión de datos fue el cadmio, con un CV de 171,02 %.

**Tabla 10-14. Clase textural de la quebrada Selva Alegre**

Punto de muestreo	Clase Textural	Predominancia (mayor al 50%)
SED-QSAleg1, SED-QSAleg2, SED-QSAleg4 y SED-QSAleg9	Areno franca	Arena
SED-QSAleg3, SED-QSAleg5, SED-QSAleg6, SED-QSAleg10, SED-QSAleg11, SED-QSAleg12 y SED-QSAleg13	Arenosa	Arena
SED-QSAleg7 y SED-QSAleg8	Franco arenosa	Arena

**Tabla 10-15. Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y principales metales pesados de la quebrada Selva Alegre**

Parámetro	Media ( $\bar{x}$ )	Mediana (m)	Mínimo (Min)	Máximo (Max)	Desviación Estándar (SD)	Coefficiente de variación (CV)
	mg/kg					%
Cloruros	3,8	3,6	<2,5	5,8	1,3	34,2
Arsénico	5,98	4,2	2,4	17	4,42	73,78
Bario	86,60	67,8	57	239	49,49	57,15
Cadmio	0,09	0,05	0,03	0,60	0,16	171,02
Cobre	10,40	7,11	5,31	29	7,45	71,63
Cromo	8,04	7,5	5,6	15	2,53	31,50
Níquel	6,89	6,25	3,19	17,9	3,89	56,48
Plomo	10,75	8,85	6,6	28,8	5,97	55,48
Zinc	25,06	21,2	12,8	63,3	13,25	52,88
	%					
Materia orgánica	2,15	1,85	1,22	4,2	0,83	38,60

**10.2.2.3. Río Macuya y sus tributarios**

464. Según la Tabla 10-16, los sedimentos de la quebrada Caracol tuvieron dos clases texturales: arenosa (predominando la arena), y franco limosa en SED-QCara2 (predominando el limo); mientras en el río Macuya se registraron dos clases texturales: areno franca (SED-RMacu2 y SED-RMacu3) y arenosa (SED-RMacu4) predominando en ambos casos la arena.
465. Con respecto a los principales estadísticos, en la Tabla 10-17 se muestra: media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación. Al



@  
 K  
 P  
 I  
 H  
 A  
 U  
 S



respecto, el bario (73,4 a 227 mg/kg) y cadmio (0,069 a 0,460 mg/kg) registraron el mayor y menor rango de concentración respectivamente.

466. En relación a la dispersión de los datos con respecto a la media, el cromo y plomo registraron los menores valores del coeficiente de variación (CV) con 43,5 % y 42,4 % respectivamente, mientras el parámetro con la mayor dispersión de datos son los cloruros con un CV de 119,37 %.

**Tabla 10-16.** Clase textural del río Macuya y sus tributarios

Punto de muestreo	Clase Textural	Predominancia (mayor al 50 %)
Quebrada Caracol (SED-QCara1-A y SED-QCara1) Quebrada Caracol (SED-QCara2)	Arenosa Franco limosa	Arena Limo
Río Macuya (SED-RMacu2 y SED-RMacu3) Río Macuya (SED-RMacu4)	Areno franca Arenosa	Arena Arena

**Tabla 10-17.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados del río Macuya y sus tributarios

Parámetro	Media ( $\bar{X}$ )	Mediana (m)	Mínimo (Min)	Máximo (Max)	Desviación Estándar (SD)	Coefficiente de variación (CV)
	mg/kg					%
Cloruros	12,9	5,6	<2,5	36	15,4	119,37
Arsénico	8,65	9,5	2,30	14,0	4,885	56,5
Bario	150,6	149,0	73,40	227,0	67,536	44,8
Cadmio	0,23	0,23	0,069	0,46	0,154	66,9
Cobre	14,36	12,05	6,140	24,50	7,952	55,4
Cromo	11,78	10,45	6,8	19	5,122	43,5
Níquel	11,18	9,5	4,22	19,5	6,686	59,8
Plomo	18,0	19,4	7,17	25,4	7,623	42,4
Zinc	45,85	35,7	21,70	86,1	27,207	59,3
	%					
Materia orgánica	3,71	2,58	1,84	7,26	2,362	63,7

#### 10.2.2.4. Quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo

467. Según la Tabla 10-18, los sedimentos de la quebrada Los Ángeles, excepto del punto SED-QLAng1, presentaron clase textural franco arenosa. De manera similar, el tributario de la quebrada Los Ángeles y el punto SED-QCash1 de la quebrada Cashibillo tuvieron sedimentos franco arenosa.
468. En tanto, el punto SED-QLAng1 de la quebrada Los Ángeles y el punto SED-QCash2 de la quebrada Cashibillo registraron clase textural areno franca. En todos estos puntos de muestreo evaluados predominó la arena.
469. De otro lado, en la Tabla 10-19 se muestra los principales estadísticos descriptivos: media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación. Al respecto, el bario (54,1 a 246 mg/kg) y cadmio (0,054 a 0,33 mg/kg) registraron el mayor y menor rango de concentración respectivamente.



470. En relación a la dispersión de los datos con respecto a la media, los cloruros y plomo registraron los menores valores del coeficiente de variación (CV) con 18,75 % y 35,93 % respectivamente, mientras el parámetro con la mayor dispersión de datos fue el cadmio con un CV de 61,75 %.

**Tabla 10-18.** Clase textural de la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo

Punto de muestreo	Clase textural	Predominancia (mayor al 50%)
Quebrada tributaria a la quebrada Los Ángeles (SED-Q.Tr.LAng1, SED-Q.Tr.LAng2, SED-Q.Tr.LAng3 y SED-Q.Tr.LAng4) Quebrada Los Ángeles (SED-QLAng2, SED-QLAng3 SED-y SED-QLAng4) Quebrada Cashibillo (SED-QCash1)	Franco arenosa	Arena
Quebrada Los Ángeles (SED-QLAng1) Quebrada Cashibillo (SED-QCash2)	Areno franca	Arena

**Tabla 10-19.** Estadísticos descriptivos de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados de la quebrada Los Ángeles, sus tributarios y quebrada Cashibillo

Parámetro	Media ( $\bar{X}$ )	Mediana (m)	Mínimo (Min)	Máximo (Max)	Desviación Estándar (SD)	Coefficiente de variación (CV)
	mg/kg					%
Cloruros	3,2	3,2	<2,5	3,6	0,6	18,75
Arsénico	9,49	8,65	3,1	17	4,302	45,34
Bario	142,58	141	54,1	246	68,516	48,05
Cadmio	0,13	0,12	0,054	0,33	0,080	61,75
Cobre	14,69	14,60	7,460	24,30	6,247	42,52
Cromo	14,45	14,50	7,700	20,00	4,547	31,47
Níquel	12,2	10,7	4,93	21,8	6,018	49,34
Plomo	19,93	18,75	9,55	32,1	7,158	35,93
Zinc	52,35	52,15	23,90	82,5	21,207	40,51
	%					
Materia orgánica	4,51	4,79	1,840	7,04	1,687	37,38

#### 10.2.2.5. Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

471. Según la Tabla 10-20, los sedimentos de las quebradas Primavera, Cashibo y Tahuayo (SED-QTahu1) tuvieron clase textural franco arenosa, mientras que en la quebrada Tahuayo (SED-QTahu2) presentaron clase textural arenosa. En todos estos puntos de muestreo evaluados predominó la arena.
472. Por otro lado, en la Tabla 10-21 se muestra los principales estadísticos descriptivos: Media, mediana, mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación. Al respecto, el bario (49,20 a 127 mg/kg) y cadmio (0,06 a 0,4 mg/kg) registraron la mayor y menor rango de concentración respectivamente.
473. En relación a la dispersión de los datos con respecto a la media, el cromo y plomo registraron los menores valores del coeficiente de variación (CV) con 17,02 % y 19,22 %, respectivamente. Mientras, el parámetro con la mayor dispersión de datos es el cadmio con un CV de 61,99 %. Cabe indicar que todas las concentraciones de cloruros fueron menores al límite de cuantificación.





PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano" |

Tabla 10-20. Clase textural de las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

Punto de muestreo	Clase textural	Predominancia (mayor al 50 %)
Quebrada Primavera (SED-QPrim1 y SED-QPrim2) Quebrada Cashibo (SED-QCash1y SED-QCash2) Quebrada Tahuayo (SED-QTahu1)	Franco arenosa	Arena
Quebrada Tahuayo (SED-QTahu2)	Arenosa	Arena

Tabla 10-21. Evaluación descriptiva de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados de las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

Parámetro	Media ( $\bar{X}$ )	Mediana (m)	Mínimo (Min)	Máximo (Max)	Desviación Estándar (SD)	Coefficiente de variación (CV)
	mg/kg					%
Cloruros	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	---	---
Arsénico	5,10	5,25	3,10	7,2	1,775	34,81
Bario	75,82	74,65	49,20	127,0	28,440	37,51
Cadmio	0,20	0,19	0,06	0,4	0,123	61,99
Cobre	7,54	7,00	5,12	11,8	2,455	32,57
Cromo	8,78	8,50	7,30	11,0	1,495	17,02
Níquel	5,84	6,11	2,95	7,7	1,932	33,06
Plomo	12,64	12,25	8,75	15,5	2,430	19,22
Zinc	34,17	32,70	21,70	51,7	10,876	31,83
	%					
Materia orgánica	4,15	3,615	2,05	7,36	1,873	45,14



K

## 10.2.2.6. Análisis en toda el área de evaluación

474. La evaluación de los principales estadísticos descriptivos de la materia orgánica y los metales pesados (incluye al metaloide arsénico) se realizaron para: Bario, cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc para toda el área evaluada, lo cual se muestra de las Figura C2-1 a la Figura C2-9 del Anexo C2 y se encuentra resumida en la Tabla 10-22. Cabe indicar que no se consideró a los cloruros por registrar concentraciones menores al límite de cuantificación.

Tabla 10-22. Evaluación descriptiva de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados en toda el área de evaluación

Parámetro	Media ( $\bar{X}$ )	Mínimo (Min)	Máximo (Max)	Desviación Estándar (SD)	Atípico > Concentración > Media + 1,96SD	Outlier (Test te Grubbs)
	mg/kg					
Arsénico	6,48	SED-Q.Tr.Edil2 2,2	17	4,20	SED-QSAleg12: 17 SED-Q.Tr.LAng3: 17 SED-QLAng4: 16	No
Bario	105,40	SED-QTahu1: 49,2	246	59,41	SED-Q.Tr.LAng3: 246 SED-QSAleg12: 239 SED-QEdil5: 235 SED-QCara1: 227 SED-QCara2: 225 SED-Q.Tr.LAng1: 224	No
Cadmio	0,1336	SED-QSAleg2: 0,0312	0,6212	0,12	SED-QCash2: 0,3814	SED-QSAleg12: 0,6212 SED-RMacu2: 0,4633
Cobre	10,62	SED-Q.Tr.Edil2 :	29,0	6,20	SED-QSAleg3: 29,0 SED-RMacu2: 24,5 SED-Q.Tr.Lang3: 24,3	No



Parámetro	Media ( $\bar{X}$ )	Mínimo (Min)	Máximo (Max)	Desviación Estándar (SD)	Atípico > Concentración > Media + 1,96SD	Outlier (Test de Grubbs)
		mg/kg				
		3,77			SED-QSAleg12: 23,9 SED-QCara2: 23,7	
<b>Cromo</b>	10,15	SED-QSAleg6: 5,6	20	3,99	SED-Q.Tr.LAng2: 20 SED-Q.Tr.LAng3: 20 SED-QCara2: 19 SED-QLAng2: 18 SED-Q.Tr.LAng1: 18	No
<b>Niquel</b>	8,15	SED-QPrim2: 2,95	21,8	4,88	SED-Q.Tr.LAng3: 21,8 SED-Q.Tr.LAng2: 19,8 SED-RMacu2: 19,5 SED-QCara2: 18,8 SED-QSAleg12: 17,9	No
<b>Plomo</b>	14,11	SED-Q.Tr.Edil2 : 5,28	53,2	8,89	SED-Q.Tr.LAng3: 32,1	SED-QEdil5: 53,2
<b>Zinc</b>	34,11	SED-QSAleg6: 12,8	86,1	19,22	SED-QCara2: 86,1 SED-Q.Tr.LAng3: 82,5 SED-Q.Tr.LAng2: 79,7	No
		%				
<b>Materia orgánica</b>	3,44	SED-QSAleg6: 1,22	7,36	1,65	SED-QPrim1: 7,36 SED-QCara2: 7,26 SED-Q.Tr.LAng2: 7,04	No



475. Con respecto a los resultados indicados, los metales evaluados y la materia orgánica no cuentan con datos que sigan una distribución normal, puesto que los p-valor (*value*) de Shapiro-Wilk fueron menores a 0,05. Dichos resultados también se observan en el diagrama de P-Plot (Gráfico de Probabilidad Normal), en el cual los datos no siguen la recta que indica la distribución normal, siendo las concentraciones de los puntos de muestreo (mediana) menores a la media, lo que se puede confirmar a través del valor positivo de la asimetría (*skewness*), lo que significa que la distribución de resultados tienden acumularse hacia la izquierda.
476. En relación a la evaluación de la curtosis, grado de aglomeración de los resultados alrededor de la media, los metales pesados evaluados registraron valores positivos por lo cual siguen distribuciones del tipo leptocúrtica (curvas concentradas en un rango y muy apuntadas). La materia orgánica registró valores negativos cercanos al cero con "-0,129" por lo que muestra una distribución ligeramente platicúrtica (curva poco concentrada en un rango).
477. Por otro lado, para el reporte de los posibles *outliers* se analizó el Test de Grubbs, cuyo resultado indica que los metales cadmio y plomo fueron valores *outliers* en los puntos SED-QSAleg12, SED-RMacu2 y SED-QEdil5.
478. En adición a lo anterior, otros puntos de muestreo registraron concentraciones superiores a la cota mayor de los valores no atípicos establecida por la siguiente ecuación "Media + 1.96SD" en el diagrama de cajas y bigotes, en el cual el bario tiene la mayor cantidad de puntos de muestreo (seis puntos) y el cadmio la menor cantidad (dos puntos), incluyendo el valor *outlier*.

479. Con respecto a los valores atípicos, aquellos con las mayores las concentraciones y porcentajes de los metales y materia orgánica, su distribución en cada punto de muestreo se detalla a continuación:

- SED-Q.Tr.LAng3 reportó en siete metales: arsénico, bario, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc; SED-QTr.LAng2 en tres metales: cromo, níquel, zinc y materia orgánica y SED-Q.Tr.LAng1 en dos metales: bario y cromo.
- SED-QCara2 reportó en cinco metales: bario, cobre, cromo, níquel y zinc y materia orgánica, SED-QSAleg12 en cinco metales: arsénico, bario, cadmio, cobre y níquel, SED-RMacu2 en tres metales: cadmio, cobre y níquel, y SED-QEdil5 en dos metales: bario y plomo.

480. Finalmente, las menores concentraciones de metales y porcentajes de materia orgánica la registraron los siguientes puntos de muestreo:

- SED-Q.Tr.Edil2 en tres metales: arsénico, cobre y plomo, SED-QSAleg6 en cromo, zinc y materia orgánica, SED-QTahu1 en bario, SED-QSAleg2 en cadmio y SED-QPrim2 en níquel.



### 10.3. Comunidades hidrobiológicas

481. En esta sección se presentan y analizan los resultados de la evaluación de las comunidades hidrobiológicas de las cinco zonas de estudio del área de interés en la evaluación. En la Tabla 10-23 se detallan las comunidades hidrobiológicas evaluadas en cada cuerpo de agua.

Tabla 10-23. Comunidades hidrobiológicas evaluadas por punto de muestreo

Punto de muestreo		Muestreo de comunidades hidrobiológicas					
		Identificación taxonómica			Bioacumulación en peces		
		Perifiton	MIB <sup>1</sup>	Peces	Metales	HC <sup>1</sup>	
1	Quebrada Aguaytillo y tributarios	HID-QEdil3	X	X	--	--	--
2		HID-QEdil5	X	X	--	--	--
3		HID-QAgua1	X	X	X	--	--
4		HID-QAgua3	X	X	X	--	--
5		HID-QAgua5	X	X	X	X	X
6	Quebrada Selva Alegre	HID-QSAleg1	X	X	X	--	--
7		HID-QSAleg2	X	X	X	--	--
8		HID-QSAleg6	X	X	X	--	--
9		HID-QSAleg7	X	X	X	--	--
10		HID-QSAleg8	X	X	X	--	--
11		HID-QSAleg10	X	X	X	--	--
12	HID-QSAleg11	X	X	X	--	--	
13	Rio Macuya y tributarios	HID-QCara1	X	X	X	--	--
14		HID-RMacu1	X	--	X	--	--
15		HID-RMacu2	X	X	X	--	--
16		HID-RMacu3	X	X	X	--	--
17		HID-RMacu4	X	X	X	X	X
18	Quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo	HID-Q.Tr.LAng1	X	X	X	--	--
19		HID-Q.Tr.LAng2	X	X	X	--	--
20		HID-QLAng1	X	X	X	--	--

K  
D  
1  
4  
S

Punto de muestreo		Muestreo de comunidades hidrobiológicas					
		Identificación taxonómica			Bioacumulación en peces		
		Perifiton	MIB <sup>1</sup>	Peces	Metales	HC <sup>1</sup>	
21		HID-QLAng2	X	X	X	--	--
22		HID-QLAng4	X	X	X	--	--
23		HID-QCashi1	X	X	X	--	--
24		HID-QCashi2	X	X	X	--	--
25		HID-QTahu1	X	X	X	--	--
26	Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera	HID-QTahu2	X	X	X	--	--
27		HID-QCash2	X	X	X	--	--
28		HID-QPrim2	X	X	X	--	--
Total de puntos muestreados			28	27	26	2	2

Nota: MIB = Macroinvertebrados bentónicos; HC = Hidrocarburos; (–) = No evaluado

482. Como se aprecia en la tabla anterior, se colectaron un total de 28 muestras de perifiton, 27 de macroinvertebrados bentónicos y 26 de peces; adicionalmente, se colectaron 2 muestras para analizar bioacumulación de metales y 2 muestras para analizar bioacumulación de hidrocarburos en tejido muscular de peces. A continuación, se muestran los resultados de cada comunidad hidrobiológica organizados por zona de estudio; después de ello, se presentarán los resultados de bioacumulación y evaluación de la calidad de agua mediante índices bióticos considerando toda el área de evaluación.

483. La clasificación taxonómica de perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces, se presentan en los anexos D5, D6 y D7, respectivamente. Los resultados de biometría de peces y la galería fotográfica de las especies colectadas en campo son presentadas en los anexos D8 y D9.

### 10.3.1. Quebrada Aguaytillo y tributarios

484. En estos cuerpos de agua fueron evaluadas las comunidades de perifiton macroinvertebrados bentónicos y peces. Para este fin se colectaron cinco muestras de perifiton, cinco muestras de macroinvertebrados bentónicos y tres muestras de peces.

#### 10.3.1.1. Perifiton

485. Teniendo como base los resultados del informe de ensayo, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: **ficoperifiton** o perifiton vegetal y **zooperifiton** o perifiton animal.

##### a) Ficoperifiton

- *Composición y riqueza*

486. Fueron encontrados un total de 40 taxa de ficoperifiton, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QAgu1, representado por 19 taxa, mientras que la menor riqueza correspondió al punto HID-QEdil5, representado por 7 taxa. El phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza en todos los puntos, excepto en



K  
D  
A  
H  
A  
E  
S



HID-QEdil-5, donde el phylum Cyanobacteria fue el que presentó la mayor riqueza (Figura 10-7).

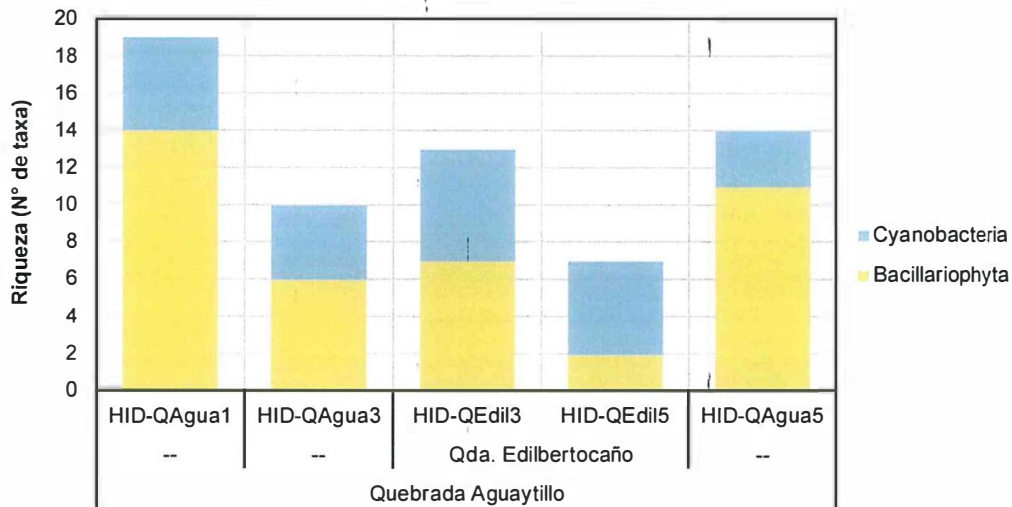


Figura 10-7. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios

• Abundancia

487. Fueron encontrados un total de 244 800 organismos, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QAgu1, representado por 88 800 organismos; mientras que la menor abundancia correspondió al punto HID-QEdil5 representado por 26 400 organismos. El phylum Bacillariophyta presentó una mayor abundancia en los puntos HID-QAgu1 e HID-QAgu5, lo cual no sucedió en los puntos HID-QAgu3, HID-QEdil-3 y HID-QEdil-5 donde la Cyanobacteria tuvo una abundancia igual o mayor (Figura 10-8).

P  
1  
H  
A  
4  
S

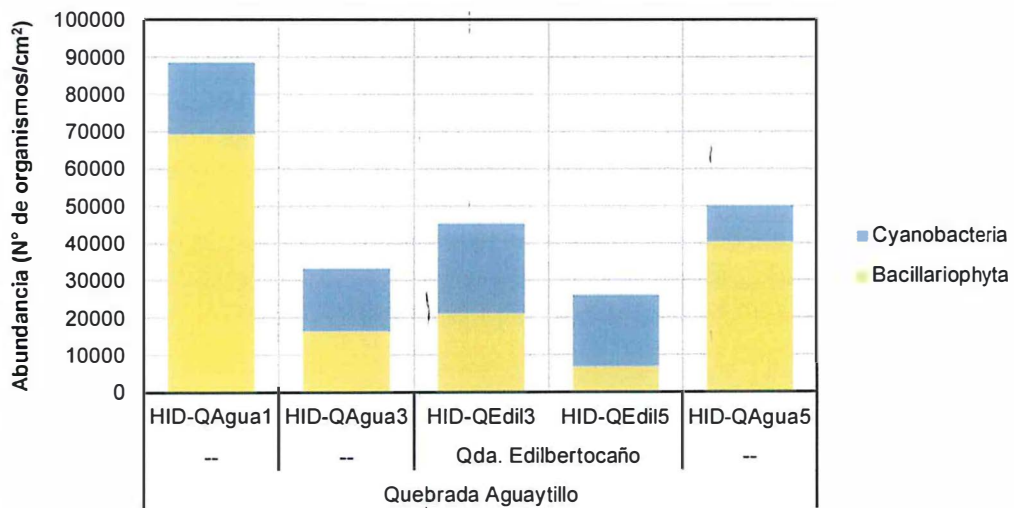
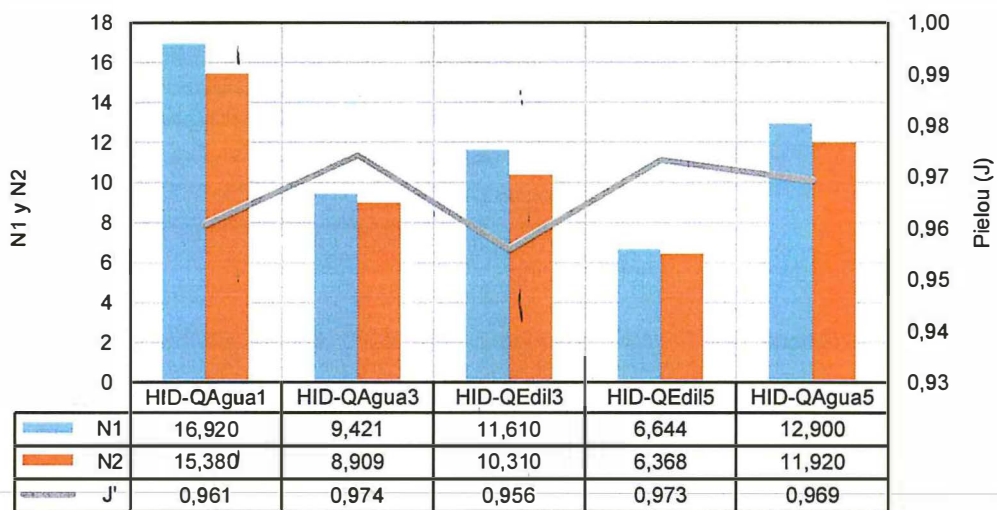


Figura 10-8. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicado en la quebrada Aguaytillo y tributario

- *Diversidad alfa*

488. En la Figura 10-9 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2 los mayores valores se presentaron en el punto HID-QAgua1, mientras que los menores valores en el punto HID-QEdil5. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QAgua3, mientras que el menor valor en el punto HID-QEdil3. De acuerdo con estos resultados, los puntos HID-QAgua1 y HID-QAgua5, ambos ubicados en la quebrada Aguaytillo, son los que presentaron los indicadores más altos de diversidad, los cuales se correspondieron con la riqueza y abundancia encontradas en tales puntos.



**Figura 10-9.** Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios

- *Diversidad beta*

489. En la Figura 10-10 se presenta el dendrograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, resaltando entre ellos el grupo conformado por los puntos ubicados en la quebrada Aguaytillo HID-QAgua1, HID-QAgua3 e HID-QAgua5, el cual, no obstante, presentó una baja similitud de 23 %. Estos resultados expresan una baja similitud de las abundancias de los taxa de perifiton presentes en puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo, los cuales tienen una menor similitud aún con respecto a lo encontrado en su afluente, la quebrada Edilbertocaño.



P  
1  
H  
A  
M  
S

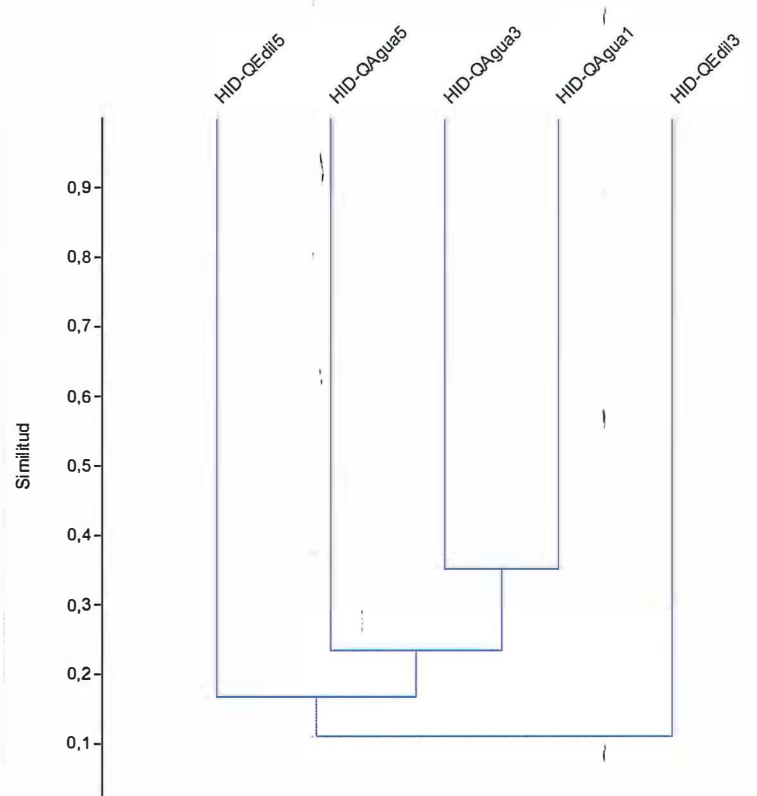


Figura 10-10. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicado en la quebrada Aguaytillo y tributario



Handwritten notes in blue ink: a signature, 'K', 'D', '1', 'H', 'A', 'M', 'S'.

**b) Zooperifiton**

490. Se reportó la presencia de zooperifiton solo en el punto HID-QEil5, en el cual se encontró un total de 8 organismos de *Euglypha strigosa* y 16 de *Corythion* sp. ambos pertenecientes al phylum Cercozoa. (Anexo D2). No se calcularon índices de diversidad alfa ni beta por haberse hallado una diversidad muy limitada y no tener más puntos de muestreo para realizar comparaciones.

**10.3.1.2. Macroinvertebrados bentónicos**

- *Composición y riqueza*

491. Fueron encontrados un total de 52 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QAguas1, representado por 26 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QEil5, representado por 19 taxa. No se detectaron grandes variaciones de riqueza entre puntos de muestreo ni quebradas. La riqueza estuvo dominada por órdenes de la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera y Diptera, principalmente (Figura 10-11).

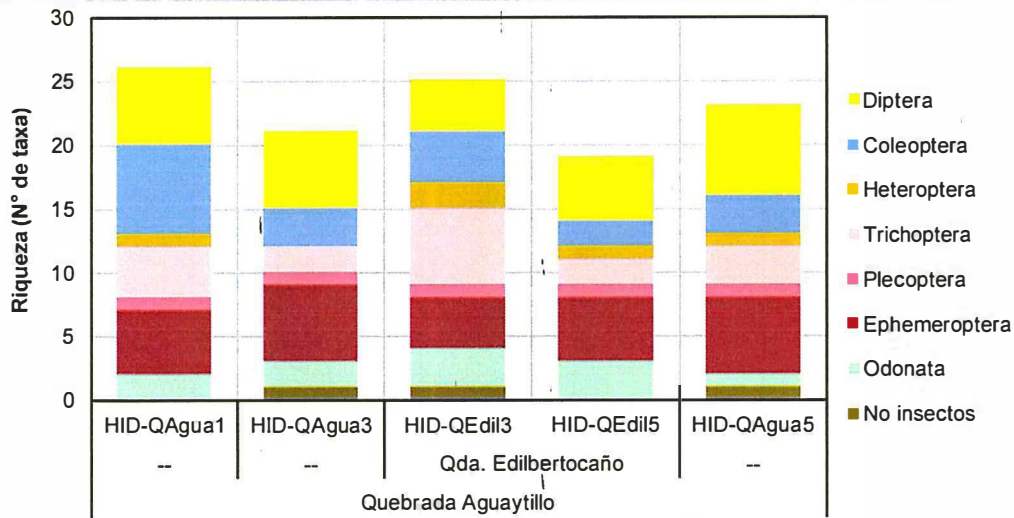


Figura 10-11. Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios

• Abundancia

492. Fueron encontrados un total de 1264 organismos, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QAgu1 representado por 327 organismos, mientras que la menor abundancia correspondió al punto HID-QEdil5, representado por 190 organismos. Si bien no se observan grandes variaciones de abundancia entre puntos de muestreo, se pueden notar que los menores valores pertenecen a los puntos HID-QEdil5 e HID-QAgu5. En todos los puntos de muestreo los órdenes más abundantes fueron Ephemeroptera y Diptera, excepto en HID-QEdil3, donde se observó que dominaron los órdenes que "no insectos" (Figura 10-12).

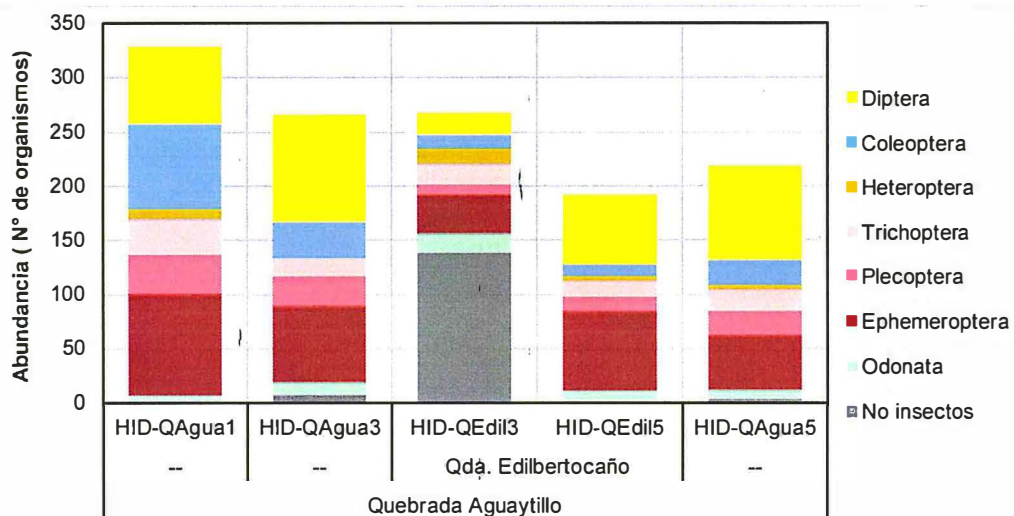


Figura 10-12. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios



P  
1  
H  
A  
M  
S

- Diversidad alfa

493. En la Figura 10-13 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2, los mayores valores se presentaron en el punto HID-QAgua5, mientras que los menores valores en el punto HID-QEdil5. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QAgua3, mientras que el menor valor en el punto HID-QEdil3. De acuerdo con estos resultados, los puntos ubicados en la quebrada Aguaytillo, son los que presentaron indicadores más altos de diversidad, los cuales se correspondieron con los respectivos valores de riqueza y abundancia encontrados.

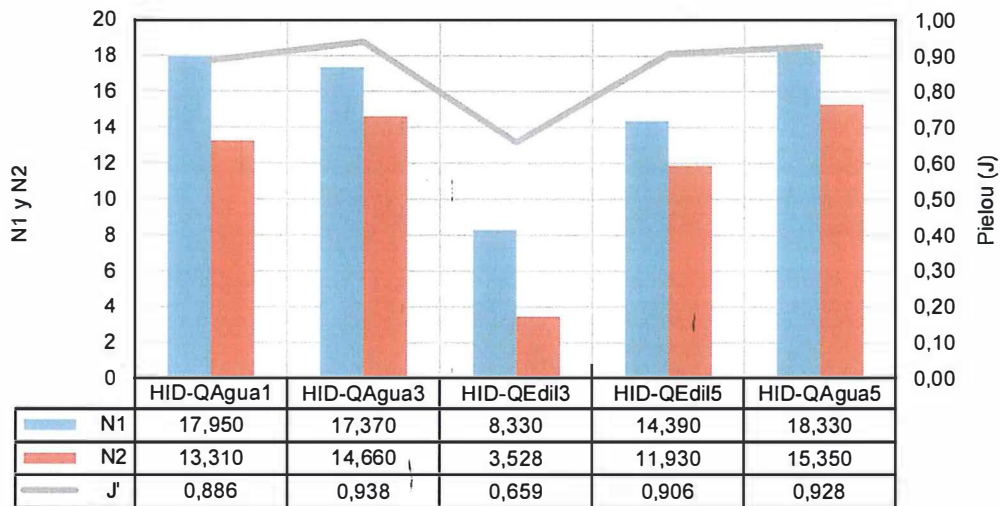


Figura 10-13. Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo y tributarios

- Diversidad beta

494. En la Figura 10-14 se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, destacándose la asociación entre los puntos HID-QAgua1, HID-QAgua3 e HID-QAgua5, ubicados en la quebrada Aguaytillo, los cuales conformaron un grupo con una similitud moderada de 50 %. Estos resultados expresan una similitud importante de las abundancias de los taxa de macroinvertebrados bentónicos presentes en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo, con respecto a lo encontrado en su afluente, la quebrada Edilbertocañón. Esta condición estaría asociada a la mayor diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la quebrada Aguaytillo, favorecida por su mayor orden hidrológico, caudal y disponibilidad de hábitats con respecto a sus afluentes.



Handwritten blue ink marks: a signature, the letter 'K', a circled 'D', and the letters 'I', 'H', 'A', 'M', 'S' arranged vertically.

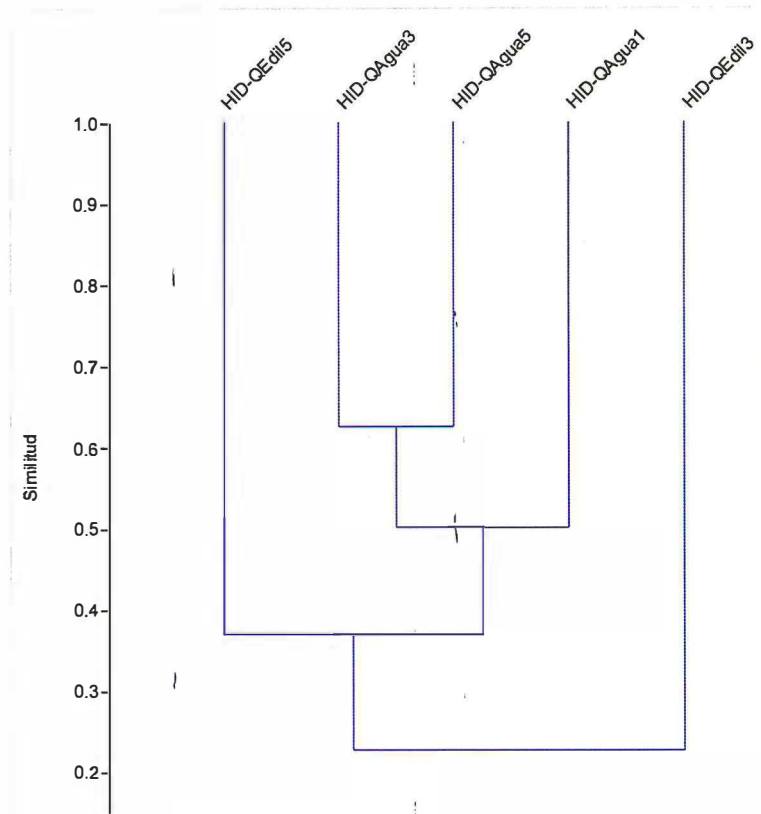


Figura 10-14. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicado en la quebrada Aguaytillo y tributario

### 10.3.1.3. Peces

- *Composición y riqueza*

495. Fueron encontrados un total de 24 taxa de peces, distribuidos en tres puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QAguaa5, representado por 15 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QAguaa3, representado por 8 taxa. El orden Characiformes presentó la mayor riqueza en todos los puntos, seguido por el orden Siluriformes y Perciformes, respectivamente (Figura 10-15).



Handwritten signature and vertical text: D, H, A, S



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

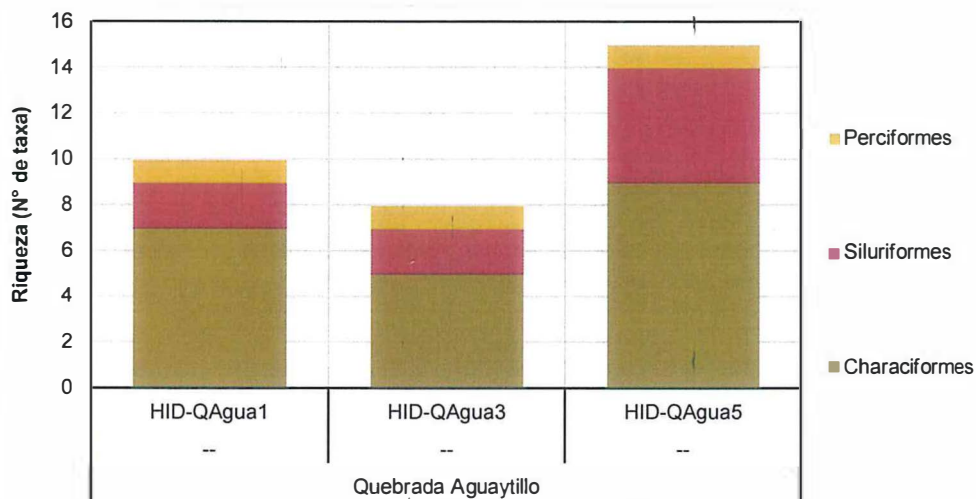


Figura 10-15. Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo

• Abundancia

496. Fueron encontrados un total de 116 individuos, distribuidos en tres puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QAgua1, representado por 56 individuos, mientras que la menor abundancia al punto HID-Agua3, representado por 12 individuos. El orden Characiformes presentó la mayor abundancia en todos los puntos, seguidos por el orden Siluriformes y Perciformes, respectivamente. Se observa una importante variación de la abundancia, evidenciada en un valor reducido en el punto HID-QAgua3 (Figura 10-16).

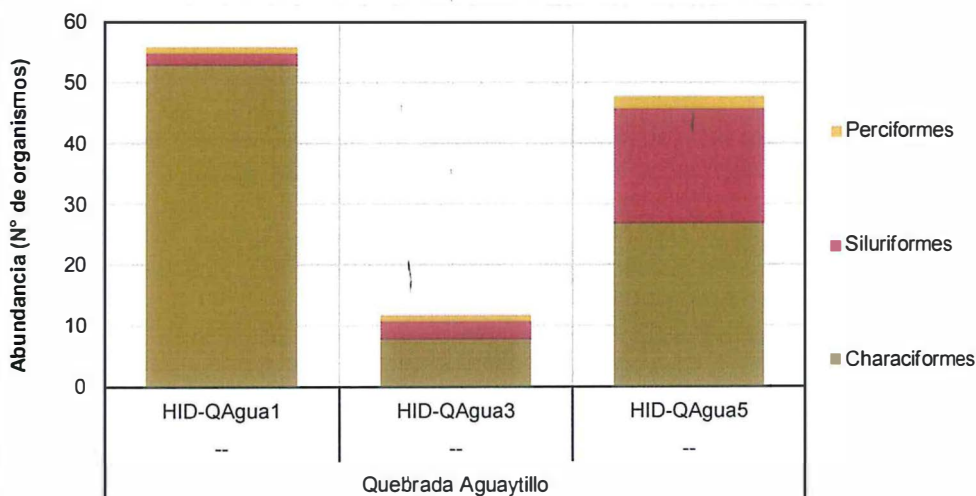


Figura 10-16. Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo



Handwritten notes in blue ink: a signature, 'K', 'P', '1', 'H', 'A', 'M', 'S'.

- *Diversidad alfa*

497. En la Figura 10-17 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto al índice N1, el mayor valor se presentó en el punto HID-QAgua5, mientras que el menor valor en el punto HID-QAgua1. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-QAgua5, mientras que el menor valor en el punto HID-QAgua3. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QAgua5, mientras que el menor valor en el punto HID-QAgua1. De acuerdo con estos resultados, el punto HID-QAgua5 es el que presentó indicadores más altos de diversidad, los cuales se correspondieron con los valores de riqueza y abundancia encontrados en este punto.

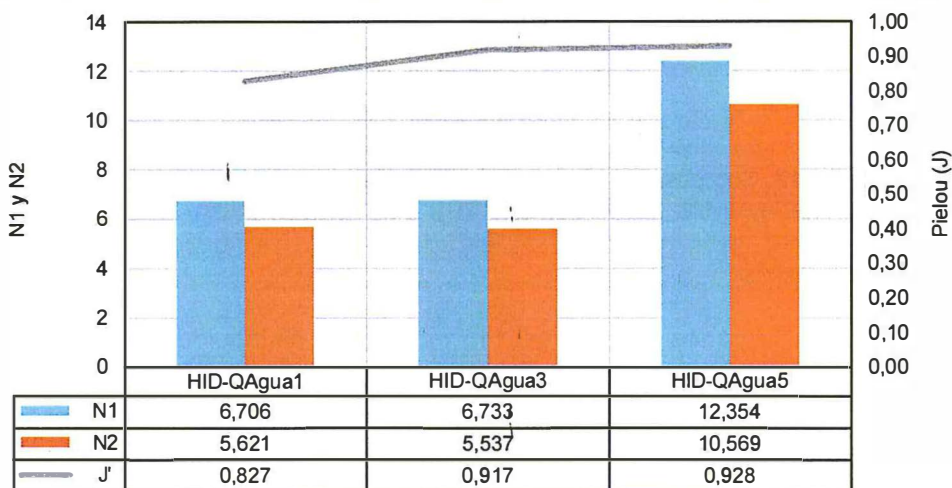


Figura 10-17. Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo

- *Diversidad beta*

498. En la Figura 10-18 se presenta el dendograma de similitud de peces calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se observa la formación de un grupo, el cual presentó un bajo porcentaje de similitud de 23 %; dentro de este grupo los puntos HID-Agua1 e HID-Agua3 presentaron una asociación de 33 %. Esta asociación presenta a los puntos ubicados aguas arriba de la quebrada, en los cuales se obtuvieron los menores valores de riqueza. A pesar de la cercanía geográfica, el punto HID-Agua5 se encontraba alejado de la asociación porque presentó mayores valores de riqueza y abundancia.



Handwritten blue ink marks and signatures on the left margin, including a large 'P' and several vertical lines.

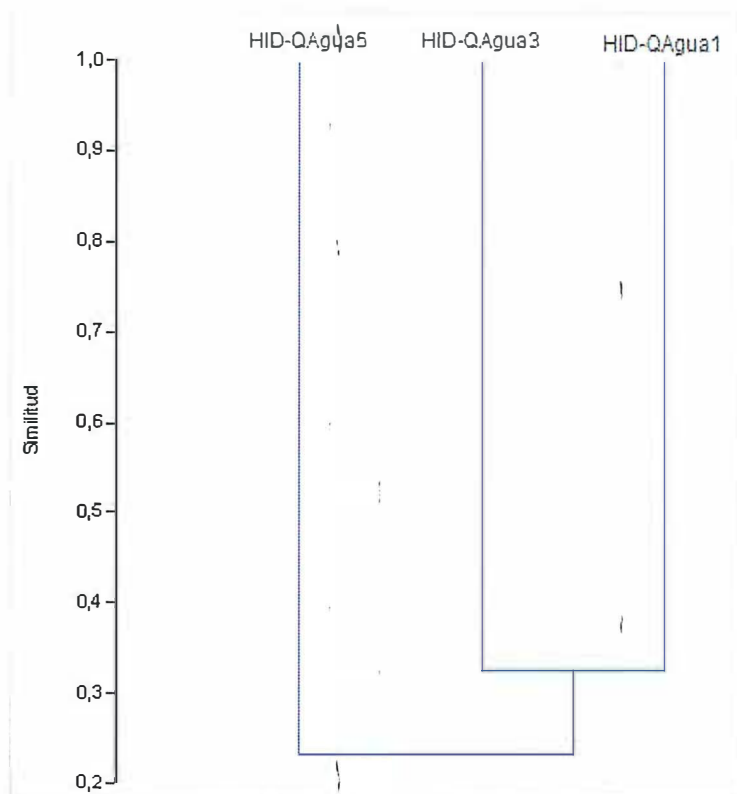


Figura 10-18. Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Aguaytillo

### 10.3.2. Quebrada Selva Alegre

499. En esta quebrada fueron evaluadas las comunidades de perifiton macroinvertebrados bentónicos y peces. Para este fin se colectaron siete muestras de perifiton, siete muestras de macroinvertebrados bentónicos y siete muestras de peces.

#### 10.3.2.1 Perifiton

500. Teniendo como base los resultados del informe de ensayo, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: **ficoperifiton** o perifiton vegetal y **zooperifiton** o perifiton animal.

##### a) Ficoperifiton

- *Composición y riqueza*

501. Fueron encontrados un total de 103 taxa de ficoperifiton, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QSAleg1, representado por 40 taxa, mientras que la menor riqueza correspondió al punto HID-QSAleg7, representado por 13 taxa. El phylum Bacillariophyta presentó la mayor riqueza en todos los puntos, seguido por Cyanobacteria, Rhodophyta, Chlorophyta y Charophyta (Figura 10-19).



K

D

1

H

A

U

S

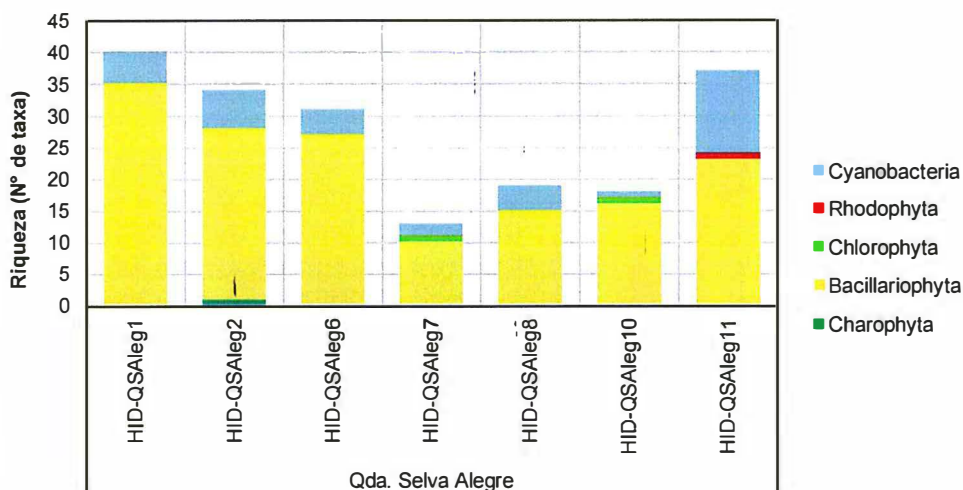


Figura 10-19. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

• Abundancia

502. Fueron encontrados un total de 1 263 360 organismos, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QSAleg1, representado por 304 800 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QSAleg7, representado por 52 800 organismos. En todos los puntos de muestreo, el phylum Bacillariophyta presentó la mayor abundancia, excepto en HID-QSAleg11, donde Cyanobacteria fue la más abundante (Figura 10-20).

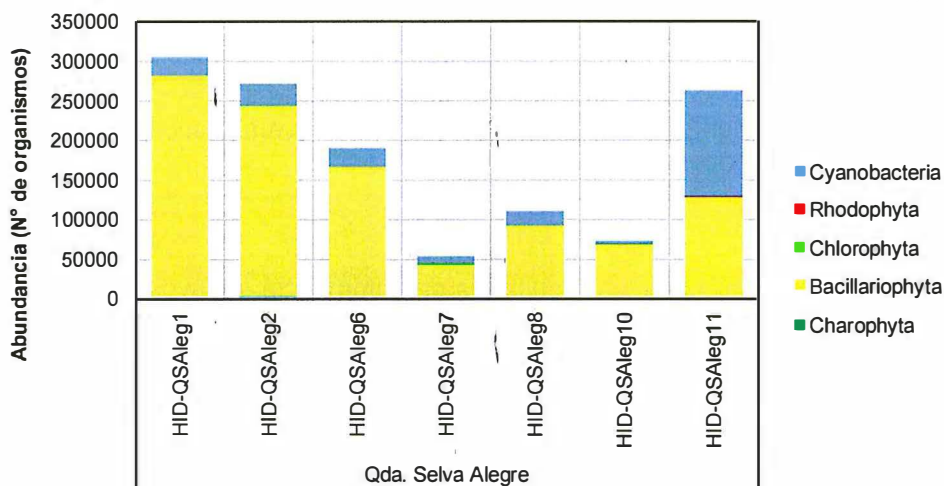


Figura 10-20. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre



P  
 1  
 H  
 S  
 S

- Diversidad alfa

503. En la Figura 10-21 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2 los mayores valores se presentaron en el punto HID-QSAleg1; mientras que los menores valores en el punto HID-QSAleg7. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QSAleg7, mientras que el menor valor en el punto HID-QSAleg2. De acuerdo con estos resultados, se observa una tendencia decreciente de los índices de diversidad conforme se avanza río abajo, hasta llegar al punto HID-QSAleg7, a partir del cual se aprecia una recuperación. La tendencia mostrada es similar a lo encontrado en riqueza y abundancia.

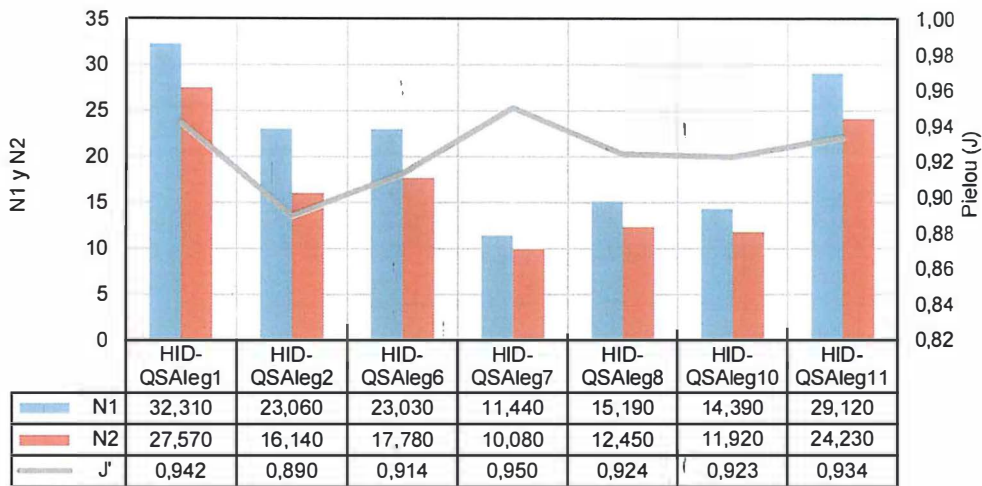


Figura 10-21. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

- Diversidad beta

504. En la Figura 10-22 se presenta el dendograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, encontrándose que la mayor asociación está dada por los puntos HID-QSAleg2 e HID-QSAleg6 con un 54 %; ambos puntos tienen en común muchas especies de los phyla Bacillariophyta y Cyanobacteria con similares niveles de abundancia. También se observa que el punto HID-QSAleg11 es el que tuvo una asociación más débil con el resto de puntos, lo cual se debería a una mayor riqueza y abundancia de Cyanobacteria en este punto, condicionada, muy probablemente, por algún impacto derivado de las actividades de la locación LA3X, ubicada aguas arriba del mencionado punto.



Handwritten notes in blue ink: a signature, the letter 'K', and a vertical list of letters 'D', '1', 'H', 'A', '4', 'S'.

