Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

INFORME Nº 081 - 2017-OEFA-DE/SDCA-CMVA

INFORME DE EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL FUTURO EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO CHONTAYACU ALTO Y BAJO Y ZONAS ALEDAÑAS, EN EL DISTRITO DE CHOLÓN, PROVINCIA DE MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, DURANTE EL AÑO 2017

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

COORDINACIÓN DE MONITOREO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

2017

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
SUBDIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL
RECIBIDO
11 DIC. 2017
V°B° ..... Hora: 9:00
Firma .....

INFORME N° 081 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA

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

SONIA BEATRIZ ARANIBAR TAPIA
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental

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

ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN
RECIBIDO
11 DIC. 2017
V°B° ..... Hora: 2:15
Firma .....

JHONY ANGEL RÍOS GARCÍA
Tercero evaluador

JESSICA ADELA ESPINO CIUDAD
Tercero evaluador

JORGE LUIS FERNÁNDEZ NAJARRO
Tercero evaluador

MARIA DEL PILAR GÁLVEZ SUÁREZ
Tercero evaluador

VICTOR CHAMA MOSCOSO
Tercero evaluador

MARIO ESCOBEDO TORRES
Tercero evaluador

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE
Tercero evaluador

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

ASUNTO : Informe de evaluación ambiental temprana en el futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

REFERENCIA: Planefa 2017

FECHA : Lima, 01 DIC. 2017

2017-201-015118

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

I. INFORMACIÓN GENERAL

1. Detalles del monitoreo ambiental:

a.	**Ubicación general**	Distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco.	
b.	**Ámbito de influencia**	Cuenca media del río Chontayacu, correspondientes a los caseríos Santa Rosa de Oso, Santillán, Cocalito, Nueva Galilea, Nueva Unión de Santa Ana, Guayaquil, Nueva Unión deAjí y Crisnejas (Río Blanco), y el centro poblado San Antonio de Padua.	
c.	**Problemática**	Posible alteración de los componentes ambientales agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna; producto del futuro emplazamiento de actividades de generación de energía eléctrica a desarrollarse en la zona.	
d.	**Motivo por el cual se realiza la actividad**	Actividad establecida en el Planefa 2017 del Oefa.	
e.	**Tipo de Evaluación Ambiental**	**Participativo**	[X]
		No Participativo	
		Vigilancia Ambiental	
f.	**Periodo de ejecución**	• Visita de reconocimiento: del 9 al 14 de marzo de 2017. • Coordinacion previa: del 24 al 28 de abril de 2017. • Taller de inducción y presentación de la propuesta del plan de evaluación ambiental temprana: 28 de mayo de 2017. • Ejecución de la evaluación ambiental temprana: del 1 al 14 de mayo y del 29 de mayo al 7 de junio de 2017.	

2. Equipo profesional:

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 2-1. Profesionales encargados de la evaluación ambiental temprana

Ítem	Evaluador	Profesión	Actividad	Colegiatura
1	Ríos García, Jhony Angel (*)	Biólogo	Evaluación de agua y sedimento	CBP 106354
2	Espino Ciudad, Jessica Adela	Bióloga	Evaluación de comunidades hidrobiológicas	CBP 13188
3	Gálvez Suárez, María del Pilar	Licenciada en Biología	Evaluación de suelo	CBP 11631
4	Fernández Najarro, Jorge Luis	Bach. Ingeniería Ambiental		-
5	Chama Moscoso, Victor	Biólogo	Evaluación de flora silvestre	CBP 11037
6	Escobedo Torres, Mario	Biólogo	Evaluación de fauna silvestre (mamíferos)	CBP 10814
7	Crespo More, Segundo Israel	Biólogo	Evaluación de fauna silvestre (aves)	CBP 10463

(*) Responsable del equipo profesional

3. Resumen de los componentes evaluados y los resultados obtenidos:

Tabla 3-1. 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?
Agua[a]	31	Si	X	No	-	pH	**Afluentes:** REspe1, RPAle1, RCamo1, RBlan1 **Río Chontayacu:** RChon11, RChon12, RChon14, RChon15
						Plomo (Pb)	**Afluentes:** RCamo2, RCris1 **Río Chontayacu:** RChon8, RChon9, RChon15
Sedimento	23	Sí	-	No	-	--	--
Comunidades hidrobiológicas	24	Sí	-	No	-	Perifiton	--
	24	Sí	-	No	-	Macroinvertebrados	--
	20	Sí	-	No	-	Peces	--
Metales en tejido muscular de peces	2	Sí	-	No	-	--	--
Suelo[b]	38	Sí	x	No	-	Cadmio (Cd)	**Complejo Marañón (Pe-cm):** SUE-Chon1, SUE-Chon2 SUE-Chon3, SUE-Chon4 SUE-Chon5, SUE-Chon6 SUE-Chon7 **Plutón Cocalita San Antonio (C-gd/to):** SUE-Chon8, SUE-Chon9, SUE-Chon10 SUE-Chon11, SUE-Chon12 SUE-Chon13, SUE-Chon14 SUE-Chon15, SUE-Chon16 SUE-Chon17, SUE-Chon18 SUE-Chon19, SUE-Chon20 SUE-Chon21, SUE-Chon22 SUE-Chon23, SUE-Chon24 SUE-Chon25, SUE-Chon26 SUE-Chon27, SUE-Chon29 SUE-Chon30, SUE-Chon31 SUE-Chon32, SUE-Chon33 SUE-Chon35, SUE-Chon36 SUE-Chon37, SUE-Chon38
Flora silvestre	10 parcelas	Sí	-	No	-	--	--

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Componentes evaluados	N° de puntos	¿Incumplió los ECA u otras normas de referencia?				¿Qué parámetros?	¿En qué puntos?
Fauna silvestre (mamíferos)	20 cámaras trampa	Sí	-	No	-	--	--
Fauna silvestre (aves)	160 puntos de conteo	Sí	-	No	-	--	--

(a) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, Categoría 4 "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría E2 "Ríos de selva" y referencialmente la Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales", Subcategorías D1 y D2, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

(b) Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos de uso agrícola, establecido mediante Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM (comparación referencial para nivel de fondo).

II. OBJETIVO

4. Presentar los resultados de la evaluación ambiental temprana del futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

III. ANTECEDENTES

5. El presente informe se realiza dando cumplimiento a la función del Oefa establecida en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, Sinefa), cuyo ejercicio pemite 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.