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

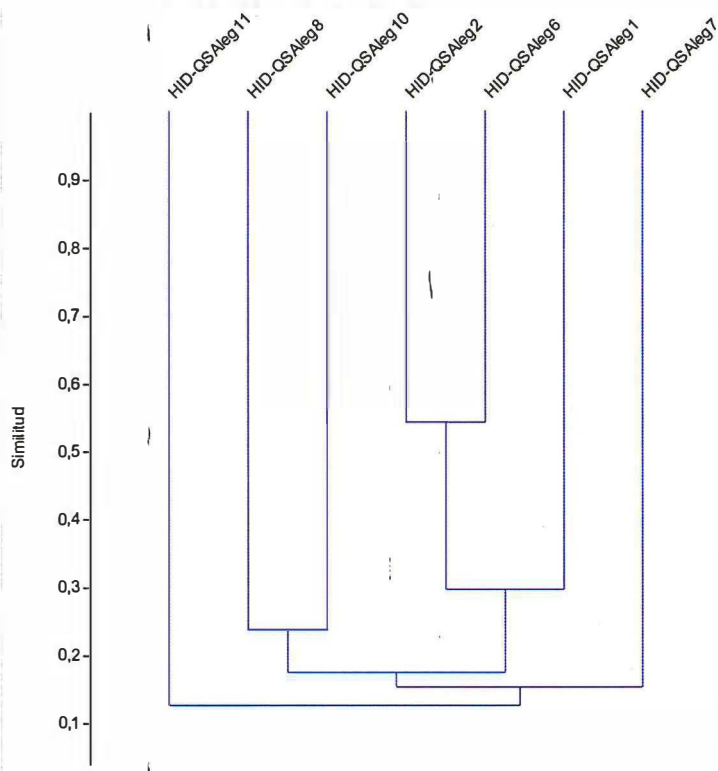


Figura 10-22. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre



*[Handwritten signature]*

*K*

*P*

*4*

*A*

*1*

*4*

*S*

**b) Zooperifiton**

• *Composición y riqueza*

505. Fueron encontrados un total de cuatro taxa de zooperifiton, pertenecientes a los phyla Cercozoa y Nematoda, distribuidos en tres puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió a los puntos HID-QSAleg1 e HID-QSAleg10, ambos representados por tres taxa, mientras que la menor riqueza correspondió al punto HID-QSAleg2, representado por dos taxa. El phylum Cercozoa fue el grupo más representativo en los tres puntos de muestreo (Tabla 10-24).

• *Abundancia*

506. Fueron encontrados un total de 120 organismos, distribuidos en tres puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QSAleg1, representado por 64 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QSAleg2, representado por 24 organismos. El phylum Cercozoa fue el grupo que presentó la mayor abundancia en los tres puntos de muestreo (Tabla 10-24).



- *Diversidad alfa*

507. En la Tabla 10-24 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto al índice N1 y N2 los mayores valores se presentaron en el punto HID-QSAleg10, mientras que los menores valores en el punto HID-QSAleg2. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QSAleg10, mientras que el menor valor en el punto HID-QSAleg1. Estos resultados suman un criterio más para confirmar la muy baja diversidad de zooperifiton en la quebrada Selva Alegre.

**Tabla 10-24.** Composición, riqueza, abundancia e índices de diversidad alfa de zooperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

CLASE	TAXA	HID-QSAleg1	HID-QSAleg2	HID-QSAleg6	HID-QSAleg7	HID-QSAleg8	HID-QSAleg10	HID-QSAleg11
Cercozoa	<i>Euglypha tuberculata</i>	0	8	0	0	0	16	0
	<i>Trinema lineare</i>	32	0	0	0	0	0	0
	<i>Corythion sp.</i>	8	16	0	0	0	8	0
Nematoda	Nematoda	24	0	0	0	0	8	0
<b>Riqueza (N° de taxa)</b>		3	2	0	0	0	3	0
<b>Abundancia (N° de organismos)</b>		64	24	0	0	0	32	0
<b>N1</b>		2,649	1,890	****	****	****	2,828	****
<b>N2</b>		2,462	1,800	****	****	****	2,667	****
<b>J'</b>		0,887	0,918	****	****	****	0,946	****

- *Diversidad beta*

508. No se realizó por no aportar nada adicional a lo expresado anteriormente.

### 10.3.2.2 Macroinvertebrados bentónicos

- *Composición y riqueza*

509. Fueron encontrados un total de 61 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QSAleg1, representado por 36 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QSAleg7, representado por 19 taxa. Se observó un descenso de la riqueza conforme se avanza río abajo, hasta llegar al punto HID-QSAleg7, a partir del cual se aprecia una recuperación. La riqueza estuvo dominada por órdenes de la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera y Diptera, principalmente (Figura 10-23).



MONITOREO Y VIGILANCIA  
 DIRECCION DE EVALUACION  
 V O E O  
 K  
 P  
 1  
 A  
 S  
 U  
 S



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

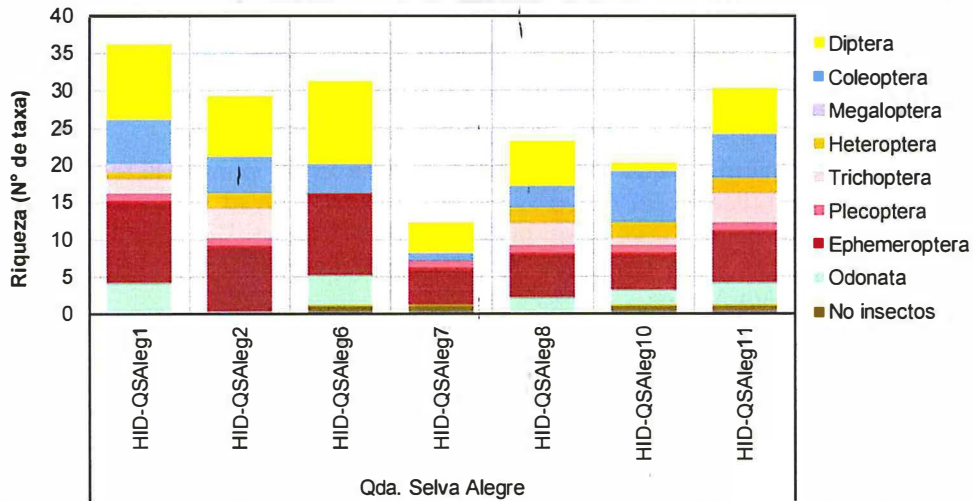


Figura 10-23. Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

• Abundancia

510. Fueron encontrados un total de 2145 organismos, distribuidos en siete (7) puntos de muestreo (Anexo D5) Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QSAleg6, representado por 508 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QSAleg7, representado por 75 organismos. La variación en la abundancia mostró una tendencia similar a la observada en riqueza, en la cual se vio un descenso en los niveles de abundancia hasta el punto HID-QSAleg7, para luego mostrar un incremento. Se observó también que en todos los puntos de muestreo los órdenes más abundantes fueron Ephemeroptera, Coleoptera y Diptera, aunque en diferentes proporciones (Figura 10-24).

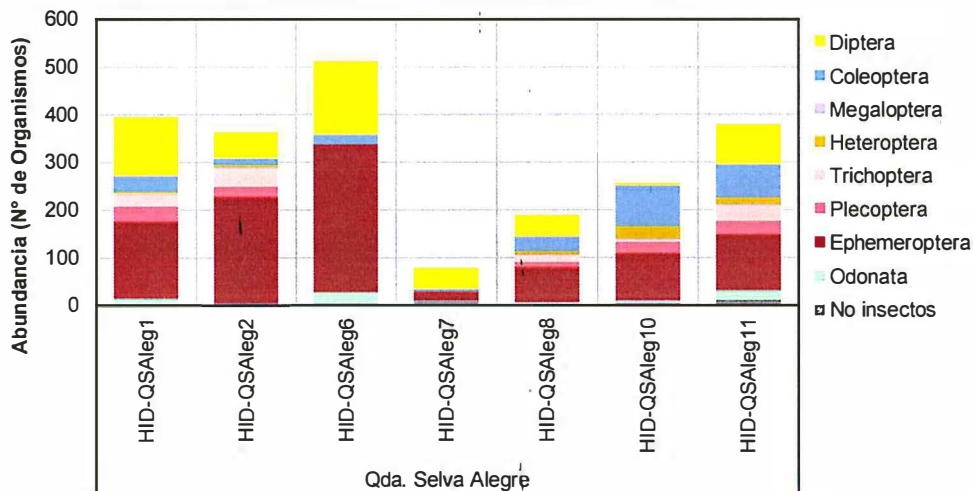


Figura 10-24. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

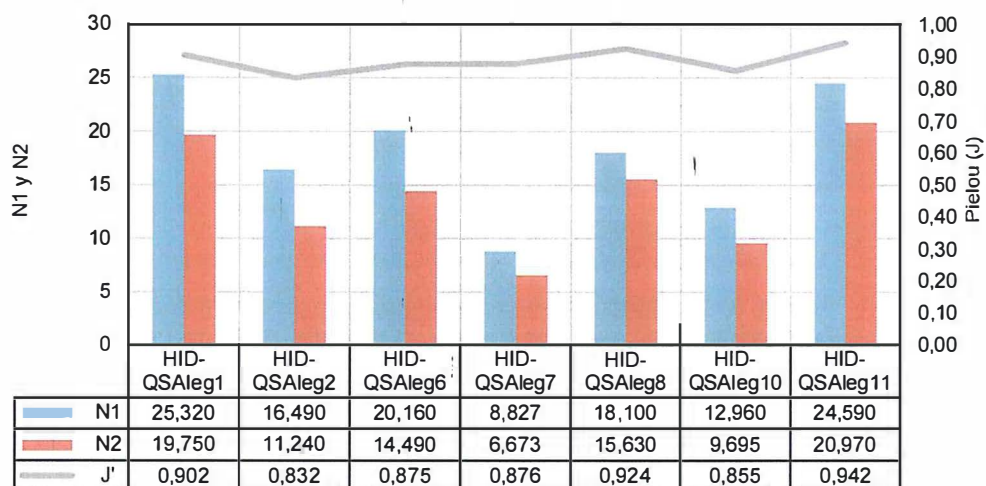


Handwritten signatures and initials in blue ink.

- *Diversidad alfa*

511. En la Figura 10-25. Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

512. se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto al índice N1, el mayor valor se presentó en el punto HID-QSAleg1, mientras que el menor valor en el punto HID-QSAleg7. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-QSAleg11, mientras que el menor valor en el punto HID-QSAleg7. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QSAleg11, mientras que el menor valor en el punto HID-QSAleg2. De acuerdo con estos resultados, el punto HID-QSAleg7, ubicado en la parte media del tramo evaluado de la quebrada Selva Alegre, es el punto que marca el fin del descenso de la diversidad del tramo más alto y el incremento de la diversidad



del tramo más bajo. Estos resultados se corresponden bastante bien con la tendencia observada tanto en riqueza como abundancia.

**Figura 10-25.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

- *Diversidad beta*

513. En la Figura 10-26 se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación un grupo al lado izquierdo de la figura, que, valga la redundancia, agrupa puntos ubicados en el tramo alto (HID-QSAleg1 y HID-QSAleg2) con puntos ubicados en el tramo bajo (HID-QSAleg8 y HID-QSAleg11) del río con un nivel moderado de asociación de 47 %, lo cual demuestra que la diversidad es muy similar en ambos tramos. No obstante, el tramo medio del río, representado por los puntos HID-QSAleg6 y HID-QSAleg7, presentó una menor asociación con los puntos del tramo alto y bajo, lo que se debería a que ambos puntos tienen una macrofauna bentónica menos similar al resto de puntos, probablemente como resultado de la gran abundancia de sustratos de roca en este sector de la quebrada.



Handwritten notes in blue ink: a circle with a checkmark, the letter 'K', a circle with a checkmark, an arrow pointing up, the letter 'H', an arrow pointing up, the letter 'u', and a squiggle.

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

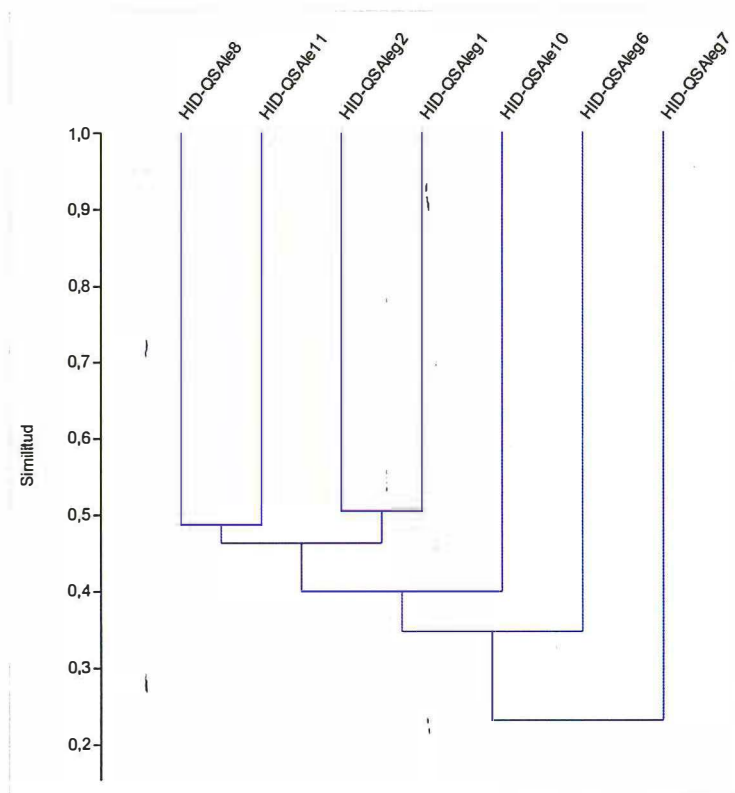


Figura 10-26. Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

### 10.3.2.3 Peces

- *Composición y riqueza*

514. Fueron encontrados un total de 22 taxa de peces, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QSAleg6, representado por 11 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QSAleg10, representado por 2 taxa. Se observó un incremento de la riqueza desde el punto HID-QSAleg1 a HID-QSAleg6; luego, siguiendo el curso río abajo, se muestra el descenso de la riqueza, desde el punto HID-QSAleg6 a HID-QSAleg10; finalmente, se observa una ligera recuperación en el punto HID-QSAleg11. La riqueza estuvo dominada por el orden Characiformes en todos los puntos, seguido por el orden Siluriformes, excepto en el punto HID-QSAleg10 donde sólo se encontraron peces del orden Characiformes (Figura 10-27).



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten letter 'K']*

*[Handwritten letter 'D']*

*[Handwritten letter '1']*

*[Handwritten letter 'H']*

*[Handwritten letter 'A']*

*[Handwritten letter 'M']*

*[Handwritten letter 'S']*

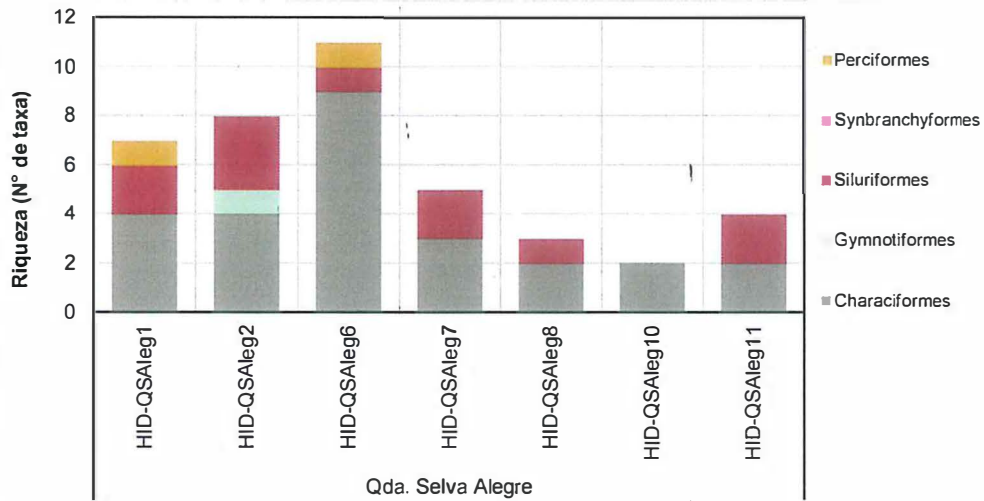


Figura 10-27. Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

• Abundancia

515. Fueron encontrados un total de 121 individuos, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QSAleg2, representado por 33 individuos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QSAleg8, representado por 3 individuos. La variación en la abundancia mostró una tendencia similar a la observada en riqueza. Se observó también que Characiformes fue el orden más abundante en todos los puntos de muestreo, excepto en el punto HDI-QSAleg11, donde el orden Siluriformes presentó mayor abundancia (Figura 10-28).

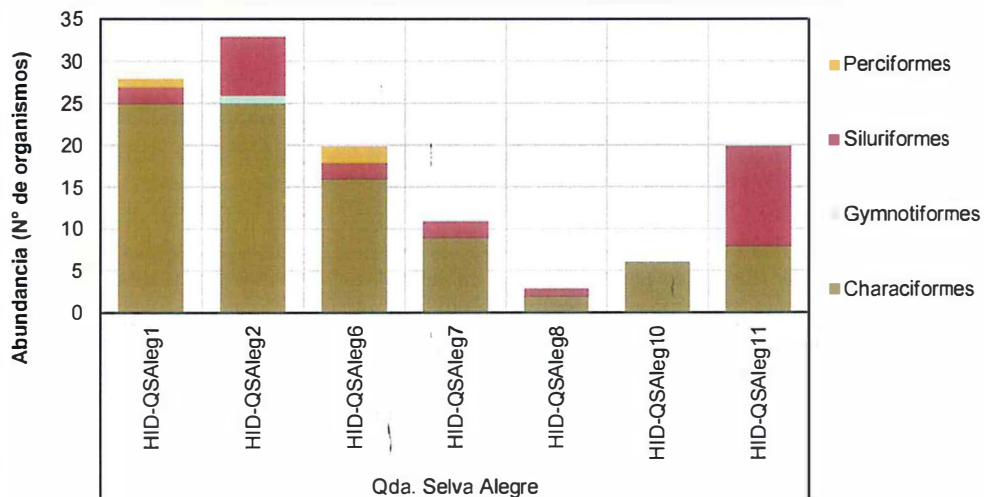


Figura 10-28. Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre



@  
 K  
 D  
 1  
 A  
 1  
 M  
 S



• *Diversidad alfa*

516. En la Figura 10-29 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto al índice N1 y N2 los mayores valores se presentaron en el punto HID-QSAleg6, mientras que los menores valores en el punto HID-QSAleg10. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QSAleg8, mientras que el menor valor en el punto HID-QSAleg1. De acuerdo con estos resultados, el punto HID-QSAleg6, ubicado en la parte media del tramo evaluado de la quebrada Selva Alegre, es un punto que marca el fin del ascenso de la diversidad del tramo más alto y el principio de la disminución de la diversidad del tramo más bajo. Estos resultados se corresponden bastante bien con la tendencia observada tanto en riqueza como abundancia.

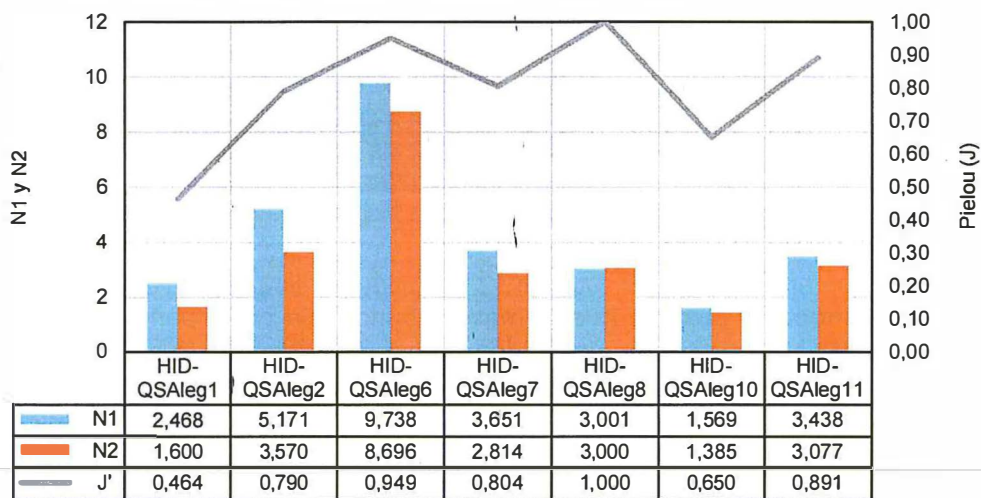


Figura 10-29. Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre

• *Diversidad beta*

517. En la Figura 10-30 se presenta el dendrograma de similitud de peces calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de dos grupos, el primero que asocia puntos ubicados HID-QSAleg2 y HID-QSAleg6 con un nivel de asociación de 51 % lo que demuestra que la diversidad es muy similar en estos puntos del tramo alto. El segundo grupo asocia puntos ubicados en los tramos alto y bajo (HID-QSAleg1 y HID-QSAleg11) con los puntos HID-QSAleg7 y HID-QSAleg10 con un nivel moderado de asociación de 35 % lo cual demuestra que la diversidad es muy similar en el tramo alto, medio y bajo. No obstante, el punto HID-QSAleg8, del tramo medio de la quebrada, presentó una menor asociación con el resto de puntos, lo cual se debería a la menor diversidad en este punto.



Handwritten signatures and initials in blue ink: a stylized signature, 'K', and a vertical list of letters 'P', '1', 'H', 'A', 'U', 'S'.

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

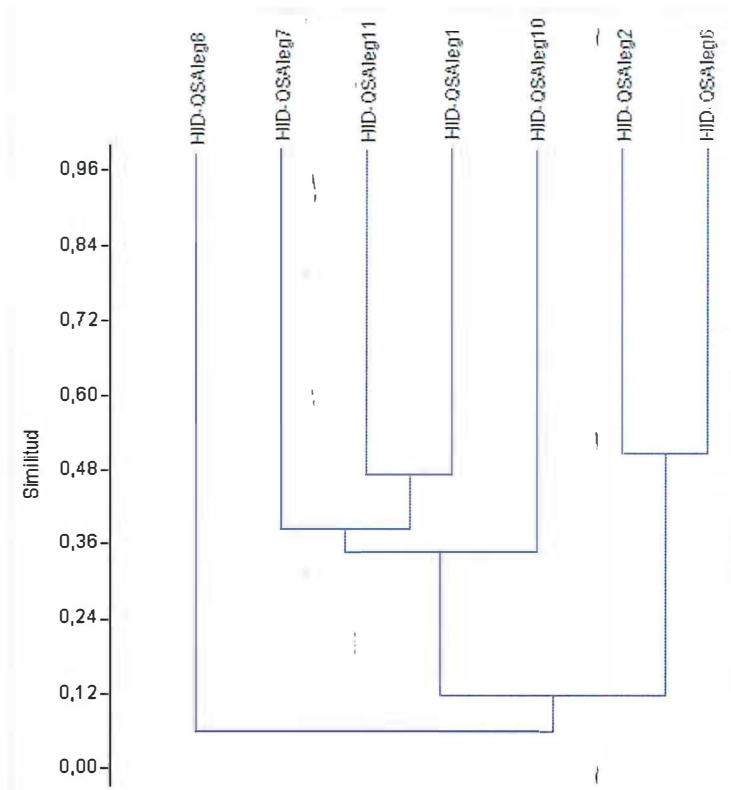


Figura 10-30. Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Selva Alegre



Q  
K

D

1

H

A

u

S

### 10.3.3. Río Macuya y tributarios

518. En estos cuerpos de agua fueron evaluadas las comunidades de perifiton macroinvertebrados bentónicos y peces. Para este fin se colectaron cinco muestras de perifiton, cuatro de macroinvertebrados bentónicos y cinco de peces.

#### 10.3.3.1. Perifiton

519. Teniendo como base los resultados del informe de ensayo, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: i) **ficoperifiton** o perifiton vegetal y ii) **zooperifiton** o perifiton animal.

##### a) Ficoperifiton

- *Composición y riqueza*

520. Fueron encontrados un total de 63 taxa de ficoperifiton, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-RMacu4, representado por 22 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QCara1, representado por 12 taxa. También puede apreciarse un ligero incremento de la riqueza en el río Macuya, en los puntos ubicados aguas abajo de la quebrada Caracol. En lo que respecta a la contribución de los diferentes phyla a la riqueza en cada punto, puede notarse que Cyanobacteria dominó en

los puntos HID-RMacu1 e HID-RMacu4, mientras que Bacillariophyta lo hizo en los puntos restantes; otro aspecto resaltante fue la aparición de taxa del phylum Rhodophyta (algas rojas), los cuales no son muy frecuentes en ambientes dulceacuícolas (Figura 10-31).

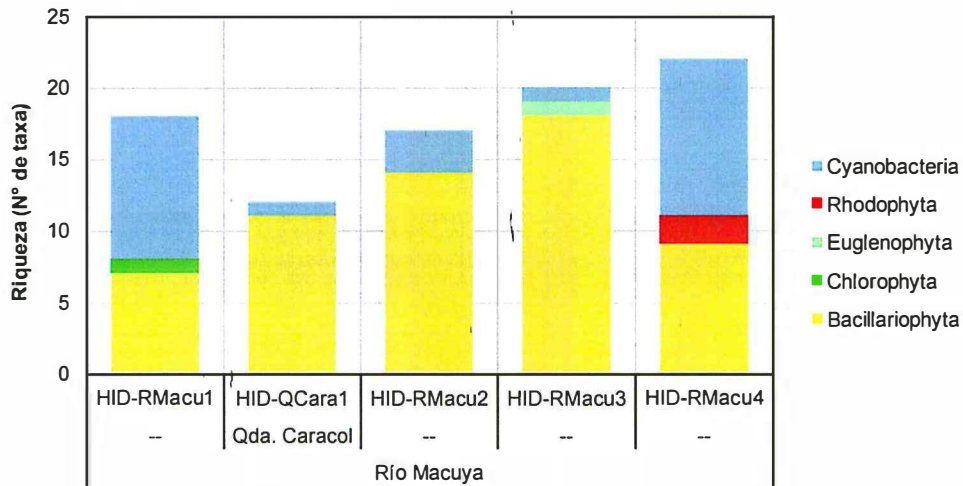


Figura 10-31. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

• Abundancia

521. Fueron encontrados un total de 503 520 organismos, distribuidos en cinco (5) puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-RMacu3, representado por 134 400 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QCara1, representado por 62 400 organismos. La variación de la abundancia en el río Macuya fue similar a lo observado en riqueza, encontrándose un ligero incremento de la abundancia río abajo. En lo que respecta a la contribución de los diferentes phyla a la abundancia en cada punto, puede notarse, de forma similar a lo observado en riqueza, que el phylum Bacillariophyta presentó la mayor abundancia en todos los puntos, excepto en HID-RMacu1 e HID-RMacu-4, en los cuales el phylum Cyanobacteria presentó una abundancia mayor (Figura 10-32).



@  
K  
D  
I  
H  
A  
M  
S

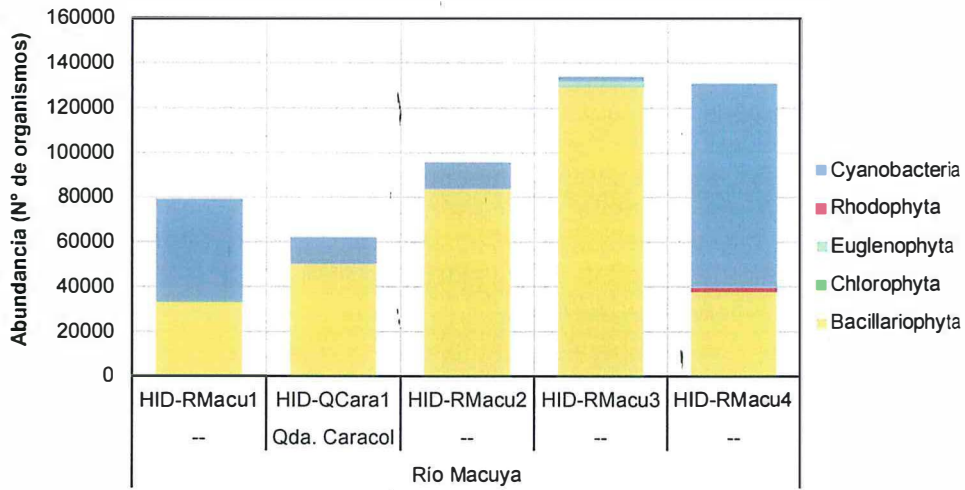


Figura 10-32. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

Diversidad alfa

522. En la Figura 10-33 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto al índice N1, el mayor valor se presentó en el punto HID-RMacu4, mientras que el menor valor en el punto HID-QCara1. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-RMacu1, mientras que el menor valor en el punto HID-QCara1. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-RMacu2, mientras que el menor valor en el punto HID-RMacu3. De acuerdo con estos resultados, los puntos ubicados en el río Macuya (HID-RMacu1, HID-RMacu2, HID-RMacu3 y HID-RMacu4) son los que presentaron indicadores más altos de diversidad, los cuales se correspondieron con la riqueza y la abundancia encontradas.

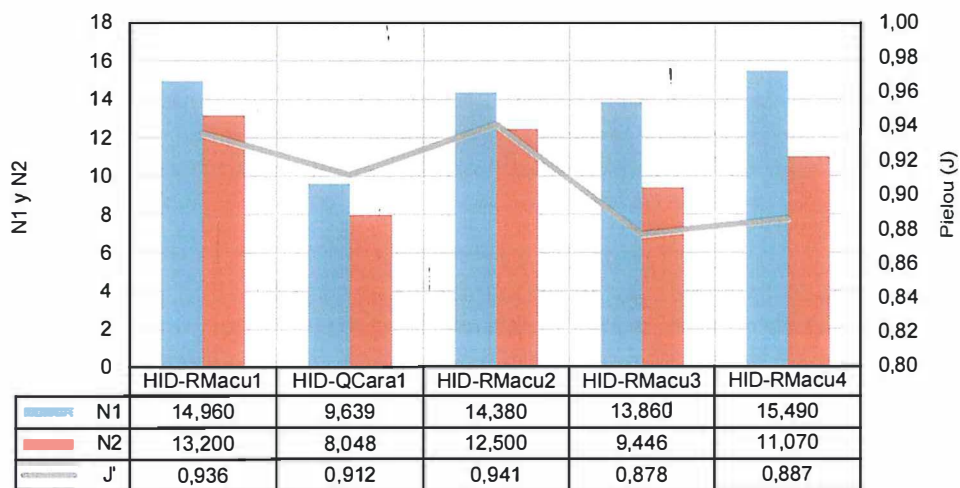


Figura 10-33. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios



Handwritten notes: K, D, 1, H, A, U, S

- *Diversidad beta*

523. En la Figura 10-34 se presenta el dendrograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con bajos porcentajes de similitud ( $< 25\%$ ), los cuales muestran una asociación baja entre puntos de muestreo. Esta baja asociación indica que estos puntos comparten pocas taxas, lo cual se reflejó en una mayor riqueza total del sistema hidrográfico evaluado. Como ejemplo puede mencionarse que en el sistema hidrográfico de la quebrada Aguaytillo se evaluó el mismo número de puntos de muestreo, pero se encontró solo 40 taxa, un 37 % menos de los 63 reportados aquí.

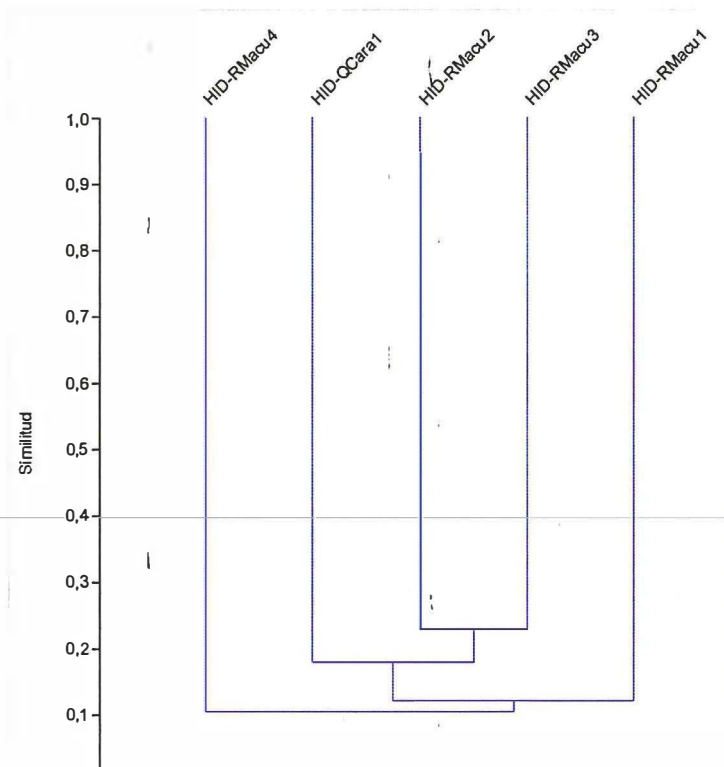


Figura 10-34. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

**b) Zooperifiton**

524. Se reportó la presencia de zooperifiton únicamente en el punto HID-QCara1, donde fueron encontrados un total de 8 organismos de *Euglypha tuberculata* y 16 de *Corythion sp.* pertenecientes a los phyla Cercozoa y Nematoda, respectivamente. No se calcularon índices de diversidad alfa por encontrarse una diversidad muy limitada y no tener otros puntos de muestreo para realizar comparaciones.



Handwritten notes in blue ink: a signature, the letter 'K', a circled 'D', and the letters 'I', 'H', 'A', 'U', 'S' arranged vertically.



### 10.3.3.2. Macroinvertebrados bentónicos

- Composición y riqueza

525. Fueron encontrados un total de 39 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QCara1, representado por 21 taxa, mientras que la menor riqueza a los puntos HID-RMacu2 e HID-RMacu3, representados por 13 taxa. Se aprecia también que el punto ubicado en la quebrada Caracol presentó una mayor riqueza que los puntos ubicados en el río Macuya. La riqueza estuvo dominada por los órdenes Ephemeroptera y Odonata en la quebrada Caracol, y por Coleoptera, Diptera y Ephemeroptera en el río Macuya (Figura 10-35).

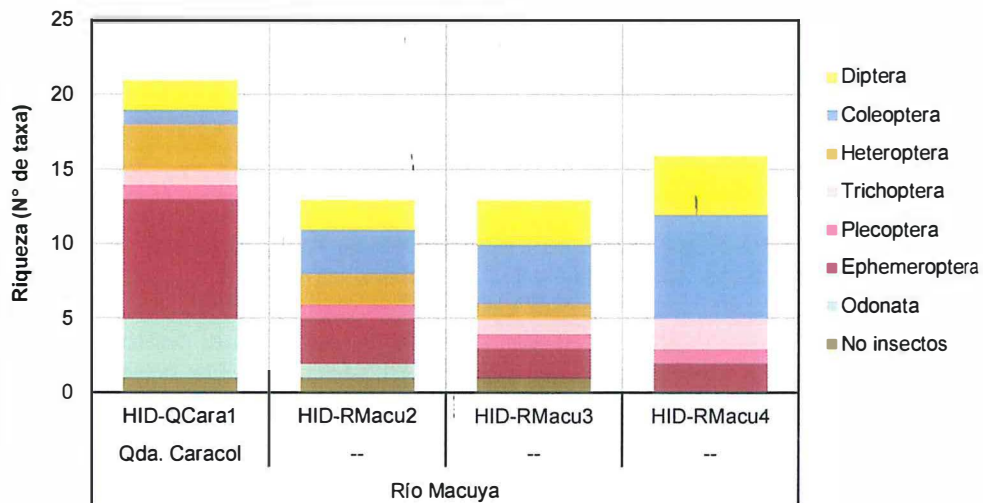


Figura 10-35. Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

- Abundancia

526. Fueron encontrados un total de 636 organismos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-RMacu4, representado por 265 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-RMacu2, representado por 64 organismos. También puede notarse que la abundancia en el río Macuya se incrementó conforme se avanzó río abajo. Así también, se observó que en todos los puntos de muestreo el orden más abundante fue Ephemeroptera, excepto en HID-RMacu4, donde Coleoptera fue más abundante (Figura 10-36).



Handwritten notes: Q, K, P, 1, H, A, M, S

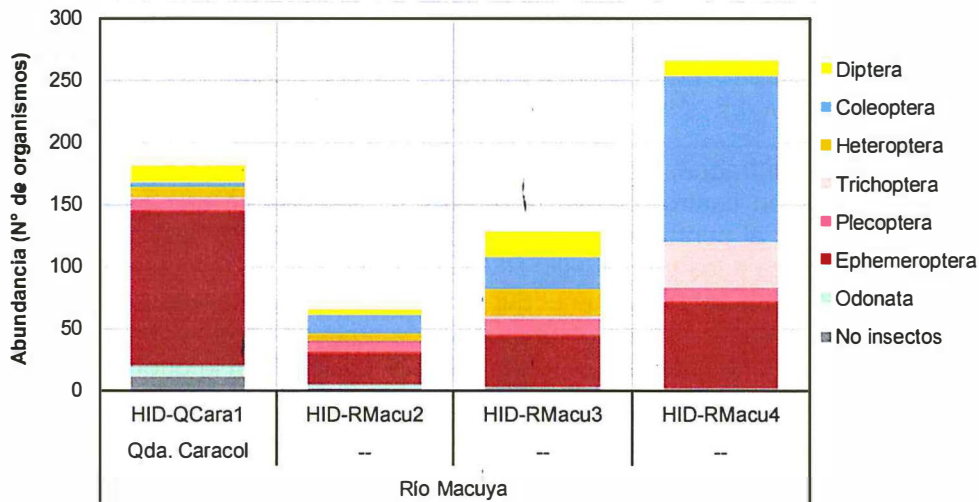


Figura 10-36. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

• *Diversidad alfa*

527. En la Figura 10-37 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2, los mayores valores se presentaron en el punto HID-QCara1, mientras que los menores valores en el punto HID-RMacu4. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-RMacu3, mientras que el menor valor en el punto HID-RMacu4. De acuerdo con estos resultados, los puntos ubicados en el río Macuya y la quebrada Caracol presentaron índices de diversidad similares.

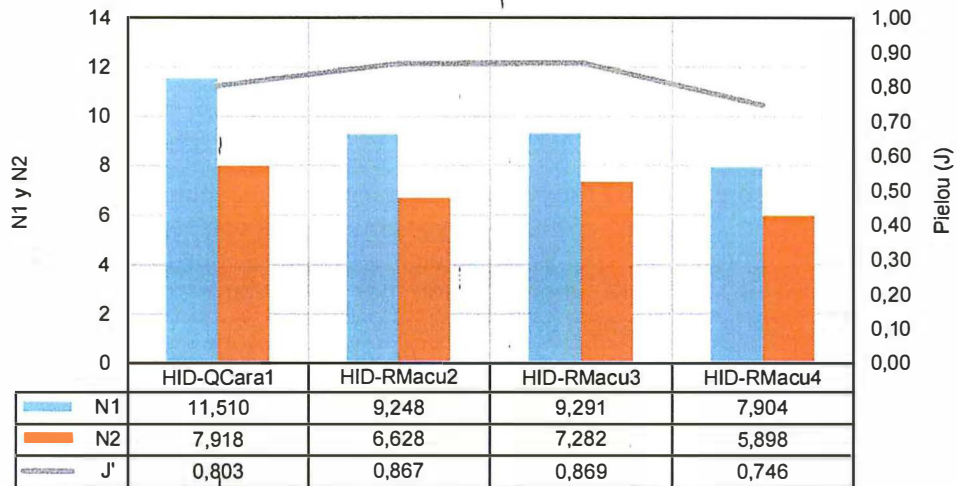


Figura 10-37. Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

• *Diversidad beta*

528. En la Figura 10-38 se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se



K  
 D  
 1  
 H  
 A  
 U  
 S

aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, encontrándose la asociación más fuerte entre los puntos HID-RMacu2 y HID-RMacu3, ambos ubicados en el río Macuya, con un 48 %. Esta asociación obedecería a que ambos puntos tienen una macrofauna bentónica muy similar, teniendo niveles similares de abundancia en 8 de los 13 encontrados en cada punto.

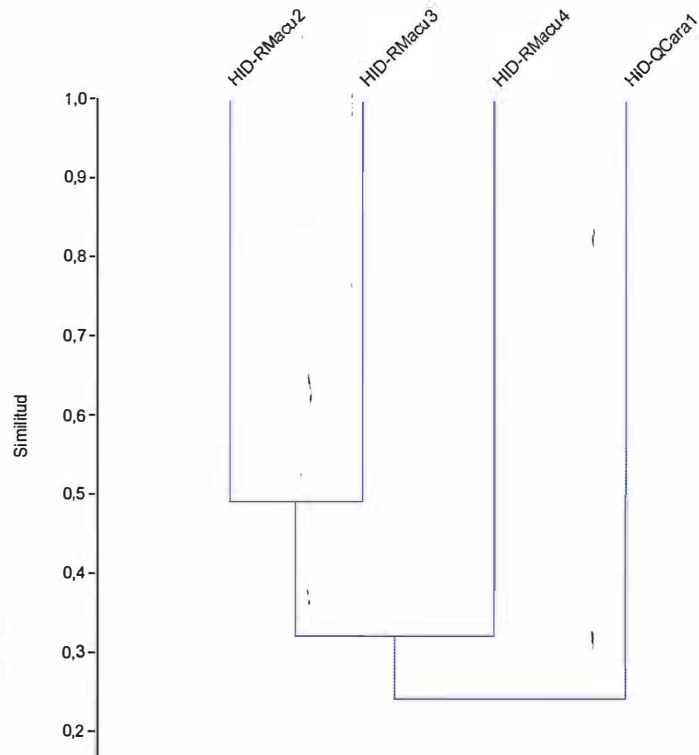


Figura 10-38. Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

#### 10.3.3.3. Peces

- *Composición y riqueza*

529. Fueron encontrados un total de 20 taxa de peces, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió a los puntos HID-QMacu3 e HID-QMacu4, representados por 11 taxa, mientras que la menor riqueza correspondió al punto HID-RMacu2, representado por 1 taxa. Se aprecia también que los puntos ubicados en el río Macuya presentaron una mayor riqueza que el punto ubicado en la quebrada Caracol, excepto por el punto HID-RMacu2. La riqueza estuvo dominada por el orden Characiformes en todos los puntos, excepto en HID-RMacu1, donde hay una gran predominancia de peces del orden Siluriformes (Figura 10-39).

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VOBO  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

1  
4  
1  
4  
5

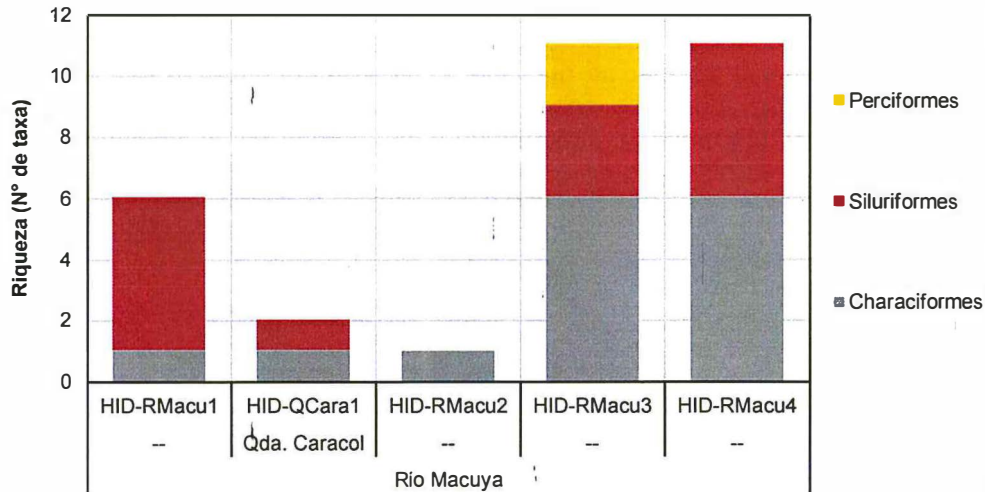


Figura 10-39. Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

• Abundancia

530. Fueron encontrados un total de 98 individuos, distribuidos en cinco puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-RMacu4, representado por 51 individuos, mientras que la menor abundancia correspondió al punto HID-RMacu2, representado por 4 individuos. También puede notarse el incremento de la abundancia en el río Macuya en dirección río abajo. Así también, se observó que en todos los puntos de muestreo el orden más abundante fue Characiformes, excepto en HID-RMacu1 e HID-QCara1, donde fue más abundante el orden Siluriformes (Figura 10-40).



Handwritten notes: a circle with a dot, 'K', a circle with a dot, '1', 'H', 'A', '4', '5'.

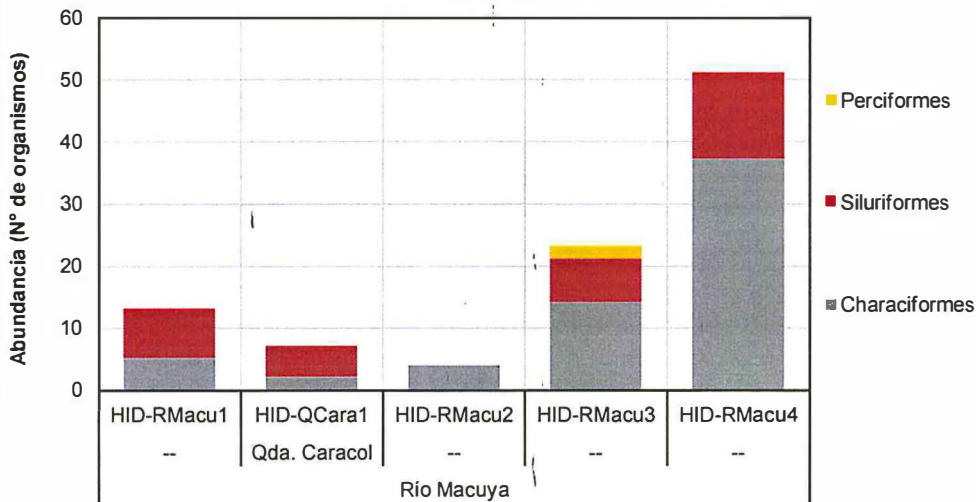


Figura 10-40. Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

- Diversidad alfa

531. En la Figura 10-41 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1, N2 y J', los mayores valores se presentaron en el punto HID-RMacu3, mientras que los menores valores en el punto HID-RMacu2. De acuerdo con estos resultados, los puntos ubicados en el río Macuya presentaron indicadores más altos de diversidad, los cuales se correspondieron con los valores de riqueza y abundancia encontrados.

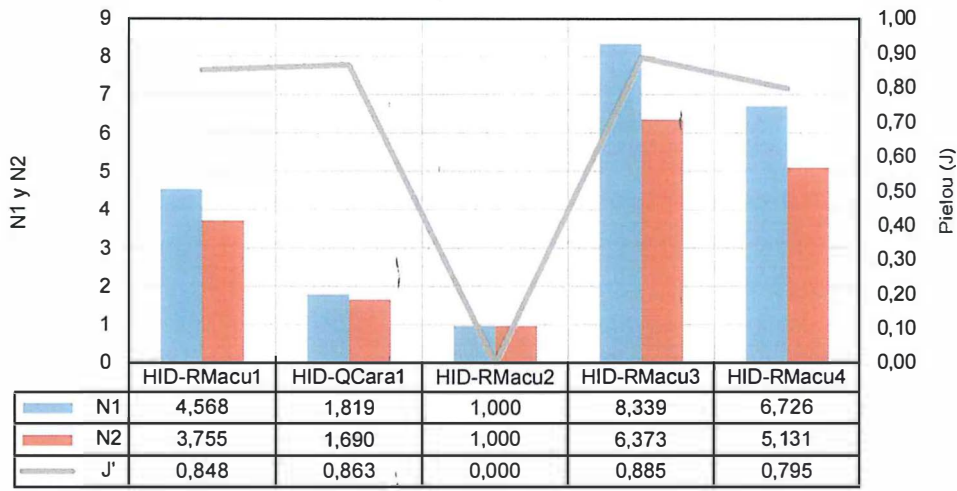


Figura 10-41. Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios

- Diversidad beta

532. En la Figura 10-42 se presenta el dendrograma de similitud de peces calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, encontrándose la asociación más fuerte entre los puntos HID-RMacu4 y HID-RMacu3, ambos ubicados en el río Macuya, con un 39 %. Esta asociación obedecería a que ambos puntos tienen una comunidad de peces muy similar, teniendo hasta 5 taxa en común de los 11 encontrados en cada punto.



K  
 D  
 1  
 H  
 1  
 M  
 S

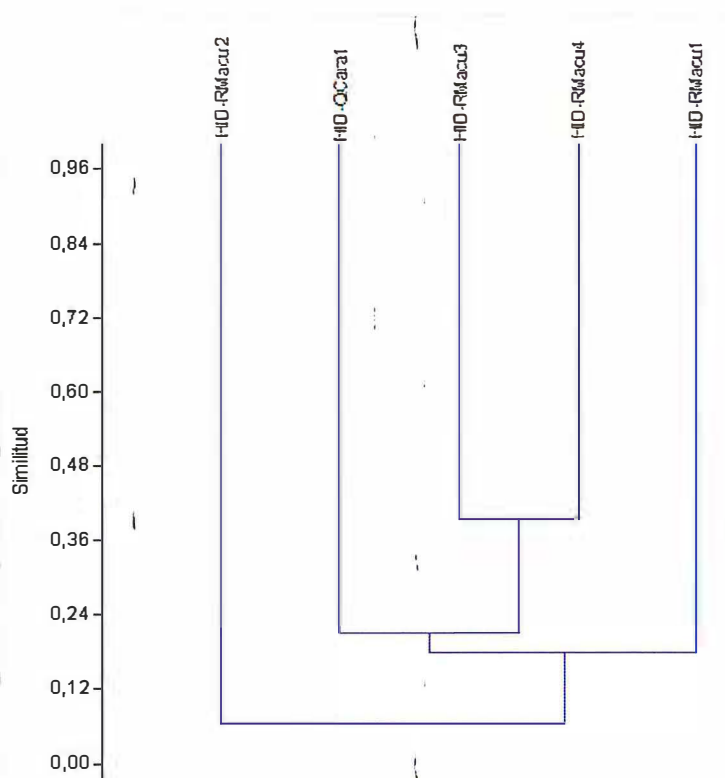


Figura 10-42. Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en el río Macuya y tributarios



10.3.4. Quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

533. En estos cuerpos de agua fueron evaluadas las comunidades de perifiton macroinvertebrados bentónicos y peces. Para este fin se colectaron siete muestras de perifiton, siete de macroinvertebrados bentónicos y siete de peces.

10.3.4.1. Perifiton

534. Teniendo como base los resultados del informe de ensayo, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: a) **ficoperifiton** o perifiton vegetal y b) **zooperifiton** o perifiton animal.

a) **Ficoperifiton**

- *Composición y riqueza*

535. Fueron encontrados un total de 105 taxa de ficoperifiton, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QLAng4, representado por 37 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QLAng1, representado por 9 taxa. También puede apreciarse una tendencia creciente de la riqueza, río abajo, en las quebradas Los Ángeles y Cashibillo. En todos los puntos de muestreo la riqueza estuvo dominada por los phyla Bacillariophyta y, seguido de las Cyanobacteria (Figura 10-43).

K  
D  
1  
H  
A  
H  
S

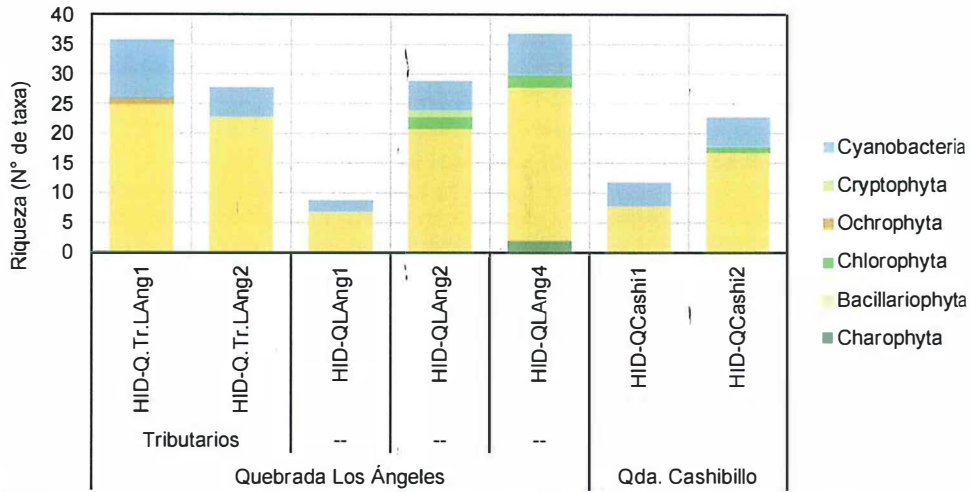


Figura 10-43. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

• Abundancia

536. Fueron encontrados un total de 1 360 320 organismos, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QLAng4, representado por 364 800 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QLAng1, representado por 33 600 organismos. Al igual que lo observado en riqueza, también puede observarse un incremento de la abundancia en las quebradas Los Ángeles y Cashibillo. En todos los puntos de muestreo la abundancia estuvo dominada por el phylum Bacillariophyta, excepto en HID-QLAng4, donde fue más abundante Cyanobacteria (Figura 10-44).

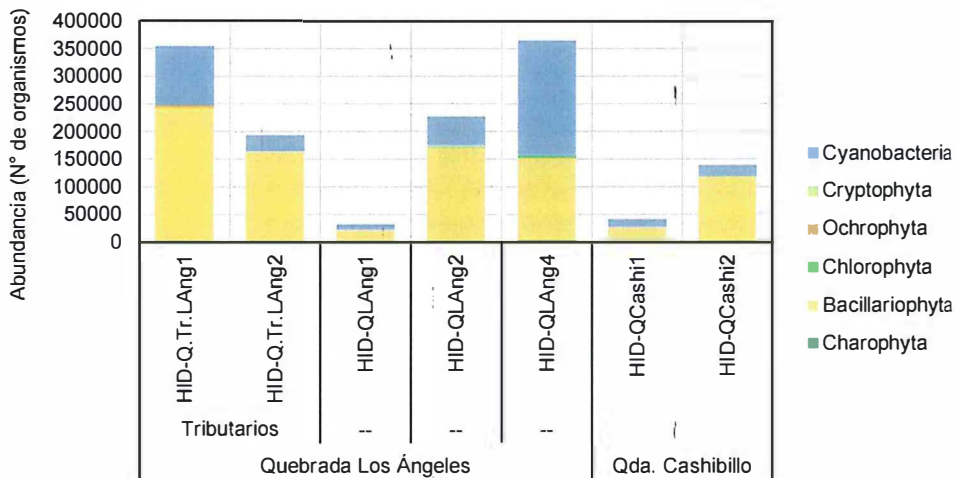


Figura 10-44. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo



H  
A  
S  
4  
S

- *Diversidad alfa*

537. En la Figura 10-45 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2, los mayores valores se presentaron en el punto HID-Q.Tr.LAng1, mientras que los menores valores en el punto HID-QLAng1. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QLAng1, mientras que el menor valor en el punto HID-QLAng4. De acuerdo con estos resultados, se observa una tendencia creciente de los índices de diversidad en las quebradas Cashibillo y Los Ángeles y, al mismo tiempo, índices de diversidad relativamente altos en los tributarios de la quebrada Los Ángeles. La tendencia mostrada es similar a lo encontrado en riqueza y abundancia.

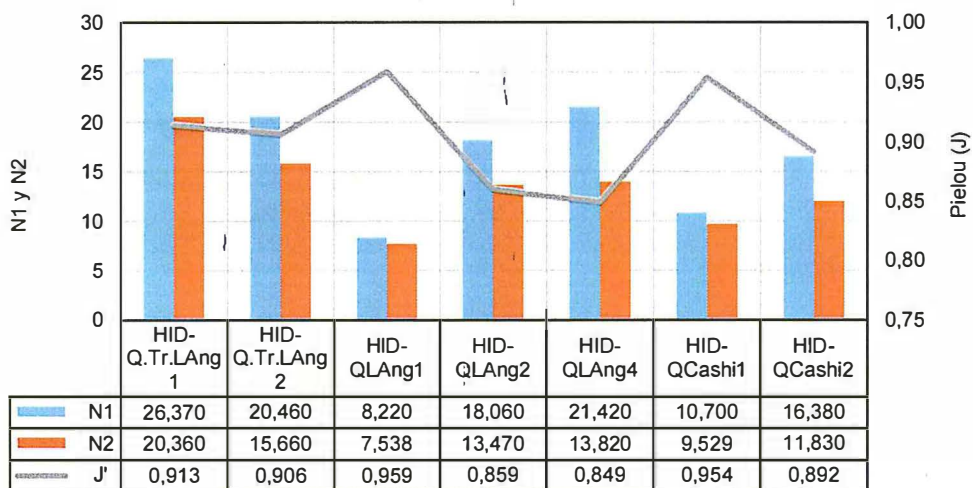


Figura 10-45. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

- *Diversidad beta*

538. En la Figura 10-46 se presenta el dendrograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, los cuales muestran una asociación moderada a baja entre puntos de muestreo. La asociación más fuerte estuvo dada por los puntos HID-Q.Tr.LAng1 e HID-Q.Tr.LAng2 con un 35 % de similitud, lo que se debería a que ambos puntos tienen niveles similares de abundancia en muchas taxa de Bacillariophyta y Cyanobacteria, condición que estaría relacionada a similares condiciones hidrológicas de ambos cuerpos de agua.



Handwritten vertical text: Q, K, P, I, H, A, M, S

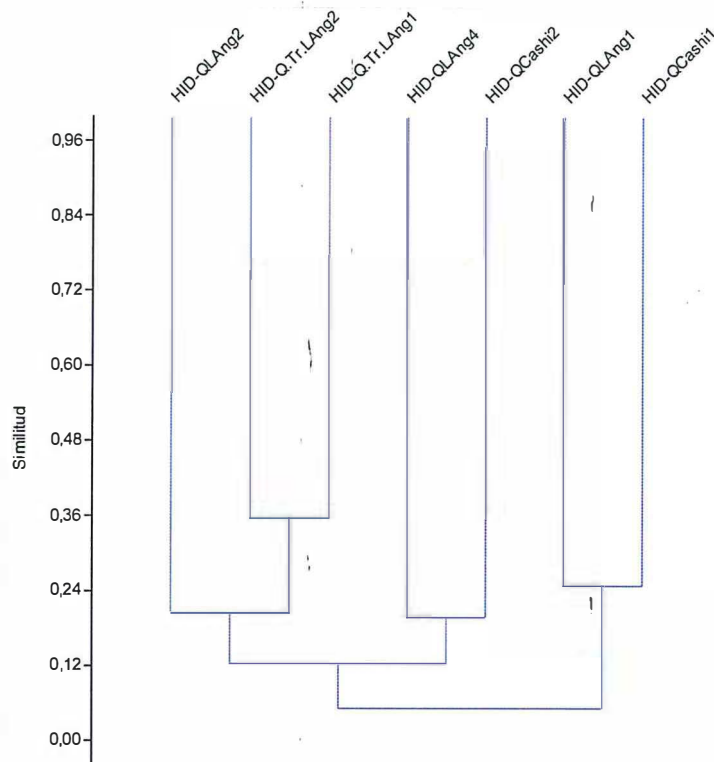


Figura 10-46. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

**b) Zooperifiton**

- *Composición y riqueza*

539. Fueron encontrados un total de cinco taxa de zooperifiton, pertenecientes a los phyla Amoebozoa y Cercozoa, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-Q.Tr.LAng2, representado por tres taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QLAng1, representado por un taxa. El phylum Cercozoa fue el grupo más representativo en los cuatro puntos de muestreo (ver Tabla 10-25).

- *Abundancia*

540. Fueron encontrados un total de 88 organismos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-Q.Tr.LAng2, representado por 32 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QLAng1, representado por 8 organismos. El phylum Cercozoa fue el grupo que presentó la mayor abundancia en los tres puntos de muestreo (ver Tabla10-25).



Handwritten notes in blue ink: a signature, 'K', 'D', '1', '4', '1', '4', '5'.

- Diversidad alfa

541. En la Tabla 10-25 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2 el mayor valor se presentó en el punto HID-Q.Tr.LAng2, mientras que el menor valor en el punto HID-QLAng1. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-Q.Tr.LAng2, mientras que el menor valor en los puntos HID-QLAng4 y HID-QCashi2. Estos índices tuvieron correspondencia con lo encontrado en riqueza y abundancia.

**Tabla 10-25.** Composición, riqueza, abundancia e índices de diversidad alfa de zooperifiton en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo,

CLASE	TAXA	HID-Q.Tr.LAng1	HID-Q.Tr.LAng2	HID-QLAng1	HID-QLAng2	HID-QLAng4	HID-QCashi1	HID-QCashi2
Amoebozoa	<i>Arcella brasiliensis</i>	0	8	0	0	0	0	0
Cercozoa	<i>Euglypha strigosa</i>	0	0	0	0	16	0	0
	<i>Euglypha tuberculata</i>	0	0	0	0	0	8	0
	<i>Trinema lineare</i>	0	8	0	0	0	0	0
	<i>Corythion sp.</i>	0	16	8	0	8	16	0
<b>Riqueza (N° de taxa)</b>		0	3	1	0	2	2	0
<b>Abundancia (N° de organismos)</b>		0	32	8	0	24	24	0
<b>N1</b>		****	2,828	1,000	****	1,890	1,890	****
<b>N2</b>		****	2,667	1,000	****	1,800	1,800	****
<b>J'</b>		****	0,946	****	****	0,918	0,918	****



- Diversidad beta

542. No se realizó por no aportar nada adicional a lo expresado anteriormente.

### 10.3.4.2. Macroinvertebrados bentónicos

- Composición y riqueza

543. Fueron encontrados un total de 56 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QLAng4, representado por 32 taxa, mientras que la menor riqueza a los puntos HID-Q.Tr.LAng2 e HID-QCashi1, representados por 17 taxa. No se aprecia una gran variación de riqueza entre los puntos de muestreo, sin embargo, resalta la mayor riqueza observada en el punto HID-QLAng4. La riqueza estuvo dominada por órdenes de la clase Insecta, destacando entre ellos Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera y, en menor medida, Trichoptera (Figura 10-47).

K  
D  
1  
H  
1  
H  
S

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

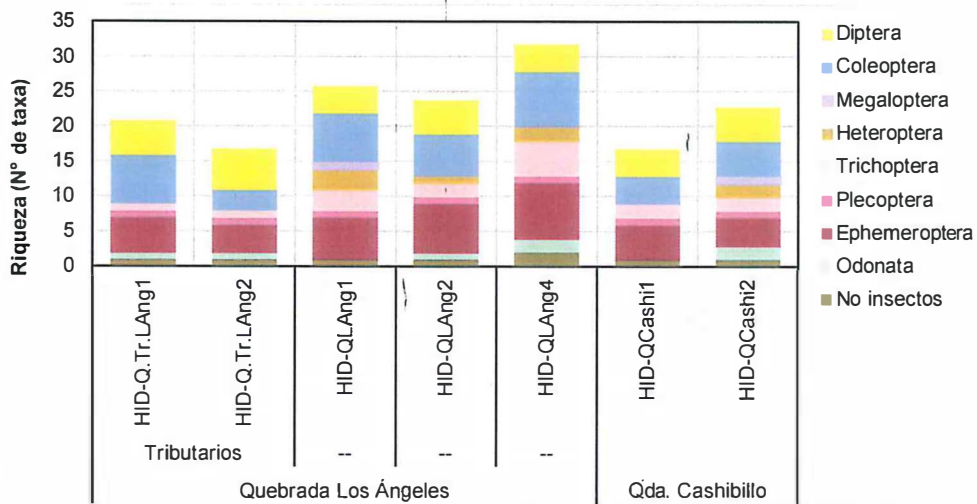


Figura 10-47. Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

• Abundancia

544. Fueron encontrados un total de 2 175 organismos, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QLAng4, representado por 716 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-Q.Tr.LAng2, representado por 162 organismos. Se aprecia también que no hay una gran variación de abundancia entre puntos de muestreo, excepto en HID-QLAng4, donde se registró una abundancia mucho mayor. Así también, se observó que en todos los puntos de muestreo los órdenes más abundantes fueron Ephemeroptera y Coleoptera, relegando a un segundo plano a Diptera, Plecoptera y Trichoptera (Figura 10-48).

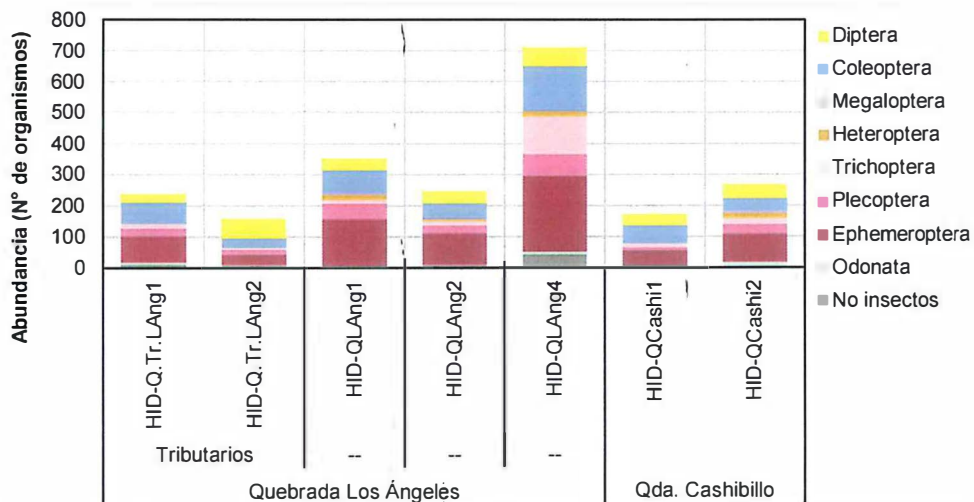


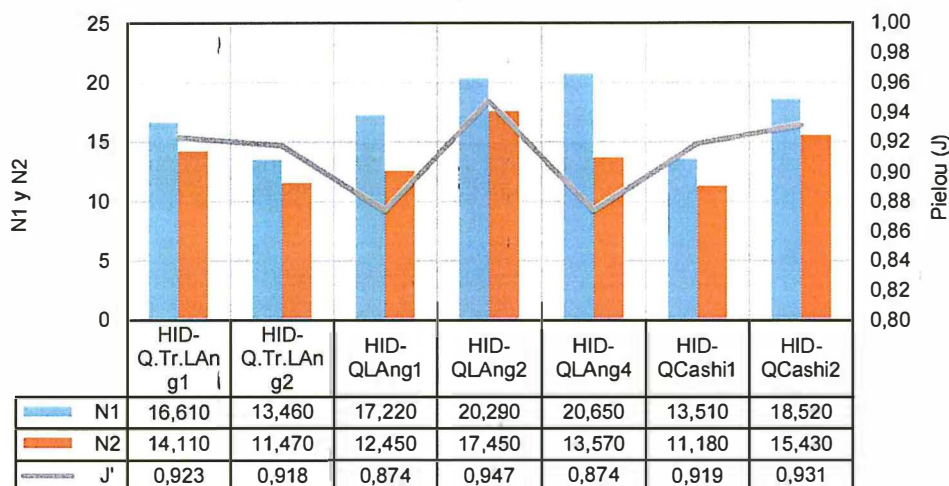
Figura 10-48. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo



Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'K', 'P', 'H', 'S', 'U', 'S'.

• *Diversidad alfa*

545. En la Figura 10-49 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto al índice N1, el mayor valor se presentó en el punto HID-QLAng4, mientras que el menor valor en el punto HID-Q.Tr.LAng2. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-QLAng2, mientras que el menor valor en el punto HID-QCashi1. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QLAng2, mientras que el menor valor en los puntos HID-QLAng1 e HID-QLAng4. De acuerdo con estos resultados, los puntos ubicados en la quebrada Los Ángeles presentaron mayores índices de diversidad, aunque no mucho mayores con respecto a los otros cuerpos de agua.



**Figura 10-49.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

• *Diversidad beta*

546. En la Figura 10-50 se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, encontrándose una asociación moderada de 42 % entre los puntos ubicados en la parte alta de la quebrada Los Ángeles (HID-QLAng1 e HID-QLAng2), sus tributarios (HID-Q.Tr.LAng1 e HID-Q.Tr.LAng2) y quebrada Cashibillo (HID-QCashi1 y HID-QCashi2), que se separan del punto ubicado en la parte baja de la quebrada Los Ángeles (HID-QLAng4). Esta separación del punto HID-QLAng4 del grupo principal, se debería a que este punto presentó algunos taxa que no se han presentado en los otros puntos.



Handwritten notes in blue ink: a signature, the letter 'K', a circled 'D', and the letters 'H', 'A', 'M', 'S' stacked vertically.

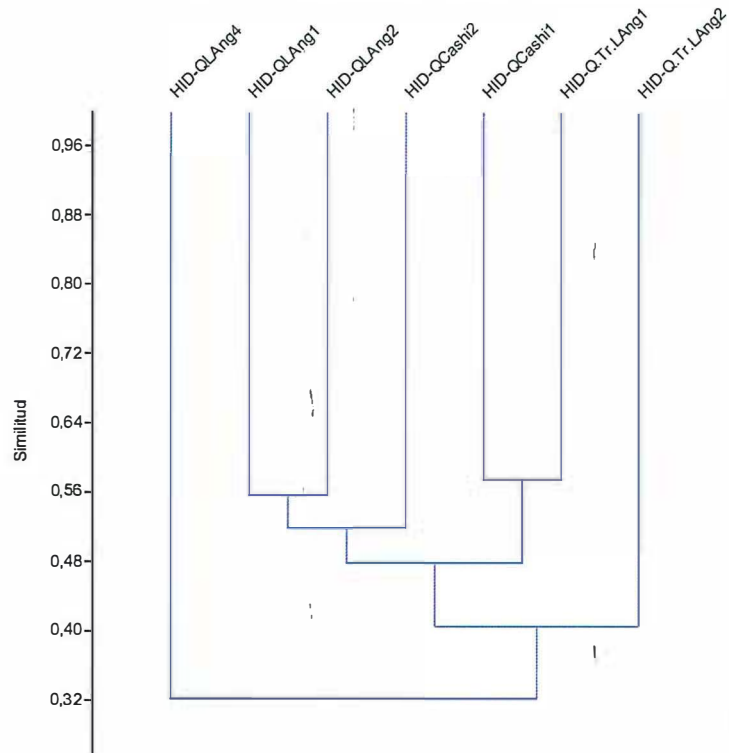


Figura 10-50. Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

#### 10.3.4.3. Peces

- *Composición y riqueza*

547. Fueron encontrados un total de 17 taxa de peces, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QLAng2, representado por 10 taxa, mientras que la menor riqueza a los puntos HID-Q.Tr.LAng1, HID-QCashi1 e HID-QCashi2, representados por 5 taxa. Se observó un incremento de la riqueza río abajo, desde el punto HID-Q.Tr.LAng1 al HID-QLAng2; luego, siguiendo el curso río abajo, se muestra un descenso que va desde el punto HID-QLAng2 a HID-QCashi2. La riqueza estuvo dominada por el orden Characiformes en todos los puntos, seguido por el orden Perciformes, principalmente (Figura 10-51).



Handwritten notes and signatures in blue ink, including a large 'D' and a vertical list of characters: '1', 'H', 'A', 'H', 'S'.

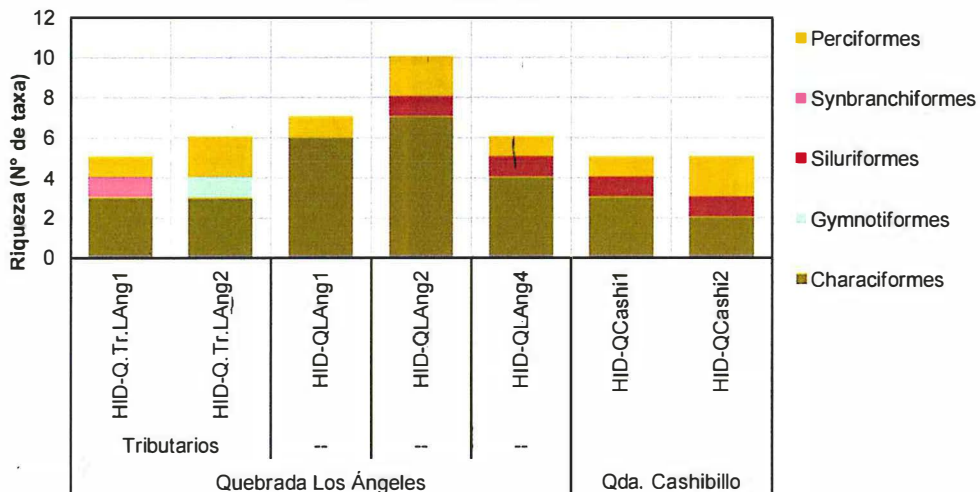


Figura 10-51. Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

• Abundancia

548. Fueron encontrados un total de 171 individuos, distribuidos en siete puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QLAng2, representado por 38 individuos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QCashi1, representado por 14 individuos. La variación en la abundancia mostró una tendencia similar a la observada en la riqueza; sin embargo, a diferencia de esta, el último punto aguas abajo HID-QCashi2 presentó un incremento notorio de la abundancia. También, se observó que en todos los puntos de muestreo el orden más abundante fue Characiformes, a diferencia del punto HID-QCashi2, donde lo fue el orden Siluriformes, seguido del orden Perciformes (Figura 10-52).

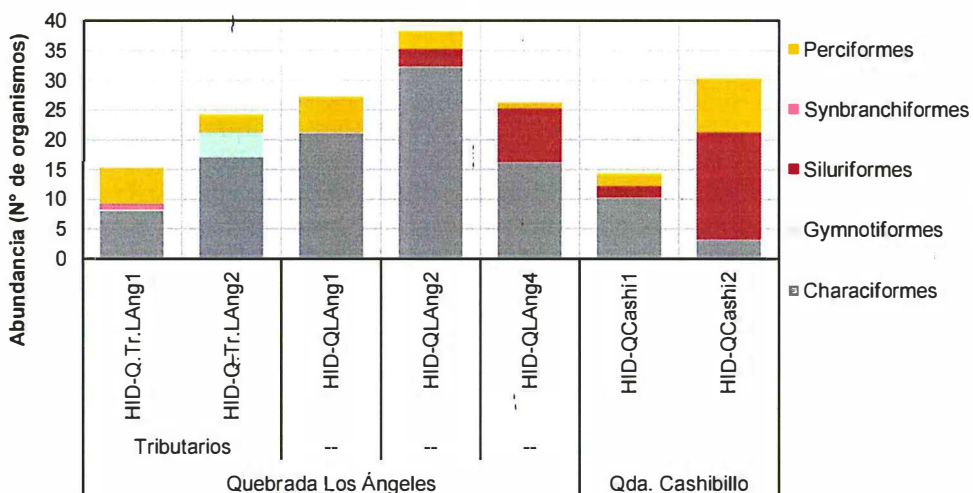


Figura 10-52. Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo



Handwritten notes in blue ink: a signature, the letter 'K', and a vertical list of letters 'D', '1', 'H', 'A', 'U', 'S'.



Diversidad alfa

549. En la Figura 10-53 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2, los mayores valores se presentaron en el punto HID-QLAng1, mientras que el menor valor en el punto HID-QCashi2. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-Q.Tr.LAng1, mientras que el menor valor en el punto HID-QCashi2. De acuerdo con estos resultados, los puntos ubicados en la quebrada Los Ángeles mostraron mayores índices de diversidad, aunque no se diferenciaron mucho con respecto a los otros puntos.

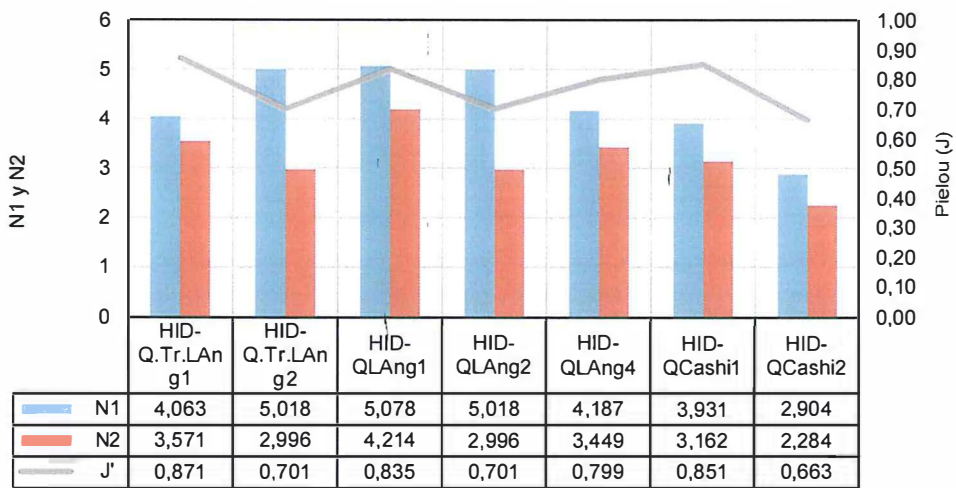


Figura 10-53. Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

Diversidad beta

550. En la Figura 10-24 se presenta el dendrograma de similitud de peces calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, encontrándose la asociación más fuerte entre los puntos HID-QLAng1 e HID-Q.Tr.LAng2, ambos ubicados en la parte alta de la quebrada los Ángeles, con un 60 %. Esta asociación obedecería a que ambos puntos tienen una comunidad de peces muy similar, principalmente en lo que respecta al orden Characiformes, condición que estaría muy relacionada a la cercanía geográfica de ambos puntos. Además, se puede observar la separación en los puntos de la quebrada Cashibillo y quebrada Los Ángeles, excepto por el punto HID-QLAng4 que se mostró más afín a los puntos ubicados en la quebrada Cashibillo.



Q

K

D

1

4

1

u

S

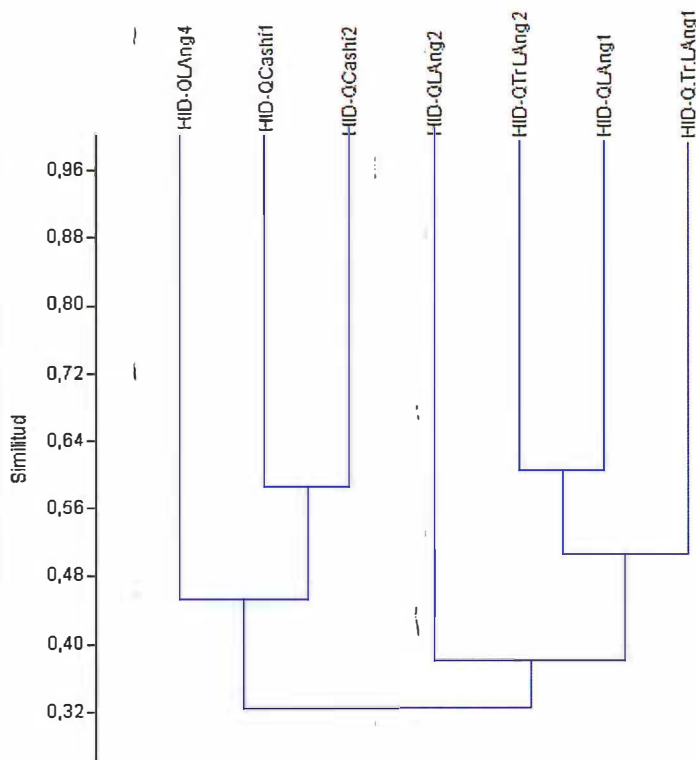


Figura 10-54. Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo

### 10.3.5. Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

551. En estas quebradas se evaluaron las comunidades de perifiton macroinvertebrados bentónicos y peces. Para este fin se colectaron cuatro muestras de perifiton, cuatro de macroinvertebrados bentónicos y cuatro de peces.

#### 10.3.5.1. Perifiton

552. Teniendo como base los resultados del informe de ensayo, el análisis de esta comunidad será realizado por separado para cada uno de sus dos componentes: a) **ficoperifiton** o perifiton vegetal y b) **zooperifiton** o perifiton animal.

##### a) Ficoperifiton

- *Composición y riqueza*

553. Fueron encontrados un total de 85 taxa de ficoperifiton, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QPrim2, representado por 43 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QCash2, representado por 11 taxa. También puede apreciarse que el punto ubicado en la quebrada Primavera presentó una mayor riqueza que la observada en las quebradas Tahuayo y Cashibo. En lo que respecta a la contribución de los



Q

K

D

1

H

S

U

S



diferentes phyla a la riqueza en cada punto, puede notarse que Bacillariophyta dominó en todos los puntos (Figura 10-55).

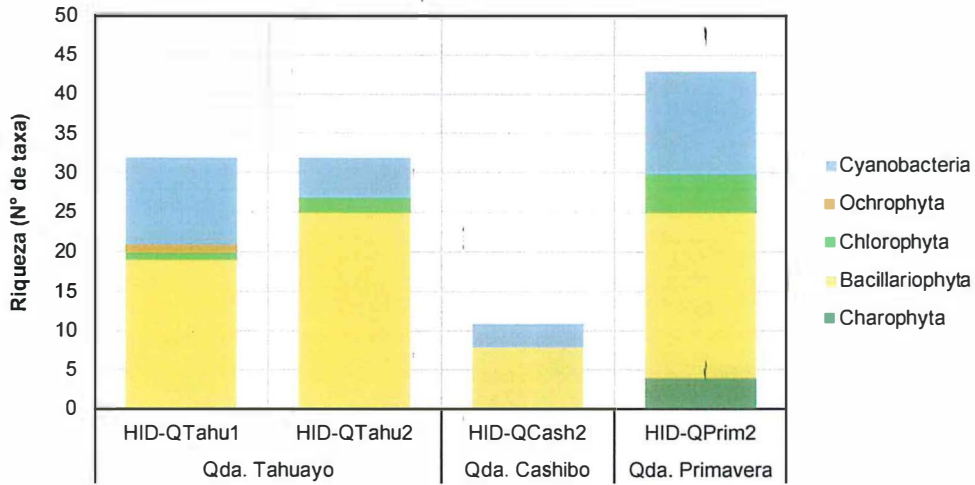


Figura 10-55. Composición y riqueza de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

• Abundancia

554. Fueron encontrados un total de 899 040 organismos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QPrim2, representado por 378 240 organismos, mientras que la menor abundancia correspondió al punto HID-QCash2, representado por 45 600 organismos. De forma similar como se observó con la riqueza, la quebrada Primavera presentó una mayor abundancia con respecto a las quebradas Tahuayo y Cashibo. Así también, se aprecia que Bacillariophyta fue el phylum más abundante en las quebradas Tahuayo y Cashibo, mientras que Cyanobacteria lo fue en la quebrada Primavera (Figura 10-56).

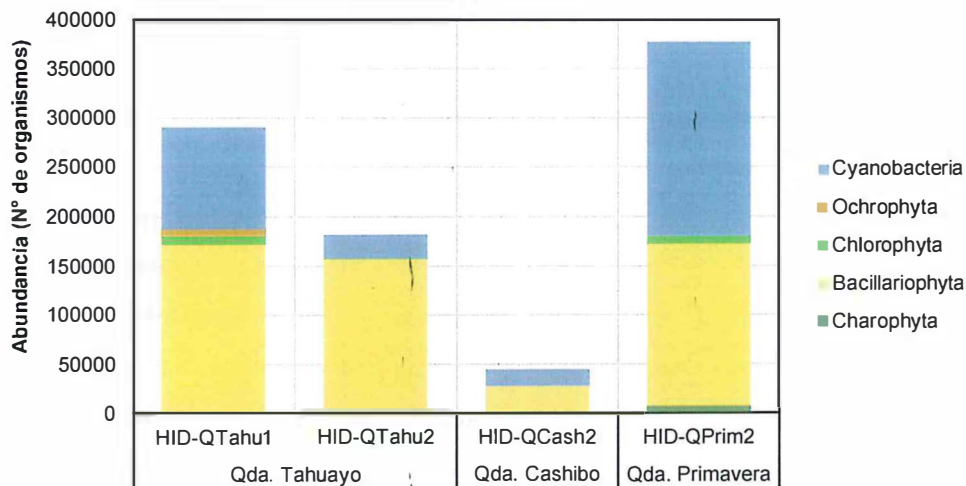


Figura 10-56. Abundancia de ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera



Handwritten vertical text: @, K, P, 1, H, S, el, S



• *Diversidad alfa*

555. En la Figura 10-57, se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2, los mayores valores se presentaron en el punto HID-QTahu2, mientras que los menores valores en el punto HID-QCash2. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QCash2, mientras que, el menor valor se presentó en el punto HID-QPrim2. De acuerdo con estos resultados, los puntos ubicados en las quebradas Tahuayo y Primavera son los que presentan indicadores más altos de diversidad con respecto a lo encontrado en la quebrada Cashibo. Resultados similares ya han sido observados tanto en riqueza como en abundancia.

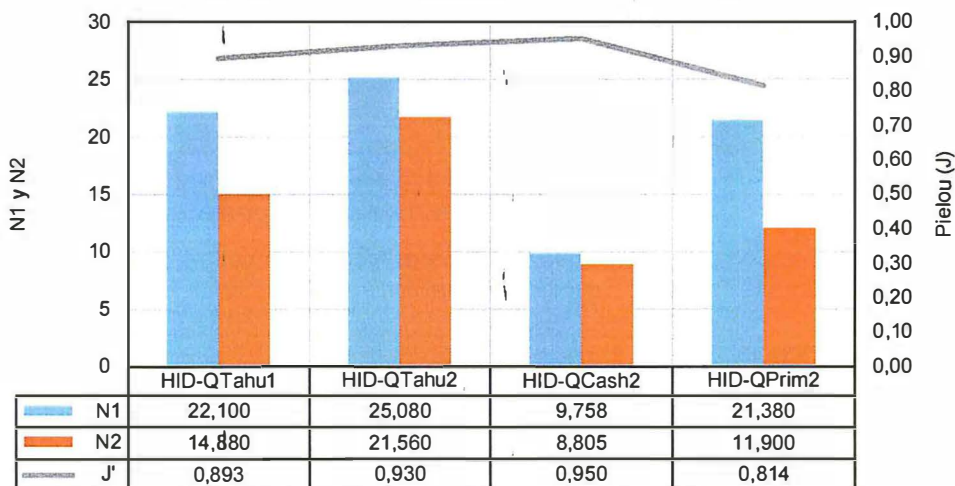


Figura 10-57. Índices de diversidad alfa del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

• *Diversidad beta*

556. En la Figura 10-58 se presenta el dendrograma de similitud del ficoperifiton calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con bajos porcentajes de similitud (< 33%), los cuales muestran una asociación baja entre puntos de muestreo; no obstante, la asociación más fuerte (33 %) fue observada para los puntos ubicados en la quebrada Tahuayo (HID-QTahu1 e HID-QTahu2). Esta asociación estaría relacionada a que ambos puntos pertenecen a un mismo cuerpo de agua y, al no estar muy alejados entre sí, compartirían un importante número de taxa.



el

K

P

1

H

1

4

5

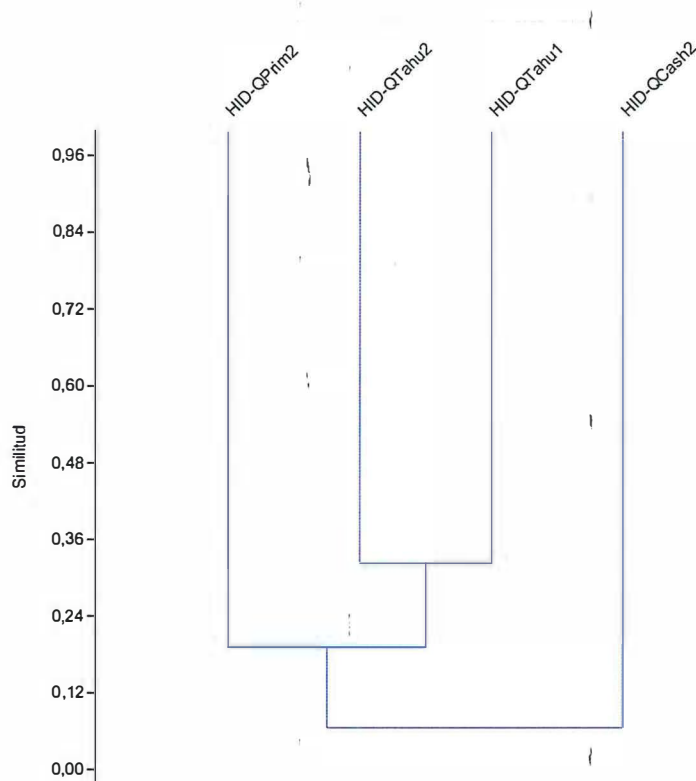


Figura 10-58. Dendrograma de similitud del ficoperifiton en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

### b) Zooperifiton

557. Se reportó la presencia de zooperifiton únicamente en el punto HID-QTahu1, donde fueron encontrados un total de 24 organismos de *Corythion* sp. pertenecientes al phylum Cercozoa. No se calcularon índices de diversidad alfa por encontrarse una diversidad muy limitada y no tener otros puntos de muestreo para realizar comparaciones.

#### 10.3.5.2. Macroinvertebrados bentónicos

- *Composición y riqueza*

558. Fueron encontrados un total de 32 taxa de macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QPrim2, representado por 17 taxa, mientras que la menor riqueza al punto HID-QTahu1, representado por 13 taxa. Se aprecia también que los niveles de riqueza fueron similares entre las tres quebradas, siendo los órdenes Ephemeroptera y Diptera los grupos de organismos más representativos (Figura 10-59).



Handwritten signature

K

D

1

H

A

U

S



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

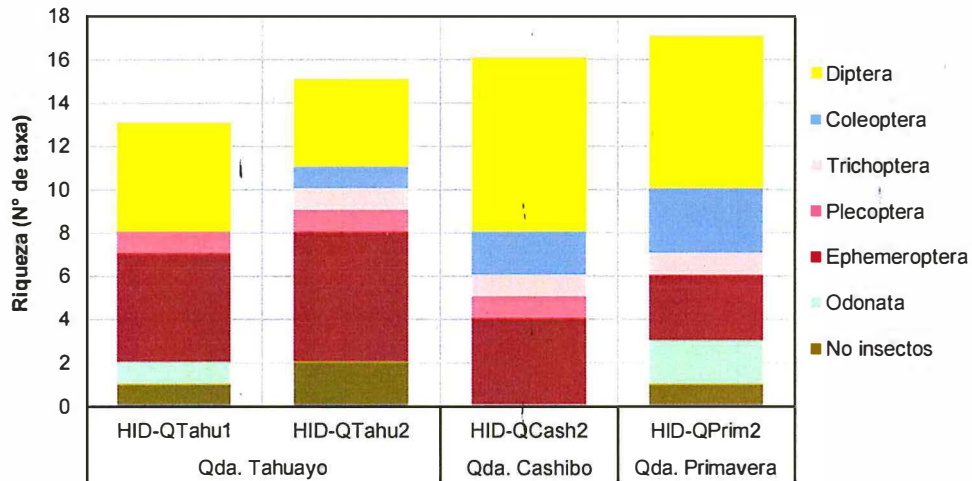


Figura 10-59. Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

• Abundancia

559. Fueron encontrados un total de 497 organismos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QTahu2, representado por 147 organismos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QTahu1, representado por 90 organismos. También puede notarse que no hay grandes diferencias de abundancia entre los puntos, excepto en HID-QTahu1, siendo el orden Ephemeroptera el más abundante en la quebrada Tahuayo y el orden Diptera en las quebradas Cashibo y Primavera (Figura 10-60).

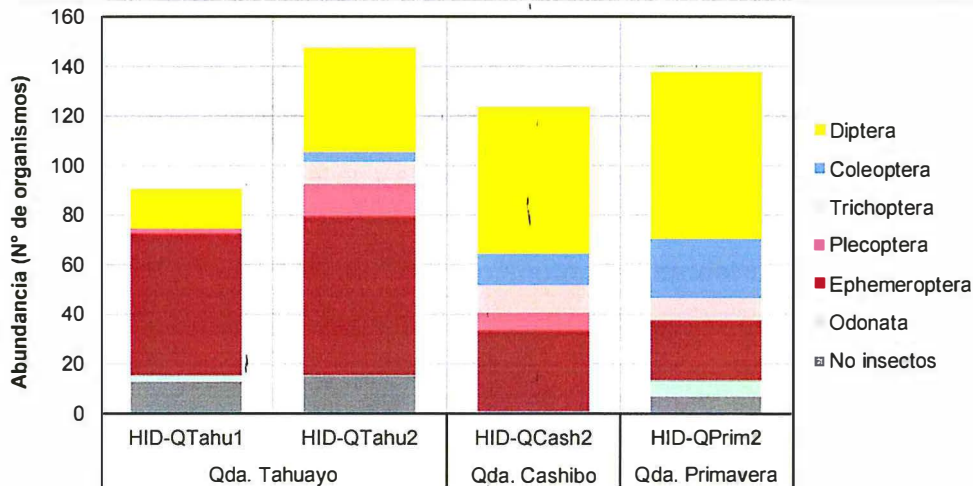


Figura 10-60. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera



Ⓢ

K

D

1

H

1

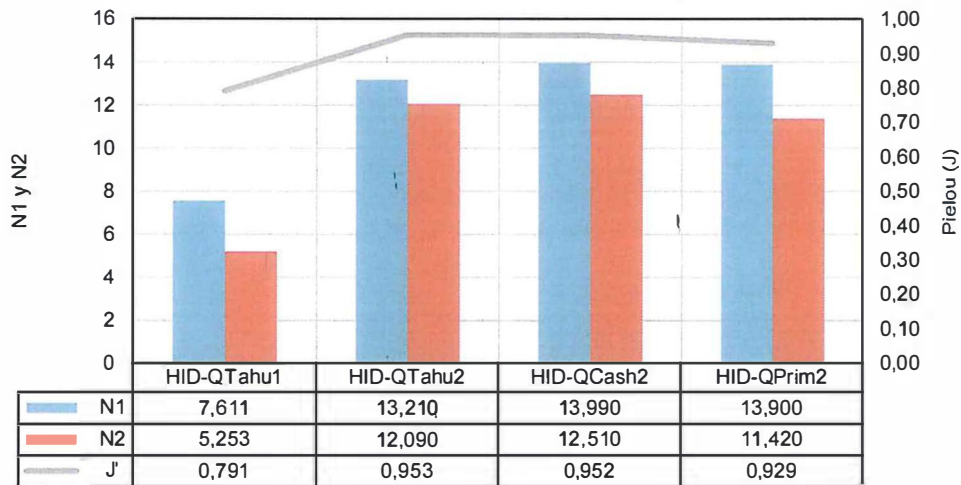
H

4

S

- *Diversidad alfa*

560. En la Figura 10-61 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto al índice N1, el mayor valor se presentó en los puntos HID-QCash2 e HID-QPrim2, mientras que el menor valor en el punto HID-QTahu1. Con respecto al índice N2, el mayor valor se presentó en el punto HID-QTahu2, mientras que el menor valor en el punto HID-QTahu1. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QCash2, mientras que el menor valor en el punto HID-QTahu1. De acuerdo con estos resultados, no se aprecian grandes variaciones entre los índices de diversidad de los cuerpos de agua evaluados, excepto en la parte alta de la quebrada Tahuayo donde se encontraron los menores índices de diversidad.



**Figura 10-61.** Índices de diversidad alfa de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

- *Diversidad beta*

561. En la Figura 10-62 se presenta el dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos calculado mediante el índice de Bray Curtis. Se aprecia la formación de diferentes grupos con diferentes porcentajes de similitud, encontrándose la asociación más fuerte entre los puntos HID-QTahu2 e HID-QPrim2, ambos ubicados en diferentes quebradas, con un 43 %. Esta asociación obedecería a que ambos puntos tienen una macrofauna bentónica muy similar, teniendo en común solo su cercanía con zonas urbanizadas (HID-QTahu2 con el centro poblado Alexander von Humboldt e HID-QPrim2 con el caserío Primavera).



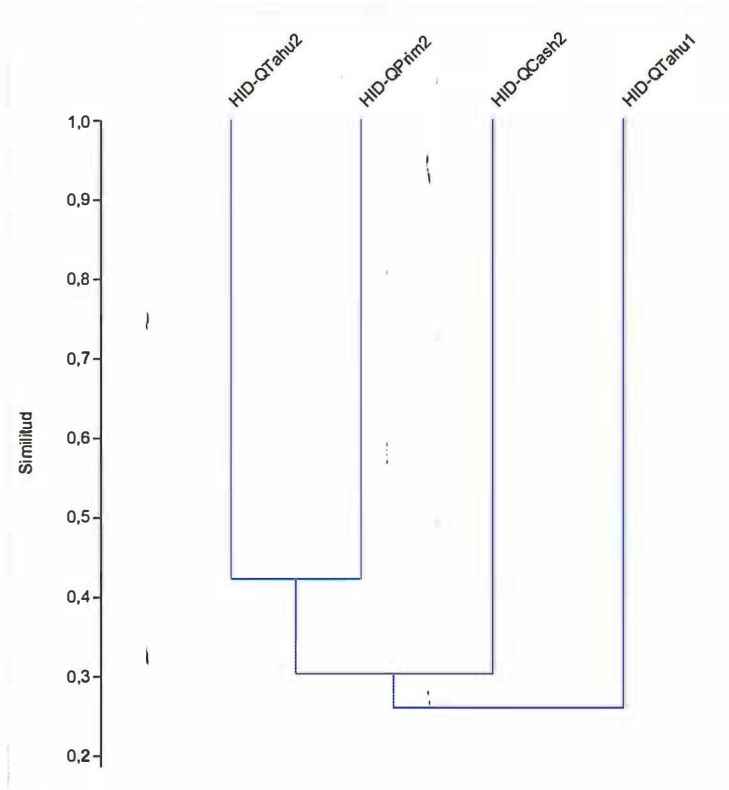


Figura 10-62. Dendrograma de similitud de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

### 10.3.5.3. Peces

- *Composición y riqueza*

562. Fueron encontrados un total de 30 taxa de peces, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor riqueza correspondió al punto HID-QTahu2, representado por 15 taxa, mientras que la menor riqueza a los puntos HID-QCash2 e HID-QPrim2, representado por 9 taxa. Se aprecia también que la quebrada Tahuayo presentó una mayor riqueza en comparación de las quebradas Cashibo y Primavera, siendo el orden Characiformes el más abundante en todos los puntos (Figura 10-63).



Handwritten signature and initials in blue ink.

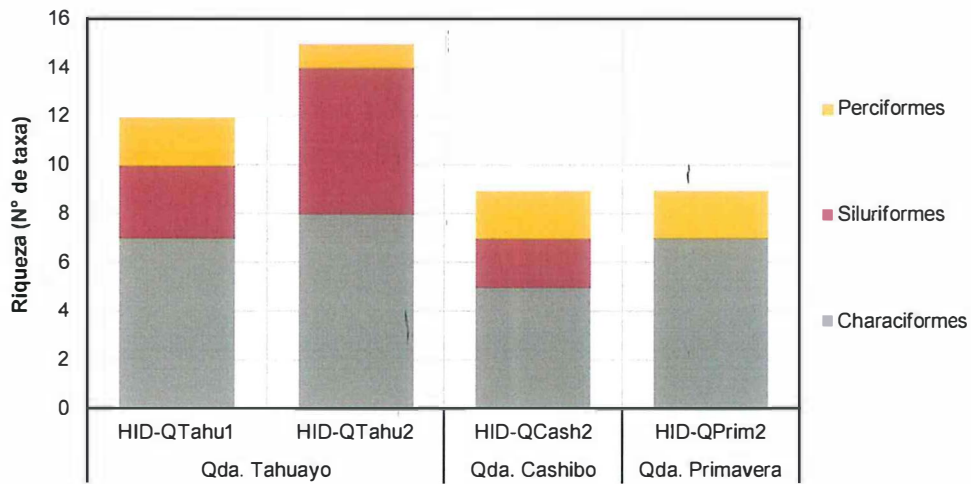


Figura 10-63. Composición y riqueza de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

• *Abundancia*

563. Fueron encontrados un total de 299 individuos, distribuidos en cuatro puntos de muestreo. Se observó que la mayor abundancia correspondió al punto HID-QTahu2, representado por 125 individuos, mientras que la menor abundancia al punto HID-QCash2, representado por 39 individuos. También puede notarse que hay grandes diferencias de abundancia entre las quebradas evaluadas, siendo el orden Characiformes el más abundante en todos los puntos (Figura 10-64).

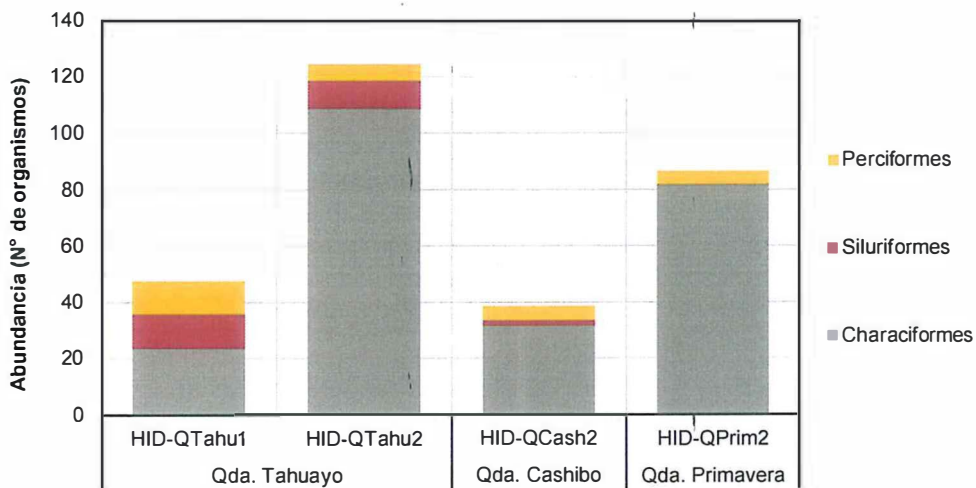


Figura 10-64. Abundancia de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera



*[Handwritten signature and vertical text]*

- *Diversidad alfa*

564. En la Figura 10-65 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. Con respecto a los índices N1 y N2, los mayores valores se presentaron en el punto HID-QTahu1, mientras que los menores valores en el punto HID-QCash2. Con respecto al índice J', el mayor valor se presentó en el punto HID-QTahu1, mientras que el menor valor en el punto HID-QTahu2. De acuerdo con estos resultados, no se aprecian grandes variaciones entre los índices de diversidad de los cuerpos de agua evaluados, excepto en la parte alta de la quebrada Tahuayo donde se encontraron los valores más altos de diversidad.

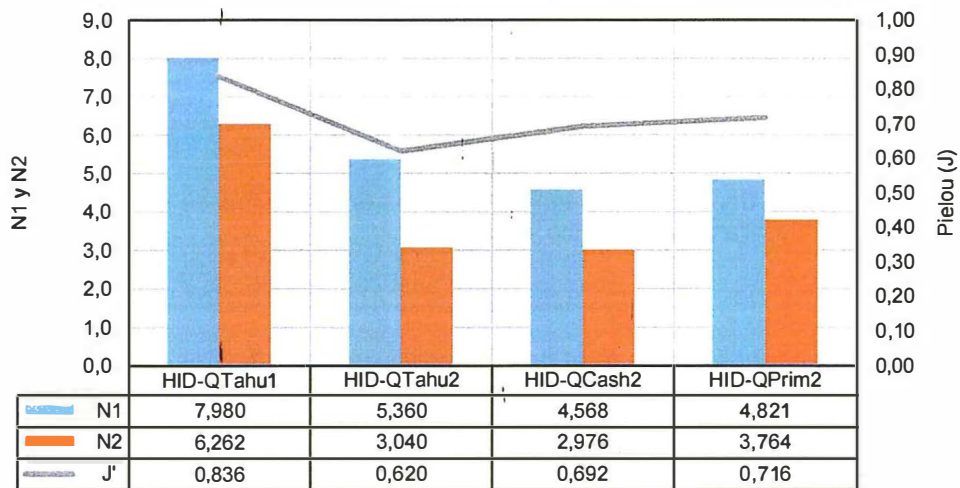


Figura 10-65. Índices de diversidad alfa de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera

- *Diversidad beta*

565. En la Figura 10-66 se presenta el dendrograma de similitud de peces calculado mediante el índice de Bray Curtis. El aspecto más notable es la formación de dos grupos, el primero que asocia los puntos HID-QCash2 y HID-QTahu2 con un nivel de asociación de 47 % lo que demuestra que la diversidad es muy similar entre la quebrada Tahuayo y Cashibo. El segundo grupo asocia puntos HID-QPrim2 y HID-QTahu1 con un nivel de asociación de 50 % lo cual demuestra que la diversidad de peces es muy similar entre este punto de la quebrada Tahuayo y la quebrada Primavera.



Handwritten signature and initials in blue ink.

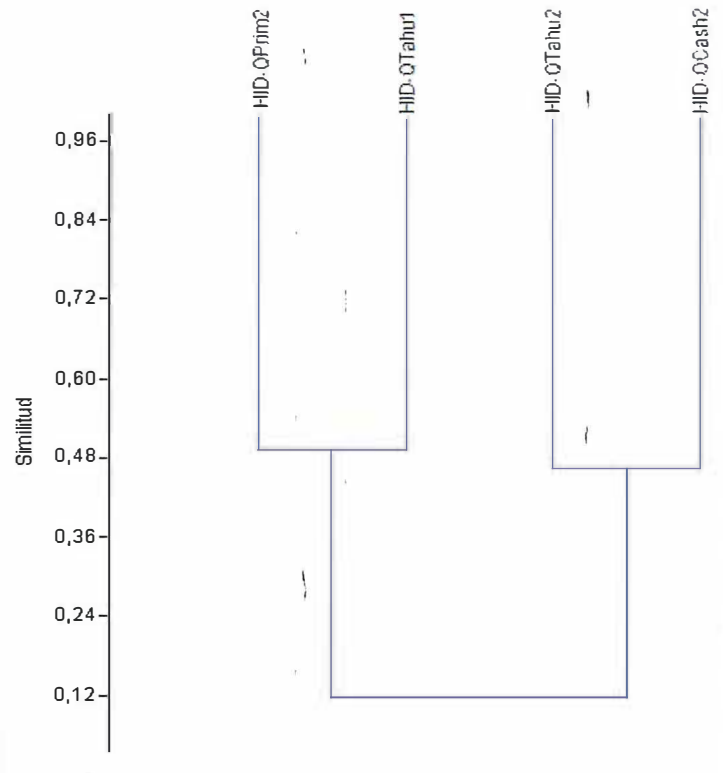


Figura 10-66. Dendrograma de similitud de peces en los puntos de muestreo ubicados en las quebradas Tahuayq, Cashibo y Primavera



Handwritten signature and initials in blue ink.

**10.3.6. Análisis realizados en toda el área de evaluación**

566. A continuación, se presentan los análisis desarrollados considerando toda el área de evaluación, es decir, integrando todos los cuerpos de agua evaluados. Estos análisis son bioacumulación y evaluación de la calidad de agua con el índice biótico BMWP/Col.

**10.3.6.1. Bioacumulación**

567. Se realizaron colectas de peces con el objetivo de extraer tejido muscular para analizar el contenido de metales e hidrocarburos en ellos. Para este fin se colectaron cuatro muestras en diferentes cuerpos de agua, las cuales se destinaron a los siguientes análisis. Las cadenas de custodia e informes de ensayo se presentan en el Anexo D10.

**a) Bioacumulación de metales**

568. En la Tabla 10-26 se detallan las características de los ejemplares capturados para el análisis de bioacumulación de metales en tejido muscular de peces, considerando nombre común, nombre científico, talla y peso; asimismo, se presentan las concentraciones de metales encontradas en cada ejemplar. Los ejemplares capturados pertenecieron a la quebrada Aguaytillo y al río Macuya.

**Tabla 10-26.** Concentraciones de metales encontradas en tejido muscular de peces

Datos del ejemplar colectado			
Nombre común		Fasaco	
Nombre científico		<i>Hoplias malabaricus</i>	
Talla (cm)		24,3	29
Peso (g)		147	251
Parámetro	Unidades	Puntos de muestreo	
		HID-QAguas	HID-RMacu4
Antimonio Total	mg/kg	< 1,00	< 1,00
Arsénico Total	mg/kg	< 0,005	< 0,005
Cadmio Total	mg/kg	<0,01	<0,01
Cobre Total	mg/kg	0,4	0,18
Cromo Total	mg/kg	0,28	<0,05
Estaño Total	mg/kg	<0,5	<0,5
Hierro Total	mg/kg	9	3
Manganeso Total	mg/kg	0,675	1,04
Mercurio Total	mg/kg	0,178	0,019
Níquel Total	mg/kg	<0,05	<0,05
Plomo Total	mg/kg	0,09	0,19
Vanadio Total	mg/kg	0,138	0,095
Zinc Total	mg/kg	5	5,44

**b) Bioacumulación de hidrocarburos**

569. En la Tabla 10-27 se detallan las características de los ejemplares capturados para el análisis de bioacumulación de hidrocarburos en tejido muscular de peces, considerando nombre común, nombre científico, talla y peso; asimismo, se presentan las concentraciones de hidrocarburos por fracción encontradas en cada ejemplar. Los ejemplares capturados pertenecieron a la quebrada Aguaytillo y al río Macuya.