6. 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 del futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

7. Las evaluaciones ambientales tempranas se realizan en zonas de influencia de proyectos energéticos que actualmente se encuentran en etapa exploratoria y permiten obtener información de los principales componentes ambientales (agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna) a través de un diagnóstico ambiental en el que el Oefa fomenta la participación ciudadana.

8. Para ello, parte del equipo profesional encargado de desarrollar la evaluación ambiental temprana realizó una visita de reconocimiento al área de influencia del futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, del 9 al 14 de marzo de 2017, generándose el Informe N° 044-2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA, en el que se determinó la viabilidad para el desarrollo de la evaluación ambiental temprana, entre otros aspectos.

9. Finalmente, el presente informe corresponde al desarrollo de la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

IV. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

10. El análisis de la información se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1, denominado Informe de evaluación ambiental temprana en el futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017, que se adjunta y forma parte del presente informe.

V. CONCLUSIÓN

11. El presente informe contiene el resumen de los resultados de la evaluación ambiental temprana en el futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, 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.

Atentamente,

JHONY ÁNGEL RÍOS GARCÍA
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JESSICA ADELA ESPINO CIUDAD
Tercero evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

JORGE LUIS FERNÁNDEZ NAJARRO
Tercero evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

MARÍA DEL PILAR GÁLVEZ SUÁREZ
Tercero evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

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

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

SEGUNDO ISRAEL CRESPO MORE
Tercero evaluador
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

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

Lima, 01 DIC. 2017

Visto el Informe N° 081 -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 ARANIBAR TAPIA
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Visto el Informe N° 081 -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
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. MARCO LEGAL 2
3. ANTECEDENTES 3
4. JUSTIFICACIÓN 4
5. OBJETIVOS 5
5.1. Objetivo general 5
5.2. Objetivos específicos 6
6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA 6
7. CONTEXTO SOCIAL 8
8. MARCO CONCEPTUAL 10
8.1. Agua superficial 10
8.1.1. Parámetros físicos del agua 11
8.1.2. Principales características químicas del agua 12
8.2. Sedimento 15
8.2.1. Textura de sedimento 16
8.3. Comunidades hidrobiológicas 17
8.4. Suelo 18
8.4.1. Niveles de fondo 19
8.4.2. Valor de referencia 20
8.5. Flora silvestre 22
8.6. Fauna silvestre 23
8.5.1. Mamíferos 23
8.5.2. Aves 23
8.5.2.1. Métodos de evaluación de aves 24
8.5.2.2. Análisis de datos 25
9. METODOLOGÍA 27
9.1. Calidad de agua 27
9.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo 27
9.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 30
9.1.3. Estándares de comparación 32
9.2. Calidad de sedimento 32
9.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo 33
9.2.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 35
9.3. Comunidades hidrobiológicas 36
9.3.1. Ubicación de los puntos de muestreo 36
9.3.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 38
9.3.3. Estándares de comparación y análisis de datos 40
9.4. Calidad de suelo 44
9.4.1. Ubicación de los puntos de muestreo 44
9.4.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 47
9.4.3. Estándares de comparación 49
9.5. Flora silvestre 50
9.5.1. Ubicación de las parcelas de muestreo 50
9.5.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 52
9.5.3. Criterios de análisis de datos 54
9.6. Fauna silvestre 57
9.6.1. Mamíferos 57
9.6.1.1. Ubicación de cámaras trampa 57
9.6.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 61
9.6.1.3. Criterios de análisis de datos 61

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

9.6.2. Aves 62
9.6.2.1. Protocolos, equipos y técnicas de análisis 62
9.6.2.2. Análisis de datos 64
10. RESULTADOS Y ANÁLISIS 67
10.1. Calidad de agua 67
10.2. Calidad de sedimento 70
10.2.1. Clase textural del sedimento 70
10.2.2. Metales pesados 71
10.3. Comunidades hidrobiológicas 74
10.3.1. Perifiton 75
10.3.2. Macroinvertebrados bentónicos 82
10.3.3. Necton: Peces 88
10.3.4. Metales en tejido muscular 93
10.3.5. Indicadores biológicos de referencia para la calidad de los ambientes acuáticos 94
10.3. Calidad de suelo 95
10.4. Flora silvestre 96
10.5. Fauna silvestre 111
11. DISCUSIONES 129
11.1. Calidad de agua 129
11.2. Calidad de sedimento 129
11.3. Comunidades hidrobiológicas 130
11.4. Calidad de suelo 131
11.5. Flora silvestre 132
11.6. Fauna silvestre 135
12. CONCLUSIONES 138
12.1. Calidad de agua 138
12.2. Calidad de sedimento 138
12.3. Comunidades hidrobiológicas 138
12.4. Calidad de suelo 139
12.5. Flora silvestre 139
12.6. Fauna silvestre 140
12.6.1. Mamíferos 140
12.6.2. Aves 141
13. RECOMENDACIONES 141
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 142
15. ANEXOS 154

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7-1. Actores sociales involucrados para el desarrollo del MAP 10
Tabla 8-1. Clasificación granulométrica de las partículas del sedimento 16
Tabla 9-1. Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de agua superficial. 27
Tabla 9-2. Controles de calidad establecidos para agua superficial 30
Tabla 9-3. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad de agua superficial 31
Tabla 9-4. Parámetros monitoreados para la calidad de agua superficial 31
Tabla 9-5. Estándares de comparación de la calidad de agua 32
Tabla 9-6. Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de sedimento 33
Tabla 9-7. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad de sedimento 35