**Tabla 10-27.** Concentraciones de hidrocarburos encontradas en tejido muscular de peces

Datos del ejemplar colectado			
Nombre común		Bagre	Fasaco
Nombre científico		<i>Rhamdia sp.</i>	<i>Hoplias malabaricus</i>
Talla (cm)		24,3	29
Peso (g)		131	251
Parámetro	Unidades	Puntos de muestreo	
		HID-QAguas	HID-RMacu4
Hidrocarburos Totales C10-C28	mg/kg	< 517	< 517
Hidrocarburos Totales C10-C40	mg/kg	< 517	< 517
Hidrocarburos Totales C28-C40	mg/kg	<517	<517

**10.3.6.2. Índices bióticos**

570. En esta sección se presenta el resultado del índice BMWP/Col, desarrollado sobre la base de la comunidad de macroinvertebrados, el cual permitió evaluar la calidad del agua de los ambientes evaluados. Los resultados correspondientes son presentados a continuación.



M  
A  
R  
S



- Índice BMWP/Col

571. En la Tabla 10-28 y Figura 10-67 se presenta la evaluación de calidad de agua de las quebradas y ríos de las 5 agrupaciones de cuerpos de agua de interés, usando el índice BMWP/Col. Se observa que la mayoría de puntos de muestreo presentaron una calidad de agua **aceptable** a **buena**, lo que se hace más evidente en las zonas de estudio "**quebrada Aguaytillo y tributarios**" y "**quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo**". En las restantes zonas de estudio, además de encontrarse puntos con calidad de agua **aceptable** a **buena**, se encontraron puntos con calidad **dudosa**, lo cual se hizo más notorio en las zonas de estudio "**río Macuya y tributarios**" y "**quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera**".

Tabla 10-28. Calidad de agua según el índice BMWP/Col en las cinco zonas de estudios

Sistema hidrográfico	Punto de muestreo	Valor	Calidad
Quebrada Aguaytillo y tributarios	HID-QAgua1	117	Buena
	HID-QAgua3	90	Aceptable
	HID-QEdil3	125	Buena
	HID-QEdil5	87	Aceptable
	HID-QAgua5	98	Aceptable
Quebrada Selva Alegre	HID-QSAleg1	125	Buena
	HID-QSAleg2	111	Buena
	HID-QSAleg6	84	Aceptable
	HID-QSAleg7	48	Dudosa
	HID-QSAle8	110	Buena
	HID-QSAle10	74	Aceptable
	HID-QSAle11	118	Buena
Quebrada Los Ángeles, tributarios y quebrada Cashibillo	HID-Q.Tr.LAng1	81	Aceptable
	HID-Q.Tr.LAng2	62	Aceptable
	HID-QLAng1	102	Buena
	HID-QLAng2	82	Aceptable
	HID-QLAng4	117	Buena
	HID-QCashi1	61	Aceptable
	HID-QCashi2	97	Aceptable
Río Macuya y tributarios	HID-QCara1	87	Aceptable
	HID-RMacu2	67	Aceptable
	HID-RMacu3	59	Dudosa
	HID-RMacu4	54	Dudosa
Quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera	HID-QTahu1	53	Dudosa
	HID-QTahu2	63	Aceptable
	HID-QCash2	51	Dudosa
	HID-QPrim2	66	Aceptable



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'D' and 'M'.



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

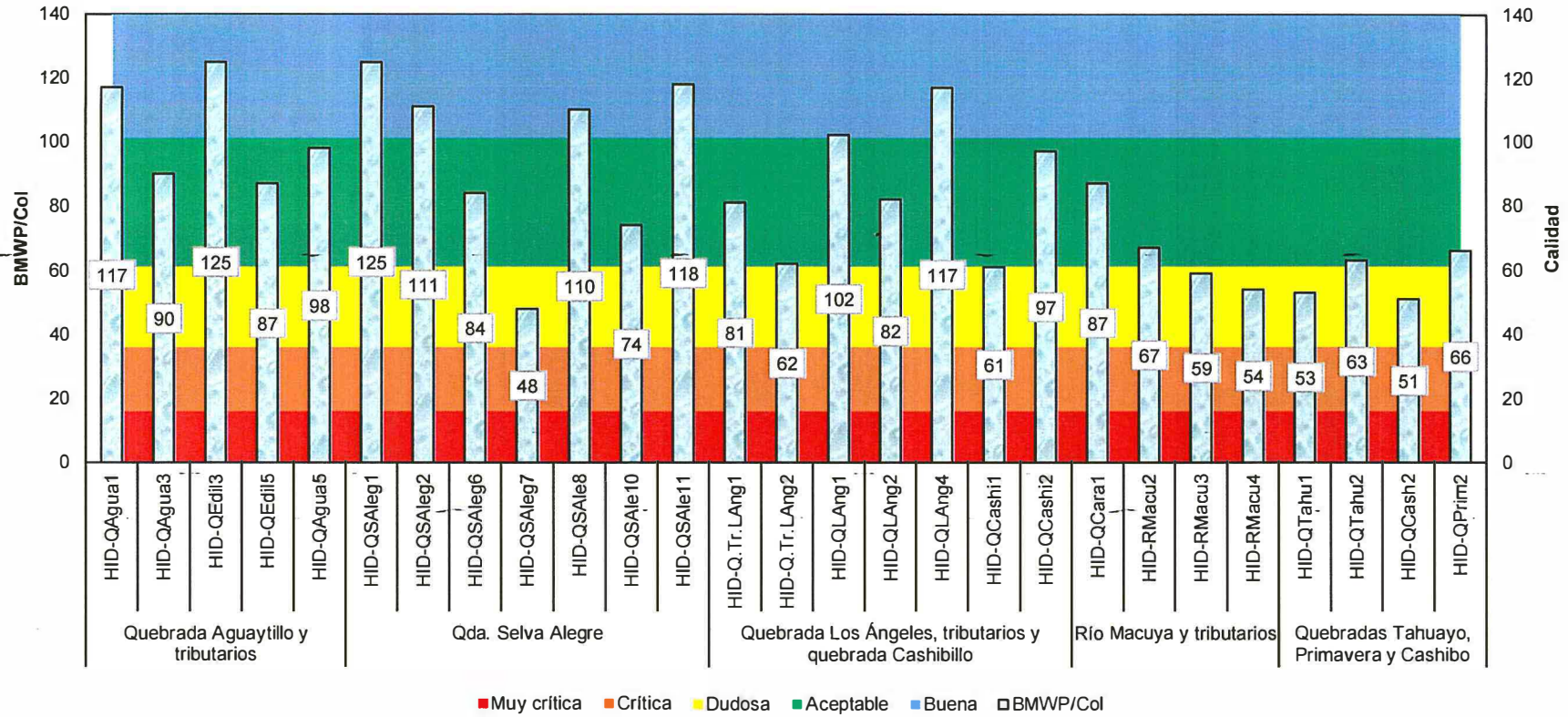


Figura 10-67. Calidad de agua según el índice BMWP/Col en los cinco sistemas hidrográficos evaluados



Handwritten signatures and initials in blue ink.



#### 10.4. Calidad de suelo

572. Seguidamente se muestran los resultados de calidad de suelo y los análisis de los mismos.

##### 10.4.1. Análisis de los resultados del muestreo de suelos

573. Para fortalecer el análisis, se tomaron en cuenta los resultados de los parámetros físicos y químicos evaluados, tales como la textura y el contenido de materia orgánica, dado que estos parámetros se encuentran directamente relacionados con la cantidad y el comportamiento de los metales y metaloides en el suelo.

574. En la Tabla 10-29 se pueden apreciar las proporciones porcentuales de las partículas minerales por punto de muestreo en la zona geológica Formación Chambira, obtenidas del análisis mecánico que realizó el laboratorio acreditado para la determinación de la clase textural. De acuerdo a las proporciones de arena, limo y arcilla los suelos son de textura gruesa, ya que, la mayor parte de los puntos de muestreo presentaron textura franco y franco arenosa; mientras que solo en dos puntos de muestreo, ubicados en el centro poblado Macuya, se encontró que suelos contaban con textura franco limosa. Según Scalone (2015), este suelo franco, debido a su textura aceptable, tiene las mayores posibilidades de tener o poder adquirir una buena estructura y de satisfacer las exigencias medias del crecimiento vegetal.

Tabla 10-29. Resultados de análisis de textura, contenido de materia orgánica y cloruros en suelos de la zona geológica formación Chambira

Nº	Código de muestreo	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Análisis textural	Materia orgánica total (%)	Cloruros asimilables (mg/kg)
1	SUE-AGUAY 10	20,0	40,0	40,0	Franca	5,58	4,4
2	SUE-AGUAY 9	25,0	35,0	40,0	Franca	11,60	6,4
3	SUE-AGUAY 16	15,0	50,0	35,0	Franca	5,54	4,3
4	SUE-AGUAY 17	20,0	45,0	35,0	Franca	6,96	4,1
5	SUE-AGUAY 18	20,0	50,0	30,0	Franca	7,91	5,5
6	SUE-AGUAY 19	15,0	50,0	35,0	Franca	10,3	5,5
7	SUE-AGUAY 20	25,0	35,0	40,0	Franca	7,88	4,9
8	SUE-AGUAY 21	20,0	40,0	40,0	Franca	7,06	7,6
9	SUE-AGUAY 22	20,0	45,0	35,0	Franca	6,43	6,8
10	SUE-AGUAY 23	20,0	40,0	40,0	Franca	4,49	6,1
11	SUE-AGUAY 24	20	50,0	30,0	Franca	6,46	3,9
12	SUE-AGUAY 25	25,0	40,0	35,0	Franca	10,6	3,7
13	SUE-AGUAY 26	20,0	45,0	35,0	Franca	9,66	8,4
14	SUE-AGUAY 27	15,0	50,0	35,0	Franca	5,96	3,7
15	SUE-AGUAY 31	20,0	50,0	30,0	Franca	5,99	<2,5
16	SUE-AGUAY 32	20,0	45,0	35,0	Franca	8,10	<2,5
17	SUE-AGUAY 8	25,0	40,0	35,0	Franca	6,50	<2,5
18	SUE-AGUAY 33	20,0	50,0	30,0	Franca	9,17	5,7
19	SUE-AGUAY 34	25,0	40,0	35,0	Franca	7,22	3,5
20	SUE-AGUAY 12	20,0	40,0	40,0	Franca	6,61	4,8
21	SUE-LANG 6	25,0	35,0	40,0	Franca	4,18	5,8
22	SUE-LANG 5	20,0	40,0	40,0	Franca	5,00	2,9
23	SUE-LANG 4	20,0	45,0	35,0	Franca	6,16	4,1



Handwritten signature and initials in blue ink.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nº	Código de muestreo	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Análisis textural	Materia orgánica total (%)	Cloruros asimilables (mg/kg)
24	SUE-LANG 2	10,0	60,0	30,0	Franco-arenosa	6,67	4,0
25	SUE-LANG 3	15,0	45,0	40,0	Franca	6,53	2,5
26	SUE-LANG 13	10,0	50,0	40,0	Franca	8,40	6,5
27	SUE-LANG 14	5,00	60,0	35,0	Franco-arenosa	5,56	3,1
28	SUE-LANG 16	15,0	50,0	35,0	Franca	8,81	16
29	SUE-LANG 15	10,0	55,0	35,0	Franco-arenosa	4,96	7,4
30	SUE-LANG 12	25,0	30,0	45,0	Franca	4,86	3,2
31	SUE-LANG 11	15,0	40,0	45,0	Franca	15,2	2,6
32	SUE-LANG 10	10,0	55,0	35,0	Franco-arenosa	5,13	2,6
33	SUE-LANG 9	10,0	60,0	30,0	Franco-arenosa	5,63	<2,5
34	SUE-LANG 8	15,0	55,0	30,0	Franco-arenosa	5,27	5,4
35	SUE-LANG 7	15,0	45,0	40,0	Franca	5,55	3,2
36	SUE-MACU 11	5,00	60,0	35,0	Franco-arenosa	4,36	3,6
37	SUE-MACU 12	10,0	50,0	40,0	Franca	8,52	6,8
38	SUE-MACU 15	20,0	20,0	60,0	Franco limosa	6,77	5,4
39	SUE-MACU 16	15,0	30,0	55,0	Franco limosa	5,67	41
40	SUE-MACU 17	5,00	65,0	30,0	Franco-arenosa	7,09	4,4
41	SUE-MACU 18	5,00	70,0	25,0	Franco-arenosa	5,77	93
42	SUE-MACU 19	10,00	60,0	30,0	Franco-arenosa	6,31	12
43	SUE-MACU 20	5,00	75,0	20,0	Franco-arenosa	7,68	7,3
44	SUE-MACU 1	10,0	55,0	35,0	Franco-arenosa	7,07	33
45	SUE-MACU 2	10,0	50,0	40,0	Franca	7,75	13
46	SUE-MACU 3	10,0	55,0	35,0	Franco-arenosa	4,34	14
47	SUE-MACU 4	10,0	60,0	30,0	Franco-arenosa	8,50	14
48	SUE-MACU 5	15,0	45,0	40,0	Franca	6,72	5,2
49	SUE-MACU 6	15,0	40,0	45,0	Franca	6,88	11
50	SUE-MACU 7	5,00	55,0	40,0	Franco-arenosa	3,84	4,2
51	SUE-MACU 8	10,0	50,0	40,0	Franca	6,40	3,9
52	SUE-MACU 9	5,00	60,0	35,0	Franco-arenosa	7,96	4,7
53	SUE-MACU 10	10,0	55,0	35,0	Franco-arenosa	4,68	3,4
54	SUE-PRIM 3	5,00	70,0	25,0	Franco-arenosa	7,44	4,4
55	SUE-PRIM 4	10,0	80,0	10,0	Franco-arenosa	5,56	3,3
56	SUE-PRIM 2	5,00	80,0	15,0	Franco-arenosa	5,47	4,7



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'S' at the bottom.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nº	Código de muestreo	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Análisis textural	Materia orgánica total (%)	Cloruros asimilables (mg/kg)
57	SUE-PRIM 1	5,00	75,0	20,0	Franco-arenosa	10,40	94,0

Fuente: Informes de ensayo AGQ PERU S.A.C. N° SAA-17/01150, SAA-17/01151, SAA-17/01152, SAA-17/01153, SAA-17/01154, SAA-17/01313, SAA-17/1315, SAA-17/01311, SAA-17/01310 y SAA-17/01309.

575. Como se observa en la tabla anterior, en la zona geológica Formación Chambira, teniendo en cuenta los porcentajes indicados en la Tabla 8-4, en todos los puntos de muestreo se registró alto contenido de materia orgánica (> 4 %), a excepción del punto SUE-MACU 7 (3,84 %) cuyo contenido fue de nivel medio (2 % a 4 %).
576. La concentración de cloruros varió de 2,5 mg/kg a 14 mg/kg en 53 puntos de control, mientras que los puntos SUE-PRIM 1 (94 mg/kg), SUE-MACU 18 (93 mg/kg), SUE-MACU 16 (41 mg/kg) y SUE-MACU 1 (33 mg/kg), presentaron las mayores concentraciones de cloruros, lo que hace que su conductividad también sea mayor.
577. En la Tabla 10-30, se puede apreciar las proporciones porcentuales de las partículas minerales por punto de muestreo en la zona geológica Formación Ipururo, según las cuales los suelos son de textura gruesa, ya que los 25 puntos evaluados presentaron textura franco y franco arenosa. Al igual que en el caso anterior, esta estructura podría satisfacer las necesidades de las plantas.

**Tabla 10-30.** Resultados de análisis de textura, contenido de materia orgánica y cloruros en suelos de la zona geológica Formación Ipururo

Nº	Código de muestreo	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Análisis textural	Materia orgánica total (%)	Cloruros asimilables (mg/kg)
1	SUE-LANG 1	15,0	40,0	45,0	Franca	4,91	4,8
2	SUE-LANG 17	10,0	55,0	35,0	Franco-arenosa	5,85	4,3
3	SUE-LANG 18	15,0	45,0	40,0	Franca	7,65	3,6
4	SUE-PRIM 5	5,00	70,0	25,0	Franco-arenosa	3,36	4,8
5	SUE-PRIM 6	5,00	70,0	25,0	Franco-arenosa	4,30	3,6
6	SUE-PRIM 7	5,00	75,0	20,0	Franco-arenosa	7,66	4,1
7	SUE-PRIM 8	5,00	80,0	15,0	Areno franca	7,57	3,4
8	SUE-MACU 21	15,0	50,0	35,0	Franca	3,96	3,9
9	SUE-MACU 22	15,0	45,0	40,0	Franca	7,78	3,3
10	SUE-MACU 13	5,00	65,0	30,0	Franco-arenosa	7,96	5,3
11	SUE-MACU 14	5,00	70,0	25,0	Franco-arenosa	10,3	3,3
12	SUE-AGUAY 1	15,0	50,0	35,0	Franca	5,55	10,0
13	SUE-AGUAY 2	15,0	45,0	40,0	Franca	5,19	5,5
14	SUE-AGUAY 3	15,0	45,0	40,0	Franca	3,92	3,9
15	SUE-AGUAY 4	10,0	50,0	40,0	Franca	8,14	4,6
16	SUE-AGUAY 5	10,0	50,0	40,0	Franca	10,10	3,6
17	SUE-AGUAY 6	20,0	45,0	35,0	Franca	9,08	3,5
18	SUE-AGUAY 7	15,0	45,0	40,0	Franca	5,20	5,8
19	SUE-AGUAY 11	20,0	45,0	35,0	Franca	8,80	5,8
20	SUE-AGUAY 13	15,0	50,0	35,0	Franca	8,13	7,0
21	SUE-AGUAY 14	20,0	45,0	35,0	Franca	5,35	3,9
22	SUE-AGUAY 15	25,0	40,0	35,0	Franca	7,63	5,0
23	SUE-AGUAY 28	20,0	50,0	30,0	Franca	10,1	3,9



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



Nº	Código de muestreo	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	Análisis textural	Materia orgánica total (%)	Cloruros asimilables (mg/kg)
24	SUE-AGUAY 29	25,0	45,0	30,0	Franca	5,06	5,8
25	SUE-AGUAY 30	25,0	40,0	35,0	Franca	6,55	2,9

Informes de ensayo: AGQ PERU S.A.C. N° SAA-17/01150, SAA-17/01151, SAA-17/01152, SAA-17/01153, SAA-17/01154, SAA-17/01313, SAA-17/01316, SAA-17/1311, SAA-17/01310 y SAA-17/01309.

578. Según se observa, 22 puntos de muestreo presentan un nivel de contenido de materia orgánica alto (> 4%) y tres puntos de muestreo, SUE-PRIM 5, SUE-MACU 21 y SUE-AGUAY 3, consta de un contenido de nivel medio (2% a 4%).
579. La concentración de cloruros varió de 2,9 mg/kg a 10 mg/kg en los 25 puntos de control. En esta zona geológica no se encontraron valores de cloruros elevados con respecto a los otros puntos.
580. Dado que la evaluación se realizó en el área de influencia de un proyecto de explotación de petróleo, se tomó en cuenta la evaluación de las fracciones de hidrocarburos en áreas próximas donde se establecerán los componentes del proyecto.
581. La Tabla 10-31 muestra los puntos en los que las concentraciones de hidrocarburos superaron el valor del límite de detección empleado por el método de ensayo del laboratorio.

Tabla 10-31. Resultados del análisis de hidrocarburos en suelos

Código de muestreo	HTP (C6-C10) mg/kg PS	HTP (>C10-C28) mg/kg PS	HTP (>C28-C40) mg/kg PS
SUE-LAP 1	5,0	5,0	0,3
SUE-LAP 2	5,0	5,0	0,3
SUE-LAP 3	5,0	5,0	0,3
SUE-LAP 4	5,0	5,0	0,3
SUE-AGUAY 5	78,0	52,3	<0,3
<b>ECA SUELO USO AGRÍCOLA</b>	3 000	1 200	200

582. Como se puede observar, en ninguno de esos puntos se superaron los ECA para suelos de uso agrícola. Las concentraciones registradas podrían deberse a actividades antropogénicas como la agricultura, en las que se suelen usar algunos equipos que funcionan con combustibles fósiles.

#### 10.4.2. Evaluación y determinación del nivel de fondo (NF) y valor de referencia (VR)

583. El Anexo E5. Fichas estadísticas, comprende las tablas y figuras para la determinación del nivel de fondo y valor de referencia, las cuales fueron obtenidas mediante el análisis estadístico para cada elemento (metales y metaloides). En dichas tablas se detallan los datos estadísticos más resaltantes de la población muestral; mientras que los gráficos consisten en histogramas, diagramas de cajas y bigotes, así como, gráficos de normalidad.



B  
K  
D  
M  
A  
M  
S



584. En la Tabla 10-32 se presentan los resultados de los valores de nivel de fondo y valor de referencia, que fueron determinados según los procedimientos descritos en las secciones 8.4.3. y 8.4.4., referentes a los niveles de fondo y valores de referencia, respectivamente.

**Tabla 10-32.** Valores de nivel de fondo y valores de referencia de metales

Metales totales (mg/kg PS)	Área de muestreo de suelos			
	Formación Chambira (PN-ch)		Formación Ipururo (N-i)	
	Nivel de fondo	Valor de referencia	Nivel de fondo	Valor de referencia
Aluminio	16 149	22 251	15 657	21 990
Antimonio	0,276	0,635	0,206	0,521
Arsénico	4,976	8,897	5,895	9,529
Bario	173,3	375,9	125,5	281,1
Berilio	0,766	1,104	0,857	1,338
Bismuto	0,122	0,210	0,138	0,218
Boro	1,602	2,820	1,055	1,604
Cadmio	0,201	0,629	0,186	0,443
Calcio	9 287	47 280	11 401	31 295
Cerio	20,85	33,13	30,00	45,84
Cobalto	9,834	14,61	10,84	16,83
Cobre	13,11	38,28	10,15	15,89
Cromo	13,60	19,02	14,13	20,16
Estaño	0,495	0,879	0,440	1,099
Estroncio	25,48	67,61	20,57	33,60
Fósforo	261,7	377,2	261,0	365,7
Hierro	18 439	31 053	19 145	25 343
Litio	13,07	37,26	10,03	14,40
Magnesio	3 622	8 574	2 666	4 076
Manganeso	690,5	1 054	859,5	1 441
Mercurio	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Molibdeno	0,509	1,559	0,363	0,620
Níquel	12,17	18,00	10,81	16,18
Plomo	14,18	20,45	17,12	25,51
Plata	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Potasio	2 167	5 882	1 354	2 005
Selenio	1,427	2,217	1,708	2,698
Sodio	67,00	110,9	79,29	131,20
Talio	0,138	0,205	0,162	0,232
Titanio	33,65	101,0	25,35	54,06
Torio	2,532	8,266	3,397	6,030
Uranio	0,519	1,006	0,557	1,018
Vanadio	35,75	48,59	35,89	48,62
Wolframio	N.D.	N.D.	0,127	0,656
Zinc	47,23	73,86	45,00	67,50

N.D.: No determinado, dado que, los valores reportados por el laboratorio fueron inferiores al límite de cuantificación de su método de análisis por lo que no se puede realizar el análisis estadístico.

585. Como se observa cada formación geológica presenta valores de niveles de fondo diferentes entre sí para cada metal o metaloide evaluado, lo que puede deberse a los procesos de formación del suelo o a las actividades desarrolladas en este.



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

## 10.5. Flora silvestre

586. Los resultados de la evaluación arbórea, en las parcelas ubicadas en el caserío Aguaytillo y el centro poblado Macuya en el área de influencia del proyecto, relacionados a la composición y diversidad arbórea, índice de valor de importancia, biomasa y captura de carbono, son presentados en esta sección; haciendo la comparación entre las parcelas ubicadas en sitios: i) Fragmento de bosque primario, ii) Fragmento de bosque secundario y iii) Fragmento de bosque transformados para pastizales. Además, con la finalidad de fortalecer la distinción de la vegetación arbórea entre las parcelas evaluadas se presentan los métodos de los estadísticos multivariados utilizados en el presente estudio. Las fotografías se consignan en el Anexo F2. Registro fotográfico.

### 10.5.1. Composición y diversidad arbórea

587. La composición florística "arbórea" de las 15 parcelas ubicadas en el área de influencia del proyecto, corresponde a 1249 individuos arbóreos distribuidos taxonómicamente en 325 especies, 176 géneros y 57 familias. Las familias Fabaceae (185 individuos), Malvaceae (153), Urticaceae (125), Moraceae (100), Arecaceae (99), Euphorbiaceae (85), Rubiaceae (61), Meliaceae (39), Myristicaceae (30) y Lauraceae (26) fueron las que contaron con más individuos en las parcelas evaluadas. Para mayor detalle, el Anexo F3 presenta la lista de especies registradas en cada parcela; no obstante, la composición taxonómica de las parcelas ubicadas en el caserío Ascención de Aguaytillo y el centro poblado Macuya, se describe a continuación:

#### a) Caserío Ascención de Aguaytillo

588. La parcela FI-01, delimitada cerca al área que corresponde a la locación SA2X, correspondió a un fragmento de bosque primario (ver Tabla 9-27). En el mismo se presentó un total de 114 individuos arbóreos, los cuales se distribuyeron en 81 especies, 64 géneros y 31 familias. En esta parcela, las cinco familias con mayor número de individuos fueron: Fabaceae (11), Moraceae (10), Meliaceae (9), Malvaceae (8) y Arecaceae (6).

589. La parcela FI-02, delimitada cerca al área que corresponde a la locación SA2X, correspondió a un fragmento de bosque secundario en recuperación, presentando un total de 87 individuos arbóreos distribuidos en 20 especies, 17 géneros y 10 familias. Las familias Urticaceae (33), Malvaceae (27), Fabaceae (12), Hypericaceae (6) y Ulmaceae (4) presentaron el mayor número de individuos.

590. La parcela FI-04, delimitada cerca al área que corresponde a la locación SA2X y cercana al inicio de la línea de recolección, correspondió a un fragmento de bosque primario, en el que se registró un total de 117 individuos arbóreos, distribuidos en 74 especies, 59 géneros y 27 familias. Cabe precisar que las familias Moraceae (24), Fabaceae (17), Arecaceae (9), Malvaceae (7) y Salicaceae (7) presentaron el mayor número de individuos.

591. La parcela FI-05, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, consistió en un bosque descrito como fragmento de bosque secundario en recuperación, presentando un total de 84 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 27 especies, 24 géneros y 15 familias. Las cinco





familias con mayor número de individuos fueron: Fabaceae (19), Urticaceae (17), Sapindaceae (17), Malvaceae (11) y Boragiceae (6).

592. La parcela FI-7A, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección y ubicada paralela a esta, consistió en un bosque descrito como fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 108 individuos arbóreos distribuidos en 71 especies, 57 géneros y 27 familias. Cabe precisar que las familias Moraceae (17), Fabaceae (13), Arecaceae (8), Meliaceae (7) y Myristicaceae (7) presentaron el mayor número de individuos.

593. La parcela FI-7B, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección y ubicada perpendicular a esta y siguiendo el caudal de una quebrada temporal, correspondió a un fragmento de bosque primario, en el cual se registraron un total de 97 individuos arbóreos distribuidos en 58 especies, 50 géneros y 29 familias. Cabe precisar que las familias Moraceae (12), Arecaceae (11), Urticaceae (11), Malvaceae (9) y Fabaceae (8) presentaron mayor número de individuos.

594. La parcela FI-10, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, ubicada perpendicular y en el margen derecho de esta, correspondió a un fragmento de bosque primario, donde se registró un total de 113 individuos arbóreos distribuidos en 68 especies, 58 géneros y 28 familias. Las familias Moraceae (15), Fabaceae (15), Malvaceae (13), Rubiaceae (10) y Urticaceae (9) presentaron el mayor número de individuos.

#### b) Centro poblado Macuya

595. La parcela FI-15, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, y ubicada perpendicular y en el margen izquierdo de esta, siguiendo el lecho de un afluente del río Macuya, consistió en un fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 80 individuos arbóreos distribuidos en 51 especies, 43 géneros y 24 familias. Las familias Arecaceae (18), Fabaceae (9), Malvaceae (9), Putranjivaceae (8) y Moraceae (5) fueron las que presentaron mayor número de individuos.

596. La parcela FI-17, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, ubicada paralela y al margen izquierdo de ésta, siguiendo el lecho de un afluente del río Macuya, correspondió a un fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 108 individuos arbóreos distribuidos en 53 especies, 46 géneros y 22 familias. Las familias Fabaceae (30), Arecaceae (16), Malvaceae (14), Polygonaceae (8) y Moraceae (6) presentaron el mayor número de individuos.

597. La parcela FI-18A, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, en el tramo ubicado entre la locación LA1X y el sistema de carga de cisternas, perpendicular y al margen izquierdo de la línea de recolección, siguiendo el lecho de un afluente del río Macuya, consistió en un fragmento de bosque transformado para pastizales, donde se registró un total de 41 individuos arbóreos distribuidos en 17 especies, 14 géneros y 11 familias. Las familias Euphorbiaceae (14), Fabaceae (7), Malvaceae (5), Anacardiaceae (4) y Boraginaceae (4) presentaron el mayor número de individuos.



Handwritten signature and initials in blue ink, including 'D', 'y', 'A', and 'H'.



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

598. La parcela FI-18B, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, en el tramo ubicado entre las locaciones LA3X y LA1X dicha línea, siguiendo el lecho de un afluente del río Macuya, correspondió a un fragmento de bosque transformado para pastizales, en el que se registró un total de 62 individuos arbóreos, distribuidos en 23 especies, 20 géneros y 15 familias. Las familias Euphorbiaceae (20), Malvaceae (9), Anacardiaceae (6), Fabaceae (5) y Annonaceae (4) presentaron el mayor número de individuos.
599. La parcela FI-19A, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, en el tramo ubicado entre la locación LA1X y el sistema de carga de cisternas, paralelo y al margen izquierdo de dicha línea, siguiendo el lecho de un afluente temporal, consistió en un bosque descrito como fragmento de bosque transformado para pastizales, en el cual se registró un total de 22 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 7 especies, 7 géneros y 6 familias. Las familias Fabaceae (7), Urticaceae (7), Rubiaceae (5), Arecaceae (2) y Euphorbiaceae (1) fueron quienes presentaron el mayor número de individuos.
600. La parcela FI-19B, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, en el tramo ubicado entre la locación LA1X y el sistema de carga de cisternas, paralelo y al margen izquierdo de la línea, siguiendo el lecho de un afluente temporal, correspondió a un bosque descrito como fragmento de bosque transformado para pastizales, en el cual se registró un total de 22 individuos arbóreos distribuidos en 7 especies, 7 géneros y 6 familias. Las familias Fabaceae (7), Urticaceae (7), Rubiaceae (5), Arecaceae (2) y Euphorbiaceae (1) presentaron el mayor número de individuos.
601. La parcela FI-23, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, en el tramo ubicado entre la locación LA3X y el límite entre el departamento de Ucayali y Huánuco, perpendicular y al margen izquierdo de dicha línea, correspondió a un fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 92 individuos arbóreos distribuidos en 47 especies, 43 géneros y 22 familias. Las familias Malvaceae (20), Rubiaceae (11), Euphorbiaceae (10), Arecaceae (10) y Urticaceae (9) presentaron el mayor número de individuos.
602. La parcela FI-24, delimitada cerca al área que corresponde a la línea de recolección, cercano a la locación LA3X, paralelo al río Macuya y al margen izquierdo de dicha línea, consistió en un fragmento de bosque de ribera secundario, en él se registró un total de 85 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 43 especies, 37 géneros y 18 familias. Las familias Fabaceae (16), Malvaceae (15), Euphorbiaceae (14), Urticaceae (14) y Arecaceae (6) presentaron el mayor número de individuos.
603. En la Figura 10-68 se presenta el número de especies (riqueza) e individuos por parcela evaluada. De acuerdo con esta figura, las parcelas de los fragmentos de bosque primarios, fueron más abundantes y ricos en especies respecto a las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque secundario y los transformados para pastizales.





PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

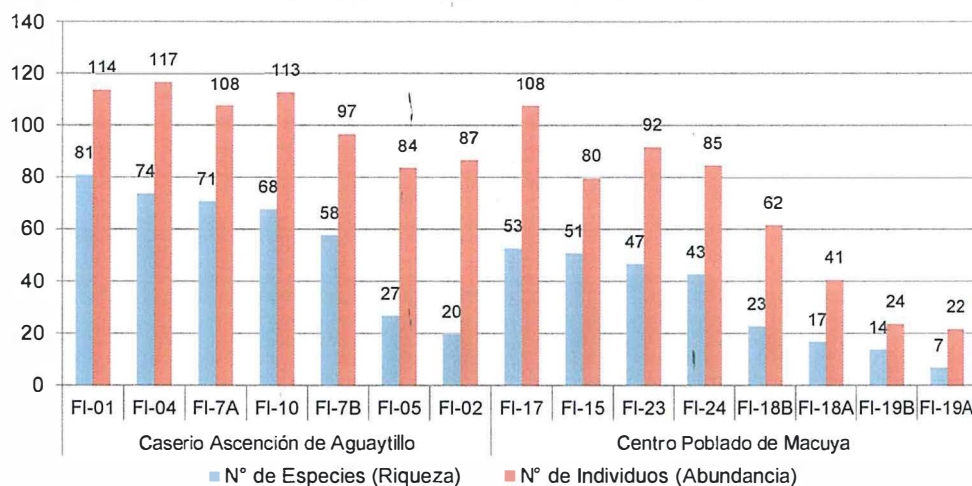


Figura 10-68. Riqueza y abundancia en las parcelas



604. Asimismo, de acuerdo con la Figura 10-68 las parcelas ubicadas el área de influencia del proyecto, correspondientes a los departamentos de Ucayali (caserío de Ascención de Aguaytillo – 7 parcelas) y Huánuco (centro poblado Macuya – 8 parcelas) presentaron un patrón gradual sobre la riqueza y abundancia de especies, debido principalmente al tipo de fragmento de bosque evaluado (entre ellos, fragmento de bosque primario, fragmento de bosque secundario y fragmento de bosque transformado para pastizales), cuyas especies han sufrido un recambio gradual en su dinámica, basado en las condiciones que este tipo de ambientes les ofrece.

605. Es así que, para las parcelas ubicadas en el caserío Ascención de Aguaytillo; FI-01, FI-04, FI-7A y FI-10 son los fragmentos mejor conservados y más diversos, en ellas se registran especies como; *Pseudolmedia laevis*, *Otoba parvifolia*, *Iriartea deltoidea* y *Pentagonia parvifolia* entre otras, seguida de FI-7B y FI-05 que tienen influencia de cuerpos de agua (quebradas) con las especies *Otoba parvifolia*, *Inga edulis*, *Cupania cinerea*, *Matisia cordata*, *Ochroma pyramidale* e *Iriartea deltoidea* entre otras y la parcela FI-02 en su mayoría conformada por las especies como; *Cecropia multiflora*, *Apeiba tibourbou*, *Inga edulis*, *Vismia floribunda* y *Ochroma pyramidale*, que son principalmente especies de bosque secundario en recuperación (ver Anexo F3). Por otro lado, las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque cercano al centro poblado Macuya (en Huánuco) presentan un patrón similar, aunque menos abundantes y ricos en especies, donde las parcelas FI-17, FI-15, FI-23 y FI-24 son las relativamente mejor conservadas, todas ellas con algún grado de influencia de pequeños ríos y quebradas, donde las principales especies son *Attalea cephalotes*, *Acacia paniculata*, *Lonchocarpus glabrescen*, *Matisia cordata* y *Poulsenia armata*, seguidas del grupo de parcelas 18B, 18A, 19B y 19A las cuales tienen una composición arbórea reducida entre ellas, *Croton lechleri*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin*, *Hura crepitans* y *Acalypha diversifolia* entre otras, fragmentos de bosque que están asociados a pequeños cuerpos de agua y rodeado principalmente de amplios pastizales.

606. La Figura 10-69 presenta la dispersión de los individuos arbóreos en las parcelas evaluadas en el caserío Ascención de Aguaytillo, en consecuencia, muestra la



abundancia de individuos arbóreos en cada parcela. De acuerdo con esta figura, la abundancia de individuos arbóreos en los bosques fragmentados mejor conservados (FI-01, FI-04, FI-7A y FI-10) son más densos y abundantes, varía gradualmente en las parcelas menos conservadas (FI-7B, FI-05 y FI-02). Esta diferenciación entre las parcelas concuerda con los resultados mostrados en la Figura 10-68, donde se observa que la vegetación arbórea en la parcela FI-01, FI-04, FI-7A y FI-10 es más abundante que las parcelas FI-7B, FI-05 y FI-02.

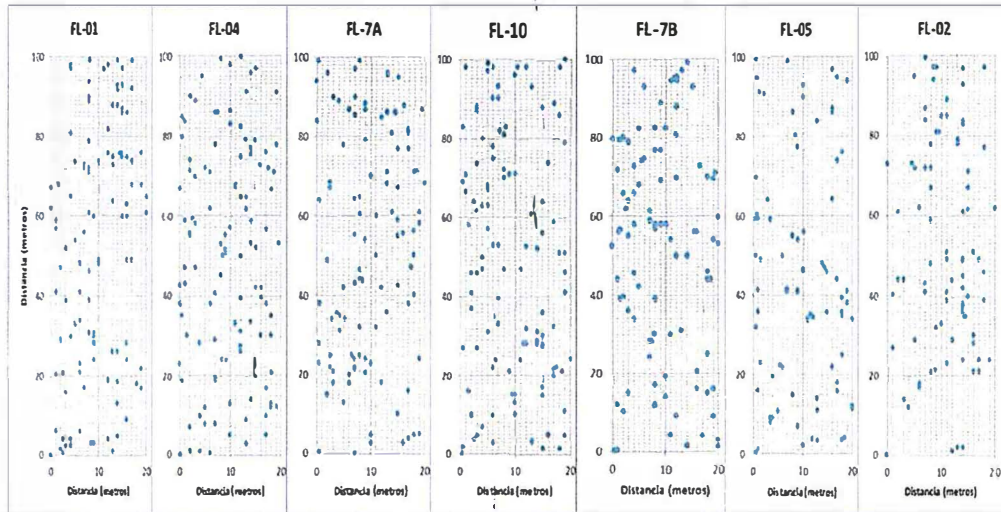


Figura 10-69. Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas del Caserío Ascención de Aguaytillo

607. A continuación se presenta la dispersión de los individuos arbóreos en las parcelas evaluadas en el centro poblado de Macuya en el departamento de Huánuco. De acuerdo con esta figura, la abundancia de individuos arbóreos en los bosques fragmentados mejor conservados (FI-17, FI-15, FI-23 y FI-240) son más densos y abundantes, varía gradualmente en las parcelas menos conservadas (FI-18B, FI-18A, FI-19B y FI-19A). Esta diferenciación entre las parcelas concuerda con los resultados mostrados en la Figura 10-68, donde se observa que la vegetación arbórea en la parcela mejor conservadas es más abundante en relación con las parcelas FI-18B, FI-18A, FI-19B y FI-19A que están ubicadas en fragmentos dominado por pastizales (ver Figura 10-68).

MONITOREO Y VIGILANCIA  
V.O.B.  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Handwritten signature and vertical text on the left margin.

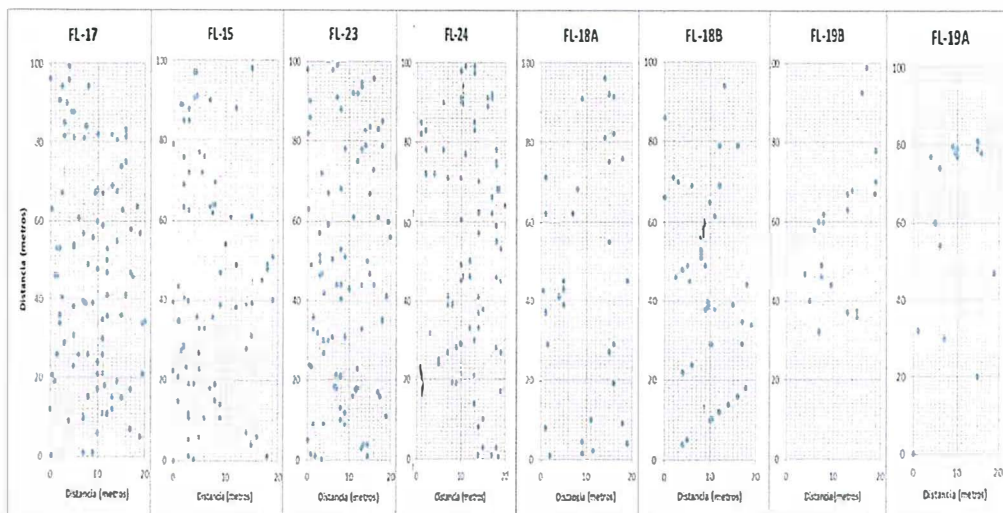


Figura 10-70. Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas del centro poblado Macuya



- 608. De acuerdo con los resultados del índice de diversidad presentados en la Figura 10-71, existe diferenciación entre los valores correspondientes a las parcelas de cada localidad: Por ejemplo, en la jurisdicción del caserío de Ascención de Aguaytillo la parcela FI-01 es la más diversa, seguida de FI-04, FI-7A y FI-10 principalmente porque estos fragmentos de bosque están mejor conservados respecto a las parcelas FI-7B, FI-05 y FI-02, siendo estas dos últimas, los fragmentos de bosque menos conservados.
- 609. En relación con las parcelas del centro poblado Macuya del departamento de Huánuco, la diversidad en las parcelas responden de forma similar al caso anterior; es decir, las parcelas en los fragmentos mejor conservados FI-17, FI-15, FI-23 y FI-24 registran una mayor diversidad con respecto a las otras parcelas menos conservadas. Este resultado concuerda con lo presentado en la Figura 10-68, donde la cantidad de especies e individuos en los sitios mejor conservados es muy superior al de los menos conservados.

*[Handwritten signature]*

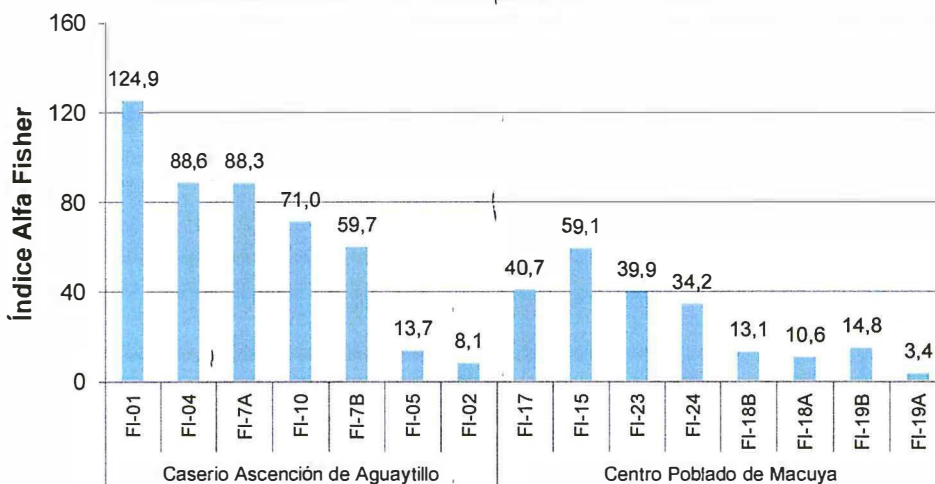


Figura 10-71. Diversidad arbórea según el índice de diversidad Alfa Fisher en las parcelas en el caserío Ascención de Aguaytillo y el centro poblado Macuya

### 10.5.2. Índice de Valor de Importancia (I.V.I)

- 610. 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 veinte especies arbóreas más importantes de la comunidad vegetal evaluada en cada localidad se presentan en la Figura 10-72. Para mayor detalle, la información completa del I.V.I se presenta en el Anexo C.
- 611. De acuerdo con la Figura 10-72 dentro de las 20 especies ecológicamente más importantes en el caserío Aguaytillo, se encuentran aquellas que pueden desarrollarse con facilidad en estos fragmentos de bosque, entre ellos especies de rápido crecimiento y que soportan sitios perturbados, tales como: *Cecropia multiflora* (Cetico), *Ficus sp* (ojé), *Matisia cordata* (Zapote) e *Inga edulis* (guaba).
- 612. Asimismo, en estos fragmentos de bosque también se encuentran especies importantes característico de bosque primario entre ellos destacan: *Pseudolmedia laevis* (chimicua), *Iriartea deltoidea* (Chonta), *Caryocar glabrum* (almendro), *Brossimum alicastrum* (manchinga), *Pentagonia parviflora*, *Otoba parviflora* y *Chrysophyllum venezuelanense* (Kumala), entre otras de menor importancia que se detalla en el Anexo F3.



Handwritten signature and initials in blue ink.

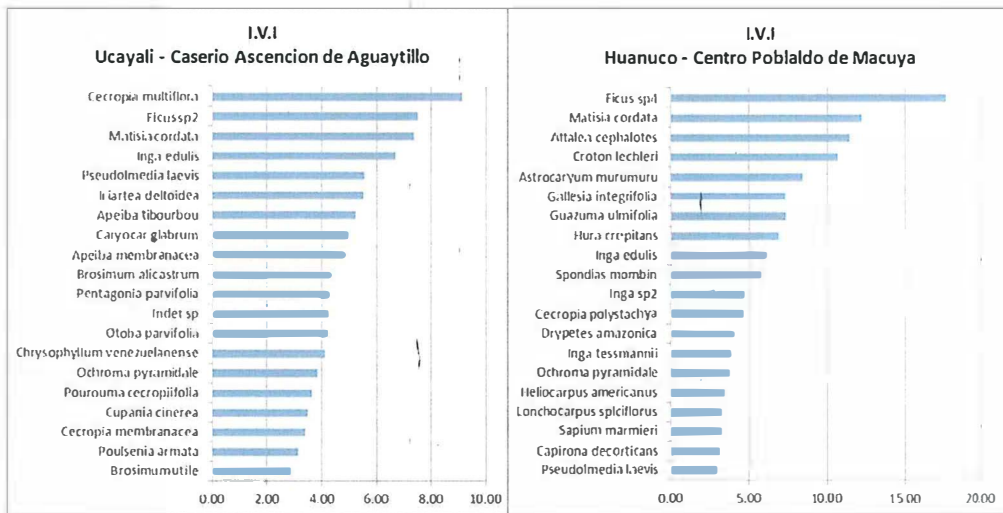


Figura 10-72. I.V.I. en el caserío Ascención de Aguaytillo y centro poblado Macuya

613. Por otro lado, de acuerdo con la figura anterior, dentro de las 20 especies de mayor valor de importancia en las parcelas del centro poblado Macuya, coinciden con lo reportado en el caserío Ascención de Aguaytillo, donde también registra una mixtura de especies de bosques fragmentados, entre ellas *Ficus sp4* (ojé), *Matisia cordata* (zapote), *Croton lechleri* (sangre de grado), *Guazuma ulmifolia*, *Cecropia polystachya* (cetico) y *Ochroma pyramidale* (palo balsa) como las especies de rápido crecimiento, así mismo las especies *Attalea cephalotes* (Shevon), *Gallesia integrifolia* (ajos kiro), *Hura crepitans* (catahua), *Spondias mombin* (Ubos), *Capirona decorticans* (capirona) y *Pseudolmedia laevis* (chimicua) como especies de bosque primario.

### 10.5.3. Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas

614. La Figura 10-73 presenta la biomasa y captura de carbono calculados a partir de las especies arbóreas determinadas en cada parcela evaluada (ver Anexo F3). Al respecto, los resultados indican que la parcela ubicada en fragmento de bosque primario presenta mayor biomasa y en consecuencia, mayor captura de carbono con respecto de las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque secundario en recuperación y transformados para pastizales.



Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'EP', 'K', and several vertical initials.

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

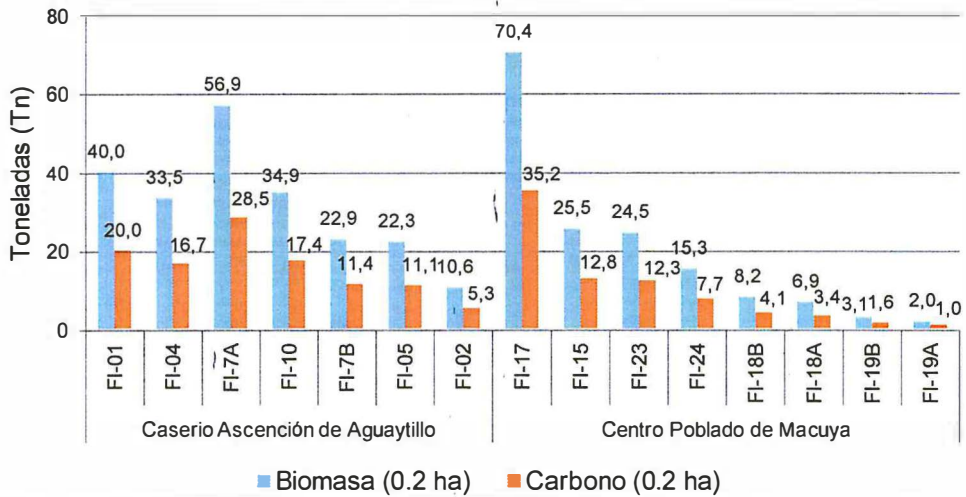


Figura 10-73. Biomasa en las parcelas del caserío Ascención de Aguaytillo y el centro poblado Macuya

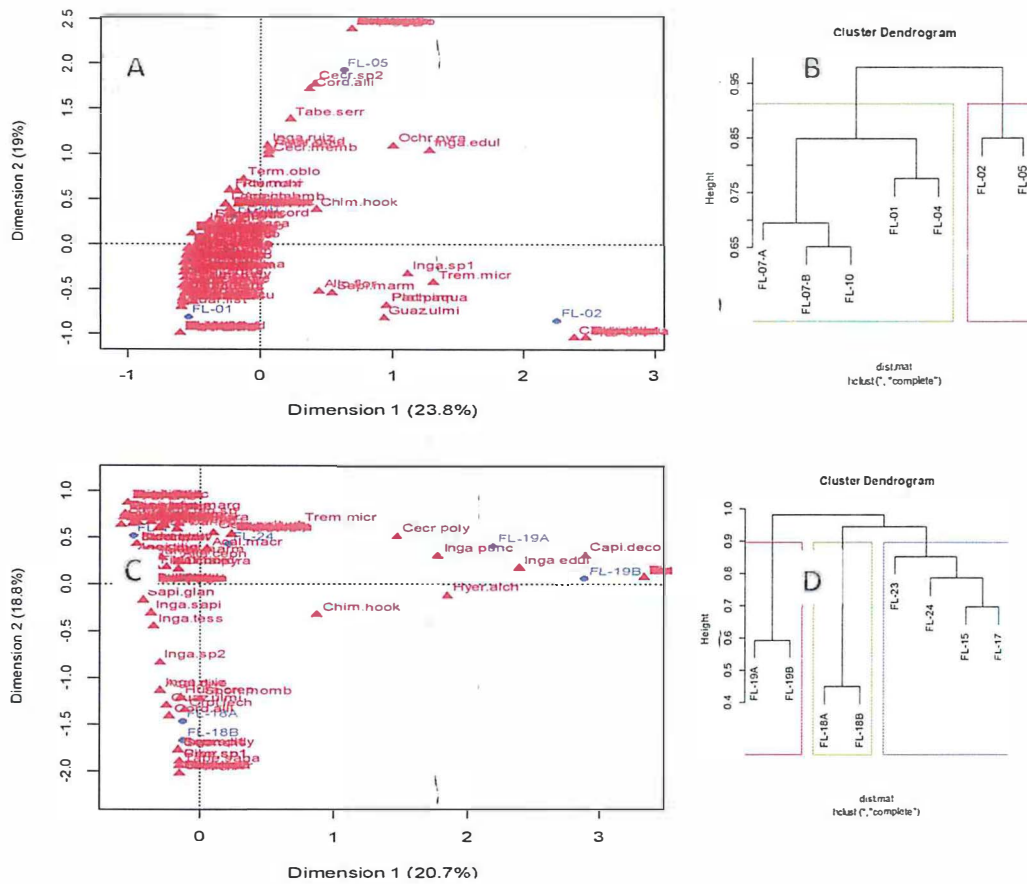


615. De acuerdo con la figura anterior, en cuanto al cálculo de biomasa expresado en Tn/0.2 ha, las parcelas en fragmentos de bosque primario en el caserío Aguaytillo acumulan en promedio 41,3 Tn /0.2 ha calculado a partir de (56,9; 40,0; 33,5 y 28,5 Tn/0.2 ha); en cambio, las parcelas en los fragmentos de bosque secundario y bosques transformado para pastizales eritre 22,9 y 10,6 Tn/0.2 ha y en promedio 18,6 Tn/0.2 ha (calculado a partir de 22,9; 22,3 y 10,6 Tn/0.2 ha), mientras que las parcelas en el centro poblado Macuya, las parcelas en los fragmentos de bosque primario acumulan en promedio 40,2 Tn/0.2 ha (calculado a partir de 70,4; 25,5 y 24,5Tn/0.2 ha), sin embargo es importante detallar que, las 70,4 Tn/0.2 ha estimada para la parcela FI-17, está influenciada principalmente por la presencia de dos especies; *Ficus sp4* y *Gallesia integrifolia*, las cuales presentan diámetro y altura considerable (ver Anexo D). Teniendo en cuenta los promedios de biomasa para las parcelas en los fragmentos de bosque primario (41,3 Tn/0.5 ha) y secundario (28,55 Tn/0.5 ha) en el caserío Ascención de Aguaytillo, y 40,2 Tn/0.2 ha en fragmento de bosque primario del centro poblado Macuya, la estimación de las 7,1 Tn/0.2 ha reportados para los fragmentos de bosque transformado para pastizales (calculado a partir de 15,3; 8,2; 6,9; 3,1 y 2,0 Tn/0.2 ha), reportan que estos fragmentos son los que capturan menos biomasa en todo el proyecto.

616. Considerando que la captura de carbono corresponde al 50 % de biomasa, la diferencia de captura de carbono en las parcelas en ambas localidades es proporcional a lo calculado para biomasa. En este sentido, las parcelas en los fragmentos de bosque primario capturan en promedio más carbono respecto del promedio de las parcelas en fragmentos de bosque secundario y fragmentos de bosque transformado para pastizales, respectivamente.

• **Análisis multivariado**

617. El análisis multivariado de correspondencia (ca) e índice de similitud Bray Curtis (clúster) mostrado en la Figura 10-74, permite observar la presentación de las 15 parcelas evaluadas en un plano espacial, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies debidamente diferenciada para cada localidad (ver Figura 10-74 y Anexo F). De este análisis, se observa que el tipo de bosque para del área de influencia del proyecto en ambas localidades (Ascensión de Aguaytillo y Macuya) es de tipo fragmentado, cada una con características particulares que describen su dinámica en el tiempo.