Tabla 9-8. Parámetros monitoreados de la calidad de sedimento 35
Tabla 9-9. Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas 36
Tabla 9-10. Equipos y materiales utilizados para el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas 38
Tabla 9-11. Comunidades hidrobiológicas y parámetros estudiados 40
Tabla 9-12. Valoraciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del BMWP/Col. 43
Tabla 9-13. Calidad de las aguas de acuerdo a la valoración del índice BMWP/Col. 43
Tabla 9-14. Ubicación de los puntos de muestreo para nivel de fondo en suelo agrícola 44
Tabla 9-15. Guías y/o protocolos utilizados para establecer los puntos de muestreo de suelo 47
Tabla 9-16. Equipos utilizados para el monitoreo de calidad de suelo 48
Tabla 9-17. Parámetros y cantidad de puntos de muestreo para la evaluación de calidad de suelo 48
Tabla 9-18. Parámetros de control de calidad 48
Tabla 9-19. Métodos de análisis y rangos de los límites de determinación para metales totales 49
Tabla 9-20. Estándares de comparación nacional e internacional en calidad de suelos 50
Tabla 9-21. Ubicación de las parcelas para la evaluación y monitoreo de flora silvestre 50
Tabla 9-22. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa cuenca media y alta del río Chontayacu 57
Tabla 9-23. Puntos de Conteo por zonas evaluadas 63
Tabla 10-1. Clase textural del sedimento de los ríos, afluentes del río Chontayacu 70
Tabla 10-2. Clase textural del sedimento del río Chontayacu 71
Tabla 10-3. Comunidades hidrobiológicas evaluadas por punto de monitoreo 74
Tabla 10-4. Diversidad alfa de microalgas encontrados por sector y punto de muestreo 81
Tabla 10-5. Índices de diversidad alfa encontrados en los puntos de muestreo 87
Tabla 10-6. Resultados de los análisis de metales en tejido muscular de peces en el río Chontayacu 93
Tabla 10-7. Valores de nivel de fondo y valores de referencia de metales para el área de estudio 95
Tabla 10-8. Especies de flora registradas en las parcelas que están protegidas por el Estado Peruano o categorizadas por la UICN y CITES 107
Tabla 10-9. Riqueza y composición de especies registradas por las cámaras trampas en la parte alta y baja del río Chontayacu 111
Tabla 10-10. Frecuencia de ocurrencia de mamíferos registrados en las cámaras-trampa 117
Tabla 10-11. Orden, familia y número de especies de aves registradas en el área de estudio 118
Tabla 10-12. Resumen de la riqueza y abundancia por zona de evaluación 120
Tabla 10-13. Riqueza y número de registros de aves registradas por las cámaras trampa en la parte alta y baja del río Chontayacu 123
Tabla 10-14. Abundancia, riqueza e índices de diversidad por zona de muestreo 124

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 10-15. Valores del índice de Similitud de Morisita entre las zonas evaluadas en el área de estudio 125
Tabla 10-16. Lista de especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o **migratorias** registradas en el área de estudio..... 126
Tabla 10-17. Usos de las aves por la población local 128
Tabla 11-1. Comparación de los ECA suelo para uso agrícola con los resultados de nivel de fondo 131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6-1. Mapa de ubicación de la zona de estudio 7
Figura 8-1. Diagrama triangular o triángulo de las clases texturales básicas del sedimento 17
Figura 10-1. Valores de pH en los afluentes del río Chontayacu..... 68
Figura 10-2. Valores de pH en el río Chontayacu 69
Figura 10-3. Concentraciones de plomo en los afluentes del río Chontayacu 69
Figura 10-4. Concentraciones de plomo en el río principal Chontayacu..... 70
Figura 10-5. Concentraciones de arsénico en sedimento en los afluentes del río Chontayacu 72
Figura 10-6. Concentraciones de arsénico en sedimento en el río Chontayacu 72
Figura 10-7. Concentraciones de cadmio en sedimento en los afluentes del río Chontayacu 73
Figura 10-8. Concentraciones de cadmio en sedimento en el río Chontayacu..... 73
Figura 10-9. Concentraciones de cobre en sedimento en el río Chontayacu 74
Figura 10-10. Composición y riqueza de microalgas en los puntos de muestreo 76
Figura 10-11. Composición y riqueza de microalgas por sector y por punto de muestreo..... 77
Figura 10-12. Abundancia de microalgas en los puntos de muestreo 78
Figura 10-13. Abundancia de microalgas por sector y por punto de muestreo..... 79
Figura 10-14. Relación de la abundancia y presencia de especies de microalgas en los puntos de muestreo..... 80
Figura 10-15. Similitud de Bray Curtis de microalgas por sector y puntos de muestreo, (A) grupo A, (B) grupo B. 82
Figura 10-16. Composición y riqueza de microalgas en los puntos de muestreo 83
Figura 10-17. Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos por sector y por punto de muestreo 84
Figura 10-18. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo..... 85
Figura 10-19. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo y phylum 86
Figura 10-20. Similitud de Bray Curtis de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo. (A) grupo A y (B) grupo B. 88
Figura 10-21. Composición y riqueza de peces en cada punto de muestreo 90
Figura 10-22. Abundancia de peces por punto de muestreo y orden 91
Figura 10-23. Similitud de Bray Curtis de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo del río Chontayacu y sus tributarios. (A) grupo A, (B) grupo B, (C) grupo C y (D) grupo D..... 92
Figura 10-24. Calidad BMWP/Col adaptado para Colombia en los puntos de muestreo 95

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Figura 10-25. Riqueza y abundancia en las parcelas en la cuenca del río Chontayacu 99
Figura 10-26. Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas de la parte alta de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu. 101
Figura 10-27. Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas del sector de la parte baja de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu..... 101
Figura 10-28. Diversidad arbórea según el índice de diversidad Alfa Fisher en las parcelas en la parte alta y parte baja de la cuenca del río Chontayacu. 102
Figura 10-29. Índice de Valor de Importancia (Í.V.I) de las parcelas en la parte alta, en la cuenca del río Chontayacu..... 103
Figura 10-30. Índice de Valor de Importancia (Í.V.I) de las parcelas en la parte baja en la cuenca del río Chontayacu..... 104
Figura 10-31. Biomasa y carbono en las parcelas de la parte alta y parte baja de la cuenca del Río Chontayacu..... 105
Figura 10-32. Análisis de correspondencia y de similitud Bray Curtis en los sectores que corresponden a la parte alta y baja de cuenca del río Chontayacu. 106
Figura 10-33. Utilidad de las especies registradas en la evaluación de flora silvestre de la cuenca del río Chontayacu..... 110
Figura 10-34. Riqueza y composición de especies de fauna silvestre registradas por las cámaras trampa en el ámbito del Centro poblado Santa Rosa de Oso 112
Figura 10-35. Riqueza y composición de especies de fauna silvestre registradas por las cámaras trampa en la parte baja del río Chontayacu 114
Figura 10-36. Diversidad y abundancia de mamíferos medianos en la parte alta y baja del río Chontayacu..... 116
Figura 10-37. Familias con mayor número de especies de aves en el área de estudio. 119
Figura 10-38. Especies con mayor abundancia total en el área de estudio..... 120
Figura 10-39. Curva de acumulación de especies observadas y Estimador de Chao 1 123
Figura 10-40. Dendrograma de Similitud de Jaccard entre las zonas de muestreo 125
Figura 10-41. Dendrograma de Similitud de Morisita entre las zonas de muestreo 126
Figura 11-1. Comparación de los niveles de fondo con el ECA para suelo de uso agrícola..... 132

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1. Las cuencas hidrográficas existentes en el Perú, se desarrollan en tres vertientes, Pacífico, Atlántico y Lago Titicaca, siendo la vertiente del Atlántico la que presenta la mayor disponibilidad de agua superficial y la mínima demanda.[1]

2. Perú cuenta con cuencas hidrográficas cuyas aguas son factibles para ser usadas para generar electricidad.[2] En la vertiente del Atlántico se encuentra el mayor potencial hidroeléctrico, siendo de interés los ríos Madre de Dios, Inambari y Urubamba, en los que toman importancia la combinación de precipitaciones y la existencia de desniveles considerables. En el norte del país, la cuenca más relevante es la del río Marañón, del cual el río Huallaga es el afluente más importante por la margen derecha.