**Figura 10-74.** Análisis de correspondencia (A y C) y de similitud bray curtis (B y D) en el caserío Ascensión de Aguaytillo (A y B) y el centro poblado Macuya (C y D)

618. De acuerdo con la Figura 10-74, los estadísticos usados (análisis de correspondencia y similitud Bray Curtis) muestran que la composición florística de cada parcela es diferente y forman grupos independientes como en el caso de las Figuras A y B en el caserío Ascension de Aguaytillo, donde las parcelas FI-05 y FI-02 están alejadas del conglomerado que formaron las parcelas FI-7A, FI-7B, FI-10 y FI-01 con FI-04, siendo estas dos últimas parcelas los fragmentos de bosque mejor conservados respecto de las otras parcelas; de modo contrario, las parcelas FI-05 y FI-02 son los fragmentos de bosque secundario, cada una con especies típicas de bosque en transición, razón por la cual también se presentan distantes en la Figura A. Similar comportamiento ocurre en el sector del centro poblado Macuya (Figura B y C), donde las parcelas FI-23, FI-24, FI-15 y FI-17 forman el



Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'D', 'K', 'D', 'M', 'S', and 'A'.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

grupo de los fragmentos de bosque mejor conservados "primarios", respecto a las parcelas FI-19A, FI-19B y FI-18A con FI-18B, como los grupos de parcelas menos conservadas (fragmentos de bosque transformado para pastizales). En este sentido, el análisis de correspondencia permitió observar una diferenciación de las parcelas evaluadas a partir del tipo de fragmento de bosque evaluado, donde la composición de especies arbóreas presentes en ellas es diferente.

#### 10.5.4. Especies presentes en alguna categoría de protección

619. Las especies determinadas en la evaluación de flora que se encuentran en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 10-33. En dicha tabla, se indica que en la evaluación de las 15 parcelas del área de influencia del proyecto, se ha registrado un total de 35 especies que están al menos en alguna categoría de amenaza, ya sea nacional o internacional

**Tabla 10-33.** 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(1)	UINC2015(1)	Libro Rojo(1)
<i>Amburana cearensis</i>	VU	VU	EN	-
<i>Annona deminuta</i>	-	-	VU	NT
<i>Astrocaryum murumuru</i>	-	-	LC	-
<i>Calyptanthes densiflora</i>	-	-	DD	-
<i>Caryocar amygdaliforme</i>	-	-	EN	-
<i>Cecropia multiflora</i>	-	-	NT	-
<i>Ceiba pentandra</i>	VU	NT	-	-
<i>Clarisia biflora</i>	-	NT	-	-
<i>Clarisia racemosa</i>	VU	NT	-	-
<i>Copaifera reticulata</i>	NT	-	-	-
<i>Cordia alliodora</i>	-	-	LC	-
<i>Diplotropis purpurea</i>	-	-	LC	-
<i>Eugenia longicuspis</i>	-	-	VU	CR, B1ab(iii)
<i>Eugenia schunkei</i>	-	-	VU	-
<i>Guarea cristata</i>	-	-	VU	-
<i>Guarea pubescens</i>	-	-	NT	-
<i>Guatteria dura</i>	-	-	NT	-
<i>Guatteria liesneri</i>	-	-	NT	-
<i>Helicostylis tomentosa</i>	-	-	LC	-
<i>Inga marginata</i>	-	-	LC	-
<i>Inga punctata</i>	-	-	LC	-
<i>Inga sapindoides</i>	-	-	LC	-
<i>Iriartea deltoidea</i>	-	-	LC	-
<i>Licaria pucherii</i>	-	-	-	EN, B1ab(iii)
<i>Mangifera indica</i>	-	-	DD	-
<i>Manilkara bidentata</i>	VU	VU	-	-
<i>Maytenus macrocarpa</i>	NT	NT	-	-
<i>Nectandra yarinensis</i>	-	-	DD	VU, B1a+2a
<i>Ormosia coccinea</i>	VU	-	-	-
<i>Pouteria furcata</i>	-	-	VU	-
<i>Protium pittieri</i>	-	-	VU	-
<i>Tabebuia serratifolia</i>	-	VU	-	-
<i>Terminalia Amazonia</i>	NT	-	-	-



Handwritten vertical text: E, K, D, Y, M, A, Y, S



Especies	RM-0505-2016 MINAGRI	DS-043-AG(1)	UINC2015(1)	Libro Rojo(1)
<i>Virola flexuosa</i>	NT	-	-	-
<i>Vochysia lomatophylla</i>	NT	-	-	-

(1) 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).  
- No aplica, no corresponde.

620. La norma vigente de categorización de especies amenazadas de flora silvestre<sup>49</sup> determina que las especies *Amburana cearensis*, *Ceiba pentandra*, *Clarisia biflora*, *Clarisia racemosa*, *Manilkara bidentata*, *Maytenus macrocarpa* y *Tabebuia serratifolia* se encuentran en alguna categoría de clasificación (ver Tabla 10-33). Cabe resaltar que en la propuesta de lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas<sup>54</sup>, se incrementan las especies *Vochysia lomatophylla*, *Virola flexuosa*, *Terminalia Amazonia* y *Copaifera reticulata* con la categoría de casi amenazado (NT), *Ormosia coccinea* con la categoría (VU); además, recategoriza a las especies *Clarisia racemosa* y *Ceiba pentandra* de categoría casi amenazada (NT) a vulnerable (VU). 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. Asimismo, es importante destacar que las especies detalladas en la Tabla 10-33 indicarían que, aunque no están necesariamente amenazada de extinción, podrían llegar a estarlo; en consecuencia, es considerada como vulnerable o potencialmente amenazada. Esta condición se debería al 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.

621. Todas las especies mencionadas en la Tabla 10-33, 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: *Manilkara bidentata* (Sapotaceae), *Ormosia coccinea*, *Copaifera reticulata* y *Amburana cearensis* (Fabaceae), *Clarisia racemosa* y *Clarisia biflora* (Moraceae) y *Ceiba pentandra* (Malvaceae). 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. Es importante tener en consideración que, el evitar y prevenir desastres que aumenten la degradación de estos suelos, facilitaría la regeneración natural de estos bosques. Asimismo, la reducción del área forestal por actividades antrópicas o implementación de proyectos que no tengan planes de mitigación adecuados, que vayan acorde con la protección y conservación de estos bosques aumentaría la vulnerabilidad de estas especies.

<sup>54</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".

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VORO  
DIRECCION DE EVALUACION

D  
K  
D  
y  
M  
A  
M  
P

### 10.5.5. Especies arbóreas útiles dentro del área que corresponde al área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131

622. De las 325 especies registradas en la presente evaluación se reporta un total de 84 especies de flora que son empleados al menos una vez por los pobladores locales (ver Figura 10-75). Los usos de estas especies fueron clasificadas en 11 categorías (maderable para "construcción", medicinal, alimenticio, artesanal, forrajero, cerco vivo, ornamental, tintorio, ponzoñoso, biocida y místico en el aspecto "religioso"). Los habitantes de la zona y alrededores del área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 usan frecuentemente estas especies en su quehacer cotidiano empleando de manera costumbrista y folklórica estas especies para alimentarse, tratamiento de ciertas dolencias; como material de construcción de sus viviendas, recurso para la elaboración de artesanías, herramientas, armas u otras.

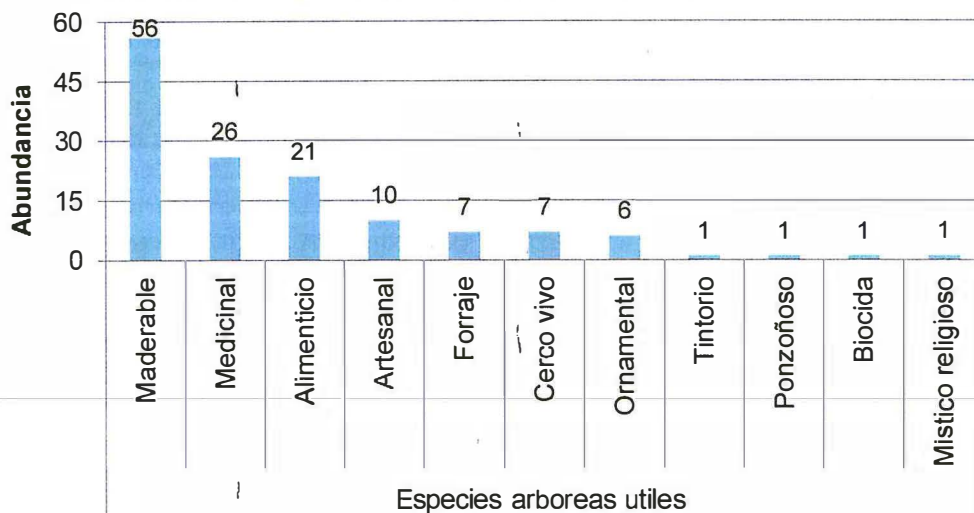


Figura 10-75. Utilidad de las especies registradas en la evaluación de flora silvestre

623. De las 84 especies útiles registradas en esta evaluación, 56 especies tienen fines maderables o para construcción. Entre las más importantes se tiene a: *Copaifera reticulata*, *Terminalia amazonica*, *Diptotropis purpurea*, *Guazuma crinita*, *Ochroma pyramidale*, *Otoba parvifolia*, *Pouteria trilocularis*, *Tabebuia serratifolia*, *Virola calophylla*, *Tetragastris panamensis*, *Terminalia Amazonia*, entre otros; cabe resaltar que en esta categoría están registradas las especies con fines maderables así como las especies que alguna de sus partes anatómicas son aprovechadas para usarlas en construcción; por ejemplo las hojas de algunas *Arecaceae* como *Phytelephas sp.*, *Attalea cephalotes* o *Euterpe precatoria* que son usados como cobertores o techos de las viviendas locales. El empleo medicinal de las especies registradas es el segundo grupo con mayor uso (26 especies) entre las más importantes *Copaifera reticulata*, *Croton lechleri*, *Euterpe precatoria*, *Ficus insípida*, *Hura crepitans*, *Maytenus macrocarpa*, *Piper aduncum* entre otros. Mientras que el uso con fines alimenticios está representado por 21 especies, siendo el tercer uso más importante registrado, con especies como *Bactris gasipaes*, *Caryocar amygdaliforme*, *Euterpe precatoria*, *Inga spp.*, *Matisia cordata*, *Oenocarpus bataua*, entre otras. Además, se ha registrado 11 especies con fines artesanales como *Astrocaryum chambira*, *Genipa americana*, *Ormosia coccinea*,



Handwritten signature and initials: K P y M A M S

*Phytelephas sp.*, *Tabebuia serratifolia*, entre otras; las diferentes partes anatómicas de la planta (tronco, semillas, hojas, corteza, flor) son usados por los pobladores locales para la elaboración de herramientas, bisutería, etc. El detalle de los usos y descripción de las especies están en el Anexo F3.

**10.6. Fauna silvestre**

**10.6.1. Mamíferos**

624. A continuación, se presenta el análisis de los resultados de la evaluación de mamíferos, realizada con la metodología explicada previamente.

**10.6.1.1. Censos de mamíferos**

625. El esfuerzo total de muestreo, fue de ocho días distribuidos en uno y dos días por transecto sumando 38:30 horas-censo y una cobertura de 27 680 km (ver Tabla 10-34).

**Tabla 10-34.** Esfuerzo de muestreo en la evaluación por censos de mamíferos grandes en el yacimiento Corrientes

Localidad	Transectos	N° de días invertidos	N° de censos	Fecha	Horas censadas		Cobertura (km)
					Inicio	Final	
Aguaytillo	1	2	2	14/02/2017	08:00	14:00	1,84
				15/03/2017	09:00	13:30	1,84
Aguaytillo, anexo Selva alegre	2	2	2	15/02/2017	09:00	13:30	3,96
				24/03/2017	06:00	15:00	3,96
Macuya	3	1	1	16/02/2017	11:00	14:00	1,52
	4	2	2	17/02/2017	10:20	13:20	3,65
	5	1	1	18/02/2017	10:30	18:00	10,91
<b>Total</b>		8	8				27,68



*[Handwritten initials]*

*[Handwritten vertical text: D, 4, M, A, M, S]*

626. Producto de este esfuerzo se lograron registrar 18 especies de mamíferos mayores (ver Tabla 10-34), donde la mayor cantidad de registros ocurrió en los transectos N° 1 y N° 2 ubicados en los alrededores de la locación SA2X y la vía de recolección del oleoducto en el anexo Selva Alegre. En este sitio se lograron registrar 13 especies de mamíferos, habiéndose observado directamente el mono fraile (*Saimiri boliviensis boliviensis*) y el pichico (*Leontocebus weddelli weddelli*), que presentaron mayores valores en términos de índice de abundancia.

627. En este transecto también se tienen los únicos registros de nutria (*Lontra longicaudis*), tigrillo (*Leopardus pardalis*), achuni mama (*Procyon cancrivorus*) y venado colorado (*Mazama americana*).

628. En áreas contiguas a la locación LA3X se registró una manada de cuatro individuos adultos del primatē mediano *Sapajus macrocephala*, conocido localmente como mono negro, alimentándose de frutos de níspero (*Bellucia pentámera*) en el momento de la observación, encontrándose en el borde de un bosque alto, en una transición entre bosque primario y secundario.

629. De manera casual, el equipo de flora silvestre del OEFA resgistró una manada de al menos cinco individuos del mono huapo negro (*Pithecia inusta*) alimentándose

en la parte más alta de un parche de bosque primario en la carretera de ingreso a la locación LA3X.

630. De acuerdo con los datos registrados en el censo por transectos, se determinaron 18 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 54 (ver Figura 10-76 y Tabla 10-35).

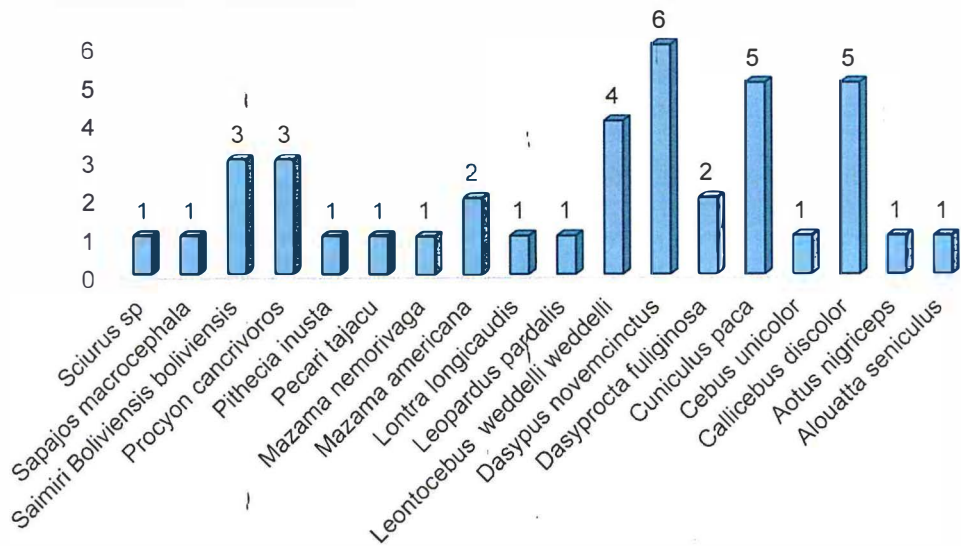


Figura 10-76. Especies de mamíferos silvestres registrados en los censos por transectos

• **Índices de ocurrencia y abundancia de las especies registradas en los censos de mamíferos**

631. 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 10-35.

Tabla 10-35. Índices de ocurrencia y abundancia de las especies de fauna silvestre

Localidad	Nombre común	Especie	Tipo de registro	Índice de Ocurrencia (IO)	Índice de Abundancia (IA)
Ascensión de Aguaytillo	Ardilla	<i>Sciurus sp</i>	Od	10	10
	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	Ma, Hu, Ca, Ca	4,5,4,4	17
	Carachupa	<i>Dasyprocta novemcinctus</i>	Ca, Ma, Ma, Ma, Ca	4,4,4,4,4	20
	Mono blanco	<i>Cebus unicolor</i>	Os	5	5
	Añuje	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Co, Hu	4,5	9
	Pichico	<i>Leontocebus weddelli weddelli</i>	Od, Od, Od	10,10,10	30
	Musmuqui	<i>Aotus nigriceps</i>	Od	10	10
	Tocon	<i>Callicebus discolor</i>	Od, Vo	10,5	15
	Venado colorado	<i>Mazama americana</i>	Hu	5	5
	Nutria	<i>Lontra longicaudis</i>	Hu	5	5



Handwritten signatures and initials in blue ink.



Localidad	Nombre común	Especie	Tipo de registro	Índice de Ocurrencia (IO)	Índice de Abundancia (IA)
Anexo Selva Alegre	Mono fraile	<i>Saimiri boliviensis boliviensis</i>	Od, Od	10,10	20
	Tocon	<i>Callicebus discolor</i>	Od, Vo	10,5	15
	Achuni mama	<i>Procyon cancrivorus</i>	Hu, Hu	5,5	10
	Venado colorado	<i>Mazama americana</i>	Hu	5	5
	Mono coto	<i>Alouatta seniculus</i>	Vo	5	5
	Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>	He	4	4
Macuya	Carachupa	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Ca	4	4
	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	Hu	4	4
	Tocon	<i>Callicebus discolor</i>	Vo	5	5
	Sajino	<i>Pecari tajacu</i>	Ba	5	5
	Pichico	<i>Leontocebus weddelli weddelli</i>	Od	10	10
	Venado cenizo	<i>Mazama nemorivaga</i>	Hu	5	5
	Achuni mama	<i>Procyon cancrivorus</i>	Hu	5	5
	Huapo negro	<i>Pithecia inusta</i>	Od	10	10
	Mono negro	<i>Sapajos macrocephala</i>	Od	10	10
	Mono fraile	<i>Saimiri boliviensis boliviensis</i>	Od	10	10

Od: observación directa; Hu: Huella; Ca: Camino; Ma: madriguera; Os: osamenta; Vo: Vocalización; He: Heces

632. De acuerdo con la tabla anterior, las especies con mayor presencia en el área de estudio se registraron en el transecto N°1, siendo el pichico (*Leontocebus weddelli weddelli*) seguido de la carachupa (*Dasybus novemcinctus*) los que presentaron mayores valores en términos de índice de abundancia.

#### 10.6.1.2. Evaluación mediante las cámaras-trampa

633. El esfuerzo total de muestreo en el área de influencia del proyecto fue de 827 días-cámara, producto de este esfuerzo se obtuvieron 637 registros independientes de fauna silvestre entre fotos y videos. Es preciso indicar, que aunque el objetivo fue registrar mamíferos, también se fotografiaron aves y reptiles, aunque no forman parte del presente análisis.

- **Riqueza y composición de especies para el área de estudio**

634. Como resultado de las evaluaciones con cámaras ubicadas en el área de de interés, se lograron registrar 21 especies de mamíferos (grandes y medianos), ver en la Tabla 10-36.



*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*



Tabla 10-36. Riqueza y composición de mamíferos registrados por las cámaras trampa

Familia	Nombre común	Especies	Registros independientes por Comunidad	
			Ascensión de Aguaytillo	Macuya
Aotidae	Musmuqui	<i>Aotus nigriceps</i>	1	
Didelphidae	Zorrito	<i>Caluromys cf lanatus</i>	16	
Erethizontidae	Erizo	<i>Coendou bicolor</i>	3	
Cuniculidae	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	12	12
Dasyproctidae	Añuje	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	101	27
Dasyproctidae	Carachupa	<i>Dasyprocta novemcinctus</i>	18	12
Didelphidae	Intuto, zorro	<i>Didelphis marsupialis</i>	11	14
Mustelidae	Manco	<i>Eira barbara</i>	6	1
Mustelidae	Sachaperrito	<i>Galictis vittata</i>		1
Callitrichidae	Pichico	<i>Leontocebus weddelli weddelli</i>	17	1
Felidae	Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>	1	
Didelphidae	Zorrillo	<i>Marmosops sp</i>	3	
Procyonidae	Achuni	<i>Nasua nasua</i>		1
Tayassuidae	sajino	<i>Pecari tajacu</i>	4	4
Didelphidae	Zorrillo	<i>Philander sp</i>	37	31
Procyonidae	Choshna	<i>Potos flavus</i>	9	
Procyonidae	Achunimama	<i>Procyon cancrivorus</i>	7	2
Prochimididae	Sachacuy	<i>Proechimys sp</i>	88	63
Cebidae	Mono fraile	<i>Saimiri boliviensis boliviensis</i>	2	2
Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus sp</i>	15	6
Myrmecophagidae	Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>	2	2

• **Comparación de Índices de diversidad entre las cámaras trampa instaladas en Ascensión de Aguaytillo – locación San Alejandro (SA2X)**

635. Para realizar la comparación de la diversidad registrada por las cámaras trampa se utilizó el Índice de diversidad de Shannon, según el cual los valores más altos corresponden a una mayor riqueza de especies (número de especies), ver Figura 10-77. Para el cálculo se consideraron solo los registros de mamíferos silvestres (ver Anexo G3. Registro fotográfico).
636. Además de los mamíferos, se registró fauna tradicional existente en el sotobosque y dosel. La cámara OEFA 3 que registró 10 especies y presentó el valor más alto de abundancia (1,91), ocurriendo 56 registros independientes, muchos de los cuales considerados únicos en todo el estudio. Entre ellos se destacan los registros del erizo (*Coendou bicolor*), choshna (*Potos flavus*), el marsupial (*Caluromys cf lanatus*), el primate nocturno (*Aotus nigriceps*), los pequeños primates (*Leontocebus weddelli weddelli* y *Saimiri boliviensis boliviensis*) y una pequeña ardilla (*Sciurus sp*).
637. La siguiente cámara en presentar una diversidad representativa (nueve especies) fue OEFA 2, con un valor de índice de abundancia de 1,874. Las especies registradas son utilizadas en la alimentación de las comunidades locales como el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), majaz (*Cuniculus paca*) y carachupa (*Dasyprocta novemcinctus*).



Handwritten signature and initials in blue ink, including the letters 'D', 'K', 'P', 'y', 'M', 'A', 'S'.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

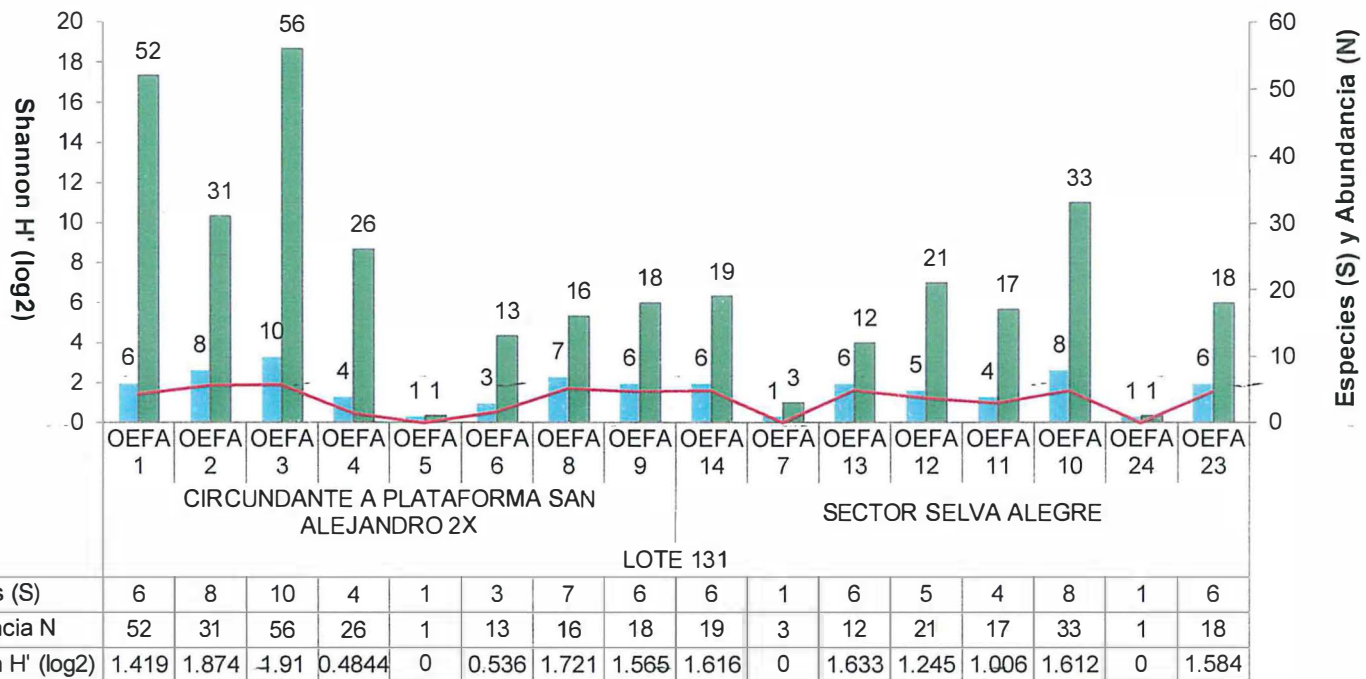


Figura 10-77. Diversidad y abundancia de mamíferos medianos y grandes en el caserío Ascención de Aguaytillo



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

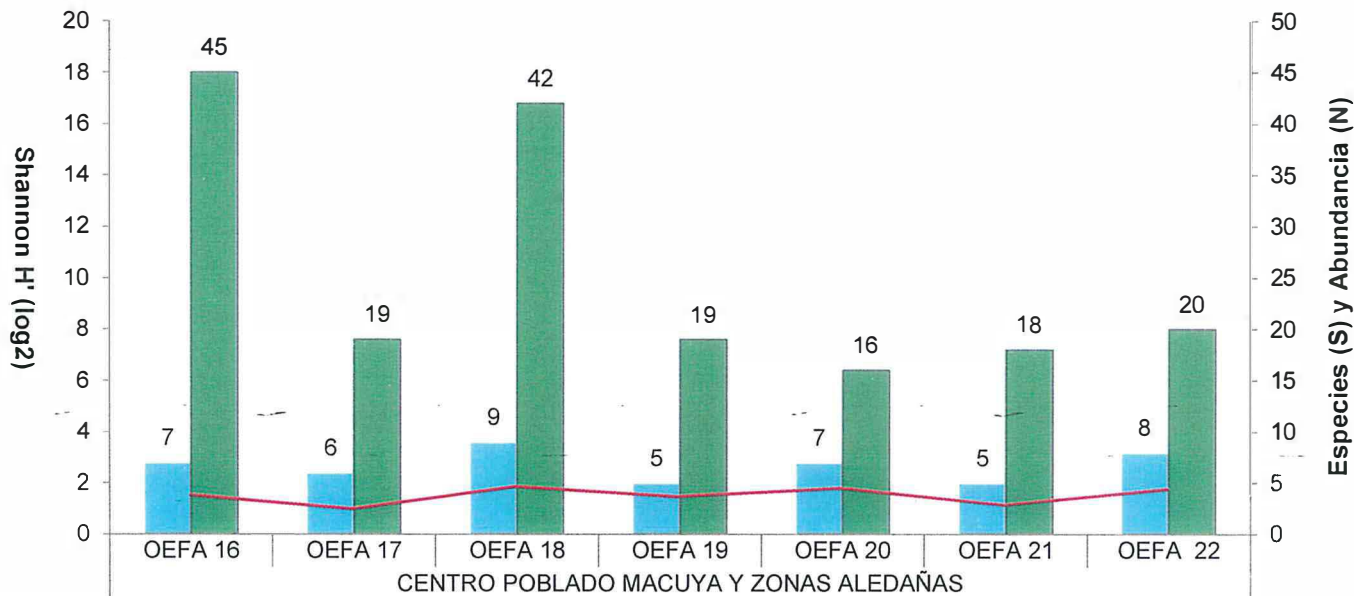
638. En OEFA 8 se registró un valor de abundancia de 1,721 ocurriendo seis registros independientes de añuje (*Dasyprocta fuliginosa*) tres de un pequeño roedor, (*Proechimys sp*), dos registros de majás (*Cuniculus paca*) y dos de una ardilla.
639. En la vía de acceso al anexo Selva Alegre, jurisdicción del caserío Ascención de Aguaytillo, se instalaron ocho cámaras, resultando la mayor diversidad en la cámara OEFA 13, la cual presentó un valor de abundancia de 1,633. Se registraron seis especies de fauna silvestre con 12 registros independientes, cuatro pertenecientes a un pequeño roedor (*Proechimys sp*), tres a añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), dos a un pequeño marsupial (*Philander sp*) y uno a oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*). La cámara OEFA10 también registró una diversidad representativa (un valor en términos de diversidad de 1,612), consistiendo en 8 especies, con un total de 33 registros independientes, 15 de ellos pertenecientes a un pequeño roedor, (*Proechimys sp*), 6 a añuje (*Dasyprocta fuliginosa*) y 5 a un pequeño marsupial (*Philander sp*).
640. De las cámaras instaladas en el el ámbito del centro poblado Macuya, el mayor valor en términos de diversidad ocurrieron en la cámara trampa OEFA 18, con un valor de 1,882. Ocurrieron 42 registros independientes pertenecientes a 5 especies de mamíferos, entre ellos 13 registros independientes de añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), 7 registros de majás (*Cuniculus paca*) y de un pequeño roedor (*Proechimys sp*) y 6 registros de carachupa (*Dasybus novemcinctus*), lo que se observa en la Figura 10-78.
641. El valor en OEFA 20 fue de 1,82, de la que se obtuvieron 16 registros independientes pertenecientes a 7 especies de mamíferos, entre ellos 4 registros de carachupa (*Dasybus novemcinctus*) y un pequeño marsupial (*Philander sp*), 2 registros de majás (*Cuniculus paca*), 2 de un pequeño roedor (*Proechimys sp*), 2 registros de una ardilla (*Sciurus sp*) y 1 sachapero o achuni mama (*Procyon cancrivorus*).
642. La última cámara que registró los mayores valores en términos de diversidad fue OEFA 22, con un valor de 1,782. De la misma resultaron 20 registros independientes pertenecientes a 8 especie, entre ellos 6 registros de un pequeño roedor (*Proechimys sp*), 6 de un pequeño marsupial (*Philander, sp*), y 2 registros de sajino (*Pecari tajacu*) de 4 individuos y 2 registros de carachupa (*Dasybus novemcinctus*). Estos últimos registros son resaltantes ya que la cámara fue instalada en parche de bosque primario cerca a la carretera Fernando Belaunde Terry.



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'D' and 'M'.



Handwritten signatures and initials in blue ink.



	OEFA 16	OEFA 17	OEFA 18	OEFA 19	OEFA 20	OEFA 21	OEFA 22
— Especies (S)	7	6	9	5	7	5	8
— Abundancia N	45	19	42	19	16	18	20
— Shannon H' (log2)	1.547	0.9999	1.882	1.49	1.82	1.165	1.782

Figura 10-78. Diversidad y abundancia de fauna silvestre en el centro poblado Macuya



- **Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados por cámara trampa**

643. Para el cálculo el cálculo de frecuencia de ocurrencia se consideraron solo los registros de mamíferos silvestres, de esta manera la especie con mayor número de registros fue el pequeño roedor conocido localmente como sachacuy (*Proechimys sp*), el cual fue registrado por 19 cámaras, en un promedio de 148 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 179. Los mayores registros de esta especie ocurrieron en las cámaras OEFA 4 (Ascención de Aguaytillo con 23 registros), OEFA 16 (19 registros para el centro poblado Macuya) y OEFA 10 (15 registros para el anexo Selva Alegre).
644. La segunda especie de mamífero con mayor número de registros fue el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), el cual fue registrado por 19 cámaras, en un promedio de 109 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 131,80. Los mayores registros de esta especie ocurrieron en las cámaras OEFA 1 (a 300 m de la locación SA3X con 28 registros), OEFA 18 (centro poblado Macuya a 0,8 km de la locación LA3X con 13 registros) y OEFA 6 (caserío Ascención de Aguaytillo con 11 registros).
645. La tercera especie con mayor número de registros independientes fue un pequeño marsupial (*Philander sp*), registrado por 19 cámaras, siendo las cámaras, OEFA 16, OEFA 14 OEFA 22 y OEFA 19, donde se tuvieron ocho, siete, seis y seis registros independientes Esta especie presenta un promedio de eventos independientes de 68 y una frecuencia de ocurrencia de 82.20 (ver Tabla 10-37).

**Tabla 10-37.** Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados en las cámaras-trampa

Nombre Común	Especies	Días/cámara	Eventos independientes	Nº de cámaras donde fue registrado	Frecuencia de apariciones
Musmuqui	<i>Aotus nigriceps</i>	820	1	1	1,20
Zorrito	<i>Caluromys cf lanatus</i>	820	11	1	13,30
Erizo	<i>Coendou bicolor</i>	820	2	1	2,40
Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	820	23	11	27,80
Añuje	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	820	109	19	131,80
Carachupa	<i>Dasypus novemcinctus</i>	820	27	11	32,70
Intuto, zorro	<i>Didelphis marsupialis</i>	820	24	12	29,00
Manco	<i>Eira barbara</i>	820	5	4	6,10
Sachaperrito	<i>Galictis vittata</i>	820	1	1	1,20
Pichico	<i>Leontocebus weddelli</i>	820	16	3	19,40
Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>	820	2	1	2,40
Zorrillo	<i>Marmosops sp</i>	820	3	2	3,60
Achuni	<i>Nasua nasua</i>	820	1	1	1,20
sajino	<i>Pecari tajacu</i>	820	8	5	9,70
Zorrillo	<i>Philander sp</i>	820	68	19	82,20
Choshna	<i>Potos flavus</i>	820	6	1	7,30
Achunimama	<i>Procyon cancrivorus</i>	820	4	4	4,80
Sachacuy	<i>Proechimys sp</i>	820	148	19	179,00



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'D' and 'H'.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Nombre Común	Especies	Días/cámara	Eventos independientes	N° de cámaras donde fue registrado	Frecuencia de apariciones
Mono fraile	<i>Saimiri boliviensis boliviensis</i>	820	3	3	3,60
Ardilla	<i>Sciurus sp</i>	820	17	10	20,60
Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>	820	3	3	3,60

### 10.6.1.3. Identificación de Áreas Biológicamente Sensibles (ABS) para mamíferos

646. De la evaluación realizada para mamíferos en el área de influencia del proyecto, no se registró ningún ABS para mamíferos.

### 10.6.1.4. Categorización de las especies

#### i. Especies amenazadas y categorías de conservación

647. Las especies de fauna silvestre que se encuentran comprendidas en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 10-39, en dicha tabla, se indica que en la evaluación de fauna silvestre en el área de influencia del proyecto, no se han registrado especies considerados en alguna categoría de amenaza, en el ámbito internacional.

**Tabla 10-38.** Especies de fauna silvestre comprendida en alguna categoría de conservación

Familia	Nombre común	Especies	Red Lis IUCN 2017	CITES 2017	DS N°004-2014-MINAGRI
Aotidae	Musmuqui	<i>Aotus nigriceps</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Didelphidae	Zorrito	<i>Caluromys cf lanatus</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Erethizontidae	Erizo	<i>Coendou bicolor</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Cuniculidae	Majaz	<i>Cuniculus paca</i>	Least Concern	Apendice III	No aplica
Dasyproctidae	Añuje	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Dasypodidae	Carachupa	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Didelphidae	Intuto, zorro	<i>Didelphis marsupialis</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Mustelidae	Manco	<i>Eira barbara</i>	Least Concern	Apendice III	No aplica
Mustelidae	Sachaperrito	<i>Galictis vittata</i>	Least Concern	Apendice III	No aplica
Callitrichidae	Pichico	<i>Leontocebus weddelli weddelli</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Felidae	Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>	Least Concern	Apendice I	No aplica
Didelphidae	Zorrillo	<i>Marmosops sp</i>	No aplica	No aplica	No aplica
Procyonidae	Achuni	<i>Nasua nasua</i>	Least Concern	Apendice III	No aplica
Tayassuidae	sajino	<i>Pecari tajacu</i>	Least Concern	Apendice II	No aplica
Didelphidae	Zorrillo	<i>Philander sp</i>	No aplica	No aplica	No aplica
Procyonidae	Choshna	<i>Potos flavus</i>	Least Concern	Apendice III	No aplica



Handwritten signature and initials in blue ink.



Familia	Nombre común	Especies	Red Lis IUCN 2017	CITES 2017	DS N°004-2014-MINAGRI
Procyonidae	Achuniñama	<i>Procyon cancrivorus</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Proechimidae	Sachacuy	<i>Proechimys sp</i>	No aplica	No aplica	No aplica
Cebidae	Mono fraile	<i>Saimiri boliviensis boliviensis</i>	Least Concern	No aplica	No aplica
Sciuridae	Ardilla	<i>Sciurus sp</i>	No aplica	No aplica	No aplica
Myrmecophagidae	Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Least Concern	No aplica	No aplica

648. En el Perú existen 125 especies de mamíferos incluidas en categorías de conservación (Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI), de las cuales, ninguno de ellos fue registrados en la presente investigación.
649. De acuerdo a la lista de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) de 2017; la mayor cantidad de especies de fauna silvestres se encuentran comprendido en la categoría de bajo riesgo.
650. Finalmente, en la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres (CITES) de fauna y flora de 2017, cinco se encuentran en el Apéndice III, una en el apéndice II y una en el apéndice I es decir, sus poblaciones están fuertemente amenazadas y por lo tanto está prohibida su comercialización.

## ii. Especies raras

651. No se registraron especies que presentan estas características. Especies endémicas, de distribución restringida y vulnerable.
652. 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.

### 10.6.2. Aves

653. Los resultados de la evaluación de aves usando la metodología mencionada anteriormente se indican a continuación.

#### 10.6.2.1. Composición ornitológica

654. Se registró 114 especies mediante el método de puntos de conteo (PC) y tres especies mediante registros cualitativos, sumando un total de 117 especies pertenecientes a 40 familias y 19 órdenes (ver Tabla 10-39). Los órdenes con mayor número de especies fueron los Passeriformes con 58 especies (49,5 % del total de especies) incluidas en 18 familias, seguidos de Piciformes y Psittaciformes con ocho especies cada uno, incluidas en dos y una familia, respectivamente. Los 16 órdenes restantes presentaron entre una y seis especies. El detalle de cada una de las especies se presenta en el Anexo G4. Listado de especies de aves por zona de evaluación.



Handwritten signature and initials in blue ink.

**Tabla 10-39.** Orden, familia y número de especies de aves registradas en el área de estudio

Orden	Familia	N° Especies
Tinamiformes	Tinamidae	4
Galliformes	Cracidae	2
Columbiformes	Columbidae	6
Cuculiformes	Cuculidae	2
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	1
Apodiformes	Apodidae	1
	Trochilidae	3
Opisthocomiformes	Opisthocomidae	1
Gruiformes	Rallidae	1
Pelecaniformes	Ardeidae	1
Cathartiformes	Cathartidae	3
Accipitriformes	Accipitridae	4
Strigiformes	Strigidae	1
Trogoniformes	Trogonidae	2
Coraciiformes	Momotidae	3
Galbuliformes	Bucconidae	5
	Galbulidae	1
Piciformes	Capitonidae	1
	Picidae	4
	Ramphastidae	3
Falconiformes	Falconidae	3
Psittaciformes	Psittacidae	8
Passeriformes	Thamnophilidae	6
	Grallariidae	1
	Rhinocryptidae	1
	Formicariidae	1
	Furnariidae	5
	Tyrannidae	8
	Cotingidae	1
	Tityridae	3
	Corvidae	1
	Hirundinidae	3
	Turdidae	1
	Thraupidae	14
	Cardinalidae	1
	Parulidae	1
	Troglodytidae	3
Icteridae	5	
Fringillidae	1	
Emberizidae	1	
<b>19</b>	<b>40</b>	<b>117</b>



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'D' and 'S'.

655. Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (14 especies), Tyrannidae (ocho especies), Psittacidae (ocho especies), y Columbidae y Thamnophilidae con seis especies cada una (ver Figura 10-79). Las demás familias presentan entre cinco y una especie. El género con mayor número de especies fue *Crypturellus*, con cuatro especies (ver Anexo G4. Listado de especies de aves registradas por zona de evaluación).

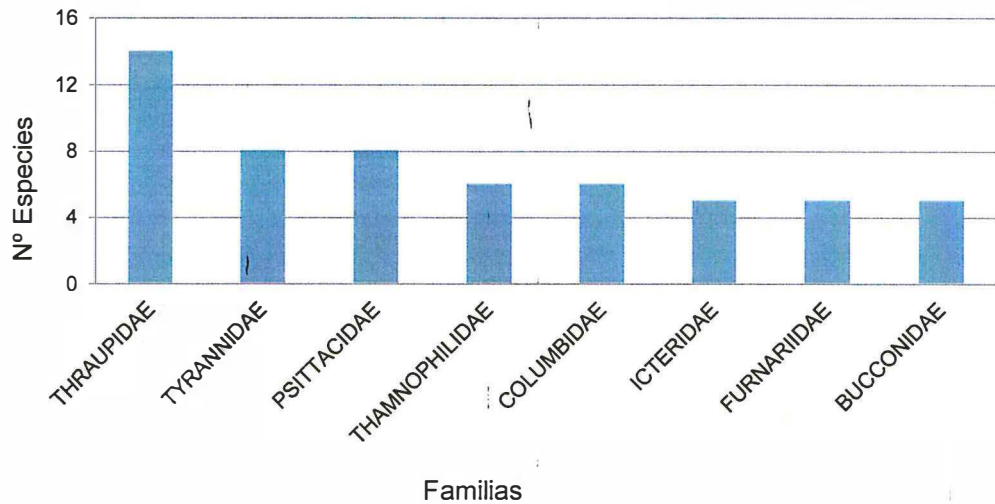


Figura 10-79. Familias con mayor número de especies de aves

### 10.6.2.2. Descripción de la avifauna por zona de muestreo

656. En esta sección se presenta y analiza los resultados sobre la riqueza y abundancia de especies, diversidad, similitud por zona de muestreo (caserío Ascención de Aguaytillo y centro poblado Macuya) en el área de estudio.

#### a. Riqueza y abundancia por zona de muestreo

657. Mediante los puntos de conteo se registró 114 especies con una abundancia de 1095 individuos. Además, se registró tres especies fuera de los puntos de conteo, siendo dos especies registradas por escaneos y auditivos (registro cualitativo), y una especie que sólo se registró mediante redes de niebla. Siendo un total de 117 especies registradas en el área de estudio. A continuación, se detalla información de las zonas muestreo. En la Tabla 10-40 se presenta la riqueza de especies y abundancia en cada zona de muestreo.

Tabla 10-40. Riqueza de especies y abundancia por zona de evaluación por metodología utilizada

Familia	Especie	Nombre en español	Caserío Ascención de Aguaytillo			Centro poblado Macuya	
			PC	RC	R	PC	R
Tinamidae	<i>Crypturellus bartletti</i>	Perdiz de Bartlett	1				
	<i>Crypturellus cinereus</i>	Perdiz Cinérea	17			5	
	<i>Crypturellus soui</i>	Perdiz Chica	1			1	
	<i>Crypturellus undulatus</i>	Perdiz Ondulada	3				
Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	3			6	
	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava de Spix	1				
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita Azul	2			5	
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza	3			1	



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Familia	Especie	Nombre en español	Caserío Ascención de Aguaytillo			Centro poblado Macuya	
			PC	RC	R	PC	R
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma de Frente Gris	1				
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de Puntas Blancas	5			5	
	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza	2			1	
	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	2	1		6	
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Garrapatero de Pico Liso	6			30	
	<i>Piaya cayana</i>	Cuco Ardilla	3			3	
Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	Chotacabras Común	2			1	
Apodidae	<i>Chaetura brachyura</i>	Vencejo de Cola Corta	2				
Trochilidae	<i>Amazilia lactea</i>	Colibrí de Pecho Zafiro	5			7	
	<i>Glaucis hirsutus</i>	Ermitaño de Pecho Canela	2	1			
	<i>Phaethomis hispidus</i>	Ermitaño de Barba Blanca		1		2	1
Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Hoazin				4	
Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón-Montés de Cuello Gris	3			1	
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita Bueyera				10	
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de Cabeza Roja	6			20	
	<i>Cathartes melambrotus</i>	Gallinazo de Cabeza Amarilla Mayor	2	1			
	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de Cabeza Negra	2			1	
Accipitridae	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilan Gris Lineado				5	
	<i>Buteogallus schistaceus</i>	Gavilán Pizarroso	1				
	<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán Blanco		1		1	
	<i>Rupomis magnirostris</i>	Aguilucho Caminero	11			5	
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Lechucita Ferruginosa	1				
Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	Trogón de Corona Azul				3	
	<i>Trogon melanurus</i>	Trogón de Cola Negra	5			2	
Momotidae	<i>Baryphthengus martii</i>	Relojero Rufo	2				
	<i>Electron platyrhynchum</i>	Relojero de Pico Ancho	2				



EP  
 K  
 D  
 H  
 M  
 S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Familia	Especie	Nombre en español	Caserío Ascención de Aguaytillo			Centro poblado Macuya	
			PC	RC	R	PC	R
	<i>Momotus momota</i>	Relojero Amazónico	7				
Bucconidae	<i>Bucco macrodactylus</i>	Buco de Gorro Castaño	5				
	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	Buco Golondrina				4	
	<i>Monasa flavirostris</i>	Monja de Pico Amarillo		1			
	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja de Frente Negra	16			7	
	<i>Nystalus obamae</i>	Buco Estriolado Occidental	1			1	
Galbulidae	<i>Galbula cyanescens</i>	Jacamar de Frente Azulada	2				
Capitonidae	<i>Eubucco richardsoni</i>	Barbudo de Garganta Limón	4				
Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero de Cresta Roja	10			5	
	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero Lineado				2	
	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de Penacho Amarillo	7			14	
	<i>Picumnus aurifrons</i>	Carpinterito de Pecho Barrado		1			
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari de Oreja Castaña	10			15	
	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de Garganta Blanca	20			9	
	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán de Pico Acanalado	1			2	
Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara Negro	3				
	<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de Vientre Blanco	1			3	
	<i>Milvago chimachima</i>	Caracara Chimachima	1			1	
Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Loro Harinoso	6				
	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro de Corona Amarilla	3			7	
	<i>Aratinga weddellii</i>	Cotorra de Cabeza Oscura	45			81	
	<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico de Ala Cobalto	8			10	






PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Familia	Especie	Nombre en español	Caserío Ascención de Aguaytillo			Centro poblado Macuya	
			PC	RC	R	PC	R
	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Periquito de Ala Azul				4	
	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de Cabeza Azul	2			17	
	<i>Primolius couloni</i>	Guacamayo de Cabeza Azul	1			9	
	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de Ojo Blanco	32				
Thamnophilidae	<i>Hypocnemis peruviana</i>	Hormiguero Peruano	4			3	
	<i>Mymophylax atrothorax</i>	Hormiguero de Garganta Negra	3			13	
	<i>Sciaphylax hemimelaena</i>	Hormiguero de Cola Castaña	16			3	1
	<i>Taraba major</i>	Batará Grande	3			5	
	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará Barrado				8	
	<i>Thamnophilus schistaceus</i>	Batará de Ala Llana	4				
Grallariidae	<i>Mymothera campanisona</i>	Tororoi Campanero				1	
Rhinocryptidae	<i>Liosceles thoracicus</i>	Tapaculo de Faja Rojiza	1				
Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Gallito-Hormiguero de Cara Negra	5			2	
Furnariidae	<i>Clibanomis rubiginosus</i>	Hoja-Rasquero Rojizo	2				
	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	Trepador Pardo			1	6	2
	<i>Furnarius leucopus</i>	Hornero de Pata Pálida	3			9	
	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepador Oliváceo	2				
	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepador de Garganta Anteada	2				
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus</i>	Atila Polimorfo	4				
	<i>Contopus virens (NB)</i>	Pibi Oriental	3			5	
	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosquero Picudo		1		8	
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón de Cresta Oscura	2			3	
	<i>Myiodynastes maculatus</i>	Mosquero Rayado	2				
	<i>Myiopagis caniceps</i>	Fío-Fío Gris				1	



Handwritten signatures and initials in blue ink, including 'D', 'K', 'M', 'A', and 'y'.



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Familia	Especie	Nombre en español	Caserío Ascención de Aguaytillo			Centro poblado Macuya	
			PC	RC	R	PC	R
	<i>Myiozetetes similis</i>	Mosquero Social				3	
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	3			17	
Cotingidae	<i>Querula purpurata</i>	Cuervo-Fruterо de Garganta Púrpura	1				
	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	Cabezón de Ala Blanca	3			3	
	<i>Tityra inquisitor</i>	Titira de Corona Negra				2	
	<i>Tityra semifasciata</i>	Titira Enmascarada				5	
Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca Violácea	35			20	
	<i>Hirundo rustica (NB)</i>	Golondrina Tijereta				6	
	<i>Progne tapera</i>	Martin de Pecho Pardo	5			5	
	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina Ala-Rasposa Sureña	4			8	
Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Zorzal de Pico Negro	3				
	<i>Cissopis leverianus</i>	Tangara Urraca	16			5	
	<i>Cyanerpes caeruleus</i>	Mielero Púrpura	2				
	<i>Cyanerpes cyaneus</i>	Mielero de Pata Roja				1	
	<i>Dacnis flaviventer</i>	Dacnis de Vientre Amarillo				1	
	<i>Hemithraupis flavicollis</i>	Tangara de Dorso Amarillo	2				
	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tangara de Pico Plateado	3			1	
	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador Grisáceo				6	
	<i>Saltator maximus</i>	Saltador de Garganta Anteada	7			2	
	<i>Sporophila castaneiventris</i>	Espiguero de Vientre Castaño				1	
	<i>Tangara callophrys</i>	Tangara de Corona Opalin	2			2	
	<i>Tangara chilensis</i>	Tangara del Paraiso	6			2	
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tangara Azuleja	3				



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'D' and 'A'.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Familia	Especie	Nombre en español	Caserío Ascención de Aguaytillo			Centro poblado Macuya	
			PC	RC	R	PC	R
	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara de Palmeras	5			7	
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillerito Negro Azulado	17			18	
<b>Cardinalidae</b>	<i>Cyanoloxia cyanooides</i>	Picogrueso Negro Azulado			1		
<b>Parulidae</b>	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita de Lomo Anteado	1				
<b>Troglodytidae</b>	<i>Campylorhynchus turdinus</i>	Cucarachero Zorzal				12	
	<i>Pheugopedius genibarbis</i>	Cucarachero Bigotudo	5				
	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero Común	3			16	
<b>Icteridae</b>	<i>Cacicus cela</i>	Cacique de Lomo Amarillo	14			13	
	<i>Icterus croconotus</i>	Turpial de Dorso Naranja				3	
	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola de Dorso Bermejo	32			5	
	<i>Psarocolius bifasciatus</i>	Oropéndola Olivácea				5	
	<i>Psarocolius viridis</i>	Oropéndola Verde				2	
<b>Fringillidae</b>	<i>Euphonia xanthogaster</i>	Eufonia de Vientre Naranja	9			3	
<b>Emberizidae</b>	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Gorrión de Ceja Amarilla	8			12	
<b>Abundancia</b>			<b>526</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>569</b>	<b>4</b>
<b>Total de Especies</b>			<b>88</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>82</b>	<b>3</b>

Leyenda: PC: Punto de conteo, R: Red de niebla, RC: Registro cualitativo.

658. La zona 1- Caserío Ascención de Aguaytillo registró la mayor riqueza de especies y la menor abundancia. La zona 2- Centro poblado Macuya registró la mayor abundancia. En la Tabla 10-41 se presenta un resumen de las dos zonas de muestreo con su riqueza de especies y abundancia. La abundancia es la registrada mediante el método cuantitativo (puntos de conteo).

**Tabla 10-41.** Resumen de la riqueza y abundancia por zona de evaluación

Zonas de Muestreo	Nº de puntos de conteo	Nº Familias	Nº Especies	Abundancia
Zona 1 – Caserío Ascención de Aguaytillo	55	37	94 <sup>a</sup>	526
Zona 2 – Centro poblado Macuya	47	30	82	569
<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>40</b>	<b>117</b>	<b>1095</b>

<sup>a</sup> seis especies registradas fuera de los puntos de conteo.



Handwritten initials and signatures: EP, K, D, Y, M, S, Y, J.

659. En la abundancia total destacaron 6 especies con mayor abundancia que tuvieron más de 30 individuos registrados en el área de estudio (ver Figura 10-80). Entre las especies más abundantes se encuentran 2 loros, *Aratinga weddellii* con 126 individuos y *Psittacara leucophthalmus* con 32 individuos.

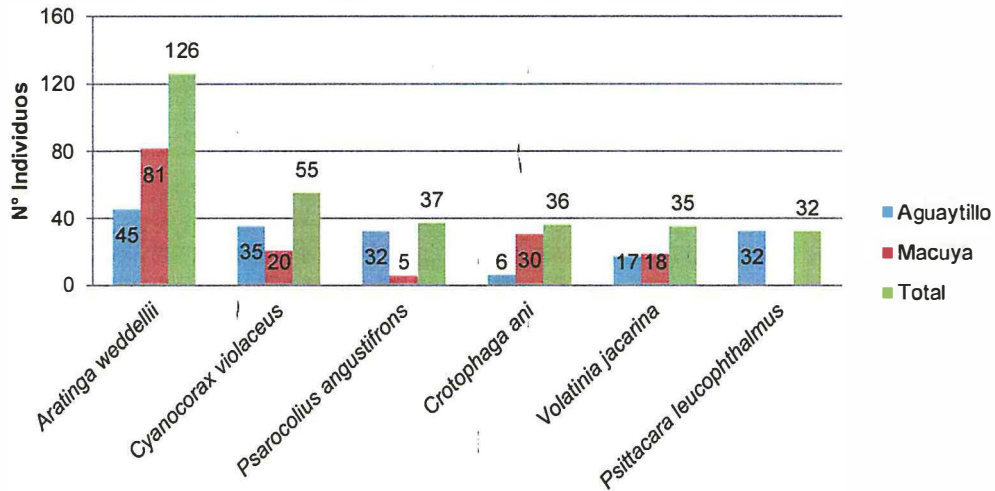


Figura 10-80. Especies con mayor abundancia total en el área de estudio

➤ **Caserío Ascención de Aguaytillo**

660. Se registró un total de 94 especies de aves, pertenecientes a 37 familias y 17 órdenes, de las cuales, 88 especies fueron registradas mediante conteo por puntos y cuatro mediante escaneos visuales y auditivos (registros cualitativos): el Ermitaño de Barba Blanca (*Phaethornis hispidus*), el Mosquero Picudo (*Megarynchus pitangua*), el Carpinterito de Pecho Barrado (*Picumnus aurifrons*) y la Monja de Pico Amarillo (*Monasa flavirostris*) y dos mediante redes de niebla: el Picogrueso Negro Azulado (*Cyanoloxia cyanoides*) y el Trepador Pardo (*Dendrocincla fuliginosa*). Estas seis especies presentaron un individuo.

661. El orden Passeriformes registró el mayor número de especies con 42 especies, que representa el 44,6 % del total de especies. Las familias con mayor número de especies fueron las familias de las tangaras (Thraupidae) con 10 especies, seguida por loros (Psittacidae) con siete especies, por las palomas (Columbidae) y por los mosqueros (Tyrannidae) con seis especies cada una (ver Figura 10-81).



*[Handwritten signature]*

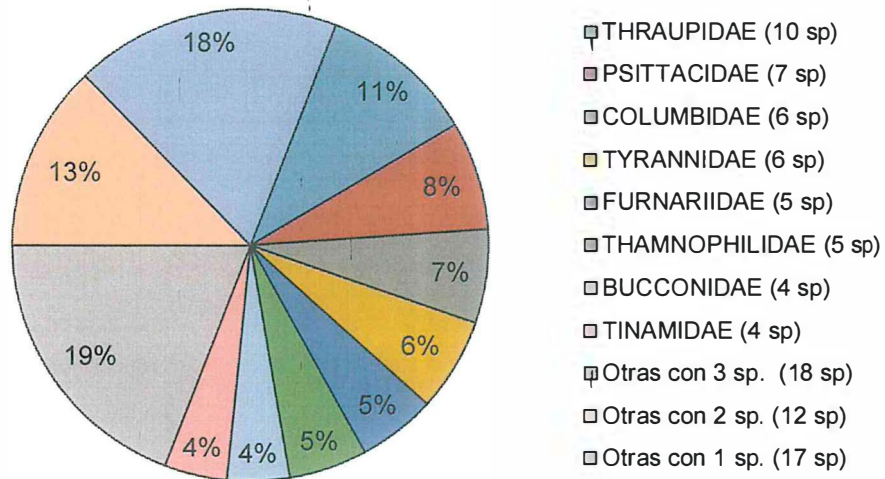


Figura 10-81. Distribución de familias de aves registradas en Ascención de Aguaytillo



662. Esta zona contó con un esfuerzo de muestreo de 55 puntos de conteo, donde se registró 88 especies y 526 individuos. Las especies con mayor abundancia fueron cinco con una abundancia mayor a 20 individuos: *Aratinga weddellii* con 45 individuos, *Cyanocorax violaceus* con 35 individuos, *Psittacara leucophthalmus* y *Psarocolius angustifrons* con 32 individuos cada uno y *Ramphastos tucanus* con 20 individuos.

➤ **Centro poblado de Macuya**

663. Se registró un total de 82 especies de aves, pertenecientes a 30 familias y 17 órdenes, de las cuales, tres especies fueron registradas mediante dos metodologías conteo por puntos y redes de niebla: el Ermitaño de Barba Blanca (*Phaethornis hispidus*), el Trepador Pardo (*Dendrocincla fuliginosa*) y el Hormiguero de Cola Castaña (*Sciaphylax hemimelaena*).

664. El orden con mayor número de especies de especies fue el Passeriformes con 42 especies que representa el 51.2% del total de especies. Las familias con mayor número de especies fueron las familias de las tangaras (Thraupidae) con 11 especies, seguida por los loros (Psittacidae) y por los mosqueros (Tyrannidae) con seis especies cada una (ver Figura 10-82).

*[Handwritten signatures and initials in blue ink]*

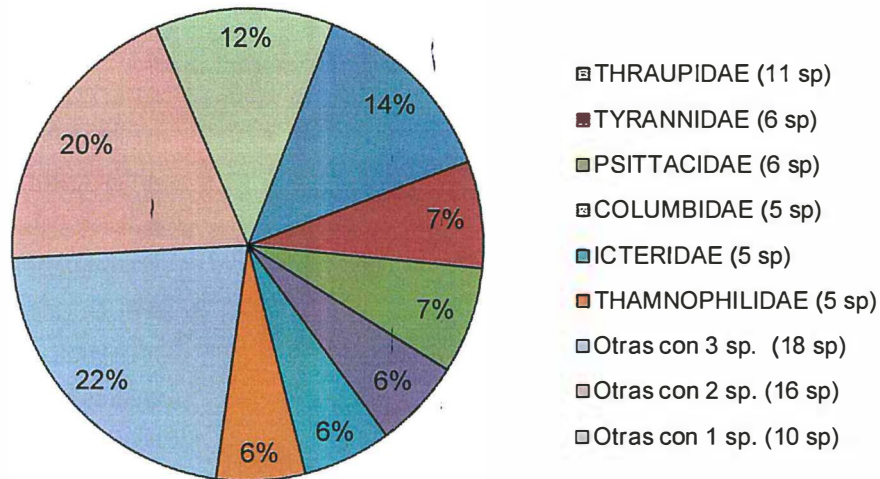


Figura 10-82. Distribución de familias de aves registradas en Macuya



665. El esfuerzo de muestreo de esta zona fue de 47 puntos de conteo, donde se registró 82 especies y 569 individuos. Las especies con mayor abundancia fueron cuatro con una abundancia mayor a 20 individuos: *Aratinga weddellii* con 81 individuos, *Crotophaga ani* con 30 individuos, *Cyanocorax violaceus* y *Cathartes aura* con 20 individuos cada uno.

**b. Riqueza de aves registradas por cámaras trampa**

666. Como resultado de la instalación de 25 cámaras ubicadas en el área de influencia del proyecto, se registró 13 especies de aves (ver Tabla 10-42), pertenecientes a 11 familias. La mayoría de las especies de aves registradas mediante cámaras trampa son aquellas que utilizan el piso del bosque para forrajear.

Tabla 10-42. Riqueza y número de registros de aves registradas por las cámaras trampa

Familia	Nombre común	Especie	Comunidad	
			Aguaytillo	Macuya
Cracidae	Pucacunga	<i>Penelope jacquacu</i>	5	1
Tinamidae	Perdiz	<i>Crypturellus cinereus</i>	5	16
Tinamidae	Perdiz	<i>Crypturellus sp</i>	6	5
Tinamidae	Panguana	<i>Tinamus major</i>	3	-
Rallidae	Unchala	<i>Aramides cajanea</i>	4	1
Caprimulgidae	Tuhuayo	<i>Nyctidromus albicollis</i>	-	3
Accipitridae	Gavilan	<i>Buteogallus schistaceus</i>	1	-
Columbidae	Torcacita	<i>Leptotila rufaxilla</i>	11	24
Psittacidae	Lorito	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	7	-
Momotidae	Buduc	<i>Momotus momota</i>	1	4
Odontophoridae	Porotohuango	<i>Odontophorus gujanensis</i>	1	-
Formicariidae	Hormiguerito	<i>Formicarius analis</i>	2	-
Furnariidae	Trepatroncos	<i>Dendrocincla sp.</i>	1	-

667. Un registro interesante ocurrió a 650 m de la locación SA2X, donde se instaló la cámara OEFA 5, a 7 m de altura y dirigida a un posible sitio de anidación de un pequeño loro (*Psittacara leucophthalmus*); en los videos registrados en esta área se observan hasta cinco individuos de esta especie haciendo uso del espacio.

K. D. S. M. S.



668. La especie con el mayor número de eventos independientes fue *Leptotila rufaxilla* con 35 eventos, seguida de *Crypturellus cinereus* con 21 eventos (ver Tabla 10-43.).

**Tabla 10-43.** Frecuencia de ocurrencia de aves registradas en las cámaras-trampa instaladas

Especie	Nombre común	Días/cámara	Eventos independientes	Nº de cámaras donde fue registrado	Frecuencia de apariciones
<i>Aramides cajanea</i>	Unchala	820	4	2	4,80
<i>Buteogallus schistaceus</i>	Gavilán	820	1	1	1,20
<i>Crypturellus cinereus</i>	Perdiz	820	21	8	25,40
<i>Crypturellus sp</i>	Perdiz	820	10	4	12,10
<i>Dendrocincla sp.</i>	Trepatroncos	820	1	1	1,20
<i>Fornicarius analis</i>	Hormiguerito	820	2	1	2,40
<i>Leptotila rufaxilla</i>	Torcacita	820	35	7	42,30
<i>Momotus momota</i>	Buduc	820	5	4	6,10
<i>Nyctidromus albicollis</i>	Tuhuayo	820	3	1	3,60
<i>Odontophorus gujanensis</i>	Porotohuango	820	1	1	1,20
<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga	820	6	3	7,30
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Lorito	820	8	1	9,70
<i>Tinamus major</i>	Panguana	820	3	2	3,60



### 10.6.2.3. Estimación de riqueza esperada

#### a) Curva de acumulación de especies y Estimador chao 1

669. La curva de acumulación de especies muestra que, en los primeros puntos de conteo, las especies acumuladas aumentan rápidamente y llega a un punto en que las especies nuevas van apareciendo en menor cantidad, aun teniendo un esfuerzo de muestreo máximo. Esto se contrasta en el estudio, observando que en 80 puntos de conteo se registraron 107 especies, y en los 22 puntos de conteo restantes solo se registraron 7 especies nuevas (ver Figura 10-83).

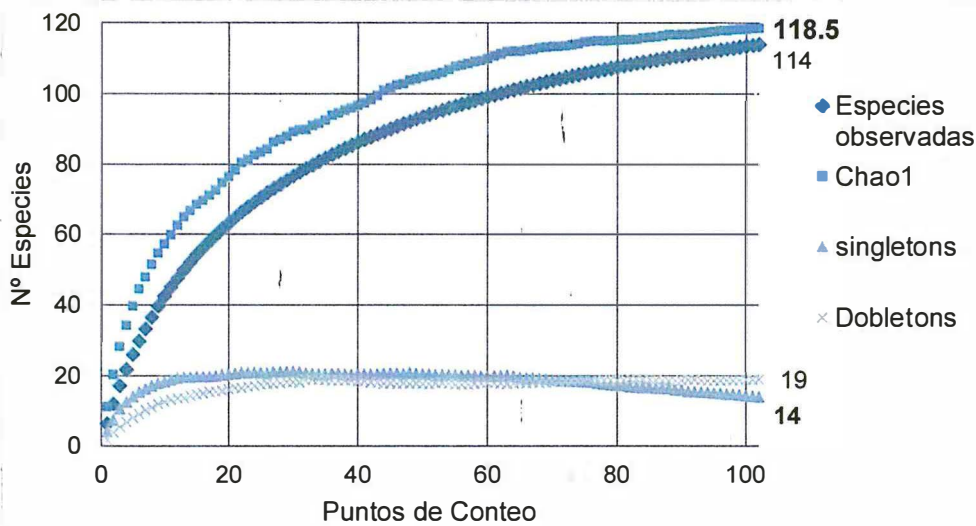


Figura 10-83. Curva de acumulación de especies observadas y estimador de Chao 1



670. Según el estimador de Chao 1 la riqueza esperada es de 118,5 especies (IC 95 %: 115,27- 130,36). Las 114 especies registradas en los puntos de conteo representan el 96,2 % de la riqueza esperada, siendo un inventario considerado muy bueno. Pero probablemente puede encontrarse en el área de estudio entre 115 a 130 especies, si tomamos en cuenta las tres especies registradas fuera de los puntos de conteo suman 117 especies registradas en el área de estudio, encontrándose este resultado dentro del rango, pudiéndose encontrar hasta 130 especies en el periodo de evaluación.

671. Para alcanzar el valor máximo mediante los puntos de conteo, no se han reportado 13 especies, estas posibles especies estarían conformadas por algunas especies nocturnas o crepusculares, ocasionales, algunas que tengan migración altitudinal o especies estacionales que ocurran en alguna época del año.

**10.6.2.4. Diversidad por zona de muestreo**

672. La diversidad de aves en el área de estudio fue alta con  $H'$ : 4,12 bits/ind y 1-D: 0,97, lo que nos indica que la comunidad de aves tiende a la homogeneidad, y que la abundancia de las especies abundantes no fue muy significativa.

673. La Zona 1- Caserío Ascención de Aguaytillo fue la que obtuvo la mayor riqueza de especies y los mayores valores de los índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ : 3,87) y de Simpson (1-D: 0,97). Los valores de diversidad en ambas zonas son muy similares (ver Tabla 10-44).

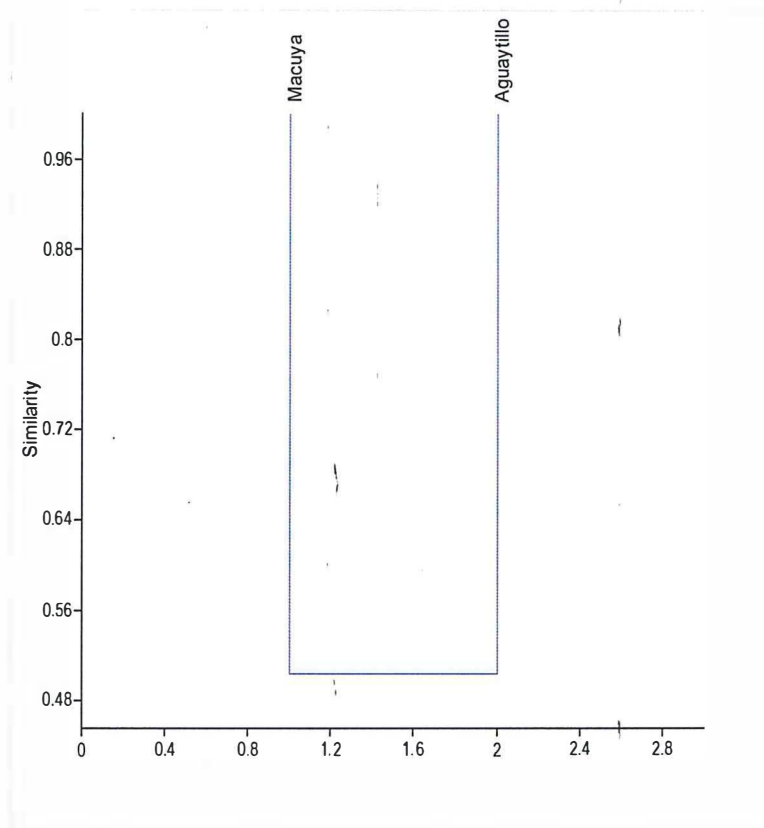
Tabla 10-44. Abundancia, riqueza e índices de diversidad por zona de muestreo

Parámetro	Caserío Ascención de Aguaytillo	Centro Poblado de Macuya	Total
Abundancia (Total de Individuos)	526	569	1095
Riqueza (Número Total de Especies)	88	82	114
Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ )	3,93	3,87	4,12
Índice de Simpson (1-D)	0,97	0,96	0,97
Esfuerzo de muestreo (PC)	55	47	102

Handwritten signature and initials in blue ink, including 'EP' and 'K'.

### 10.6.2.5. Similitud entre zona de muestreo

674. La similitud de especies en las zonas de muestreo según el valor del índice de Jaccard ( $I_j$ : 0, 54) que toma en cuenta la presencia y ausencia de especies en las zonas de muestreo, detalla que ambas zonas tienen un 50% de similitud (ver Figura 10-84). Estas dos zonas comparten 59 especies que representan el 50.4 % del total de especies registradas en el área de estudio. Las especies de aves que se comparten son mayormente especies de amplia distribución a lo largo de la Amazonía peruana. La Zona 1- Caserío Ascención de Aguaytillo registró 35 especies únicas y la Zona 2- Centro Poblado de Macuya registró 23 especies únicas.



**Figura 10-84.** Dendrograma de Similitud de Jaccard entre las zonas de muestreo

675. Según el índice cualitativo de Morisita, que toma en cuenta la abundancia de las especies que se comparten, el valor fue de 0,68, que significa que tiene un agrupamiento con una similitud de aproximadamente el 70 % (ver Figura 10-85). Mediante la aplicación de estos índices de similitud, demuestra las zonas que son similares tanto en especies compartidas como en abundancia de las especies compartidas. Esta similitud se debe a los habitats que comparten encontrando especies que usan el bosque amazonico fragmentado y especies que usan los agroecosistemas.



Handwritten signature in blue ink.

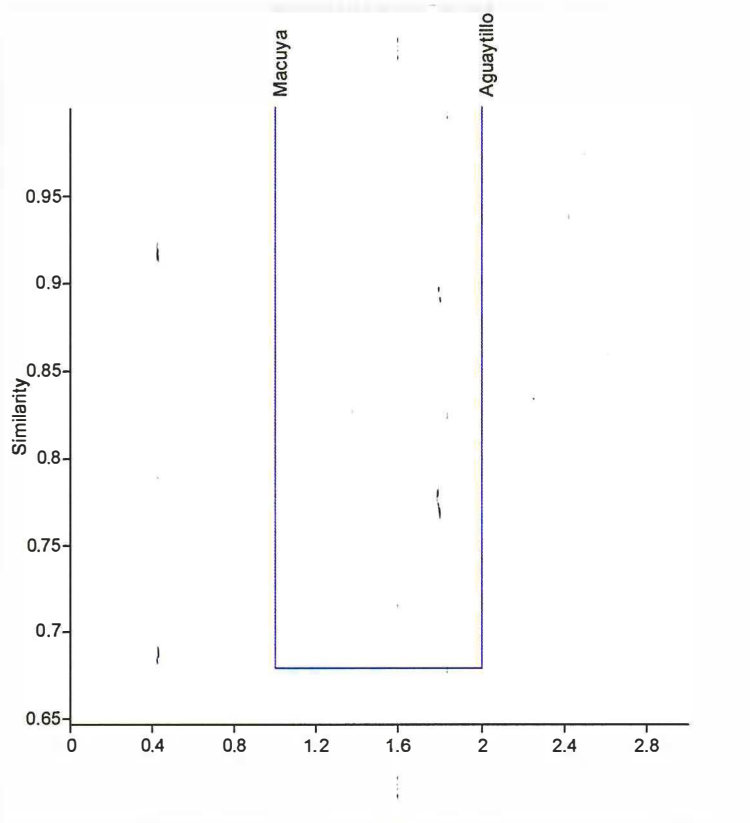


Figura 10-85. Dendrograma de Similitud de Morisita entre las Zonas de Muestreo



D  
 K  
 D  
 M  
 S  
 S

**10.6.2.6. Similaridad en las comunidades de aves según los hábitats evaluados**

- 676. En esta sección se agruparon todos los registros para cada tipo de hábitat encontrados en el área de estudio. El análisis de similitud se realizó tomando en cuenta los datos cuantitativos en los puntos de conteo para realizar el índice de similitud de Morisita.
- 677. Los tres hábitats que se evaluaron en el área de estudio mediante 102 puntos de conteo registraron 114 especies de aves. El hábitat Fragmento de bosque en transformación a pastizal fue el que obtuvo la mayor riqueza y abundancia, seguido del hábitat Fragmento de bosque primario. El hábitat Fragmento de bosque secundario en recuperación obtuvo la menor riqueza y abundancia (ver Tabla 10-45). El listado de especies por hábitat se presenta en el Anexo G5.

Tabla 10-45. Riqueza y abundancia en los hábitats evaluados

Hábitat	N° Puntos de Conteo	Riqueza de especies	Abundancia
Fragmento de Bosque Primario	24	62	235
Fragmento de Bosque Secundario en Recuperación	16	54	136
Fragmento de Bosque en transformación a Pastizal	62	93	724

- 678. Según el índice de Morisita, como se observa en la Tabla 10-46 y Figura 10-86, los hábitats fragmento de bosque primario y el fragmento de bosque en

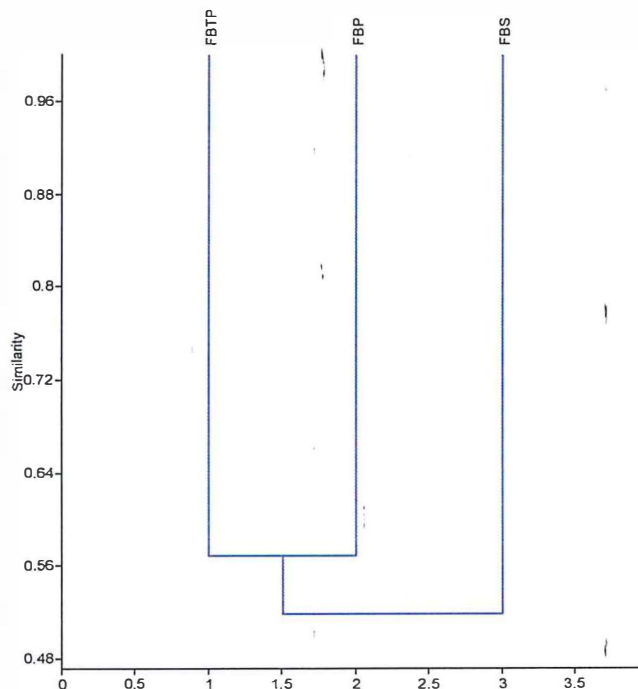
transformación a pastizal presentaron el mayor valor de similitud en la composición de especies, compartiendo 47 especies en común, que representa el 41 % del total de especies registradas en los puntos de conteo (114 especies). En conjunto en estos dos hábitats se han registrado 108 especies. El Fragmento de bosque primario y Fragmento de bosque secundario en recuperación en conjunto registraron 84 especies, siendo estos hábitats que presentan mayor cobertura boscosa.

679. Esta similitud se debe a que en el área de estudio es un mosaico de bosque fragmentado y áreas de pastizales, y la similitud de especies se debe a que comparten especies comunes que son generalistas y residentes de amplia distribución. Los hábitats fragmento de bosque secundario en recuperación y el Fragmento de bosque en transformación a pastizal presentaron el menor valor de similitud compartiendo 43 especies, sin embargo, estos dos hábitats en conjunto albergan 104 especies, siendo estos hábitats que predominan en el área de estudio, encontrando especies características de agroecosistemas.

680. La mayor de similitud de especies se encontró en aquellos hábitats que tienen similar composición en cobertura boscosa y se encuentran contiguos, y de acuerdo con la preferencia de hábitats de las especies en su distribución altitudinal.



EP  
K  
D  
y  
M  
A  
M  
J



**Figura 10-86.** Dendogramía de Similitud de Morisita entre los hábitats

Leyenda:

FBP: Fragmento de bosque primario

FBS: Fragmento de bosque secundario en recuperación

FBTP: Fragmento de bosque en transformación a pastizal

**Tabla 10-46.** Valores del índice de similitud de Morisita de las comunidades de aves en los hábitats evaluados

Hábitats	Especies compartidas	Índice de Morisita
FBP-FBS	32	0,56
FBP-FBTP	47	0,57
FBS-FBTP	43	0,48
<b>Los 3 Hábitats</b>	<b>27</b>	

FBP: Fragmento de bosque primario.

FBS: Fragmento de bosque secundario en recuperación.

FBTP: Fragmento de bosque en transformación a pastizal.

**10.6.2.7. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio**

681. De total de especies registradas, 28 especies se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación, nivel de endemismo o estatus migratorio (ver Tabla 10-47). Estas especies representan el 23 % de la riqueza total de especies.

**Tabla 10-47.** Lista de especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

Especie	Categorías de Conservación				Endemismo	Migratoria
	DS 004-2014-MINAGRI	IUCN	CMS	CITES	Bioma	Boreal
<i>Amazilia lactea</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Glaucis hirsutus</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Phaethomis hispidus</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Odontophorus gujanensis</i>	-	NT	-	-	-	-
<i>Buteo nitidus</i>	-	LC	II	II	-	-
<i>Buteogallus schistaceus</i>	-	LC	II	II	-	-
<i>Pseudastur albicollis</i>	-	LC	II	II	-	-
<i>Rupomis magnirostris</i>	-	LC	II	II	-	-
<i>Glaucidium brasilianum</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Pteroglossus castanotis</i>	-	LC	-	III	-	-
<i>Ramphastos tucanus</i>	-	VU	-	II	-	-
<i>Ramphastos vitellinus</i>	-	VU	-	II	-	-
<i>Picumnus aurifrons</i>	-	LC	-	-	AMS	-
<i>Galbula cyanescens</i>	-	LC	-	-	AMS	-
<i>Patagioenas subvinacea</i>	-	VU	-	-	-	-
<i>Daptrius ater</i>	-	LC	II	II	-	-
<i>Ibycter americanus</i>	-	LC	II	II	-	-
<i>Milvago chimachima</i>	-	LC	II	II	-	-
<i>Amazona farinosa</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Amazona ochrocephala</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Aratinga weddellii</i>	-	LC	-	II	-	-



DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN  
 VOBO



Especie	Categorías de Conservación				Endemismo	Migratoria
	DS 004-2014-MINAGRI	IUCN	CMS	CITES	Bioma	Boreal
<i>Brotogeris cyanoptera</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Forpus xanthopterygius</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Pionus menstruus</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Primolius couloni</i>	VU	VU	-	I	AMS	-
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	-	LC	-	II	-	-
<i>Contopus virens</i>	-	LC	-	-	-	x
<i>Hirundo rustica</i>	-	LC	-	-	-	x

NT: Casi Amenazada, VU: Vulnerable, LC: Preocupación menor, I: Apéndice I de la CITES, II: Apéndice II de CITES o CMS, AMS: Bioma Amazonia Sur.

682. Según la legislación nacional, al contrastar la lista con el D.S. N°004-2014-MINAGRI, sólo se registró una especie Vulnerable (VU), el Guacamayo de Cabeza Azul, *Primolius couloni*, el cual también se encuentra en misma categoría según la IUCN (2017). Además, la IUCN considera a tres especies como Vulnerables: la Paloma Rojiza (*Patagioenas subvinacea*), el Tucán de Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*) y el Tucán de Pico Acanalado (*Ramphastos vitellinus*) y una especie Casi Amenazada, la Codorniz de Cara Roja (*Odontophorus gujanensis*). Esto puede verse en el Anexo G2. Mapas de evaluación de aves.

683. Según la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) se encontraron 22 especies incluidas en los Apéndices, de las cuales, una especie está incluida en el Apéndice I, que incluye a las especies que se encuentran en mayor grado de peligro de desaparecer, 20 especies están incluidas en el Apéndice II, que contempla a las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio y una especie está incluida en el Apéndice III, que figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas (CITES 2017). Estas especies pertenecen a las familias taxonómicas Psittacidae (Loros y pericos), Ramphastidae (Tucanes) Accipitridae (Gavilanes), Falconidae (Halcones), Trochilidae (Picaflores) y Strigidae (Lechuzas). De estas 22 especies, siete están incluidas en apéndice II de CMS (2017).

684. Finalmente, respecto al nivel de endemismo, tres especies son restringidas al bioma de Amazonía Sur (AMS). Según el estatus migratorio se registró dos especies migratorias boreales (ver Tabla 10-47).

#### 10.6.2.8. Actividad reproductiva de aves

685. Se registró actividad reproductiva de cuatro especies. En la zona 2- Centro poblado de Macuya se observó dos nidos en un tronco seco, en el nido de Cotorra de Cabeza Oscura (*Aratinga weddellii*) se observó dos adultos y un juvenil, y en el nido de Carpintero de Penacho Amarillo (*Melanerpes cruentatus*), se observó a dos individuos adultos.

686. En la zona 1- Caserío Ascención de Aguaytillo se capturó en las redes de niebla un individuo juvenil de *Dendrocincla fuliginosa* y se observó dos individuos



D  
K  
D  
y  
M  
A  
H  
S



inmaduros de Cotorra de Ojo Blanco (*Psittacara leucophthalmus*) en los hoyos de una pared de aproximadamente de 10 m de altura en una quebrada, lo cual podría tratarse de una colpa o dormidero, siendo considerada un área biológica sensible. También se encontró un nido pequeño con dos huevos de color celeste en el borde de un cerco dominado por hierbas usadas para ganado.

#### 10.6.2.9. Área biológicamente sensible (ABS) para las aves

687. En la jurisdicción del caserío de Ascención de Aguaytillo, a 0,64 km de la locación SA2X en las coordenadas 488 936 m al este y 9 022 458 al norte, se registró un ABS, ubicada en la margen izquierda de la quebrada Grober, en una pared de más o menos 10 m de alto. La vegetación del lugar se caracteriza por ser secundaria, observándose algunos árboles de cético (*Cecropia* sp) y algunas guabas (*Inga* sp); sin embargo, en la margen derecha de la quebrada la vegetación es primaria, con árboles de mediano y gran fuste, sotobosque denso y un dosel aproximado de 25 m de alto que de alguna manera camuflan al ABS.

688. Esta ABS es un posible sitio de anidación o dormidero que consta de tres agujeros de más o menos 20x50 cm. Está ubicada a una altura aproximada de 7 m de alto desde el lecho de la quebrada, donde se instaló la cámara trampa Oefa 5, la misma que fue programada para registrar videos de 30 segundos de duración, los cuales muestran al menos cinco individuos de loro (*Psittacara leucophthalmus*) entrando y saliendo de los agujeros.

#### 10.6.2.10. Usos actuales y potenciales de las aves por la población local

689. Los apoyos locales mencionan que la población local y foránea hacen uso de las 23 especies de aves que se evidencian dentro del área de estudio, de las cuales 13 especies son cazadas para consumo de carne en este grupo se encuentran las perdices, las pavas y las palomas. Otras 15 especies de aves son usadas como mascotas principalmente el grupo de los loros y guacamayos (ver Tabla 10-48).

Tabla 10-48. Usos de las aves por la población local

Familia	Especie	Nombre Común	Usos	
			Alimento	Mascota
Tinamidae	<i>Crypturellus bartletti</i>	Perdiz de Bartlett	x	
	<i>Crypturellus cinereus</i>	Perdiz Cinérea	x	
	<i>Crypturellus soui</i>	Perdiz Chica	x	
	<i>Crypturellus undulatus</i>	Perdiz Ondulada	x	
Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca Jaspeada	x	
	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava de Spix	x	
Columbidae	<i>Claravis pretiosa</i>	Tortolita Azul		x
	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza		x
	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma de Frente Gris	x	x
	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de Puntas Blancas	x	x
	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma Plomiza	x	
	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma Rojiza	x	
Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arañari de Oreja Castaña		x
	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de Garganta Blanca		x
	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán de Pico Acanalado		x
Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Loro Harinoso		x
	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro de Corona Amarilla		x



Handwritten signature and initials in blue ink, including 'K', 'P', 'M', 'A', 'Y'.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Familia	Especie	Nombre Común	Usos	
			Alimento	Mascota
Psittacidae	<i>Aratinga weddellii</i>	Cotorra de Cabeza Oscura		x
	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico de Ala Cobalto		x
	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Periquito de Ala Azul		x
	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de Cabeza Azul		x
	<i>Primolius couloni</i>	Guacamayo de Cabeza Azul		x
	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de Ojo Blanco		x

## 11. DISCUSIONES

690. En la presente sección se discuten brevemente los resultados obtenidos para los diferentes componentes ambientales analizados.

### 11.1. Calidad de agua superficial

#### a) Metales

691. De acuerdo a los resultados obtenidos en agua superficial, los metales: bario, níquel, plomo y zinc total excedieron los ECA para agua Cat4E2 en el punto de muestreo QEdil4 de la quebrada Edilbertocaño (de la Figura 10-1 a la Figura 10-4).

692. Para determinar el comportamiento de dichos metales que exceden los ECA para agua Cat4E2, se realizó el análisis de clúster considerando aquellos metales cuyas concentraciones en su forma total fueron mayores al límite de cuantificación en todos los puntos de muestreo evaluados en el área de influencia del proyecto. Luego de determinar los respectivos metales, se procedió a realizar el análisis de clúster para evaluar la agrupación de todos los puntos de muestreo.

693. Para la conformación de los grupos de los metales se consideró el valor de la distancia de agrupamiento de los clústeres,  $(DLink/Dmax)*100 < 16$ , mediante la medida de semejanza de 1-r de Pearson.

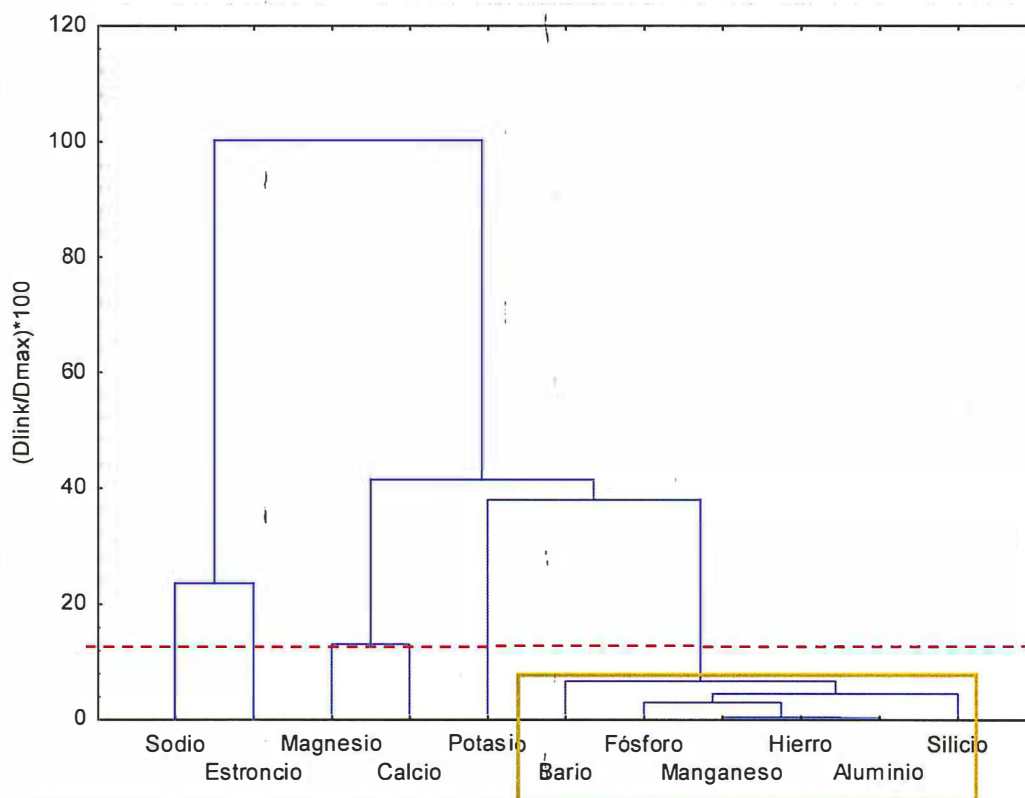
694. De esa manera, se consideró para el análisis de clúster los metales alcalinos, sodio y potasio; alcalinos térreos, estroncio, magnesio, calcio y bario; el no metal fósforo; el metaloide silicio; y los metales con mayor porcentaje en la corteza terrestre, es decir, manganeso, hierro y aluminio (ver Figura 11-1).

695. En dicha figura se puede apreciar que los metales, bario, fósforo, manganeso, hierro, aluminio y silicio, tienen el menor valor de  $(DLink/Dmax)*100$ , con 6,5; mientras el sodio y estroncio se agrupan en un valor de  $(DLink/Dmax)*100$  con 23,3 mayor al establecido ( $<16$ ), por lo que se consideran no agrupados; el calcio y magnesio a un valor de 12,9 y el potasio no se agrupa con ningún metal hasta un valor mayor  $(DLink/Dmax)*100$  de 37,8.

696. El sodio y estroncio se agrupa con los demás metales a un valor de 100, mientras que el magnesio y calcio a un valor de 41,24, por lo que de acuerdo a dichas distancias de agrupamientos esto puede tener un diferente comportamiento a los metales más agrupados (bario, fósforo, manganeso, hierro, aluminio y silicio), como se puede ver en la Figura 11-1.



Handwritten signature and initials: Q, K, D, Y, M, A, R, S.

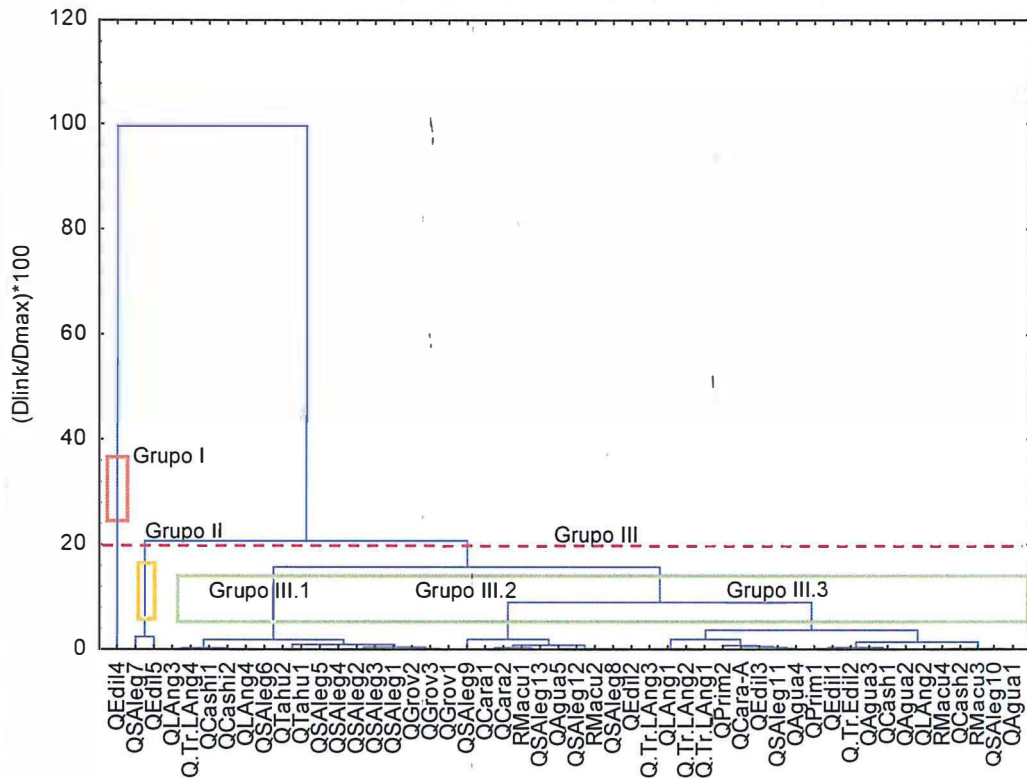


**Figura 11-1.** Dendograma de metales totales en los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera y del centro poblado Macuya

697. Con los 11 metales anteriormente citados, se realizó la conformación de los grupos de los metales totales para todos los puntos de muestreo evaluados, considerándose el valor de la distancia de agrupamiento de los clústeres,  $(D_{Link}/D_{max}) * 100 = 20$ , mediante la medida de semejanza calculada por la distancia euclidiana.
698. De esa manera, de acuerdo a lo observado en la Figura 11-2, se tiene que los puntos de muestreo se asociaron en tres grupos:
- Grupo I: En el punto de muestreo QEdil4 de la Quebrada Edilberto.
  - Grupo II: En el punto de muestreo QEdil5 de la Quebrada Edilberto y el punto QSAleg7 de la quebrada Selva Alegre.
  - Grupo II: Puntos de muestreo restantes en el ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera y centro poblado Macuya, que se conglomeraron en tres subgrupos respectivamente.
699. De acuerdo a las citadas agrupaciones de los puntos de muestreo, se evaluaron los metales que influyen en la conformación de dichos grupos, por lo que se realizó, en cada uno los 11 metales, las gráficas de distribución de las concentraciones en todos los puntos de muestreo (ver Anexo B2).



E  
 K  
 D  
 M  
 S  
 M  
 S



**Figura 11-2.** Dendograma de puntos de los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera y el centro poblado Macuya

700. De este modo, se tiene que el aluminio, fósforo, hierro, manganeso y silicio (ver Figuras B2-1 a B2-5 del Anexo B2) fueron los metales que asocian los puntos de muestreo en grupos o clústeres (ver Figura 11-2), especificándose las concentraciones de los respectivos metales a continuación:

- Grupo I (QEdil4): Aluminio (72,45 mg/L), fósforo (1,68 mg/L), hierro (32,33 mg/L), manganeso (4,089 mg/L) y silicio con (34,6 mg/L).
- Grupo II (QEdil5 y QSAleg7): Aluminio con 10,35 y 6,273 mg/L; fósforo con 0,52 y 0,39 mg/L; hierro con 5,03 y 4,875 mg/L; manganeso con 0,446 y 0,414 mg/L, y silicio con 16,0 y 15,5 mg/L, respectivamente.
- Grupo III (demás puntos de muestreo): Aluminio (2,65 a 0,051 mg/L); fósforo (0,28 a 0,06 mg/L); hierro (2,092 a 0,08 mg/L); manganeso (0,217 a 0,019 mg/L) y silicio de (12,6 a 8,41 mg/L).

701. En relación a los resultados anteriores, las concentraciones de los metales pueden ser organizadas en orden descendente: Grupo I (QEdil4) > Grupo II (QEdil5) > Grupo II (QSAleg7) > Grupo III (demás puntos de muestreo). Mientras, el bario, calcio, magnesio y potasio (de la Figura B2-6 a Figura B2-9 del Anexo B2) solamente diferencia a QEdil4 (Grupo I) de los demás puntos de muestreo por registrar mayores concentraciones de estos metales, y el estroncio y sodio (ver Figuras B2-10 a B2-11 del Anexo B2) no tuvo influencia en las agrupaciones de los puntos de muestreo.

D  
 B  
 K  
 M  
 A  
 S

702. Estas diferencias en las concentraciones, que permite las agrupaciones de los puntos de muestreo (ver Figura 11-2), se deben a la lluvia. Esto se observa por la modificación del color debido a una mayor cantidad de materia suspendida<sup>55</sup> en el agua de QEdil4 (ver Figura 11-3a) y QEdil5 (ver Figura 11-3b) con respecto a QEdil1, QEdil2 y QEdil3 (ver Figura 11-3c, 11-3d y 11-3e, respectivamente)
703. Asimismo, en la Figura 11-4a, se puede apreciar que en el punto de muestreo QSAleg7 de la quebrada Selva Alegre se produce el cambio de color con el incremento de la materia suspendida, con respecto a los otros puntos de muestreo referenciales (ver Figura 11-4b, 11-4c, 11-4d y 11-4e, respectivamente).
704. El resultado anterior se fundamenta en que la lluvia incrementa los flujos o transporte en el cuerpo de agua de las concentraciones de los parámetros ó constituyentes asociados, expresadas en mg/L, como resultado del aumento de la descarga o caudal y cantidades de sedimento suspendido. Esto ocurre en un estudio realizado por Horowitz Arthur J., 2008<sup>56</sup>, en la que indica que las concentraciones de los metales cobre, zinc y plomo se incrementaron en los cuerpos de agua debido a los efectos de la lluvia.
705. Por otro lado, la lluvia no solamente incrementó las concentraciones de los metales evaluados (silicio, bario, calcio, magnesio, fósforo, potasio, aluminio, manganeso y hierro), además de las de boro, litio y zinc en QEdil4 (quebrada Edilbertocaño), sino que también incrementó las formas suspendidas de dichos metales, no ocurriendo lo mismo para el sodio y fósforo, alcanzando dicha forma en casi un 100 % para el hierro y aluminio, los cuales están asociados a la materia suspendida en todos los cuerpos de agua evaluados, excepto en la quebrada Cashibillo (QCashi1 y QCashi2), y aumentando el zinc, para el cual ambas formas son variables, en su forma suspendida a 87 % (máximo porcentaje de todos los puntos de muestreo).
706. Para los puntos QEdil5 (quebrada Edilbertocaño) y QSAleg7 (quebrada Selva Alegre), predominó la forma suspendida del manganeso, mientras el silicio no predominó en ninguna de la dos formas en QEdil5 (tuvieron 50% cada uno) y en QSAleg7 prevaleció en la forma suspendida.



El  
K  
D  
M  
A  
S

<sup>55</sup> De acuerdo a Campanhola E.B, et al. (2010), la materia o partícula suspendida comprende una distribución de tamaño de partícula continuo, que incluye a las arcillas como los hidroxidos de hierro (Fe) y aluminio (Al) y sustancias húmicas.

<sup>56</sup> Cabe resaltar que dicha evaluación realizada por Horowitz Arthur J., (2008) indica que las concentraciones asociadas a los sedimentos en suspensión expresadas en mg/kg tienden a disminuir debido a la mayor presencia de material de grano grueso; no obstante, los flujos de los mismos constituyentes (expresadas en mg/L) tienden a aumentar debido a las mayores descargas y concentraciones del sedimento suspendido.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

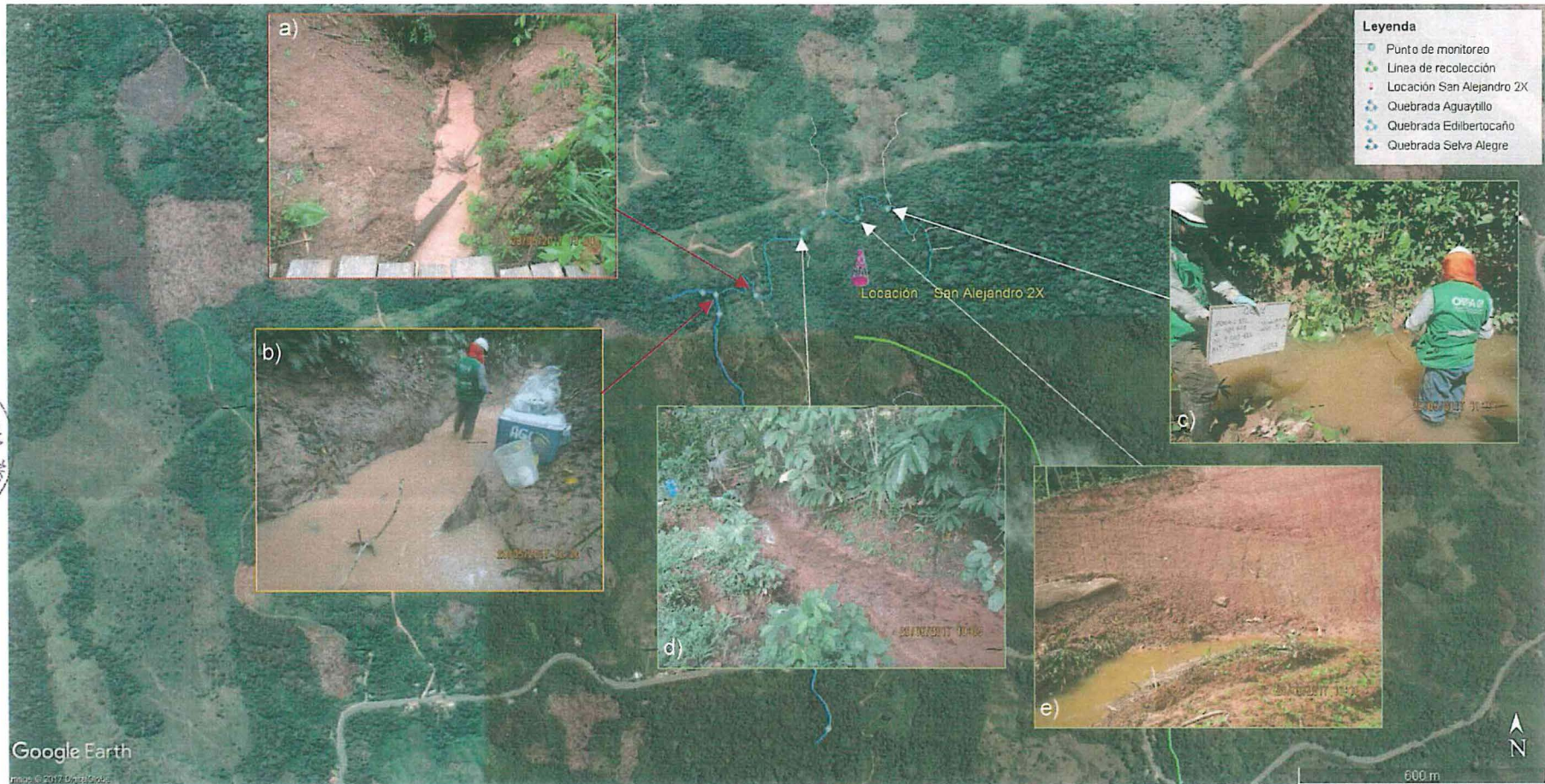


Figura 11-3. Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Edilbertocaño en a) QEdil4 (Grupo I), b) QEdil5 (Grupo II), c) QEdil1 (Grupo III.3), d) QEdil3 (Grupo III.3) y e) QEdil2 (Grupo III.2)



Handwritten signature and initials: P, K, D, M, S, M, P



Figura 11-4. Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Selva Alegre en a) QSAleg3 (Grupo III.1), b) QSAleg7 (Grupo II), c) QSAleg10 (Grupo III.3), d) QSAleg11 (Grupo III.3) y e) QSAleg12 (Grupo III.2)

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VºBº  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

*[Handwritten signatures and initials]*

707. El efecto de la lluvia en las quebradas y ríos del área evaluada incrementó las concentraciones de los metales, bario, níquel, plomo y zinc<sup>57</sup>, que se encontraron mayoritariamente en forma suspendida, en QEdil4; dichas concentraciones excedieron los ECA para agua Cat4E2. Respecto a otros metales, el cobre se encontró en forma suspendida; siendo su concentración menor a la establecida en la Cat4E2, el cromo y cobalto (que no se encuentra en el ECA) se tuvieron concentraciones mas altas que en los demás puntos de muestreo evaluados.
708. El aumento de estos metales se debe a los procesos geológicos externos o exógenos causados por las lluvias (ver Sección 8.1.2), esto es, remoción de metales de los suelos en los cauces de los ríos que llegan a los ríos y quebradas por medio de pequeñas escorrentías y que luego son trasladados por el flujo del agua mediante los sedimentos en suspensión. De esa manera, en la Fotografía 11-1 se puede ver el proceso de erosión en una quebrada tributaria al río Macuya, con un pequeño deslizamiento de arena de la ribera en la margen izquierda, y el efecto de la fuerza del agua para remoción de sedimentos de fondo al ser una quebrada de poca profundidad.



**Fotografía 11-1.** Erosión fluvial de una pequeña quebrada tributaria al río Macuya



**Fotografía 11-2.** Transporte de los sedimentos de la quebrada Edilbertocaño a la quebrada Aguaytillo (margen derecha) en mayo de 2017



**Fotografía 11-3.** Transporte de los sedimentos de la quebrada sin nombre al río Macuya (margen izquierda) en febrero de 2017

<sup>57</sup> Según Walling D.E., et al., (2017), muchos compuestos químicos como los metales pesados (que incluyen al níquel y plomo), pesticidas y otros orgánicos, además de los nutrientes como el fósforo, son transportados básicamente en asociación con los sedimentos e interacciones entre las fases sólidas (sedimento) y el líquido (agua) que ejercen una influencia importante en la calidad del agua.

709. En cuanto al proceso de transporte de la carga en suspensión, se observan que en la Fotografía 11-2 y Fotografía 11-3 el aporte de dicha carga con los respectivos metales, debido al efecto de la lluvia, a la quebrada Aguaytillo y río Macuya, respectivamente. Finalmente, el proceso de sedimentación (caída de las partículas más pesadas al fondo de los cuerpos de agua) ocurren aguas debajo de dichos apartes, principalmente en sitios de menor corriente de agua como pequeños estanques formados.

#### b) Oxígeno disuelto

710. Las concentraciones de oxígeno disuelto en los dos puntos de muestreo, QPrim1 y QPrim2 de la quebrada Primavera, fueron menores a los ECA para agua Cat4E2 (ver Figura 10-3).

711. De acuerdo con Massol, 2006; la distribución del oxígeno en cuerpos de agua naturales está determinada, entre otros factores, por los procesos físicos de advección y difusión, principalmente en las turbulencias producidas principalmente en pequeñas cascadas. La falta de movimiento de agua se evidencia en la quebrada Primavera puesto que su curso está obstaculizado con restos de troncos, ramas y vegetación arbustiva; volviéndose el agua turbia, de coloración ligeramente verdosa y plomiza, tal como se observa en la Fotografía 11-4 y Fotografía 11-5.



**Fotografía 11-4.** Quebrada Primavera en el punto de muestreo QPrim1



**Fotografía 11-5.** Quebrada Primavera en el punto de muestreo QPrim2

712. El estancamiento de las aguas de la quebrada Primavera en QPrim2 permite el enriquecimiento orgánico (nutrientes) que favorece el incremento de la abundancia de cianobacterias (196 800 organismos). Este enriquecimiento favorece igualmente el desarrollo de las cianobacterias en quebradas cuyas concentraciones de oxígeno disuelto fueron mayores a los ECA para agua Cat4E2, como QLang4 (206 400 organismos), que se muestran en la Fotografía 11-6 y QSAleg11 (134 400 organismos) que se presentan en la Fotografía 11-7.

713. Esto indica que la turbulencia y los procesos físicos de advección y difusión otorgan una buena oxigenación al agua superficial, siendo más influyentes que otras fuentes como la fotosíntesis (aporte) y la disminución por el consumo respiratorio. Esto se evidencia en los mismos valores de abundancia de cianobacterias, organismos vivos tomados como referencia, en aguas de alta concentración de oxígeno disuelto en QLang4 y QSAleg11, y baja en QPrim2.

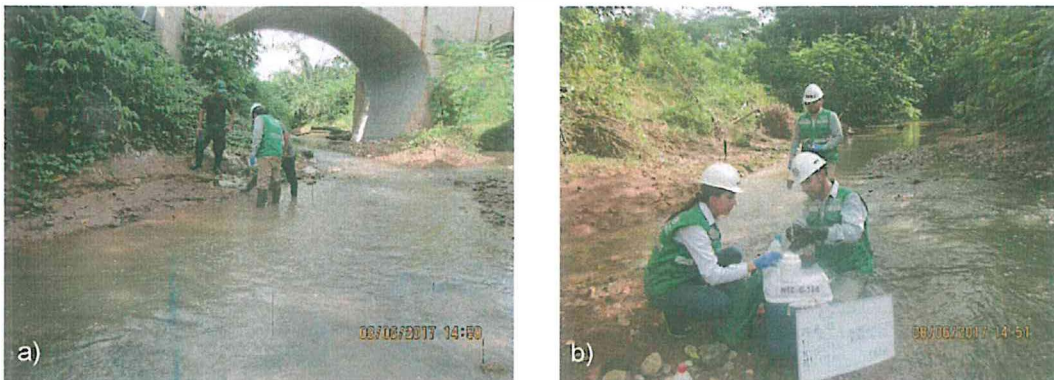


Handwritten signature and initials in blue ink.