3. 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.

4. 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.

5. 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 futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017, que estableció la planificación 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, en la cuenca media del río Chontayacu, afluente del río Huallaga.

6. Los resultados de dicha evaluación ambiental temprana (en adelante, EAT) que fue ejecutada del 1 al 14 de mayo y del 29 de mayo al 7 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.

7. La presente evaluación ambiental temprana permitirá fortalecer la fiscalización ambiental a través de una vigilancia ambiental sobre la base de la información generada, a fin de identificar oportunamente cualquier cambio en las características de los componentes ambientales en el tiempo.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

---

1 Atlas del potencial hidroeléctrico del Perú. Lima (Perú), Marzo 2011. Extraído de http://www.ede.pe/web/wp-content/uploads/2017/05/ATLAS_ENERGI%CC%81A_HIDRAU%CC%81LICA_PERU%CC%81.pdf.

2 Información extraída de http://www.osinerg.gob.pe/.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

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° 002-2013-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° 004-2017-OEFA/CD, que aprueba el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental del Oefa, correspondiente al año 2017.

20. 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.

21. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. "Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales" publicado el 11 de enero de 2016.

22. Decreto Supremo Nº 043-2006-AG, que aprueba la categorización de especies amenazadas de flora silvestre.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

23. Decreto Supremo Nº 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) y, del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (www.serfor.gob.pe).*

25. 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.

3. ANTECEDENTES

26. Actualmente, el proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo se encuentra en estudio por lo que no cuenta con Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados. Sin embargo, la Autoridad Nacional del Agua (en adelante, ANA) ha otorgado autorizaciones de gestión ambiental, los cuales se detallan en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Autorizaciones de gestión ambiental

Autorizaciones				
N°	**Administrado**	**Título**	**Número de resolución aprobada**	**Fecha de aprobación**
1	Hidroeléctricas Lima S.A.C.	Autorización de ejecución de estudios de aprovechamiento hídrico con fines energéticos del río Chontayacu, para el desarrollo del proyecto "Central Hidroeléctrica Chontayacu Alto" ubicada en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco.	R.D. N° 098-2014-ANA-DARH	16 de setiembre de 2014
2		Autorización de ejecución de estudios de aprovechamiento hídrico con fines energéticos del río Chontayacu, para el desarrollo del proyecto "Central Hidroeléctrica Chontayacu Bajo" ubicada en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco.	R.D. N° 101-2014-ANA-DARH	16 de setiembre de 2014
3		Disponibilidad hídrica de agua superficial del río Chontayacu para uso productivo con fines energéticos, comprendido en el estudio de aprovechamiento hídrico para el desarrollo del proyecto "Central Hidroeléctrica Chontayacu Alto", elaborado por la empresa Hidroeléctricas Lima S.A.C.	R.D. N° 320-2015-ANA/AAA-Huallaga	21 de septiembre de 2015

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Autorizaciones				
N°	**Administrado**	**Título**	**Número de resolución aprobada**	**Fecha de aprobación**
4		Disponibilidad hídrica de agua superficial del río Chontayacu para uso productivo con fines energéticos, comprendido en el estudio de aprovechamiento hídrico para el desarrollo del proyecto "Central Hidroeléctrica Chontayacu Bajo", elaborado por la empresa Hidroeléctricas Lima S.A.C	R.D. N° 321-2015-ANA/AAA-Huallaga	21 de septiembre de 2015
5		Autorización para efectuar investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera, conforme a los términos contenidos en el documento denominado "Plan de investigación para el Estudio de Impacto ambiental del proyecto: Centrales Hidroeléctricas Chontayacu Alto y Bajo"	R.D. N° 040-2015-ANA/AAA-Huallaga	22 de enero de 2016

Fuente: Autorizaciones remitidas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

4. JUSTIFICACIÓN

27. La creciente demanda energética, unido al consecuente agotamiento de los combustibles fósiles, ha conllevado que incremente el número de proyectos hidroeléctricos en la actualidad.

28. La puesta en marcha de la construcción de centrales hidroeléctricas, junto con la instalación de industrias extractivas como la minería, entre otros factores, está causando una rápida transformación del paisaje en Perú, lo que tiende a alterar de manera irreversible los ecosistemas y las condiciones sociales de la región, inclusive miles de kilómetros río abajo.

29. Aunque la energía hidroeléctrica es considerada como fuente de energía renovable, la construcción de represas para la instalación de centrales hidroeléctricas causa significativos impactos, como la fragmentación del paisaje, la interrupción de conectividad de los ríos que vinculan cabeceras andinas con las tierras bajas de la Amazonía, perturbación de la migración y el ciclo reproductivo de peces, la alteración de la economía ligada a la pesca, deforestación, pérdida de biodiversidad, problemas sociales e incremento del efecto invernadero, entre otros, los cuales son conocidos en países como Brasil (Iglesias, 2011) y Colombia (Gamboa y Cueto, 2012), donde se han realizado estudios al respecto.

30. Es destacable el caso de los proyectos hidroeléctricos planificados para los ríos Inambari y Marañón, que han conllevado a una serie de conflictos por la cantidad de impactos que podrían producirse, tanto a nivel medioambiental como social.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

31. En la zona del río Huallaga, la población ha tenido muchas dificultades debido principalmente a los problemas ocasionados por el narcotráfico y el terrorismo, necesitando ayuda para enfrentar las condiciones de desnutrición infantil, nivel educativo y servicios básicos como luz y agua, entre otros.[3]

32. Pese a que no se conocen disputas derivadas de las propuestas para ejecutar proyectos hidroeléctricos en la cuenca del río Chontayacu, sí se conoce que el desarrollo de la agricultura está intensificando la deforestación, lo que puede conllevar riesgo tanto para la población, debido a la ocurrencia de huaycos, como para la biodiversidad de flora y fauna.