714. De acuerdo a la evaluación realizada por el OEFA mediante el Informe 000118-2016-OEFA-DE-SDLB-CEAI, se reportaron concentraciones menores a 3 mg/L de oxígeno disuelto en cuatro quebradas y cuatro cochas (lagunas) en el ámbito del Lote 192, lo que se debió a causas similares a las que se observaron en la quebrada Primavera, con poco caudal y proliferación de cianobacterias.



**Fotografía 11-6.** Quebrada Los Ángeles – QLang4 en a) vista de flujo de agua y b) muestreo de perifiton en sustrato vegetal (rama) y mineral (piedras)



**Fotografía 11-7.** Quebrada Selva Alegre – QSAleg11 en a) vista del flujo de agua y b) muestreo de perifiton en sustrato vegetal (rama) y mineral (piedras)

**c) Coliformes termotolerantes**

715. La quebrada Tahuayo (MIB-QTahu2), aguas abajo del puente Tahuayo, registró valores de coliformes termotolerantes de 16 000 NMP/100 mL que excedieron los ECA para agua Cat4E2, siendo mayores con respecto a MIB-QTahu1, aguas arriba del puente Tahuayo, cuyo resultado fue de 23 NMP/100 mL.
716. La característica física más resaltante de la quebrada Tahuayo en MIB-Tahu2 es que presenta aguas más turbias de color marrón claro similar al suelo ribereño que recorre la margen derecha de esta (ver Figura 11-5a y Figura 11-5b), lo que difiere del punto MIB-Tahu1, en donde el agua es ligeramente transparente con tonalidades café (ver Figura 11-5c y Figura 11-5d).
717. En la misma margen derecha de MIB-Tahu2, aproximadamente de 2 a 10 m aguas abajo, se registró una pequeña corriente de agua por la margen derecha no característico de una escorrentía y residuos de plástico como bolsas y botellas (ver Fotografía 11-8). También se evidenció bolsas plásticas mezclados con los suelos ribereños (lo que indica que dichos residuos no son recientes) y una letrina que evacua aguas hacia la quebrada por la margen derecha (ver Fotografía 11-9).



Handwritten signature and initials.



Figura 11-5. Esquema de puntos de muestreo de la quebrada Tahuayo para la evaluación microbiológica en MIB-QTahu1: a) Coordenadas (493 746 E y 9 024 405 N – Zona 18 L) y b) Toma de la muestra y MIB-QTahu2: c) Coordenadas (493 777 E y 9 024 556 N – Zona 18 L) y d) Toma de la muestra

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VºBº  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

*[Handwritten signature]*

718. Todas las evidencias antropogénicas indicadas, lo que suma la remoción del suelo de las riberas (donde puede encontrarse coliformes) y que incrementa la materia suspendida, provocan que la quebrada Tahuayo, aguas abajo de dichas observaciones, tenga altos valores de coliformes termotolerantes.



**Fotografía 11-8.** Corriente de agua y residuos de plástico en la quebrada Tahuayo, punto de muestreo MIB-QTahu2



**Fotografía 11-9.** Letrinal y residuos impregnados en el suelo de la quebrada Tahuayo, punto de muestreo MIB-QTahu2

## 11.2. Calidad de sedimentos

719. El punto de muestreo SED-QCara2 de la quebrada Caracol fue el único que registró una concentración de HTP de 203 mg/kg en el rango de C<sub>6</sub>-C<sub>40</sub>, concretamente 175 mg/kg para la fracción pesada (C<sub>28</sub>-C<sub>40</sub>) y 27,9 mg/kg para la fracción media (C<sub>10</sub>-C<sub>28</sub>). Además, en dicho punto se registró la mayor concentración de cloruros, tal como se observa en la Figura 11-6.
720. Asimismo, en SED-QCara2 se registró uno de los mayores porcentajes de materia orgánica (7,26 %) y concentraciones de bario, cobre, cromo, níquel y zinc (máximo valor con 86,1 mg/kg), siendo dichos registros mayores al rango de valores no atípicos establecidos por el diagrama de cajas y bigotes (ver sección 10.2.2.6 y Anexo C2). Estos resultados indican que el registro de HTP con mayores valores de materia orgánica, cloruros y metales pesados se encuentran en sedimento con el mayor porcentaje de limo de 60 %, ver Figura 11-7, de clase textural franco limosa, el cual coincide con la característica de la muestra, ver Fotografía 11-10.



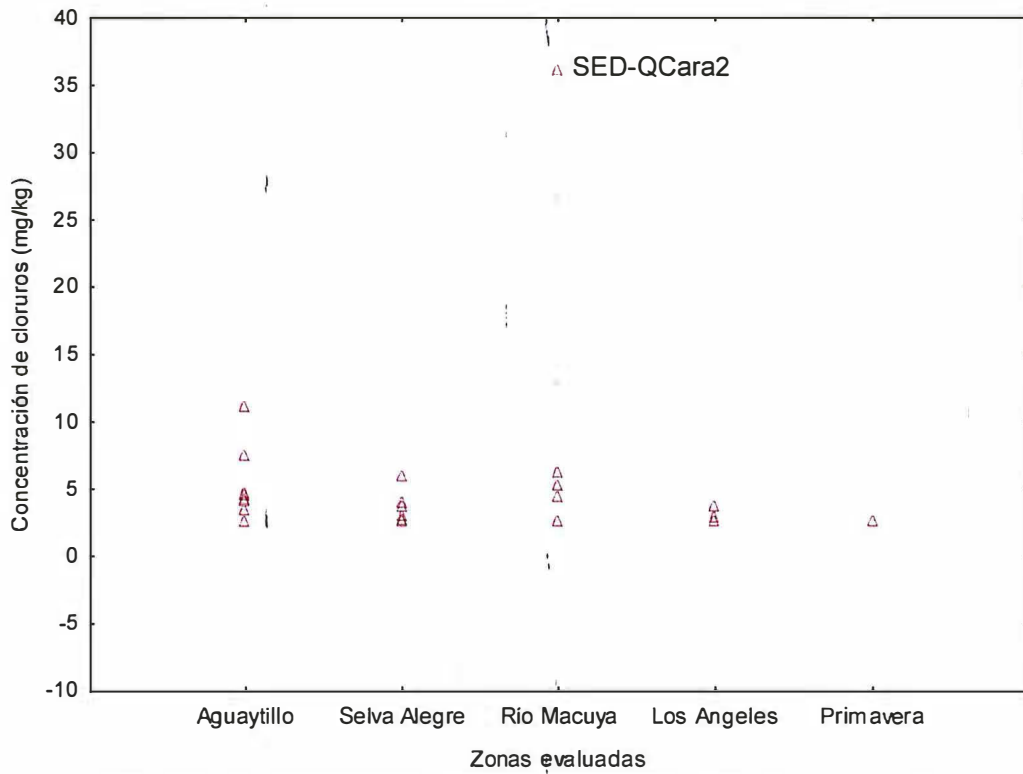
**Fotografía 11-10.** Quebrada Caracol en el punto de muestreo QCara2



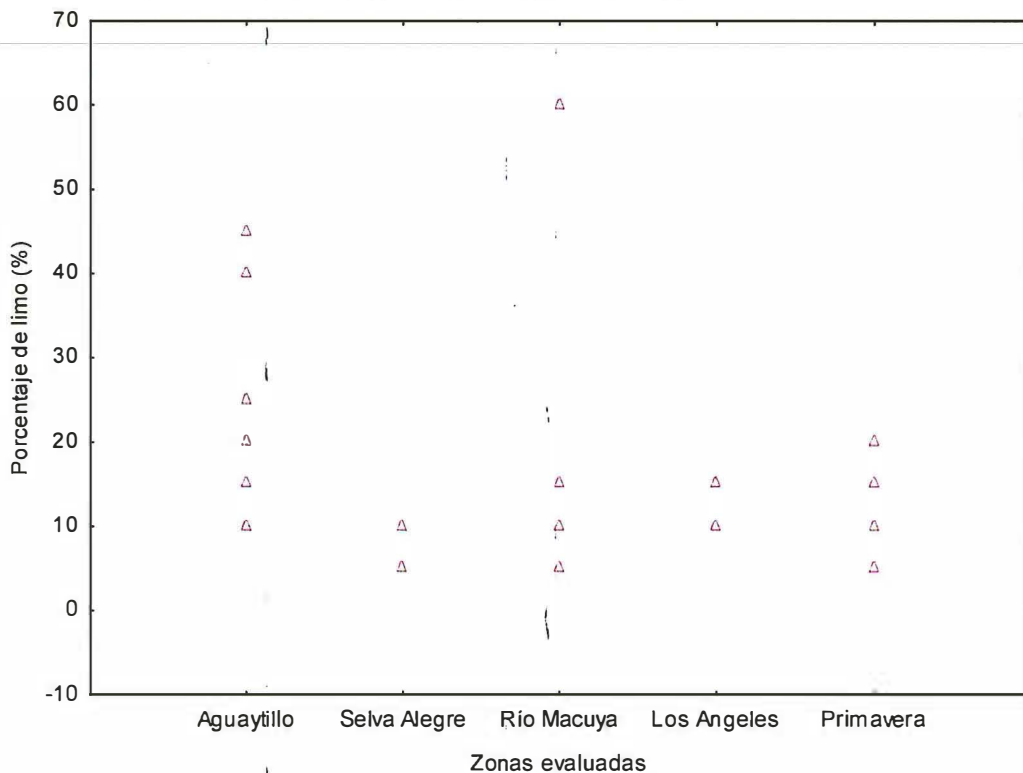
Handwritten signatures and initials on the left margin.



*Handwritten signature and initials in blue ink.*



**Figura 11-6.** Resultados de cloruros de los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera, y el centro poblado Macuya

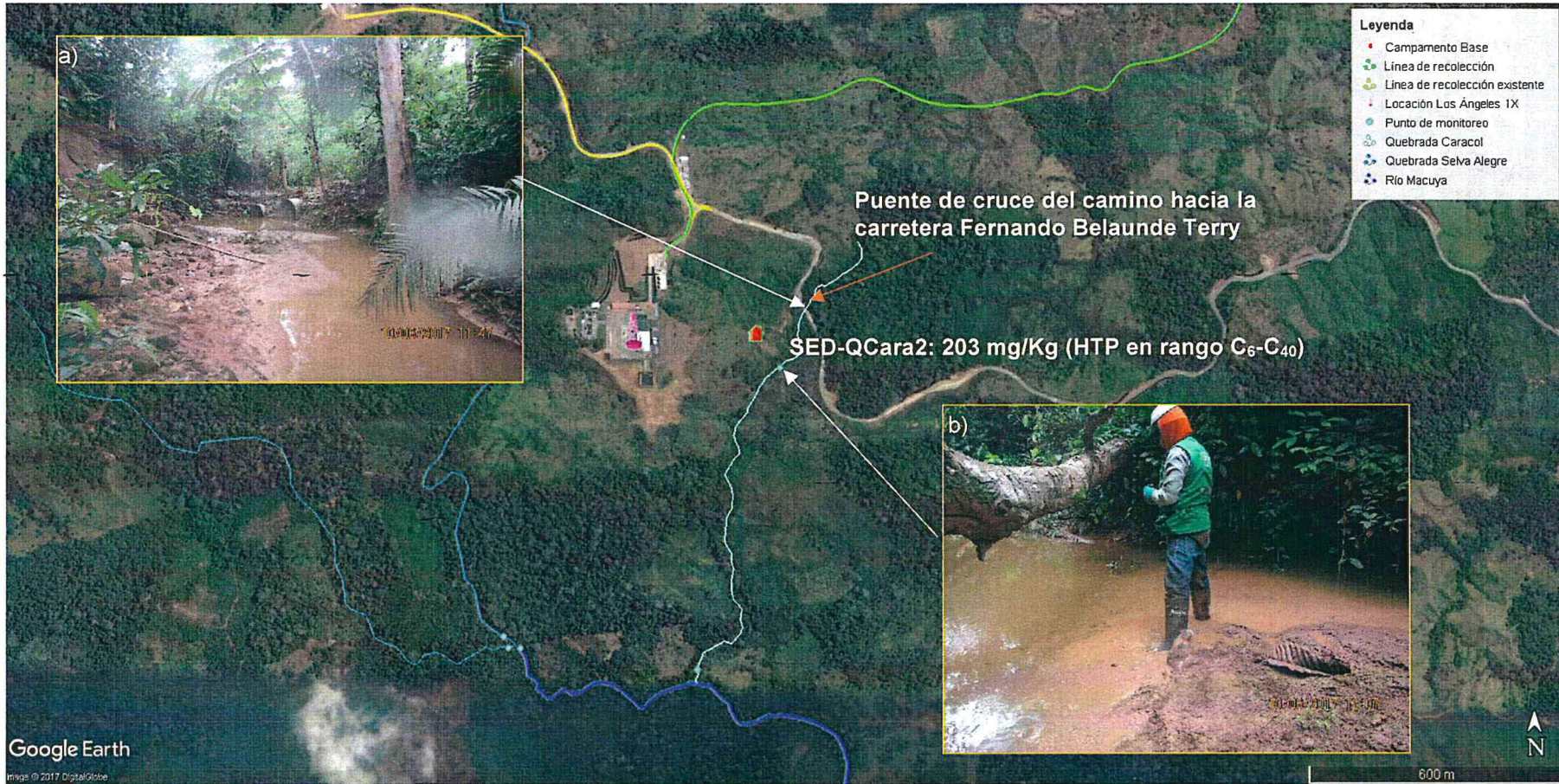


**Figura 11-7.** Resultados de limo de los cuerpos de agua superficial del ámbito de los caseríos Ascención de Aguaytillo, Los Ángeles, Primavera y centro poblado Macuya



721. Al respecto de los metales pesados, diversos estudios indican que existe una relación positiva entre estos y los HTP, tal como indica Khan A.B. & Kathi B. (2014), en donde este parámetro orgánico está relacionado con el cobre y zinc, mientras que el estudio realizado por Ran Zhou (2014) determinó que solamente se encuentran relacionados con el cobre.
722. Asimismo, de las evaluaciones sobre derrames realizadas por el OEFA en el Lote 8 durante los años 2014 y 2015, Informe N°0023-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI, resultó que a mayor concentración de HTP se registraron mayores concentraciones de plomo, cobre, cromo y zinc, mientras que de la evaluación realizada en el Lote 192 durante el año 2016, Informe N°118-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI, resultó que los HTP se relacionaron con el bario, cadmio, plomo y zinc. Estos antecedentes indicarían que los HTP tiene relación con la fuente antropogénica (derrames); sin embargo, debe establecerse dicha relación en los sedimentos de SED-QCara2 o si tienen origen natural (ver sección 8.2.1).
723. Tomando en cuenta lo anterior, se debería determinar la fuente de origen del HTP, ya que de acuerdo a la Figura 11-8, el punto de muestreo SED-QCara2 de la quebrada Caracol se encuentra cercana al futuro campamento base, actualmente en construcción, y a la locación LA1X, estando aguas arriba del punto de muestreo el puente por donde transitan diariamente los camiones cisternas que llevan el crudo de petróleo hacia Pucallpa.
724. De otro lado, la relación entre la clase textural con los metales pesados principales (ver Figuras C2-10 a C2-17 del Anexo C2) y la materia orgánica (ver Figura C2-18 del Anexo C2), indica que aquellos sedimentos constituidos fundamentalmente por arena (mayor al 50 %,) tienen el mayor rango de concentraciones de metales. De este modo, se tiene que el bario y arsénico son mayores en los sedimentos de textura franco arenosa y arenosa; el plomo, cromo y zinc en textura arenosa; y cadmio, cobre y níquel en las texturas arenosa, franco arenosa y arena franca.
725. Por lo tanto, estos resultados indicarían que aquellos sedimentos que tienen mayores porcentajes de arenas tienen minerales asociados a la materia orgánica presente (ver sección 8.2.1) u otros compuestos que contienen los citados metales pesados en mayores concentraciones, siendo el bario (metal alcalino) y el cadmio el de mayor y menor concentración, respectivamente.
726. Con respecto a la distribución espacial de los metales pesados, en la zona evaluada se registró diversos cuerpos de agua con las mayores concentraciones (valores atípicos), entre los cuales se resalta al tributario a la quebrada Los Ángeles (SED-Q.Tr.LAng3) con siete metales, la quebrada Caracol (SED-QCara2) con cinco metales, y quebrada Selva Alegre (SED-QSAleg12) con cinco metales. En contraste, la quebrada tributaria a la quebrada Edilbertocaño (SED-Q.Tr.Edil2) registró la menor concentración de arsénico, cobre y plomo y la quebrada Selva Alegre en dos puntos, SED-QAleg6 de cromo y zinc y SED-QAleg2 de cadmio.
727. Estos resultados indican el diferente grado de acumulación de metales en los sedimentos, incluso para un mismo cuerpo de agua como la quebrada Selva Alegre, debido a los procesos geológicos exógenos en la etapa de sedimentación y la erosión causada por las escorrentías que trasladan los metales procedentes de distintos tipos de suelos aledaños, como los agrícolas y/o ganaderas o los que forman parte de los fragmentos de bosques primarios y secundarios.





**Figura 11-8.** Esquema de los puntos de muestreo de la quebrada Caracol en a) aguas arriba del punto de muestreo Sed-QCara2, cruce con la carretera de conexión entre las locaciones LA3X y LA1X y la carretera Fernando Belaunde Terry y b) QCara2, punto de muestreo de la quebrada Caracol

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VOTO  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

P  
I  
M  
S



### 11.3. Comunidades hidrobiológicas

728. Las comunidades de perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces son las más usadas como indicadores en actividades de monitoreo biológico en quebradas y ríos (Li *et al.* 2010). En el área de evaluación se evaluaron 28 puntos de muestreo, todos ellos pertenecientes a ambientes lóticos de aguas claras, los cuales resuspendían los sedimentos en la columna de agua al mínimo contacto o durante las lluvias. Estos puntos fueron agrupados en cinco sistemas hidrológicos, teniendo en cuenta los componentes del proyecto y las localidades ubicadas en el área de influencia. Especial atención mereció la quebrada Aguaytillo y sus afluentes, pues aquí recién se está empezando con los trabajos de construcción, pero hasta el momento de la evaluación el administrado no ha realizado aquí ningún muestreo hidrobiológico (EIA de los años 2013 y 2016).

729. Con respecto al estado del hábitat, lo más evidente es el continuo avance de la agricultura de cacao y ganadería bovina en la zona. Al respecto, ya en 1999 el Congreso de la República afirmaba que "la mayoría de los habitantes de las zonas rurales de Ucayali, no realizan sus actividades productivas en un solo lugar, sino que combinan, las actividades de caza, pesca y extracción de madera con una agricultura tipo migratorio", lo cual intensifica la deforestación. Otra actividad que se observó fue el crecimiento poblacional, influenciado por una mejor expectativa de desarrollo económico en la zona que se originaría por la explotación de hidrocarburos en las locaciones SA2X, LA1X y LA3X. Relacionado al crecimiento poblacional está el tema de la contaminación por efluentes domésticos y residuos sólidos, especialmente en los cuerpos de agua cercanos al distrito de Alexander von Humboldt (quebrada Tahuayo), centro poblado Macuya (río Macuya) y caseríos Primavera (quebrada Primavera), Los Ángeles (quebrada Los Ángeles) y Ascensión de Aguaytillo (quebrada Aguaytillo).

730. En relación al perifiton, se ha encontrado que Bacillariophyta y Cyanobacteria fueron los phyla dominantes tanto en riqueza como en abundancia en todos los sistemas hidrológicos, lo cual es una condición muy común en los ríos tal como lo describe Jorgensen (2009). Un aspecto resaltante tuvo que ver con la abundancia de microalgas, especialmente de Cyanobacteria, en puntos muy cercanos a los centros urbanos, exactamente ubicados aguas abajo de las carreteras. Los ejemplos más resaltantes se presentaron aguas abajo de los puentes Primavera (quebrada Primavera), Los Ángeles (quebrada Los Ángeles) y Macuya (río Macuya), próximos a los centros urbanos Primavera, Los Ángeles y Macuya, respectivamente; en estos sitios Cyanobacteria representó más del 50 % de la abundancia, condición que estaría relacionada a contaminación orgánica, resultante de actividades domésticas que se desarrollan en sus alrededores. Resultados similares con respecto al incremento de Cyanobacteria en sitios contaminados por efluentes domésticos fueron encontrados por Pescador (1999) en Costa Rica. Un porcentaje de Cyanobacteria superior al 50 % sobre la abundancia total también se observó en un punto ubicado en la quebrada Selva Alegre (HID-QSAleg11), exactamente entre las plataformas LA3X y LA3X, aguas abajo de la carretera que las une; en este punto se encontraron aguas verdosas y piedras del mismo color, cuya condición estaría relacionada a aportes orgánicos derivados de la actividad agrícola y ganadera de la zona, pues este sector de la cuenca se destacó por ser una de las áreas deforestadas más extensas, en las cuales la agricultura y la ganadería se viene desarrollando hace mucho tiempo.



d  
k  
D  
I  
H  
A  
M  
S



Otros puntos con una considerable abundancia de Cyanobacteria (25 - 30%), fueron observados en el tributario principal de la quebrada Los Ángeles (HID-Q.Tr.LAng1) y la quebrada Tahuayo, en el caserío Primavera (HID-QTahu1); estos puntos tienen la particularidad de encontrarse en zonas ampliamente deforestadas que han sido ocupadas por ganadería vacuna, la cual probablemente sea la principal causa del incremento de nutrientes en las aguas. Al respecto, Chorus y Mur (1999) se refieren a la agricultura y la ganadería como actividades que generan eutrofización, mientras que Packam (1994) señala que sus efluentes y desechos deben ser tratados como si se trataran de desechos humanos. En relación al zooperifiton, su riqueza y abundancia fue muy limitada, lo que es bastante común en ambientes lóticos.

731. Los macroinvertebrados bentónicos estuvieron representados principalmente por órdenes de insectos acuáticos, los cuales son considerados los elementos más importantes en la dinámica ecológica de los ecosistemas lóticos (Maneechan y Prommi 2015). Destacaron principalmente, tanto en riqueza como abundancia, los órdenes Diptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera, siendo estos tres últimos considerados muy buenos indicadores de calidad de agua por ser muy sensibles a cambios que alteran su calidad (Carrera y Fierro 2001). Como bien puede apreciarse en los gráficos de riqueza y abundancia, la composición a nivel de órdenes no varía mucho entre puntos de muestreo; sin embargo, puede notarse que en el río Macuya y las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera se registraron menores valores de riqueza y abundancia, lo cual podría considerarse como un indicador de perturbación en esos cuerpos de agua. En lo que respecta a nuevos registros de diversidad, destaca la presencia de odonatos (libélulas) de la familia Amphipterygidae en la quebrada Caracol, la cual aún no ha sido reportada en el Perú en las claves taxonómicas desarrolladas para Sudamérica (Hoffman 2009, Von Ellenrieder y Garrison 2009).

732. Los peces alcanzaron una diversidad de 61 especies, una diversidad mayor a la encontrada en los anteriores estudios de línea base desarrollados en la zona (GEMA 2013, GEMA 2016). No obstante, es necesario aclarar que en la presente evaluación el esfuerzo de muestreo fue mayor, tanto en número de lances como en el número de artes de pesca empleados, especialmente en zonas donde se encontró una mayor diversidad de hábitats disponibles. En lo relacionado a la diversidad por sistemas hidrológicos, no se aprecia una relación entre el grado de intervención y la riqueza y abundancia de peces, tal como sí se pudo observar en las comunidades anteriores; esta condición respondería más a que la riqueza y abundancia de peces estuvo más relacionada a la disponibilidad y accesibilidad de las zonas de pesca. Con respecto a la composición de ictiofauna, en la gran mayoría de puntos evaluados, el orden Characiformes fue el más diverso y abundante, seguido muy de lejos por el orden Siluriformes. Estos resultados corroboran la amplia distribución y dominancia de las especies del superorden Ostariophysi, conformado por los órdenes Characiformes y Siluriformes, en la región Neotropical (Reis *et al.* 2003). En lo que respecta a nuevos registros de diversidad, se encontró un individuo del género *Imparfinis* en la quebrada Aguaytillo, aguas arriba del puente Aguaytillo (HID-QAgua1), el cual no corresponde a ninguna de las especies descritas hasta el momento por la bibliografía especializada (Mees y Cala, 1989; Ortega-Lara *et al.*, 2011), lo que supondría una ampliación en la distribución del género o una nueva especie; esto



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

último sólo podría ser corroborado con la colecta de más ejemplares y muestras de ADN.

733. Hubo un hallazgo relacionado a un caso de parasitismo en peces, exactamente en ejemplares de carachama, *Ancistrus* sp. Pese a que la especie en mención fue capturada en las quebradas Aguaytillo, Caracol, Selva Alegre, Cashibillo, Tahuayo, Los Ángeles y el río Macuya, solo en este último, exactamente en el punto ubicado aguas abajo del puente Macuya (HID-RMacu4), se encontró individuos afectados por parásitos. Los parásitos se encontraron en forma de quistes color blanco o crema de aproximadamente dos milímetros de diámetro, trasluciendo a través de la piel, incrustados en el músculo o cubiertos por una membrana dentro de la cavidad visceral. Los pobladores de Macuya afirmaron que esta especie es usada para alimentación y que la presencia de esos quistes es algo que se viene observando en los últimos años. Preliminarmente se puede informar que es muy probable que estos parásitos sean céstodos (*Platyhelminthes*) habiéndose observado su forma y movimiento. En el Perú, solo se tiene publicado un antecedente de presencia de céstodos en peces amazónicos, sin embargo, en ningún caso se ha reportado en *Ancistrus* sp. (De Chambrier 2006). En otra publicación, en la cual se listan isópodos parásitos de peces de agua dulce, se identificaron especies del género *Riggia* en individuos de carachama *Ancistrus* sp. (Anaguana-Yancha y Brito 2015). Las fotografías pueden observarse en el Anexo D11. Galería fotográfica de parasitismo.

734. La calidad de agua fue estimada a través del índice BMWP/Col, el cual reflejó en buena parte el grado de intervención del área de estudio. De acuerdo a este índice, el río Macuya y sus tributarios y las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera presentaron una calidad de agua más deteriorada, con respecto al resto de cuerpos de agua evaluados, lo cual se explicaría en que estos cuerpos de agua son muy próximos a las más zonas más urbanizadas donde se genera un mayor volumen de efluentes domésticos, residuos sólidos, deforestación y uso de agroquímicos. En relación a la quebrada Aguaytillo y sus tributarios, que fue uno de los sistemas hidrológicos con mejor calidad de agua junto con la quebrada Selva Alegre, será necesario vigilancia ambiental más frecuente, pues es el lugar de intervención más reciente y podría servir como zona de referencia para posteriores estudios que evaluarían el impacto generado por la construcción de instalaciones para explotación de hidrocarburos y su posterior operación.

#### 11.4. Calidad de suelo

735. Del análisis de textura se observó que por lo general, las formaciones Chambira e Ipururo, presentaron mayor contenido de arena, lo cual permite una mayor infiltración de cualquier sustancia que sea vertida sobre estos suelos. Asimismo, dichos suelos poseen gran cantidad de materia orgánica, que tiene una alta capacidad de formar complejos con los metales (Reichman, 2002), lo que impide que dichos metales no sean absorbidos por las plantas.

736. El análisis de cloruros, permite ver el contenido de este parámetro antes del inicio del proyecto o de la ocurrencia de algún incidente. Del mismo resultó que el contenido de cloruros se encontró entre 2,5 mg/kg a 14 mg/kg, aproximadamente. Los puntos SUE-PRIM 1 (94 mg/kg), SUE-MACU 18 (93 mg/kg), SUE-MACU 16 (41 mg/kg) y SUE-MACU 1 (33 mg/kg), presentaron los valores más elevados, lo



d  
K  
D  
I  
H  
A  
M  
S

que podría deberse a algún tipo de enmienda en sus zonas de cultivo o a las técnicas de alimentación del ganado vacuno presente en el área.

737. Las concentraciones de cloruros encontradas son importantes, ya que, el crudo de petróleo está mezclado con agua con cloruros, por lo que cualquier derrame causaría el aumento de este parámetro en el suelo, perjudicando el desarrollo normal de las plantas.
738. En la actualidad, el Perú cuenta con estándares de calidad ambiental de suelo para uso residencial, agrícola y extractivo, para los siguientes metales: Arsénico, bario, cadmio, mercurio y plomo. Debido que todos los puntos de muestreo de suelos fueron establecidos en suelos de uso agrícola, se realizó una comparación entre los valores del nivel de fondo encontrados con los ECA para este tipo de suelo, lo que se muestra en la Tabla 11-1.

**Tabla 11-1.** Comparación de los valores del nivel de fondo con los ECA para suelo de uso agrícola

Metales totales	Zona de muestreo de suelos		ECA D.S. N° 011- 2017 MINAM
	Chambira	Ipururo	Suelos de uso agrícola (mg/kg PS)
	NF	NF	
Arsénico	4,976	5,895	50
Bario	173,3	125,5	750
Cadmio	0,201	0,186	1,4
Plomo	14,18	17,12	70

739. Como se puede comprobar, ninguno de los niveles de fondo de los parámetros evaluados en las dos zonas geológicas (Chambira e Ipururo) superó el ECA para suelo de uso agrícola.
740. A continuación se mencionan algunas concentraciones geoquímicas normales y anómalas de elementos en el suelo, lo cual servirá para ver si los valores de nivel de fondo se encuentran dentro de un rango normal

**Tabla 11-2.** Concentraciones geoquímicas normales y anómalas de algunos elementos traza en suelos

Elemento	Rango normal (mg/kg)	Concentraciones anómalas (mg/kg)
Arsénico	<5 - 40	Hasta 2 500
Cadmio	<1 - 2	Hasta 30
Cobre	<60	Hasta 2 000
Molibdeno	<1 - 5	10 - 100
Níquel	2 - 100	Hasta 8 000
Plomo	10 - 150	10 000 o mas
Selenio	<1 - 2	Hasta 500
Zinc	25 - 200	10 000 o mas

Fuente: Bowie & Thornton, 1985

741. Los valores de nivel de fondo del arsénico, cadmio, cobre, molibdeno, níquel, plomo, selenio y zinc, se encontraron dentro del rango normal de concentraciones geoquímicas.
742. Se debe tener en cuenta que los valores de nivel de fondo de un metal difieren entre las zonas evaluadas; esto puede ser debido a que este valor depende de las propias características orográficas, geoquímicas, climáticas, etc., por lo que cada sitio a estudiar debe ser considerado como una unidad de análisis diferente, en la



8

K

D

I

H

A

M

S

que se han de determinar sus niveles de fondo y de referencia particulares de cada lugar para una evaluación del estado de la calidad ambiental de suelos.

### 11.5. Flora silvestre

743. Las composiciones taxonómicas de las parcelas evaluadas muestran a las familias Fabaceae (185 individuos), Malvaceae (153), Urticaceae (125), Moraceae (100), Arecaceae (99), Euphorbiaceae (85), Rubiaceae (61), Meliaceae (39), Myristicaceae (30) y Lauraceae (26) como las más abundantes en individuos. Esta información coincide con la mayoría de estudios realizados en parcelas permanentes por parte de diferentes investigadores en la Amazonía. 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 área de influencia del proyecto corresponden a lo reportado por Gentry (1988a), (1988b) en Phillips y Miller (2002); y Phillips *et al.* (1994), en el norte de la Amazonía 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. Cabe indicar que estas investigaciones forman parte de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR).

744. Los resultados de las parcelas FI-02, FI-05 y FI-24 con FI-23 para el caserío Ascensión de Aguaytillo y el centro poblado Macuya respectivamente, indican que que estos fragmentos corresponden a bosque secundario; mientras que las parcelas FI-18A, FI-18B, FI-19<sup>a</sup> y FI-19B para el centro poblado Macuya, como muestran que las familias Urticaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae (antes Bombacaceae) y Boraginaceae 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 fragmentos de bosque secundario y fragmento de bosque transformado para pastizales. Por esto, la presencia de árboles pioneros identifica sitios del bosque secundario en los que han ocurrido cambios rápidos en la estructura y composición de las especies como refiere Sarukchan *et al.*, (1985) y 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 pje, 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.

745. De forma distinta ocurre con las especies de los fragmentos de bosque primario (maduro), donde las especies e individuos más abundantes y diversos corresponden a las familias Moraceae, Arecaceae, Myristicaceae, Fabaceae y Malvaceae, además de familias no tan abundantes pero importantes por la función ecológica que cumplen como Chrysobalanaceae, Rubiaceae, Meliaceae y Euphorbiaceae. Estos árboles, por lo común, presentan ciclos de vida de uno a



Handwritten vertical text on the left margin:   
g  
h  
P  
I  
H  
A  
M  
S

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 las parcelas de los fragmentos de bosque primario.

746. Es importante señalar, que dentro de los instrumentos de gestión ambiental (IGA) presentados por el administrado, en concreto la EIAd del año 2013 (época de secas y húmeda) y EIAd del años 2016, contemplan la evaluación de flora silvestre (forestal y botánica); en ella hacen referencia y coinciden con las familias que se reportan en la presente evaluación. Sin embargo, respecto a la riqueza de especies, las EIA reportan menos especies; por ejemplo, en la EIA del 2013, en la época seca y época húmeda, se registraron 244 y 264 especies respectivamente, del mismo modo para la EIA del 2016 se reportaron 167 especies. Estos registros son inferiores a los resultados que registra la presente evaluación (325 especies), únicamente especies de árboles mayores o iguales a 10 cm de diámetro.

747. Los resultados correspondientes al índice de valor de importancia en las parcelas del área de influencia del proyecto para ambas localidades, 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 ambas, la familia *Arecaceae* es la una de las más importantes seguidas de *Moraceae*, *Urticaceae*, *Malvaceae* y *Euphorbiaceae*. 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 Amazonía de Bolivia (Pando) mediante parcelas permanentes de 1 ha. Las especies en común entre las parcelas del proyecto y estos estudios son: *Pseudolmedia laevis*, *Iriartea deltoidea*, *Brosimum utile* y *Hura crepitans*; y aunque las otras especies no corresponden, pertenecen a las mismas familias como *Vochysiaceae*, *Anacardiaceae*, *Rubiaceae* y *Fabaceae*.

748. 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 los fragmentos de bosque primario como un estado ideal de las parcelas en bosque secundario y transformado para pastizales cuando estas últimas se recuperen naturalmente. En este sentido, la relación de las especies con mayor índice en ambos sectores nos indica cuales son las especies más importantes ecológicamente hablando (I.V.I) en el presente. De esta manera, se podría inducir la recuperación y regeneración de especies típicas de bosques maduros en los fragmentos de bosque secundario y sobre todo en los fragmentos de bosque transformado para pastizales.

749. Con respecto a la estimación de biomasa en Amazonía, Malhi *et al.* (2006) y Baker *et al.* (2004a) indican que la biomasa varía entre 250 y 350 Tn/ha; mientras que los mapas de biomasa de la región oeste de la Amazonía (Saatchi *et al.*, 2007) señalan que la biomasa se encuentra en el rango de 200 a 300 Tn/ha. Estos rangos de biomasa se diferencian con los resultados de este estudio, sobre todo para las parcelas en los fragmentos de bosque secundario y los transformados para pastizales, en los cuales se reporta un promedio aproximado de 90,9 y 25,2 Tn/ha respectivamente, calculado a partir de lo estimado en 0,2 ha en las parcelas FI-05, FI-02, FI-24, FI-23 y las parcelas FI-18A, FI-18B, FI-19A y FI-19B;



d

k

D

I

H

A

M

S



por el contrario, se estimó en promedio aproximado de 203 Tn/ha de biomasa en las parcelas con fragmentos de bosque primario, cuyo valor estaría dentro del rango bajo normal. En este sentido, la biomasa estimada en los fragmentos de bosque secundario y los transformados para pastizales son notoriamente muy bajos.

750. Las diferencias respecto a la composición arbórea, estimación de biomasa y captura de carbono en los fragmentos de bosque primario con respecto de los fragmentos de bosque secundario y los transformados para pastizales, muestran la capacidad de servicios ecosistémicos que puede ofrecer un bosque intacto con respecto a los bosques secundarios y con más razón respecto a los fragmentos de bosque transformado para pastizales.
751. La contaminación por hidrocarburos de estos fragmentos de bosque generaría cambios ecológicos, principalmente: la pérdida de organismos clave de una comunidad y la conquista de hábitats por parte de especies oportunistas según lo indica *The International Tanker Owners Pollution Federation Limited* (2011). Por lo tanto, la estimación de la 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 estimar en este tiempo el estado actual de la flora silvestre en los ecosistemas evaluados (fragmentos de bosque primario, fragmentos de bosque secundario y fragmentos de bosque transformado para pastizales), directa o indirectamente relacionado a las actividades que desarrollan los habitantes de los caseríos contiguos al proyecto.

#### 11.6. Fauna silvestre

752. A continuación se consignan las discusiones de los resultados de la evaluación de mamíferos y aves.

##### 11.6.1. Mamíferos

753. Las evaluaciones de fauna silvestre fueron realizadas en la época húmeda y para documentar la diversidad de fauna silvestre especialmente de mamíferos medianos y grandes se usaron dos metodologías: censo por transecto y el uso de cámaras trampa. Adicionalmente se realizó la búsqueda de Áreas Biológicamente Sensibles (ABS) en toda el área de estudio.
754. Del censo de fauna por transectos se registraron 18 especies de mamíferos medianos y grandes, encontrándose 6 registros carachupa (*Dasypus novemcinctus*), seguidos del majaz (*Cuniculus paca*) y el pequeño primate conocido localmente como tocón (*Callicebus discolor*) con cinco registros cada una.
755. Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación con los diferentes IGA área de estudio, se encontró que en el EIA del proyecto Prospección Sísmica 2D del Lote 131 de 2013, se registró un total de 22 especies de mamíferos grandes en ambas épocas de muestreo, cuatro especies más que en la presente investigación. Esta diferencia puede deberse a que en dicho estudio



D  
I  
A  
M  
S



las evaluaciones se realizaron también en bosques de orilla, un ecosistema diferente al de la presente investigación, donde se observaron otras especies de fauna silvestre.

756. De la comparación de estos resultados con la evaluación de la época húmeda del referido EIA, se encontró que el número de especies es similar para ambos estudios (18 especies de mamíferos). Sin embargo, de acuerdo a la distribución de especies de primates, las especies *Aotus vociferans* y *Saguinus fuscicollis* no existen en el área de estudio (Aquino *et al.* 2015)
757. El EIA para el Proyecto de Perforación de 02 Pozos Exploratorios y 06 Pozos Confirmatorios del Lote 131, realizado en la época de menor precipitación, ubicó sus puntos de evaluación en el área de influencia directa, donde se desarrolló el presente estudio por lo que la comparación de resultados fue equitativa.
758. De esta manera, se reportaron 15 especies mamíferos grandes, correspondiendo el mayor número de registros (35) al pequeño primate conocido localmente como fraile (*Saimiri sciureus*); sin embargo, de acuerdo a la distribución actual de especies de primates (Aquino *et al.* 2015), esta se encuentra únicamente en Brasil (Boubli *et al.* 2008). Para el área de estudio corresponde a *Saimiri boliviensis boliviensi*, que en la presente investigación fue registrada en tres oportunidades.
759. La segunda metodología empleada para documentar la fauna silvestre en el área de influencia indicado en el EIA para el Proyecto de Perforación de 02 Pozos Exploratorios y 06 Pozos Confirmatorios del Lote 131 fue el uso de cámaras trampa, para lo cual se distribuyeron 25 cámaras trampa en diferentes formaciones vegetales y en diferentes estratos de la vegetación del área de estudio. Dichas cámaras estuvieron activas por un periodo de 30 días, lo que permitió registrar de manera gráfica a las especies de fauna silvestre existentes en el área de influencia indicados en el referido EIA.
760. El esfuerzo de muestreo empleado por las cámaras trampa fue de 827 días/cámara, esfuerzo que permitió registrar 2 especies de reptiles, 13 especies de aves y 21 especies de mamíferos grandes y medianos. En el citado EIA en su metodología menciona el uso de tres cámaras trampas instaladas por 24 horas; sin embargo, no presentaron los resultados de las especies de fauna silvestre registradas por esta metodología, aunque se observó una foto de añuje (*Dasyprocta fuliginosa*) en la galería fotográfica.
761. Finalmente en relación al registro de Áreas Biológicamente Sensibles (ABS), en el EIA del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 del 2016, no se encontraron ABS; mientras que en la presente evaluación se registró un sitio de anidación de un pequeño loro (*Psittacara leucophthalmus*). Este tipo de ABS se observó en al menos tres sitios diferentes en la quebrada Grobercaño, aunque solo en uno de ellos se logró instalar una cámara trampa (OEFA 5). Esta ABS se encuentra a 20 m de la vía de recolección del futuro oleoducto que unirá las locaciones SA2X y LA3X; en los videos registrados en esta área se observaron hasta cinco individuos de esta especie haciendo uso del espacio.



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

**11.6.2. Aves**

762. La riqueza de especies 118 especies reportadas en este estudio en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, es muy significativa al compararla con los estudios de impacto ambiental (EIA) realizados en el 2013 (época de mayor precipitación y época de menor precipitación) y 2016 (época de menor precipitación), donde reportan entre 127 y 159 especies (GEMA 2013, GEMA 2016). El detalle del listado de especies puede verse en el Anexo G6. Comparación con evaluaciones previas.
763. Los resultados de la presente evaluación con el EIA 2013 tienen en común 65 especies, sin embargo, en el EIA 2013, se han reportado varias especies como Camungo (*Anhinga cornuta*), Elanio Caracolero (*Rostrhamus sociabilis*), y especies de la familia Thamnophilidae que son características de bosque inundado con cochas y bosque con sotobosque de Guadua sp. llamada localmente Pacal o Bambú (Harvey et al. 2014), otra especie el Elanio Perla (*Gampsonyx swainsonii*) que es común en los bosques secos ecuatoriales y rara en la Amazonía (Schulenberg et al. 2010). Estas especies no corresponden a los hábitats que se encuentran en el área de estudio.
764. Al comparar la presente evaluación con el EIA 2016, presentan 70 especies en común. Las especies que se comparten son especies comunes en la Amazonía, típicas de bosque amazónico, borde de bosque, bosque fragmentado con áreas abiertas y agroecosistemas (Schulenberg et al. 2010).
765. La diferencia en el número de especies registradas en los diferentes estudios se debe posiblemente que los estudios fueron en diferentes meses y años. En los EIAs se realizaron en dos temporadas, época húmeda y muy húmeda, y abarcaron otras áreas; y en la presente evaluación solo se realizó una evaluación en el mes marzo en época muy húmeda y estuvo dirigida al caserío Ascensión de Aguaytillo (locación SA2X, línea de recolección 1) y al centro poblado Macuya (línea de recolección 2, vías de acceso a locaciones). También podrían haber influenciado en los resultados de estas evaluaciones la distribución y migración de las aves.
766. La avifauna registrada en la presente evaluación en el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, es típica de la Amazonía de tierras bajas o selva baja, siendo las familias con mayor número de especies la familia de las tangaras (Thraupidae), de los mosqueros (Tyrannidae), de los loros o guacamayos (Psittacidae), de las palomas (Columbidae), de los trepatroncos (Furnaridae) y los thamnophilidos (Thamnophilidae) según Schulenberg et al. (2010) y Harvey et al. (2014) coincidiendo con la presente evaluación siendo estas las familias más abundantes en la presente evaluación.
767. La mayoría de las especies registradas son consideradas residentes, las cuales se reproducen dentro del territorio peruano (Schulenberg et al. 2010). En el área de estudio se registró 116 especies residentes y dos especies migratorias boreales. Las migratorias boreales ocurren regularmente en el Perú en su periodo no reproductivo, el Pibí Oriental (*Contopus virens*) es una especie migratoria boreal presente en Perú entre setiembre a abril, siendo poco común en la Amazonía encontrado en borde de bosque y en áreas semiabiertas, observándosele en las ramas expuestas. Su rango de elevación va hasta los 1300



Handwritten blue initials and a signature: a stylized 'd', 'H', 'D', 'A', 'M', 'S'.



msnm en la vertiente oriental de los andes, y la Golondrina Tijereta (*Hirundo rustica*) presente en Perú entre los meses de octubre a abril y forrajea en una variedad de hábitats cerca del suelo encontrada en cualquier altitud. Estos registros de las dos especies migratorias boreales fueron realizados en marzo, coincidiendo con los meses mencionados de permanencia en Perú.

768. Entre las seis especies más abundantes se encuentran dos loros, la Cotorra de Cabeza Oscura (*Aratinga weddellii*) se le encontró en áreas abiertas volando y en borde de bosque, y la Cotorra de Ojo Blanco (*Psittacara leucophthalmus*) se le observó sobrevolando el bosque y en el interior del bosque. Esto concuerda con Schulenberg *et al.* (2010), mencionando que son especies comunes y ampliamente distribuidas en la Amazonía. Además, estas especies se encuentran incluidas en el apéndice II de CITES 2017, estando protegidas para el comercio internacional. Estas dos especies en el área de estudio se observó juveniles y un nido, lo cual indicaría que en los fragmentos de bosques los están utilizando para alimentarse y reproducirse.
769. Debido que el área está dominada por fragmentos de bosques y áreas utilizadas para agricultura y uso para pastoreo de ganado tenemos dos especies abundantes, la Urraca Violácea (*Cyanocorax violaceus*) y Oropéndola de Dorso Bermejo (*Psarocolius angustifrons*) características de borde de bosque que según Schulenberg *et al.* (2010) mencionando que estas especies visitan varias secciones del bosque amazónico, pero más a menudo en los bordes de bosque y en algunas veces las tierras agrícolas.
770. Las dos especies abundantes características de tierras agrícolas y áreas abiertas fueron el Garrapatero de Pico Liso (*Crotophaga ani*) y Semillerito Negro Azulado (*Volatinia jacarina*) (Schulenberg *et al.* 2010), siendo estas especies más abundantes en el centro poblado Macuya, donde se encuentran mayormente las áreas abiertas y pastizales.
771. Al comparar las dos zonas de estudio, la diversidad fue ligeramente mayor la zona 1- Caserío de Aguaytillo, debido que presenta un fragmento de bosque primario continuo cerca de la locación San Alejandro 2X y a lo largo de la evaluación de la línea de recolección 2 (unión entre la locación Los Ángeles 1X y sistema de carga de cisternas) encontraron fragmentos de bosques, los cuales son muy escasos en la Zona 2- Centro poblado de Macuya en la línea de recolección 1. Estas diferencias de coberturas boscosas hacen que se encuentren registros únicos en cada zona de evaluación. Las especies que se comparten entre ambas zonas son especies de amplia distribución y comunes en la Amazonía, características de bosque amazónico, borde de bosque, bosque fragmentado con áreas abiertas y agroecosistemas (Schulenberg *et al.* 2010).
772. Entre las especies vulnerables se encuentran dos tucanes de tamaño grande, el Tucán de Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*) que fue común escucharlo vocalizar haciendo un sonido agudo como "tio-juan" en el interior y el borde de los fragmentos de bosques; sin embargo, el Tucán de Pico Acanalado (*Ramphastos vitellinus*) se escuchó vocalizar en tres ocasiones, su canto suena como "riuuu". Estas especies junto al Guacamayo de Cabeza Azul (*Primolius couloni*) son las especies con mayor valor de conservación, debido a que están incluidas en los



Handwritten signature and vertical text: VBO, D, I, H, A, M, S



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

apéndices II y I de CITES, respectivamente. Las poblaciones de estas especies han disminuido debido al tráfico y demanda de uso como mascotas (IUCN 2017).

## 12. CONCLUSIONES

### 12.1. Calidad de agua superficial

- i. En la presente evaluación, la red hídrica de la quebrada Aguaytillo que involucra a sus dos tributarios principales, Edilbertocaño y Grovercaño, ubicados alrededor (sur y norte) de la locación SA2X (San Alejandro) y que se encuentran dentro del área de Influencia Indirecta (AII), se observó que no fueron consideradas en la evaluación de línea base física del IGA del administrado.
- ii. La baja concentración de oxígeno disuelto en la quebrada Primavera se debe a su estancamiento, lo que permite una relación directa entre la corriente del agua y oxígeno disuelto atmosférico, causa por la que existe un enriquecimiento orgánico (nutrientes) y en consecuencia, una alta abundancia de cianobacterias.
- iii. No se registraron concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), aceites y grasas y metales no excedieron los ECA para agua Cat4E2. Asimismo, las concentraciones de cloruros fueron bajas y tampoco excedieron los valores referenciales establecidos en la guía Canadiense (CEQG-WQG.)
- iv. La lluvia y sus respectivos procesos exógenos de erosión y transporte, incrementan las concentraciones de los metales y, en la mayoría de ellos a excepción de aluminio y hierro, modifica la predominancia de disueltos a suspendidos, siendo la quebrada Edilbertocaño en QEdil4 el lugar más influenciado, cuya concentración de bario, níquel, plomo y excedieron los ECA para agua Cat4E2, registrando las mayores concentraciones de cobre, cromo y cobalto, que predominaron en forma suspendida.
- v. Los coliformes termotolerantes en el punto de muestreo MIB-Tahu2 de la quebrada Tahuayo, aguas abajo del puente por donde cruza la carretera Federico Basadre, superaron los ECA para agua Cat4E2. Esto puede ser debido a las actividades antropogénicas como el uso de letrinas y la remoción de suelos ribereños, que pueden contener a estos coliformes, lo que incrementa la materia suspendida en la margen derecha de esta quebrada, en la que se recolectó la muestra de agua.

### 12.2. Calidad de sedimentos

- vi. De los 49 puntos de muestreo evaluados, solamente el punto de muestreo SED-QCara2 de la quebrada Caracol registró hidrocarburos totales de petróleo (HTP) con 203 mg/kg que no excedió el valor establecido por la Atlantic RBCA ni en la Guía de Evaluación de Sedimentos de los Países Bajos.
- vii. El punto de muestreo SED-QCara2 también registró la mayor concentración de cloruros y concentraciones en el mayor rango de bario, cobre, cromo, níquel y zinc con el mayor porcentaje de limo (60 %), ambiente similar a los evaluados por OEFA en el Lote 8 (Informe N°0023-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI ) y 192 (Informe N°118-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI ) y otros estudios como el realizado por Ran Zhou (2014), lo que indicaría un origen antropogénico. No obstante, para



Handwritten signature and vertical text: S, M, A, H, I, D, K, A



ello debe determinarse si los citados HTP son de dicho origen o si provienen de fuentes naturales (biogénico o pirogénico).

- viii. Las mayores concentraciones de bario, cobre, cromo, níquel, plomo y zinc se reportaron en algunos sedimentos con porcentaje de arena mayor al 50 % y en la quebrada Caracol (SED-QCara2) con arena en 20 % y limo en 60 %, por lo que no todos los sedimentos de textura arenosa tiende a tener menor concentración de metales que aquellos donde predominan la arcilla y limo. Similar comportamiento ocurre para el arsénico, cadmio y plomo, cuyas concentraciones fueron las más altas solamente en sedimentos con arenas mayores al 50 %.
- ix. En tanto, en los sedimentos se da un diferente grado de acumulación de metales por los procesos de sedimentación y traslado de metales por la erosión fluvial desde diferentes tipos de suelos aledaños, registrando zonas de altas y bajas concentraciones en el tributario principal a la quebrada Los Ángeles (SED-Q.Tr.LAng3) y el tributario a la quebrada Edilbertocañón (SED-Q.Tr.Edil2), respectivamente, y de concentraciones variables como la quebrada Selva Alegre.

### 12.3. Comunidades hidrobiológicas

- x. El ficoperifiton estuvo representado por 181 taxa distribuidos en toda el área de evaluación. El ficoperifiton mostró un mejor desarrollo de riqueza y abundancia en las quebradas Selva Alegre, Los Ángeles y su tributario, Tahuayo y Primavera, en las cuales Bacillariophyta (diatomeas) y Cyanobacteria (cianobacterias) fueron los phyla más representativos. Se encontró una mayor abundancia de cianobacterias, microalgas indicadoras de contaminación orgánica, en sitios muy próximos a los caseríos Primavera y los Ángeles y el centro poblado Macuya, lo que se debería a los efluentes domésticos que se generan en ellos, al no contar con redes de alcantarillado, de acuerdo a la información proporcionada por los pobladores. También se encontró un mayor desarrollo de cianobacterias en sitios ubicados en amplias zonas deforestadas, donde se ha establecido ampliamente la ganadería bovina y, en menor medida, cultivos de caçao. El zooperifiton estuvo representado por 5 taxa distribuidos en toda el área de evaluación, lo que demuestra su escasa representatividad en este tipo de ambiente.
- xi. Los macroinvertebrados bentónicos estuvieron representados por 89 taxa distribuidos en toda el área de evaluación. Esta comunidad mostró un mejor desarrollo de riqueza y abundancia en las quebradas Aguaytillo, Selva Alegre y Los Ángeles, en las cuales los taxa EPT (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera), considerados buenos indicadores de calidad de agua, fueron el grupo más representativo junto con Coleoptera y Diptera. Los cuerpos de agua restantes presentaron un menor desarrollo de esta comunidad de organismos, lo que estaría relacionado a su cercanía a zonas con una mayor actividad antropogénica derivada de la urbanización, ganadería y agricultura. En lo que respecta a nuevos registros de diversidad, se encontró una especie de libélula de la familia Amphipterygidae, la cual aún no ha sido registrada para el Perú.
- xii. Los peces estuvieron representados por 61 taxa, la mayoría de ellos identificados a nivel de especie, distribuidos en toda el área de evaluación. Se observó que la mayor diversidad de peces fue encontrada en la quebrada Aguaytillo, parte alta de la quebrada Selva Alegre, tributario de la quebrada Los Ángeles, quebrada Los



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'D' and 'S' at the bottom.



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Ángeles, parte baja del río Macuya y quebrada Tahuayo. Se observó que la mayor riqueza correspondió a los órdenes Characiformes y Siluriformes, los cuales representaron en todos los puntos más de las dos terceras partes de la diversidad. En lo que respecta a nuevos registros de diversidad, se encontró un individuo del género *Imparfinis*, cuyas características taxonómicas no corresponden con las especies conocidas, lo que podría significar una ampliación en la distribución del género o el registro de una nueva especie; sin embargo, esto deberá ser confirmado con la captura de más ejemplares y los respectivos análisis de ADN.

- xiii. Se registró un caso de parasitismo por céstodos en ejemplares de carachama, *Ancistrus* sp., capturados en el río Macuya, aguas abajo del puente Macuya (HID-RMacu4). De acuerdo con la revisión de la bibliografía especializada, este sería el primer registro de este tipo de parásitos en carachamas en Perú, por lo cual se invoca a la autoridad competente a hacer los estudios correspondientes, pues esta especie es consumida por la población local.
- xiv. Se encontraron concentraciones detectables de cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, plomo, vanadio y zinc en ejemplares de fasaco, *Hoplias malabaricus*. Asimismo, no se encontraron concentraciones detectables de hidrocarburos totales en ejemplares de fasaco, *Hoplias malabaricus* y bagre, *Rhamdia* sp.
- xv. El análisis de calidad de agua a través del índice BMWP/Col demostró que las quebradas Tahuayo, Cashibo y Primavera presentaron una calidad de agua más deteriorada, en comparación con otros cuerpos de agua, como las quebradas Aguaytillo y Selva Alegre, las cuales mostraron una mejor calidad de agua.