33. Por lo expuesto, es importante evaluar las condiciones ambientales y sociales de esta zona, con el objetivo de prevenir eventos que puedan suscitarse debido a proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos.

34. En efecto, se conoce que la empresa Hidroeléctricas Lima S.A.C. ha estudiado la cuenca media del río Chontayacu, concluyendo que se trata de una zona con condiciones meteorológicas y morfológicas favorables para aprovechar el potencial hidroeléctrico disponible.

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

36. 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

37. Es así que la CMVA realiza evaluaciones ambientales tempranas, manteniendo a la población informada acerca de las condiciones en los que se encuentran los componentes ambientales, que 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

38. Realizar una evaluación ambiental temprana con participación ciudadana en el futuro emplazamiento del proyecto hidroeléctrico Chontayacu alto y bajo y zonas aledañas en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco, durante el año 2017.

---

3 Plan de Desarrollo Territorial para la Zona del Huallaga al 2021. Lima, octubre 2014. Extraído de http://codehuallaga.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2015/01/plan_huallaga.pdf.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión Nº 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

5.2. Objetivos específicos

39. Evaluar la calidad ambiental de agua superficial.

40. Evaluar la calidad ambiental de sedimento.

41. Evaluar las condiciones de las comunidades hidrobiológicas.

42. Evaluar la calidad ambiental de suelo.

43. Evaluar la flora y fauna silvestre.

6. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

44. El distrito de Cholón, donde se encuentra el área de estudio, es uno de los cinco distritos que conforman la provincia de Marañón, ubicada en el departamento de Huánuco. Su capital es el centro poblado San Pedro de Chonta que se encuentra a unos 2350 m s.n.m.

45. El distrito en mención, limita al norte con la provincia de Tocache (departamento de San Martín); al sur con los distritos de Pinra, Huacaybamba y Cochabamba (provincia de Huacaybamba) y con el distrito de José Crespo y Castillo (provincia de Leoncio Prado); al este con la provincia de Tocache y el distrito de José Crespo y Castillo; y al oeste con los distritos de Huacrachuco y San Buenaventura (provincia de Marañón). Aproximadamente, se encuentra a una distancia de 363 km de la ciudad de Huánuco.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

46. Con respecto a su topografía, la parte central es atravesada por la Cordillera Central y al este por la Cordillera Azul. El relieve es accidentado, con barrancos, declives y fondos llanos angostos. Entre los ríos principales se encuentran el río Azul, Chontayacu, Frijol y Huallaga. El río Chontayacu, es el recurso fluvial que pasa por las inmediaciones del centro poblado San Pedro de Chonta, que tiene origen en la cordillera Raura. En el distrito de Cholón se encuentran sitios arqueológicos como Macrojirca, San Vicente, Tauripún y Huamuco.

47. En la Figura 6-1, se muestra el área de estudio, donde por la margen izquierda se encuentra al área circundante al centro poblado San Antonio de Padua y a los caseríos Santa Rosa de Oso, Santillán, Cocalito (en formación), Nueva Galilea, Nueva Unión de Santa Ana, Nueva Unión de Ají y Crisnejas (Río Blanco); y por la margen derecha, se encuentran los caseríos Guayaquil y Puerto Alegre. A través de dichas localidades discurre el río Chontayacu, ingresando posteriormente a la provincia de Tocache (departamento de San Martín) para desembocar en el río Huallaga.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

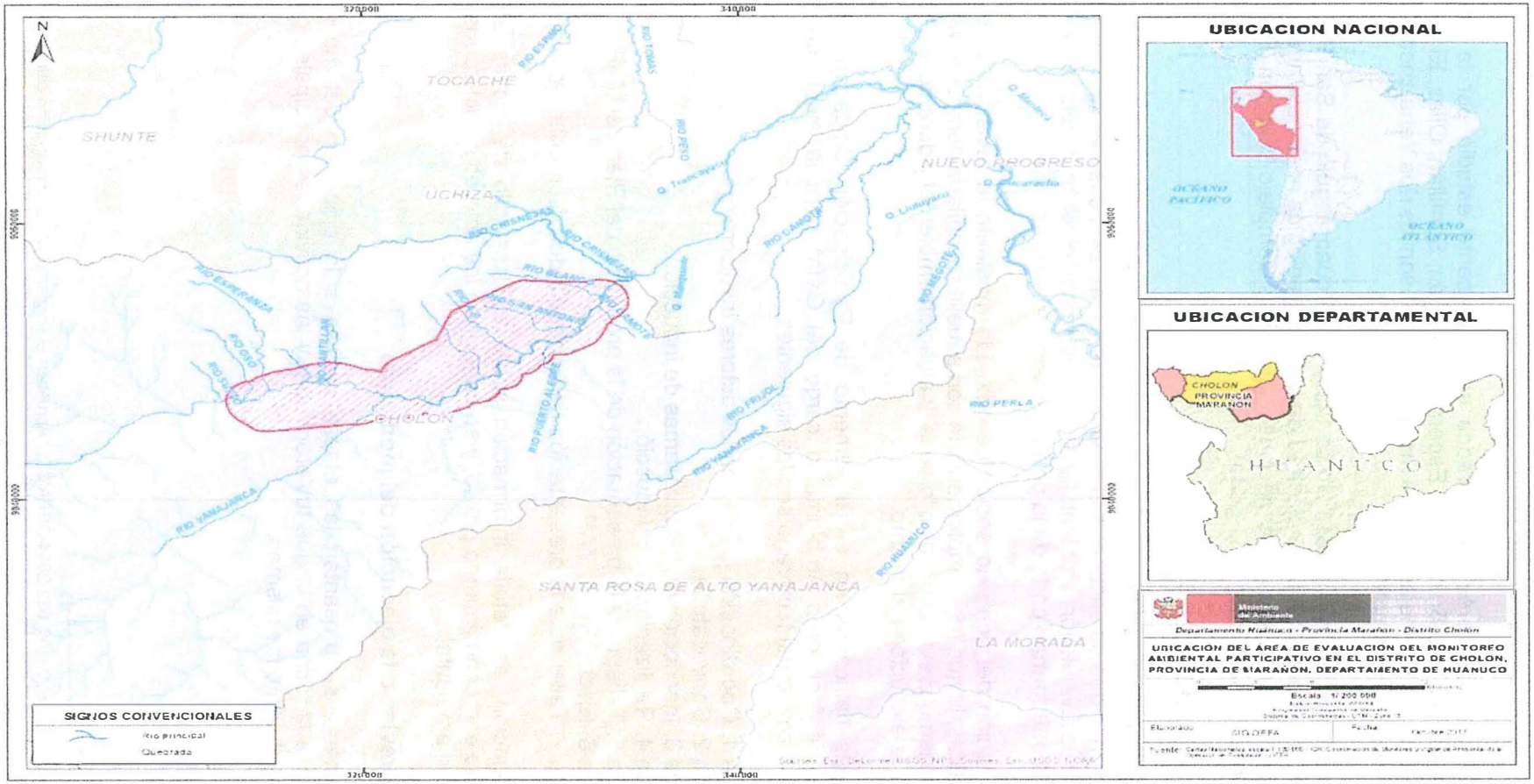


Figura 6-1. Mapa de ubicación de la zona de estudio

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

48. Los afluentes de interés considerados en el presente estudio por la margen izquierda son los ríos Susto, Oso, Esperanza, Aragán, Santillán, Ollas, El Ají, San Antonio, Blanco y Crisnejas; y por la margen derecha son los ríos Yanajanca, Puerto Alegre (Pólvora) y Camote.

49. Geológicamente, el área de estudio se ubica en el cuadrángulo de San Pedro de Chonta, correspondiente a la hoja 18-J de la carta geológica nacional (Ingemment, 1996), específicamente a las formaciones geológicas Complejo Marañón (Pe-cm) y Plutón Cocalita San Antonio (C-gd/to).

7. CONTEXTO SOCIAL

50. 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 evaluación ambiental y en el que también están incluidos todos los individuos que forman parte de la población residente en esa área.

51. La información del contexto social fue obtenida mediante la revisión de fuentes bibliográficas, lo que fue complementado con aquella recopilada durante la visita de reconocimiento previa al desarrollo de la evaluación ambiental y durante las etapas previas a la ejecución del mismo.

52. Las etapas tipificadas en el Reglamento de Participación Ciudadana en las Acciones de Monitoreo Ambiental a cargo del Oefa[4] 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 MAP.
- Etapa 6. Ejecución del MAP.
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo realizado.

53. 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

54. 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

4 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.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603,607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- Visita de reconocimiento

55. Esta etapa adicional, previa al inicio del MAP, fue realizada del 9 al 14 de marzo de 2017. Durante la misma se conversó con las autoridades principales y se reconoció el área de estudio.

- Coordinación previa con los actores involucrados, convocatoria e Inscripción a los programas de inducción.

56. Estas etapas fueron desarrolladas del 24 al 28 de abril de 2017, periodo durante el cual se realizaron reuniones de coordinación previa en el caserío Santa Rosa de Oso y el centro poblado San Antonio de Padua.

57. En dichas reuniones, se coordinó la difusión de la invitación a los talleres de inducción y presentación de la propuesta del MAP, se definió el lugar en el que se dejarían las listas de inscripción. Y se determinó que la etapa de ejecución tendría lugar en los caseríos Santa Rosa de Oso, Santillán, Cocalito, Nueva Galilea, Nueva Unión de Santa Ana, Guayaquil, Nueva Unión de Ají, Crisnejas (Río Blanco) y el centro poblado San Antonio de Padua, concretándose las fechas y lugares para la realización de las etapas del MAP.

- Realización de la inducción y del taller para la presentación de la propuesta del monitoreo ambiental participativo.

58. Para la inscripción de las personas interesadas a los talleres, del 1 al 11 de mayo de 2017 se dejaron hojas de inscripción a disposición de las autoridades de las distintas localidades. Además, previamente al inicio de los mismos, se realizó su difusión a través de comunicaciones formales y emisión radial, de manera que la población en general tuviese conocimiento de la realización de los mismos.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

59. La realización de la inducción y del taller para la presentación de la propuesta del MAP tuvo lugar el 28 de mayo de 2017; durante la mañana se realizó en el caserío Santa Rosa de Oso y durante la tarde, en el centro poblado San Antonio de Padua. Hubo presencia de la población de todas las localidades, con excepción del caserío Guayaquil y de Nueva Unión de Santa Ana. Sin embargo, asistieron las autoridades de algunas localidades ubicadas aguas arriba del caserío Santa Rosa de Oso.

60. Paralelamente, del 1 al 14 de mayo de 2017 se realizó la evaluación de flora y fauna (mamíferos y aves) en el área de interés.

61. 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 y en el registro fotográfico, se encuentran las fotografías tomadas durante las etapas previas a la ejecución del monitoreo.

7.2 Ejecución de la evaluación ambiental temprana

62. Esta etapa, previa a la presentación de los resultados, se desarrolló del 29 de mayo al 7 de junio de 2017. Durante la misma se realizó la toma de muestras de agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas y suelo, teniendo en cuenta los puntos de muestreo que habían sido determinado previamente.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

63. Las personas que habían sido seleccionadas previamente acompañaron a los especialistas durante el monitoreo de los componentes ambientales mencionados.

7.3 Actores involucrados

64. 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

LOCALIZACIÓN	CARGO	REPRESENTANTE (S)
Centro Poblado San Pedro de Chonta	Gerente de servicios a la comunidad	Gunter Morales Tarazona
Santa Rosa de Oso	Agente municipal	Jairo Jara Martínez
Caserío Santillán	Agente municipal	Gregorio Hérmenes Correa Florencio
Caserío Cocalito	Encargado en lugar del agente municipal. Presidente de gestión para la creación del caserío	Segundo Pimentel Flores.
Caserío Nueva Galilea	Agente municipal	Juan Ferrer Fernández
Caserío Nueva Unión de Santa Ana	Agente municipal	Francisco Ponciano Ávila
	Teniente gobernador	Vicente Limas Segura
Caserío Guayaquil	Agente municipal	Fredy Huayanay Vidal
Caserío Nueva Unión de Ají	Agente municipal	Jacob Morillo Félix
Centro Poblado San Antonio de Padua	Alcalde	Ananíes Equizábal Murillo
	Secretario de la municipalidad	Hamilton Rojas Griñán
	Teniente alcalde	Pedro Soto Sevillano
	Teniente gobernador	Justiciano Romatolo Ponte
Caserío Puerto Alegre	Agente municipal	Misael Montoro Ríos
	Teniente gobernador	Belisario Martínez Ríos
Caserío Río Blanco	Agente municipal	Juan Eleuterio Bautista Pizarro

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

8. MARCO CONCEPTUAL

65. En este apartado se consigna información relevante acerca de los componentes ambientales que fueron estudiados en la EAT llevado a cabo en la cuenca media del río Chontayacu, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco.