#### 12.4. Calidad de suelo

- xvi. En el presente estudio se analizaron las tres fracciones de hidrocarburos totales de petróleo (C6-C10, >C10-C28, >C28-C40), las cuales presentaron concentraciones menores a los ECA para suelo de uso agrícola.
- xvii. Los valores de nivel de fondo de los elementos metálicos arsénico, bario, cadmio, mercurio y plomo, no superaron las concentraciones establecidas en el ECA para suelo, según comparación referencial.
- xviii. Los valores de nivel de fondo de los elementos metálicos arsénico, cadmio, cobre, molibdeno, níquel, plomo, selenio y zinc, se encontraron dentro de sus rangos normales de concentraciones geoquímicas en suelos.
- xix. El empleo de métodos estadísticos en datos de concentración de metales pesados en suelos superficiales demuestra ser útil para la obtención de niveles de fondo y valor de referencia en este componente ambiental
- xx. Los valores de niveles de fondo y de referencia obtenidos en el presente informe para metales en suelos, servirán para evaluar la información de futuros monitoreos en el área del presente proyecto.

#### 12.5. Flora silvestre

- xxi. La composición taxonómica de las especies arbóreas en las parcelas de evaluación fue netamente amazónica. Al respecto, las parcelas en los fragmentos

MONITOREO Y VIGILANCIA  
VOBO  
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

S



de bosque primario de ambos sectores presentaron principalmente especies de madera de alta densidad y lento crecimiento mientras que las parcelas en los fragmentos de bosque secundario y los transformados para pastizales presentaron especies de madera de baja densidad y rápido crecimiento (pioneras). Esa diferenciación entre parcelas se observó en el análisis de riqueza de especies, abundancia y diversidad, debido a que las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque primario presentaron mayores valores de estos parámetros respecto de las parcelas en fragmento de bosque secundario y fragmentos de bosque transformado para pastizales en ambos sectores.

xxii. 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 ambos sectores (Aguaytillo y Macuya), tiene una mixtura de especies característico de bosques primarios y secundarios, con ligera predominancia de especies de bosque secundario, principalmente influenciado por estos fragmentos de bosque, ya que el área de influencia directa e indirecta del proyecto corresponden a bosques fragmentados propiamente dicho, sin embargo, las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque primario tienen un aporte importante en los valores del I.V.I., aportando especies típicas de bosque primario, lo cual indicaría la posibilidad de que estos bosques podría recuperarse a través del tiempo.

xxiii. La estimación de biomasa y captura de carbono, mostró una diferencia marcada entre las parcelas evaluadas, debido básicamente 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 fragmentos de bosque secundario y los fragmentos de bosque transformado para pastizales. Cabe resaltar la importancia de estos fragmentos de bosque, independientemente del grado de fragmentación que estas tengan, pues así fragmentados son importantes en la dinámica del carbono en el ecosistema.

xxiv. De acuerdo con las instancias nacionales<sup>58</sup> e internacionales<sup>59</sup> que se encargan de normar y categorizar las especies de flora silvestre que se encuentran en alguna categoría de protección, la evaluación reportó 35 especies arbóreas que están en alguna de estas categorías; de ellas, 10 especies corresponden a la normativa nacional y 23 especies a la internacional. Sin embargo, las especies *Calyptanthus densiflorus*, *Mangifera indica* y *Nectandra yarinensis* presentan la categoría (DD), categoría asignada principalmente por tener datos insuficientes para definir a cuál categoría podrían pertenecer.

## 12.6. Fauna silvestre

773. Las conclusiones resultantes de la evaluación de mamíferos y aves se presentan a continuación.

<sup>58</sup> D.S. 043-2006-AG por el que se aprueba la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.

<sup>59</sup> IUCN 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 14 September 2017.

### 12.6.1. Mamíferos

- xxv. El área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131 se caracterizó por presentar un bosque dominado por vegetación secundaria, entremezclado con parches de bosque primario y es en estas formaciones vegetales donde se encuentran especies de fauna silvestre que hacen uso de estos espacios.
- xxvi. En los censos de mamíferos silvestres se registraron un total 18 especies, en ella se registraron mamíferos tanto de hábitos arbóreos como terrestres donde los mayores valores en términos de índice de ocurrencia los mostraron los pequeños primates *Leontocebus weddelli weddelli* y *Saimiri boliviensis boliviensis*.
- xxvii. En cuanto a la diversidad de fauna silvestre registrada por las cámaras trampa en los dos lugares de muestreo del Lote 131, los resultados mostraron un total de 21 especies de mamíferos medianos y grandes.
- xxviii. Los resultados de la evaluación mostraron un total de 25 especies de mamíferos silvestres para el área de influencia del Lote 131, 21 especies registradas por las cámaras trampa y cuatro especies registradas durante los censos de fauna silvestre, entre ellos la nutria (*Lontra longicaudis*), el mono Huapo negro (*Pithecia inusta*), el mono coto (*Alouatta seniculus*), el mono negro (*Sapajos macrocephalus*) y el mono blanco (*Cebus unicolor*).
- xxix. En el caserío Ascensión de Aguaytillo, los mayores registros de riqueza y abundancia ocurrieron en las cámaras ubicadas en los alrededores de la locación SA2X, especialmente en la cámara OEFA 3, con un valor de 1,91; que fue instalada en el dosel del bosque, donde había presencia de las especies arbóreas *Caluromys cf lanatus*, *Coendou bicolor* y *Tamandua tetradactyla*.
- xxx. En el ámbito del anexo Selva Alegre, los mayores registros de especies fueron captados por la cámara OEFA 13, con un valor de 1,683, la cual fue instalada en un parche de bosque primario al lado izquierdo de la trocha carrozable que va al anexo por donde se instalará la línea de recolección 1 que une las locaciones SA2X y LA3X. Fueron registradas *Proechimys sp*, *Dasyprocta fuliginosa*, *Philander sp*, *Didelphis marsupialis*, *Pecari tajacu* y *Tamandua tetradactyla*.
- xxxi. En el centro poblado Macuya los mayores valores en términos de diversidad ocurrieron en la cámara OEFA 18 (1,882), instalada en un parche de bosque primario que registró las especies *Dasyprocta fuliginosa*, *Cuniculus paca*, *Proechimys sp*, *Dasyprocta novemcinctus*, *Philander sp*, *Didelphis marsupialis*, *Eira barbara*, *Pecari tajacu* y *Saimiri boliviensis boliviensis*.
- xxxii. De acuerdo a la legislación nacional no se registraron especies comprendidas en alguna categoría de conservación. En cuanto a la lista roja de especies amenazadas a nivel internacional, se encontró que todas las especies se encuentran comprendida en la categoría más baja que es de preocupación menor.
- xxxiii. En la lista de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres (CITES) de fauna y flora de 2017, cinco se encuentran en el Apéndice III, uno en el apéndice II están fuertemente amenazadas, pero podrían llegar a esa situación y uno en el apéndice I.



Handwritten signature in blue ink, consisting of a vertical line of stylized characters.



xxxiv. Finalmente, en el caserío Ascención de Aguaytillo se registró un área biológicamente sensible (ABS) y se trata de un sitio de anidación del loro *Psittacara leucophthalmus* del cual al menos cinco individuos hacen uso del ABS.

### 12.6.2. Aves

xxxv. En el área de influencia del Proyecto de Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131, la avifauna registrada es típica de la Amazonía de selva baja, encontrada dentro de su rango de distribución, siendo estos grupos taxonómicos los más representativos de la selva baja del Perú. Así, mediante los puntos de conteo, registros cualitativos y redes de niebla se registraron 117 especies pertenecientes a 40 familias y 19 órdenes. Los órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los Passeriformes con 58 especies, seguidos de Piciformes y Psitaciformes con ocho especies cada uno. Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (14 especies), Tyrannidae (ocho especies), Psittacidae (ocho especies), y Columbidae y Thamnophilidae con seis especies cada una.

xxxvi. Con la metodología de las cámaras trampas se registraron 13 especies de aves, esta metodología contribuyó con el registro de una especie (*Odontophorus gujanensis*) que no fueron registradas anteriormente. Siendo un total para el área de estudio de 118 especies de aves, de los cuales 116 especies corresponden a especies residentes y dos corresponden a especies migratorias boreales, que visitan el territorio peruano en su época no reproductiva.

xxxvii. La riqueza de especies es muy significativa en el área de estudio, encontrando 28 especies de interés para la conservación, debido que es un hábitat muy fragmentado y que los fragmentos de bosques están manteniendo una gran diversidad de especies, para lo cual se debe mantener la cobertura natural boscosa.

xxxviii. La mayor riqueza de especies y los valores mayores valores de los índices de diversidad se registraron en la zona 1 - caserío Ascención de Aguaytillo; sin embargo, la mayor abundancia se registró en la zona 2 - centro poblado Macuya.

xxxix. Los índices de similitud mostraron que ambas zonas comparten 59 especies, que representa el 50,4 % del total de especies registradas. Siendo mayor el valor del índice de Morisita que toma en cuenta las abundancias respecto al índice de Jaccard que toma en cuenta la presencia o ausencia de especies.

xi. El hábitat fragmentado de bosque en transformación a pastizal registró la mayor riqueza y abundancia. El mayor valor del índice de Morisita lo registró el par hábitat fragmento de bosque primario-fragmento de bosque en transformación a pastizal.

xli. Con el presente estudio se evidencia la singularidad y diversidad de aves en los bosques fragmentados amazónicos en la selva central del Perú, en los departamentos de Ucayali y Huánuco, siendo estos bosques fragmentados de interés, ya que aún albergan avifauna típica de bosques continuos.

xlii. Las amenazas que enfrentan las aves es la deforestación para la conversión de campos de cultivos e invernadas para el pastoreo de ganado, así como la caza oportunista para consumo humano (perdices, pavas y palomas).





### 13. RECOMENDACIONES

- i Remitir una copia del presente informe a la Oficina Desconcentrada de Ucayali.
- ii Remitir una copia del presente informe a las municipalidades distritales de Tournavista y Alexander von Humboldt.
- iii Remitir una copia del presente informe a las municipalidades provinciales de Padre Abad y Puerto Inca.
- iv Remitir una copia del presente informe al centro poblado de Macuya.
- v Remitir una copia a los caseríos de Ascensión de Aguaytillo, Primavera y Los Ángeles.
- vi Remitir una copia del presente informe a la Autoridad Nacional del Agua.
- vii Remitir una copia del presente informe al Gobierno Regional de Ucayali (GORE-Ucayali) – Gobernatura.
- viii Remitir una copia del presente informe al GORE-Ucayali: Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.
- ix Remitir una copia del presente informe a Cepsa Peruana S.A.C.
- x Remitir una copia del presente informe a la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).
- xi Remitir una copia del presente informe al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - Sede Ucayali.
- xii Remitir una copia del presente informe al Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estados (SERNANP).
- xiii Remitir una copia del presente informe al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).
- xiv Remitir una copia del presente informe al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- xv Remitir una copia del presente informe al Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES).

### 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### Calidad de agua superficial y sedimentos

Abul Moheman, Md. Musawwer Khan, and K. S. Siddiqi. (2014). Analysis of Biological Parameters. En L. M. Nollet , & L. S. De Gelder, *Handbook of Water Analysis* (pág. 979). Boca Raton, Florida, United States of America: CRC Press Taylor & Francis Group.



A  
H  
D  
I  
H  
A  
Y  
S



Aktar M., Paramasivam M., Ganguly M., Purkait S., Sengupta D. (2010). Assessment and occurrence of various heavy metals in surface water of Ganga river around Kolkata: a study for toxicity and ecological impact. *Environ. Monit. Assess.*, 160, 207-213. doi:10.1007/s10661-008-0688-5

Allas, R. B. (2006). La erosión hídrica: Importancia y clases. Parámetros climáticos condicionantes de la erosión (intensidad, torrencialidad, aridez, déficit hídrico, tamaño gota). En R. Bienes, & M. J. Marqués (Edits.), *Conservación del ambiente: Revegetación, recuperación del suelo y empleo de residuos en el control de la erosión* (Vol. 2da Edición, págs. 43-61). Madrid, España: Consejería de Economía e Innovación Tecnológica. Recuperado el 1 de Noviembre de 2017, de [https://www.researchgate.net/publication/236022977\\_La\\_erosion\\_hidrica\\_Importancia\\_y\\_clases\\_Parametros\\_climaticos\\_condicionantes\\_de\\_la\\_erosion\\_intensidad\\_torrencialidad\\_aridez\\_deficit\\_hidrico\\_tamano\\_de\\_gota](https://www.researchgate.net/publication/236022977_La_erosion_hidrica_Importancia_y_clases_Parametros_climaticos_condicionantes_de_la_erosion_intensidad_torrencialidad_aridez_deficit_hidrico_tamano_de_gota)

Alves R., Sampaio C., Nadal M., Schuhmacher M., Domingo J., Segura-Muñoz S. (2014). Metal Concentrations in surface water and sediments from Pardo River, Brazil: Human Health Risks. *Environmental Research*, 133, 149-155. doi:10.1016/j.envres.2014.05.012

American Public Health Association, A. W. (2012). 5520 C. Closed Reflux, Trirometric Method. En R. B. Eugene W. Rice (Ed.), *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (22 nd ed., págs. 5-19 y 5-20). United States of America.

ANA-D. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Lima-Perú.

Anderson R.H., F. D. (2009). Applications of discriminant analysis with clustered data to determine anthropogenic metals contamination. *Science of the Total Environment*, 408(1), 50-56. doi:10.1016/j.scitotenv.2009.09.019

Antonio Jiménez Díaz. (s.f.). *Familias de la Tabla Periódica*. Recuperado el 1 de 11 de 2017, de <https://www.uam.es/docencia/elementos/spV21/conmarcos/elementos/familias.html>

Arizio E., P. R. (2013). Statistical Analysis on ancient mortars: A case study of the Balivi Tower in Aosta (Italy). *Construction and Building Materials*, 47, 1309-1316. doi:10.1016/j.conbuildmat.2013.06.026

Astel A., T. S. (2007). Comparison of self-organizing maps classification approach with cluster and principal components analysis for large environmental data sets. *Water Research*, 41(19), 4566-4578. doi:10.1016/j.watres.2007.06.030

Atlantic RBCA (Risk-Based Corrective Action) for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada. Version 3. User Guidance. July 2012.

Azhar Shah C., A. A. (2015). Classification of river quality using multivariate analysis. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 79-84. doi:10.1016/j.proenv.2015.10.014



Handwritten blue ink marks on the left margin, including a large 'D', a vertical line, and the letters 'H', 'A', 'M', 'S' arranged vertically.



Berthouex, P. M., & Brown, L. C. (2002). *Statistics for Environmental Engineers*. Boca Ratón, Florida, United States of America: CRC Press Company.

Boyacioglu Hülya & Boyacioglu Hayal. (2008). Water pollution sources assessment by multivariate statistical methods in the Tahtali Basin. *Environmental Geology*, 54(2), 275-282. doi:10.1007/s00254-007-0815-6

Brereton, R. (2003). *Chemometrics: Data Analysis for the Laboratory and Chemical Plant*. England: John Wiley & Sons.

Chao K.K, CHao C.C., Chao W.L. (2003). Suitability of the traditional microbial indicator and their enumerating methods in the assessment of fecal pollution of subtropical freshwater environments. *J. Microbiol. Immunol. Infect*, 36(4), 288-293.

Chen Y., Z. K. (2016). Spatio-Temporal Patterns and Source Identification of Water Pollution in Lake Taihu (China). *Water*, 8(3), 86. doi:10.3390/w8030086

Chun Yang, Zhendi Wang, Bruce P. Hollebhone, Mike Landriault and Carl E. Brown. (2012). *Standardization of an Analytical Method to Differentiate Petrogenic and Biogenic Inputs in Contaminated and Background Soils*. Reporte, Environment Canada, Emergencies Science and Technology Section (ESTS) - Science and Technology Branch, Ontario.

Cieszynska M., W. M. (2012). Application of physicochemical data for water-quality assessment of watercourses in the Gdansk Municipality (South Baltic coast). *Environ. Monit. Assess*, 184(4), 2017-2029. doi:10.1007/s10661-011-2096-5

Copaja S., N. V. (2016). Heavy metal concentrations in water and sediments from affluents and effluents of Mediterranean Chilean Reservoirs. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 61(1), 2797-2804. doi:10.4067/S0717-97072016000100011

Crosara, A. (2007). *Curso de Edafología - Unidad de Ciencias de Epigénesis (UNCIEP)*. Presentación de curso, Universidad de la República de Uruguay, Facultad de Ciencias, Montevideo. Recuperado el 18 de Noviembre de 2017, de <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Nutrientes%20del%20suelo.pdf>

Dębska, B., Guzowska-Świder B. (2011). Decision trees in selection of featured determined food quality. *Analytica Chemical Acta*, 705(1-2), 261-271. doi:10.1016/j.aca.2011.06.030

Domenech, X. & Peral J. (2006). *Química Ambiental de Sistemas Terrestres*. Barcelona, España: Editorial Reverte S.A.

Edson Campanhola Bortoluzzi, Maria Alice Santanna dos Santos & Marcos Antonio Villetti. (2010). Sediment Characterization. En C. Poletto, & S. Charlesworth (Edits.), *Sedimentology of Aqueous Systems* (pág. 205). Singapore: WILEY-BLACKWELL. doi:10.1002/9781444317114

Einax, J.W, Zwanzinger, H.W, Geiß, S. (1997). *Chemometrics In Environmental Analysis*. Weinheim, Germany: Wiley-VCH.



Handwritten blue ink marks on the left margin, including a signature and the letters 'H', 'D', 'I', 'H', 'A', 'M', 'S' arranged vertically.



EPA. (2006). *Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners*. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Environmental Information, Washington.

EPA. (Julio de 2014). Project Quality Assurance and Quality Control - Glossary. *Test Methods for Evaluating Solid Waste: Physical/Chemical Methods Compendium (SW-846), 2, Update V, 14*. United States of America: Environmental Protection Agency (EPA). Recuperado el 11 de noviembre de 2017, de <https://www.epa.gov/hw-sw846/chapter-one-sw-846-compendium-project-quality-assurance-and-quality-control>

Etayo, I. (Mayo de 2010). *Tierra. Procesos y Agentes Geológicos Externos*. Recuperado el 13 de noviembre de 2017, de <http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/1bach/Tierra13.html>

Fang Huang, X. W. (2009). Spatial variation and source apportionment of water pollution in Qiantang river (China) using statistical techniques. *Water Research, 44*(5), 1562-1572. doi:10.1016/j.watres.2009.11.003

Fitzpatrick M.L., L. D. (2007). Exploring the effects of urban and agricultural land use on surface water chemistry, across a regional watershed, using multivariate statistics. *Applied Geochemistry, 22*(8), 1825-1840. doi:10.1016/j.apgeochem.2007.03.047

Gazzaz N. M., Y. M. (2012). Characterization of spatial patterns in river water quality using chemometric pattern recognition techniques. *Marine Pollution Bulletin, 64*(4), 688-698. doi:10.1016/j.marpolbul.2012.01.032

Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology Metabolism, 10*(2), 486-489. doi:10.5812/ijem.3505

Gielar A., H.-R. E. (2012). Multivariate analysis of sediment data from the upper and middle Odra river (Poland). *Applied Geochemistry, 27*(8), 1540-1545. doi:10.1016/j.apgeochem.2012.04.004

González S., E., Loyola S., R., Neira H., J., & Neira G., F. (2013). Contenido, Distribución y Origen de Hidrocarburos en Sedimentos de tres Lagunas Urbanas de Concepción - Chile. *Química Nova, 36*(5), 669-674. doi:10.1590/S0100-40422013000500010

Hin JA, Osté LA, Schmidt CA. 2010. 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. Netherlands: Rijkswaterstaat Centre for Water Management.

Horowitz Arthur J. (2008). Determining annual suspended sediment and sediment-associated trace element and nutrient fluxes. *Science of the Total Environment, 400*, 315-343. doi:10.1016/j.scitotenv.2008.04.022



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*



Ismael A., T. M. (2016). Spatial assessment and source application of heavy metals pollution in surface water using several chemometric techniques. *Marine Pollution Bulletin*, 106(1-2), 292-300. doi:10.1016/j.marpolbul.2015.10.019

Issa B.R., Arimoro F.O., Ibrahim M., Birma G.J., Fadairo E.A. (2011). Assessment of Sediment Contamination by Heavy Metals in River Orogado (Agbor, Delta State, Nigeria). *Current World Environment*, 6(1), 29-38. doi:10.12944/CWE.6.1.03

Kannel P. K., L. S. (2007). Chemometric application in classification and assessment of monitoring locations of an urban river system. *Analytica Chimica Acta*, 582, 390-399. doi:10.1016/j.aca.2006.09.006

Kar D., Sur P., Mandal S., Saha T., Kole R. (2008). Assessment of heavy metal pollution in surface water. *Int. J. Environ. Sci*, 5(1), 119-124.

Khan A.B. and Kathi S. (2014). Evaluation of heavy metal and total petroleum hydrocarbon contamination of roadside surface oil. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 11(8), 2259-2270. doi:10.1007/s13762-014-0626-8

Kowalkowski T., Z. R. (2006). Application of chemometrics in river water classification. *Water Research*, 40(4), 744-752. doi:10.1016/j.watres.2005.11.042

Machiwal D., Jha M. (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. doi:10.1016/j.ejrh.2014.11.005

Massol, A. (2006). *Manual de Ecología Microbiana del curso de Ecología Microbiana*. Recuperado el 1 de noviembre de 2017, de Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p3-oxigeno.pdf>

Mauro Mecozzi, Marco Pietroletti, Federico Oteri and Rosella Di Mento. (2012). Applications of PCA to the Monitoring of Hydrocarbon Content in Marine Sediments by Means of Gas Chromatographic Measurements. En P. Suaguansat, *Principal Component Analysis - Engineering Applications* (pág. 230). Rijeka, Croatia: InTech. Obtenido de <http://www.intechopen.com/books/principal-component-analysis-engineeringapplications/>

Ministerio de Medio Ambiente y Estrategia de Cambio Climático (MECCS). (2013). PART A. Quality Control and Quality Assurance. *Field Sampling Manual*, 26. British Columbia, Canada: Ministry of Water, Land and Air Protection. Obtenido de [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-and-reporting/monitoring/emre/part\\_a.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/research-monitoring-and-reporting/monitoring/emre/part_a.pdf)

Mohammad Salah E.A., Z. T.-R. (2012). Assessment of Heavy Pollution in the Sediments of Euphrates River, Iraq. *Journal of Water Resource and Protection*, 4, 1009-1023. doi:10.4236/jwap.2012.412117

Molinero, L. (2003). ¿Y si los datos no siguen una distribución normal?, *Bondad de ajuste a una normal. Transformaciones. Pruebas No paramétricas*. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de <http://www.seh-lelha.org/pdf/noparame.pdf>.



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large 'D' and a large 'S'.



Möller S. & Einax J. W. (2013). Metal in sediments - Spatial investigationos Saale river applying chemometric tools. *Microchemical Journal*, 110, 233-238. doi:10.1016/j.microc.2013.03.017

Mulligan, C., Fukue, M., & Sato, Y. (2009). *Sediments Contamination and Sustainable Remediation*. Boca Ratón, Florida, United States of America: CRC Press Taylor & Francis Group.

OEFA. (2015). *Informe N°0023-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI. Informe de Evaluación Ambiental de la Cuenca Baja del Marañón, ejecutado durante los años 2014 y 2015*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Lima.

OEFA. (2016). *Informe N°118-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI. Evaluación Ambiental del Lote 192 (antes Lote 1-AB) durante el año 2016*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Lima.

Otto, M. (2007). *Chemometrics: Statistics and Computer Application in Analytical Chemistry*. Germany: Wiley-VCH.

Pereira Wagner de S., et al. (abril de 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.

Pradyot, P. (2010). *Handbook of Environmental Analysis (Second Edition ed.)*. Boca Raton, Florida, United States of America: CRC Press Taylor & Francis Group.

Raju Venkatesha K., S. R. (2012). Heavy Metals Status of Sediment in River Cauvery, Karnataka. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(1), 361-373. doi:10.1007/s10661-011-1973-2

Ramirez León, J. M. (2009). *Estimación de la Producción de Sedimentos en Cuencas. Aplicabilidad de la Cuenca del Río Apulco*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Morelos. Recuperado el 1 de Noviembre de 2017, de [https://www.researchgate.net/publication/267511917\\_Estimacion\\_de\\_la\\_Produccion\\_de\\_Sedimentos\\_en\\_Cuencas\\_Aplicabilidad\\_a\\_la\\_Cuenca\\_del\\_Rio\\_Apulco](https://www.researchgate.net/publication/267511917_Estimacion_de_la_Produccion_de_Sedimentos_en_Cuencas_Aplicabilidad_a_la_Cuenca_del_Rio_Apulco)

Ramis Ramos G., C, G.-C. (2001). *Quimiometría*. Madrid, España: Síntesis.

Ran Zhou, X. Q. (2014). Total petroleum hydrocarbons and heavy metals in the surface sediments of Bohai Bay, China: Long-term variations in pollution status and adverse biological risk. *Marine Pollution Bulletin*, 83(1), 290-297. doi:10.1016/j.marpolbul.2014.03.003

Render, A. (2002). *Methods of Multivariate Analysis*. United States of America: John Wiley & Sons.

Scott A. Stout & Zhendi Wang. (2016). Chemical Fingerprinting methods and factor affecting petroleum fingerprints in the environment. En S. A. Scout, & Z. Wang



*[Handwritten signature and initials]*



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

(Edits.), *Standard Handbook Oil Spills Environmental Forensics- Fingerprinting and Source Identification* (Second Edition ed., pág. 1142). Academic Press.

Short Jeffrey W., K. J. (2007). An evaluation of petrogenic hydrocarbons in northern Gulf of Alaska continental shelf sediments – The role of coastal oil seep inputs. *Organic Geochemistry*, 38(4), 643-670. doi:10.1016/j.orggeochem.2006.12.005

Shrestha S., Kazama F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical technique: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22(4), 464-475. doi:10.1016/j.envsoft.2006.02.001

Singh K. P., M. A. (2004). Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India). *Water Research*, 38(18), 3980-3992. doi:10.1016/j.watres.2004.06.011

Škrbic´, B., Durišic´-Mladenovic´, N. (2010). Chemometric interpretation of heavy metal patterns in soils worldwide. *Chemosphere*, 80(1360-1369). doi:10.1016/j.chemosphere.2010.06.010

StafSoft. (2011). *STATISTICA (data analysis software system)*. Recuperado el Agosto de 2017, de [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)

Tang W., S. B. (2014). Heavy Metal Contamination in the Surface Sediments of Representative Limnetic Ecosystems in Eastern China. *Scientific Reports*, 4, 7152. doi:10.1038/srep07152

Varmuza K., Filzmoser P. (2008). *Introduction to Multivariate Statistical Analysis in Chemometrics*. Boca Raton, Florida, United States of America: Taylor & Francis Group, LLC.

Varol M. & Sen B. (2012). Assessment of nutrient and heavy metal contamination in surface water and sediment of the upper Tigris River, Turkey. *CATENA*, 92, 1-10. doi:10.1016/j.catena.2011.11.011

Walling D.E., W. S. (2017). 2.12 - Catchment Erosion, Sediment Delivery, and Sediment Quality. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, 2, 305-338. doi:10.1016/B978-0-444-53199-5.00039-7

Wang Y., W. P.-L. (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(1), 30-40. doi:10.1016/j.jher.2012.10.003

Wang Z., F. M. (2006). Crude Oil and Refined Product Fingerprinting: Principles. En R. D. Morrison, & B. L. Murphy, *Environmental Forensics: Contaminant Specific Guide* (pág. 541). Academic Press.

Wang Z., Y. C.-H. (2009). Forensic differentiation of biogenic organic compounds from petroleum hydrocarbons in biogenic and petrogenic compounds cross-



Handwritten blue ink marks on the left margin, including a signature and the letters 'K', 'D', 'A', 'A', 'M', 'S'.



contaminated soils and sediments. *Journal of Chromatography A*, 1216, 1174-1191. doi:10.1016/j.chroma.2008.12.036

Zhou F., L. Y. (2007). Application of Multivariate Statistical Methods to Water Quality Assessment of the Watercourses in Northwestern New Territories, Hong Kong. *Environ Monit Assess*, 132(1-3), 1-13. doi:10.1007/s10661-006-9497-x

### Comunidades hidrobiológicas

Cazzaniga, 2011. El género *Heleobia* (Caenogastropoda: Cochliopidae) en América del Sur. Pp 10-17

Christian Paredes, José Iannacone & Lorena Alvaríño (2007): Biodiversidad de Invertebrados de Los Humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú

García M. J. 2005. Diversidad y distribución de Cianobacterias en la ensenada y bahía de la Paz B.C.S., México: Indicadores de actividad humana (tesis pregrado). Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.

Ortega, H., J. Espino, S. Valenzuela, L. Valenzuela, M. Armas y J. Marchena. Ríos y arroyos costeros representativos del Perú: caracterización, diversidad de la biota acuática y amenazas a la conservación.

Lasso, C., J. F. Blanco-Libreros y P. Sánchez-Duarte. Cuencas Pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos y arroyos costeros. 2015. Pp 379-395. Colombia. Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros continentales de Colombia.

Mees, G.F. & P. Cala. 1989. Two new species of *Imparfinis* from northern South America (Pisces, Nematognathi, Pimelodidae). *Proceedings C* 92 (3).

Ortega-Lara, A. N. Milani, C. DoNascimento, F. Villa-Navarro & J. Maldonado-Ocampo. 2011. Two new trans-Andean species of *Imparfinis* Eigenmann & Norris, 1900 (Siluriformes: Heptapteridae) from Colombia. *Neotropical Ichthyology*, 9(4): 777-793.

### Calidad de suelo

Chen, M., Ma, L.Q., and Hanis, W.G. 1999. Background concentrations of 15 trace metals in Florida Soils. *Journal of Environmental Quality* 28, p.1173-1181.

De Miguel, E., A. Callaba, J.C. Arranz, V. Cala, E. Chacón, E. Gallego, E. Alberruche, C. Alonso, P. Fdez-Canteli, I. Iribarren, and H. Palacios. 2002. Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia de metales pesados y otros elementos traza en suelos de la Comunidad de Madrid. Serie Medio Ambiente. *Terrenos contaminados nº 2*. Instituto Geológico y Minero de España. 167 p., Madrid.

Diamond D., Baskin D., Brown D., Lund L., Najita J., and Javandel I. 2009. Analysis of Background Distributions of Metals in the Soil at Lawrence Berkeley National Laboratory. University of California. Environmental Restoration Program. LBNL – 1782E. p. 1-15.



Handwritten signature and vertical text: S, Y, A, H, I, P, H, S



PERÚ

Ministerio  
del AmbienteOrganismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Dixon, W.J. 1953. Processing Data for Outliers. *Biometrics* 9: p.74-89.

Efron, B. 1981. Censored Data and Bootstrap. *Journal of American Statistical Association*, Vol. 76, pp.312-319.

EN ISO 19258, 2005. Soil quality- Guidance on the determination of background values. International Standar Organization.

Helsel, D.R. 2012. *Statistics for Censored Environmental Data Using Minitab and R*. Second Edition. John Wiley and Sons, NY.

Kaplan, E.L. and Meier, O. 1958. Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 53. 457-481.

Klee, R. 2014. Guidance for Calculating the 95% Upper Confidence Level for Demonstrating Compliance with the Remediation Standar Regulations. State of Connecticut Department of Energy and Environmental Protection, p. 12.

Land, C. E. 1975. Tables of Confidence Limits for Linear Functions of the Normal Mean and Variance. In *Selected Tables in Mathematical Statistics*, Vol. III, American Mathematical Society, Providence, R.I., p. 385-419.

Lawrence Berkely National Laboratory (LBNL). 2009. *Analysis of Background Distributions of Metals in the Soil at Lawrence Berkeley National Laboratory*. LBNL-1782E. University of California.

Ramos, J. 2002. *Estudio de la Contaminación por Metales Pesados y Otros Procesos de Degradación Química en los Suelos de Invernadero del Poniente Almeriense*. Universidad de Almería. Facultad de Ciencias Experimentales, Departamento de Edafología y Química Agrícola, p. 154.

Rosner, B. 1975. On the detection of many outliers. *Technometrics*, 17, p 221 - 227.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2006. *Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners*, EPA QA/G-9S. EPA/240/B-06/003. Office of Environmental Information, Washington, DC.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2013. *ProUCL Version 5.0 Technical Guide*. EPA /600/R-07/041, 2013.

SCALONE. 2015. *Propiedades Físicas de loa Suelos*. Instituto de Agrimensura de Uruguay. Uruguay. 43 p.

### Flora Silvestre

APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linnean Soc.* 161: 105-121.

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.



d

K

D

1

H

A

M

S

BALCAZAR J., MORENO JC., & MOSTACEDO B. Estructura y Composición florística de los Bosques en el sector Este de Pando, Pando – Bolivia. Documento técnico Bolfor.

Balslev, H., Grandez, C., Paniagua, N., Moller, A., & Hansen, L.. (2008). *Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía Peruana*. Revista Peruana de Biología, 15, pp. 121-132.

Bennett, A.F. 1999. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Suiza. 254 p.

Baltazar, O.. (2011). *Estudio etnobotánico y de mercado de productos forestales no maderables extraídos del bosque y áreas afines en la ciudad de Pucallpa-Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa – Perú.

Boluarte, J., & Arostegui, A.. (1990). *Identificación y descripción de diecinueve especies forestales del bosque húmedo tropical (bh-T) Colonial Angamos (río Yavari) y Jenaro Herrera*. Folia Amazónica IIAP, 2, pp. 37-69.

BROKAW, N. V., & SCHEINER, S. M. 1989. Species composition in gaps and structure of a tropical forest. Ecology, 70(3), 538-541.

BROWN, S, PEARSON, T, MOORE, N, PARVEEN, A, AMBAGIS, S & SHOCH, D (2005). Impact of selective logging on the carbon stocks of tropical forests: Republic of Congo as a case study. Winrock International Report, USAID. pp 21.

Cámara Nacional Forestal. (2017). *Sistema de Información Técnica y Comercial de Productos Forestales*. -, de Cámara Nacional Forestal Sitio web: <http://www.cnf.org.pe/maderas.htm>

Castillo, A.. (2010). *Manual dendrológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona del Alto Huallaga*. Lima, Perú: CAMARA NACIONAL FORESTAL.

Castro, S., Barrera, J., Carrillo, M. & Hernández, S. (2015). *Asaí (Euterpe precatoria) Cadena de valor en el sur de la región amazónica*. Colombia: Equilátero Diseño Impreso.

Center for Tropical Forest Science. (2017). *Árboles, Arbustos y palmas de Panamá, Clarisia biflora, Ruiz & Pav.* <http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?specid=1502&leng=spanish>

Chave, J. (2009). Global Wood density database. Dryad. Identifier. <http://hdl.handle.net/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.

CITES: Disponible en <https://cites.unia.es/cites/file.php/1/handbook/esp/index.htm>. Convention on International Trade in endangered, Checklist of CITES Species (on line) 2011. Available at [checklist.cites.org](http://checklist.cites.org) – [www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-](http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-)



*[Handwritten blue ink marks: a signature, the letter 'H', a circled 'D', and the letters 'I', 'A', 'S', 'M', 'S' stacked vertically.]*



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Organismo de Evaluación y  
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

<content/uploads/sites/21/2014/02/especies-de-flora-silvestre-peruana-en-los-ap%c3%a9ndices-de-la-cites1.pdf>

Confederación Peruana de la Madera. CPM. (2008). *Compendio de información técnica de 32 especies forestales*. Lima, Perú: Confederación Peruana de la Madera.

CUADRAS, C. M., 2014, Nuevos métodos de Análisis Miltivariante; 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.

Dörfle, M. (2002). *Árboles de bosque secundario en la comunidad de Challua Yacu en la via Hollin - Loreto*. Loreto, Perú: -

Finegan, B.; W. Palacios; N. Zamora; y D. Delgado. 2001. Ecosystem-level Forest Biodiversity and Sustainability Assessments for Forest Management. In Raison, R.J.; Brown, A.G.; Flinn, D.W. *Criteria and Indicators for Sustainable Forest management*. CABI Publishing /IUFRO. Vienna, Austria. Pp. 341-378.

FISHER, R.A., A.S. CORBET Y C.B. WILLIAMS. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals.

Flora Neotropica. (1972). *Brosimum alicastrum Sw. subsp. alicastrum C.C. Berg*. Flora Neotropica, 7, 170-171.

Flores, Y. (2012). *La cumala colorada*. 10 de diciembre de 2012, de Árboles de Ucayali Sitio web: <http://arbolesdeucayali.blogspot.pe/2012/12/la-cumala-colorada.html>

Flores, Y. (2013). *Manual para la identificación de especies forestales en la región Ucayali*. Pucallpa, Perú: Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.

Flores, Y. (2014a). *El machimango blanco*. 12 de diciembre de 2014, de Árboles de Ucayali Sitio web: <http://arbolesdeucayali.blogspot.pe/2014/12/el-machimango-blanco.html>

Flores, Y. (2014b). *Huarmi Caspi, Sterculia apetala var. elata (Ducke) E.L. Taylor*. 24 de marzo de 2014, de Árboles de Ucayali Sitio web: <http://arbolesdeucayali.blogspot.pe/2013/12/huarmi-caspi.html>

Flores, Y. (2016). *15 especies de árboles para recuperar áreas degradadas en la Amazonia peruana*. 2016, de Bosques de Ucayali Sitio web: <http://vonhumboldtinia.blogspot.pe/2016/02/15-especies-de-arboles-para-recuperar.html>.

Gallo, M. 1999. Identificación de tipos de bosques primarios en la Zona Norte de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 65 p.



A

H

D

I

H

A

M

S

GASTON, K.J. 1996. Species richness: measure and measurement. In: Biodiversity, a biology of numbers and difference. K. J. Gaston (Ed.) Blackwell Science, Cambridge, pp.77-113.

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.

GENTRY A. H. (1993). A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International. Washington-USA. 1° Edic. 895 pp.

GENTRY A. H. (1993). A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International. Washington-USA. 1° Edic. 895 pp.

González A., & Pinedo, S. (2010). *Manual Cultivo de Uvilla, Pourouma cecropiifolia Martius*. Iquitos - Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP.

Hector, T. S.; M.H. Garr; y P.D. Zwick. 2000. Identifying a Linked Reserve System Using a Regional Landscape Approach: The Florida Ecological Network. Conservation Biology 14(4): 984-1000.

IPCC (2007): Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A., (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Jennings, M. D. 2000. Gap analysis: concepts, methods, and recent results. Landscape Ecology 15:5-20.

Kattan, GH. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. In Guariguata, MR; Kattan, GH (eds). Ecología y conservación de Bosques Neotropicales. EULAC/GTZ. Primera edición. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. p 561-590.

Lord, J.M. y D.A. Norton. 1990. Scale and the spatial concept of fragmentation. Conservation Biology 4(2): 197-202.

KREBS, C. J., 1989, Ecological methodology. Harper & Row NY, USA. Longwood, F. R. (1962). *Present and Potential Commercial timbers of The Caribbean*. Washington, D.C., USA: U.S. Department of Agriculture.

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.





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.

MINAM, 2015.100. Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. – Lima.

McIntyre, S.; y G.W. Barrett. 1992. Habitat variegation, an alternative to fragmentation. *Conservation Biology* 6(1): 146-147.

Mejia, K. & Rengifo, E. (2000). *Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonía Peruana*. Breña, Lima-Perú: Tarea Asociación Gráfica Educativa.

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, B. Y T. S. FREDERICKSEN. 2000b. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.

Noss, R.F. y L.D. Harris. 1986. Nodes, Networks, and MUM's: Preserving Diversity at all Scales. *Environmental Management* 10(3): 299-309.

Núñez-Avellaneda, R.; & Rojas-Robles, R. (2008). *Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos Oenocarpus bataua en los andes colombianos*. *Caldasia*, 30(1), pp. 101-125.

Ocampo-Duran, A., Fernández-Lavado, A., & Castro, F. (2013). *Aceite de la palma de seje Oenocarpus bataua Mart. por su calidad nutricional puede contribuir a la conservación y uso sostenible de los bosques de galería en la Orinoquia Colombiana*. ORINOQUIA - Universidad de los Llanos - Villavicencio, Meta, Colombia., 17, pp. 215 - 229.

Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre – OSINFOR. (2014). *Fichas de identificación de especies forestales maderables de la zona de Tingo María*. Lima - Perú: Solvima Graf. SAC.

Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre – OSINFOR. (2015). *Fichas de identificación de especies forestales maderables de la zona de la Selva Central*. Lima - Perú: Vistay Publicidad E.I.R.L.

Perdomo, M.H. 2001. Herramientas para la planificación del manejo de los bosques a escala de paisaje en el Municipio El Castillo del Sudeste de Nicaragua. Tesis Mg. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 139 p.

Pérez, M.A. 2000. Fitosociología de los Bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte Nicaragüense, una base para el manejo sostenible. Tesis Mg. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 130p.



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'S' at the bottom.



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., Brienen R. (2009a) RAINFOR Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas, edición 2016 disponible en: [www.rainfor.org/es/manuales](http://www.rainfor.org/es/manuales).

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.

Primack, R; Rozzi, R; Feinsinger, P; Dirzo, R; Massardo, F. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México. 797 p.

Primack, R; R. Rozzi; y P. Feinsinger. 2001. Diseño de Áreas Protegidas. In Primack, R; Rozzi, R; Feinsinger, P; Dirzo, R; Massardo, F. 1998. Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica. México. Pp 477-495.

REDD+. 2011. Estimación de los costos de oportunidad de REDD+, Manual de capacitación, versión 1.4

R CORE TEAM (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Reynel, C., Pennington, R. T., Flores, C. & Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la Amazonía Peruana*. Lima, Perú: pp. 3-50.

Reynel, C., Pennington, R. T., Flores, C. & Daza, A (2003). *Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos: Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies*. Darwin Initiative y ICRAF. Lima - Perú. 509 pág.

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

Saunders, D.A.; R.J. Hobbs; y C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5(1): 18-32.

Serrano, M. 2003. Estructura y composición de bosques montanos subtropicales y sus implicaciones para la conservación y el manejo de los recursos forestales en la Serranía del Iñao, Bolivia. Tesis Mg. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

SPICHIGER, R.; MÉROZ, J; LOIZEAU, P.; STUTZ, L. 1989. Contribución a la Flora de la Amazonía Peruana: Los Árboles del Arboretum Jenaro Herrera. Conservatoire et Jardin Botanique de Genève, Génova, 359p Vol. I y Vol. II. 565p.



A

H

D

I

A

S

M

S



The Agroforestry Database. (2009). *Inga edulis - guaba*. 2017, de World Agroforestry Center Sitio web: <http://www.worldagroforestry.org/treedb2/speciesprofile.php?Spid=991>

THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED (ITOPF), 2011. Efectos de la contaminación por hidrocarburos en el medio marino – Documentos de Información Técnica; disponible en: [http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP13\\_SPEffectsofOilPollutionontheEnvironment.pdf](http://www.itopf.com/uploads/translated/TIP13_SPEffectsofOilPollutionontheEnvironment.pdf)

The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 27 October 2016.

TROPICOS.ORG. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 27 Oct 2016 <http://www.tropicos.org>.

Trujillo-T, E., Frausin-B, G., Correa-Munera, M. & Trujillo-C., W.. (2007). *Sobre la presencia de Erythrina ulei Harms (Fabaceae) en Colombia*. Momentos de Ciencia, 4, pp. 1-2. Universidad Católica del Oriente. (2008). *Guarea kunthiana A. Juss.*. Enero del 2008, de Universidad Católica de Oriente Sitio web: <http://www.uco.edu.co/floraorienteanioquia/meliaceae/Guarea-kunthiana-A-Juss/Paginas/default.aspx>

Valencia, R., Montúfar, R., Navarrete H. & Balşlev, H.. (2013). *Palmas ecuatorianas: Biología y uso sostenible*. Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Quito, Ecuador.: Mariscal.

Vásquez, R. (1992). Sistemática de las plantas medicinales de uso frecuente en el área de Iquitos. *Folia Amazónica*, 4, pp. 65-80.

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.

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://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

## Fauna Silvestre

### Mamíferos

Aquino, R., F.Cornejo., L. Cortez., F. Encarnación., E. Heymann., L. Marsh., R. Mittermeier., A., Rylands and J. Vermer. 2015. PRIMATES DE PERÚ, guía de identificación de bolsillo. Conservación Internacional.

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.



d

H

D

I

H

A

M

S



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.

Boubli, J.-P., Rylands, A.B., de la Torre, S. & Stevenson, P. 2008. *Saimiri sciureus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T41537A10494364

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. (2017). Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/> (Acceso 5 de setiembre de 2017).

Emmons, L. H. y F. Feer. 1996. Neotropical rainforest mammals, a field guide. 2da ed. The University of Chicago Press.

GEMA. (2013). Estudio de impacto ambiental (EIA) perforación de dos (02) pozos exploratorios y seis (06) pozos confirmatorios lote 131.

GEMA (2016). Estudio de impacto ambiental (EIA) detallado proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del lote 131.

IUCN International Union for the Conservation of Nature. 2017. IUCN Red List of Threatened Species. [Internet] [citado 4 setiembre de 2017]. Disponible en: <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.

Pacheco V. (2002). Mamíferos del Perú. Páginas 503-549. En: G. Ceballos y J. Simonetti (editores) *Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales* CONABIO-UNAM. México, D.F.

Pacheco V., Cadenillas R., Salas E., Tello C. & Zeballos H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología*. 16(1): 5-32.

Quintana H., Pacheco, V., Salas, E. (2009). Diversidad y conservación de los mamíferos de Ucayali, Peru. *Ecología Aplicada* 8(2): 91-113.

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.

TOBLER, M. 2013. Camera Base Version 1.6, User guide. Available on line at <http://www.atriumbiodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBaseDoc1.6.pdf>



d

H

l

H

A

M

S



## Aves

Angulo Pratolongo, F. (2009). Peru. Important Birds Areas Peru. Pp 307 - 316 in C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson & I. Yépez Zabala Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International. BirdLife Conservation Series No. 16.

Angulo Pratolongo, F. (2015). Guía de las aves del Río LA NOVIA. CORBIDI y Consorcio Purús-Manu: WWF, CARE Perú, ProNaturaleza, ProPurús, Sociedad Zoológica de Fráncfort, ORAU. Lima, noviembre de 2015.

Bibby C., Jones, M. & Marsden, S. (1998). Expedition Field Techniques; bird surveys, expedition advisory centre, London.

Boesman, P. (2009). Birds of Peru – MP3 Sound Collection (1.0) (Product code MP10). Merelbeke, Belgium.

Brack, A. (1986). Las ecorregiones del Perú. Boletín de Lima 44: 57-70.

(CMS) Convention on Migratory Species. (2015). Appendices I and II. [Internet] [citado 2017 Agosto 7]. Disponible en: [http://www.cms.int/pdf/en/CMS\\_Species\\_6Ing.pdf](http://www.cms.int/pdf/en/CMS_Species_6Ing.pdf).

CITES. (2017). Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndices I, II y III. Disponible en: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/> (Acceso 6 de agosto 2017).

Cowell, R. K. (2005). Estimate S: Estimation of Richness and shared from samples. Version 7.5. Persistent URL disponible en <http://purl.oclc.org/estimates>.

El Peruano. (2014). Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI del 8 de abril de 2014. Lima: Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

GEMA. (2013). Estudio de impacto ambiental (EIA) perforación de dos (02) pozos exploratorios y seis (06) pozos confirmatorios lote 131.

GEMA (2016). Estudio de impacto ambiental (EIA) detallado proyecto de desarrollo e instalaciones de producción del lote 131.

González M., O. E. (1998) Birds of the lowland forest of Cerros del Sira, central Peru. Cotinga 9: 57–60.

Gregory, D. R., Gibbons, W. D. & Donald, F. P. (2005). Bird census and survey techniques. En Sutherland, W. J., Newton, I., & Green, R., Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques. Techniques in Ecology & Conservation Series Oxford University Press, Inc., New York. pp.1-371.

Harvey, M. G., Seeholzer, G. F., Cáceres A., D., Winger, B. M., Tello, J. G., Camacho, F. H., Barden, O. (2014). The avian biogeography of an Amazonian



Handwritten blue ink marks on the left margin, including a large 'V' and several vertical lines.



headwater: The Upper Ucayali River, Peru. *Wilson Journal of Ornithology*, 126(2), 179-191. DOI: [10.1676/13-135.1](https://doi.org/10.1676/13-135.1).

Hammer, O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontological Electronica* 4 (1):9.pp. Disponible en [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

(IUCN) International Union for the Conservation of Nature. 2017. IUCN Red List of Threatened Species. [Internet] [citado 1 agosto de 2017]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/>.

Mee, A., Ohlson, J., Stewart, I., Wilson, M., Örn, P. & Diaz F., J. (2002) The Cerros del Sira revisited: birds of submontane and montane forest. *Cotinga* 18: 46–57.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza.

Parker, III. T. A. (1991). On the use of tape recorders in avifaunal surveys. *Auk* 108:443–444.

Plenge, M. A. (2014). Especies y subespecies de las aves del Perú. Lima, Perú. <https://sites.google.com/site/boletinunop/subespecies> (Acceso 1 agosto del 2017).

Plenge, M. A. (2017). Lista de las Aves de Perú. Disponible en <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist> (Acceso 2 de agosto del 2017).

Plenge, M. A., Schulenberg T.S. & Valqui, T. (2017). Species lists of birds for South American countries and territories: [Perú]. [6/Agosto/2017]. Disponible en <http://www.museum.jhu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.html>

Ralph, C.; Geupel, G.; Pyle, P.; Martin, T.; DeSante, D. & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR- 159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.

Seeholzer, G. F., Winger, B. M., Harvey, M. G., Cáceres A., D. & Weckstein, J. D. (2012) A new species of barbet (Capitonidae: *Capito*) from the Cerros del Sira, Ucayali, Peru. *Auk* 129:551–559.

Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F., Lane, D.F.; O'Neill, J. P. & Parker III, T. A. (2010). Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.

Schulenberg, T., Marantz C. A. & English, P. H. (2000a). Voices of Amazonian birds. Birds of the rainforest of southern Peru and northern Bolivia, Vol 1: Tinamous (Tinamidae) through barbets (Capitonidae) (CD). Ithaca, NY: Cornell Laboratory of Ornithology.

Schulenberg, T., Marantz C. A. & English, P. H. (2000b). Voices of Amazonian birds. Birds of the rainforest of southern Peru and northern Bolivia, Vol 2: Toucans (Ramphastidae) through antbirds (Thamnophilidae) (CD). Ithaca, NY: Cornell Laboratory of Ornithology.



Handwritten signature and initials in blue ink, including a large 'S' at the bottom.



Schulenberg, T., Marantz C. A. & English, P. H. (2000c). Voices of Amazonian birds. Birds of the rainforest of southern Peru and northern Bolivia, Vol 3: Ground antbirds (Formicariidae) through jays (Corvidae) (CD). Ithaca, NY: Cornell Laboratory of Ornithology.

Stattersfield, A.; Crosby, M; Long, A. y D. Wege. (1998). Endemic Bird Area of the World: Priorities for Biodiversity Conservation. BirdLife Conservation Series N 7. Cambridge U.K: BirdLife International.

Stolz, D.F., Fitzpatrick, J. W., Parker, T.A. & Moskovits, D. K. (1996). Neotropical birds: ecology and conservation; Chicago, EE.UU. Chicago University Press.



Handwritten signature and vertical text: VOTO, followed by a vertical list of handwritten characters: H, O, I, A, S, Y, O.

**15. ANEXOS**

- Anexo A : Actores involucrados
  - Anexo A1 : Actas y listado de participantes del MAP
  - Anexo A2 : Registro fotográfico
  
- Anexo B : Calidad de agua
  - Anexo B1 : Tabla de resultados
  - Anexo B2 : Gráficos
  - Anexo B3 : Mapa de puntos de muestreo
  - Anexo B4 : Fichas de campo
  - Anexo B5 : Registro de verificación y ajuste de equipos
  - Anexo B6 : Registro fotográfico
  - Anexo B7 : Cadenas de custodia e informes de ensayo
  - Anexo B8 : Certificados de calibración de equipos
  - Anexo B9 : Certificados de acreditación de los laboratorios por el INACAL
  
- Anexo C : Calidad de sedimentos
  - Anexo C1 : Tablas de resultados
  - Anexo C2 : Gráficos
  - Anexo C3 : Mapa de puntos de muestreo
  - Anexo C4 : Fichas de campo
  - Anexo C5 : Registro fotográfico
  - Anexo C6 : Cadenas de custodia e informes de ensayo
  
- Anexo D : Comunidades hidrobiológicas
  - Anexo D1 : Mapa de puntos de muestreo
  - Anexo D2 : Fichas de campo
  - Anexo D3 : Registro fotográfico
  - Anexo D4 : Cálculo de índice biótico BMWP/Col.
  - Anexo D5 : Clasificación taxonómica de perifiton
  - Anexo D6 : Clasificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos
  - Anexo D7 : Clasificación taxonómica de peces
  - Anexo D8 : Biometría de peces
  - Anexo D9 : Galería fotográfica de peces
  - Anexo D10 : Cadenas de custodia e informes de ensayo
  - Anexo D11 : Galería fotográfica de parasitismo
  
- Anexo E : Calidad de suelo





"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

- Anexo E1 : Mapa de puntos de muestreo
- Anexo E2 : Fichas de campo
- Anexo E3 : Registro fotográfico
- Anexo E4 : Cadenas de custodia, sistematización e informes de ensayo
- Anexo E5 : Fichas estadísticas
  
- Anexo F : Flora
  - Anexo F1 : Mapa de evaluación de flora
  - Anexo F2 : Registro fotográfico
  - Anexo F3 : Tablas de evaluación de flora
  
- Anexo G : Fauna
  - Anexo G1 : Mapas de evaluación de mamíferos
  - Anexo G2 : Mapas de evaluación de aves
  - Anexo G3 : Registro fotográfico
  - Anexo G4 : Listado de especies de aves por zona de evaluación
  - Anexo G5 : Listado de especies por hábitat
  - Anexo G6 : Comparación con evaluaciones previas



*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*  
*[Handwritten initials]*

q