8.1. Agua superficial

66. De manera general, se puede afirmar que el deterioro de la calidad de agua se debe fundamentalmente al aumento de la población (situación que se agrava por las

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

invasiones descontroladas) y la expansión de las actividades antropogénicas (MRE Bolivia, 2009).

67. A continuación, se mencionan algunos de los parámetros físicos y principales características químicas del agua que han sido estudiados en la EAT.

8.1.1. Parámetros físicos del agua

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

68. El pH es un parámetro limitante de los usos del agua y condiciona la solubilidad o toxicidad de algunos compuestos químicos como metales pesados, calcio, magnesio o nitrógeno amoniacal.

69. Por lo general el pH de las aguas superficiales, está entre el rango de 6,5 - 8,5 y es gracias a estos valores que se pueden realizar reacciones químicas como la reducción-oxidación; además que permite el desarrollo de la vida acuática y sus procesos biológicos (Alfayate, 2008).

70. Existen diversos factores que modifican la acidez del líquido uno de ellos es la composición geológica del cauce del río, pues este sustrato es erosionado y con ello se da la liberación de sales, lo que aumenta el carácter básico del recurso (Mackenzie, 2005); caso contrario sucede cuando hay altas concentraciones de dióxido de carbono, el cual le da un carácter ácido a las aguas (Alfayate, 2008); es por ello que para garantizar la calidad de un cuerpo de agua es necesario controlar variables como el pH, pues es parámetro que regula diversidad de procesos en el agua (Metcalf & Eddy, 2014).

- **Oxígeno disuelto**

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

71. El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de la calidad del agua. La fuente más importante del mismo es el aire, el cual se difunde rápidamente en el agua por la turbulencia en los ríos y el viento en los lagos (Roldán, 2003).

72. Existen diversos factores que afectan a la concentración de oxígeno disuelto en el agua. La solubilidad del oxígeno en el agua está afectada por la temperatura; cuanto mayor sea ésta, menor es la solubilidad, y viceversa. También, está afectada por la presión atmosférica, siendo menor la concentración cuanta más alta es la presión (Perdomo y Gómez, 2000). El exceso de materia orgánica, como los desechos domésticos o industriales, agota el oxígeno en el agua y por tanto, reduce la diversidad de especies de macroinvertebrados (Roldán, 2012).

- **Conductividad**

73. La conductividad es una medida de la capacidad del agua de conducir una corriente eléctrica y es consecuencia de los electrolitos que lleva disueltos el agua.

74. La conductividad es sensible a las variaciones de sólidos disueltos, principalmente de sales minerales. Para un cuerpo de agua específico, se relaciona con los sólidos totales disueltos y con los iones mayoritarios (Chapman, 1996). La conductividad de la mayoría de las aguas dulces naturales se encuentra entre los 10 µS/cm a los 350 µS/cm; aunque, por supuesto depende del tipo de geología. En zonas con influencia marino costera los valores pueden ir desde los 125 µS/cm hasta los 2200

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrón N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

µS/cm; mientras que en lagos y reservorios las conductividades son por lo general más bajas (ANZECC, 2000).

- **Aceites y grasas**

75. Los aceites y grasas incluyen gran cantidad de compuestos orgánicos[5]. Constan de escasa solubilidad en agua y tienen a separarse de la fase acuosa. Pueden proceder de residuos domésticos, principalmente residuos alimentarios, o industriales, entre los que pueden destacarse aquellos arrojados por las empresas extractoras de aceite de palma africana, que afectan a los parámetros fisicoquímicos que tipifican la calidad del agua.[6]

76. Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos.

- **Sólidos suspendidos totales**

77. Las partículas que se encuentran en los cuerpos de agua tienen una variedad de tamaños, formas y composición química, sin embargo, tienen características similares que facilitan su clasificación en determinadas categorías, una de ellas es sólidos totales que incluye tanto a los disueltos como a los suspendidos. Los sólidos totales y los disueltos generan una serie de afectaciones a la salud de los ecosistemas, debido a la formación de turbidez en las aguas naturales, además de que pueden llegar a sedimentarse dañando así el hábitat de algunos organismos bentónicos y fomentar las sobrepoblaciones bacterianas lo que dificulta el tratamiento de las aguas potables, pues estos sólidos sirven como barrera protectora contra la acción desinfectante en la cloración del líquido (Mackenzie, 2005).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

8.1.2. Principales características químicas del agua

- **Cloruros**

78. El ion cloruro es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y su contenido en el agua es variable. Procede del lavado de terrenos de origen marino, aguas congénitas[7] y fósiles.[8]

79. El ion cloro puede proceder también de la meteorización de rocas, aunque su aporte es pequeño, ya que es un elemento escaso en la corteza terrestre. Puede existir también aportes del ion cloruro a partir de rocas evaporitas[9] y por ciertos minerales asociados a rocas ígneas y metamórficas. Raramente puede provenir de gases y líquidos asociados a emanaciones volcánicas.

---

5 Extraído de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf
6 Extraído de http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf
7 Las aguas congénitas o saladas, son un subproducto de la extracción de petróleo.
8 Las aguas fósiles son aquellas que han permanecido en un acuífero subterráneo durante miles o millones de años.
9 Las evaporitas son rocas formadas por la evaporación de aguas salinas, por lo que afectan a la calidad de las aguas con las que tienen contacto convirtiéndolas en salinas. Para que se formen el ritmo de evaporación ha de exceder a los aportes de agua. Están formadas principalmente por halitas, anhidritas y yeso.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

80. No precipita, no se oxida ni se reduce en aguas naturales, no es adsorbido significativamente, ni entra a formar parte de procesos bioquímicos, lo que le da un carácter de trazador[10] casi ideal.

- **Sulfatos**

81. El sulfato es otro anión principal en los cuerpos de agua superficial y se encuentra mayormente en el agua de mar. Procede del lavado de terrenos formados en ambiente marino, de la oxidación de sulfuros que se encuentran ampliamente distribuidos en rocas ígneas y sedimentarias, y de la descomposición de sustancias orgánicas.

82. La disolución de yeso ($CaSO_4.2H_2O$) y anhidrita ($CaSO_4$) y otros tipos de sulfatos dispersos en el terreno, representan el aporte más significativo de este ion a las aguas subterráneas. El comportamiento del ion SO_4^{2} tiende a formar iones complejos con Na^{+} y Ca^{2+} y a incorporarse a procesos biológicos.

- **Nitratos**

83. Los compuestos nitrogenados presentes en las aguas naturales están íntimamente relacionados con el ciclo del nitrógeno. Cuando se encuentra en forma oxidada constituye una importante fracción en los suelos y sustancias orgánicas (tejidos de animales o vegetales que lo extraen de la atmósfera para su metabolismo).

84. El ión nitrato forma sales muy solubles, por lo que son difícilmente precipitables. En las rocas, sólo se presenta como elemento minoritario.

- **Aluminio**

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

85. El aluminio es el elemento metálico más abundante en la Tierra, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, especialmente rocas ígneas, que contienen aluminio en forma de aluminosilicatos. Cuando estos minerales se disuelven, según las condiciones químicas, es posible precipitar el aluminio en forma de arcillas minerales, hidróxidos de aluminio o ambos (Sancha, A.M., 2005).

86. El aluminio es anfótero, pudiendo reaccionar con ácidos minerales para formar sales solubles con desprendimiento de hidrógeno. Presenta alta conductividad eléctrica y térmica.

87. Las aguas superficiales naturalmente acidificadas con un pH < 4, que incluyen lagos pantanosos, drenaje volcánico, vertientes termales y salinas, y aguas subterráneas ácidas, pueden contener concentraciones de aluminio disuelto. En cambio, en aguas casi neutras, el aluminio se presenta en forma suspendida en compuestos que contienen aluminosilicatos o aluminio absorbido orgánicamente.

10 Un trazador es una sustancia que, al ser añadida al agua subterránea, puede ser identificada y medida con facilidad y que al mismo tiempo es capaz de moverse a la velocidad misma del agua. Estas pueden ser naturales o artificiales. (Potosí., 1996).

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- **Arsénico**

88. El arsénico es un metaloide que puede llegar al agua por vía natural, a través de la desorción y disolución de minerales durante la meteorización, las emisiones volcánicas a la atmósfera y los ascensos de fluidos magmáticos e hidrotermales asociadas a la Cordillera de los Andes. Su dispersión secundaria se da a través de aguas superficiales, lo que ha sido el mecanismo dominante que ha llevado el arsénico hasta las costas del Océano Pacífico y Atlántico (Fernández J.L., 2005).

89. El comportamiento ambiental del arsénico está condicionado por el potencial redox y el pH del medio hídrico. De esta manera, en condiciones oxidantes, el arsénico esta disuelto en forma de As (V) a pH neutro o que tienda a la basicidad (pH> 7), siendo la especie predominante $HAsO_4$ para pH < 6,9 y $HASO_4^{2-}$ para pH más elevado. Este ambiente geoquímico favorece también la existencia de especies disueltas de boro, mientras que el hierro y manganeso tienden a formar especies minerales en forma de óxidos.

90. Con las condiciones geoquímicas del agua superficial, el arsénico es transportado mayoritariamente en forma disuelta, mientras que las especies suspendidas se trasladan por la adsorción a óxidos minerales de hierro y manganeso que son arrastrados por el agua.

91. En cambio, en aguas subterráneas con condiciones reductoras (bajas concentraciones de oxígeno disuelto), el pH suele estar cerca a la neutralidad y el arsénico se encuentra en su forma más tóxica, As (III), cuya especie dominante es el H_3AsO_3 para pH < 9,2. En estas condiciones, los óxidos de hierro y manganeso tienden a disolverse.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- **Boro**

92. El boro es un metaloide que no se encuentra en la naturaleza como elemento puro, sino formando parte de minerales que incluyen a los boratos (bórax) y borosilicatos (turmalina) en rocas sedimentarias, suelos y agua (María Wons J.K., 2014).

93. Las concentraciones más altas de boro se encuentran en los sedimento y rocas sedimentarias, particularmente en sedimento marinos ricos en arcilla, por lo que las concentraciones de boro en el agua de mar son mayores que en agua continental (ríos, lagos y quebradas), excepto en regiones geotermales o borateras. El incremento de boro del agua continental está relacionado con la proximidad a regiones costeras marinas, tal como sucede en los estuarios (CCME, 2009), siendo los minerales de boro solubles difíciles de remover en agua.

- **Hierro**

94. La concentración de este elemento en el agua está controlada por procesos de equilibrio químico como oxidación-reducción (redox), precipitación y disolución de hidróxidos, carbonatos y sulfuros, formación de complejos con materia orgánica y también por la actividad metabólica de animales y plantas.

95. La solubilidad del hierro en el agua es favorecida en condiciones ácidas y reductivas a baja concentración oxígeno, en donde prevalece los compuestos solubles de Fe^{+2} (ión ferroso), excepto el sulfuro ferroso (FeS). En aguas subterráneas suele

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

encontrarse en forma de Fe^{+2}, aunque puede estar como Fe^{+3} (ión férrico) e hidróxidos de hierro en función del pH, oxígeno disuelto y contenido de aniones.

- **Manganeso**

96. El manganeso es uno de los metales ampliamente distribuidos y abundantes en la naturaleza, presente en las rocas, el suelo y el agua, representando el 0,1 % de la corteza terrestre (Annalisa Pinsino, 2012). El manganeso no se encuentra como metal libre, sino que forma parte de más de 100 minerales que incluyen sulfuros, óxidos, carbonatos, silicatos, fosfatos y boratos (Howe P.M., 2004).

97. En el ambiente acuático, el manganeso se encuentra en dos formas principales, Mn (II) y Mn (IV), La conversión de una forma a otra se produce mediante reacciones de oxidación y reducción, que pueden ser abióticas o mediadas por microorganismos.

98. Generalmente, la concentración de manganeso es bajo en condiciones aeróbicas como los acuíferos poco profundos y las aguas superficiales, debido a que se encuentra en su forma oxidada estable, normalmente como MnO_2 (Mn IV) insoluble, tendiendo los compuestos de manganeso a sujetarse a partículas o establecerse como sedimento, los cuales puede ser removidos en mayor fuerza por el incremento de los caudales en las épocas de mayores lluvias.

- **Plomo**

99. El plomo es un metal pesado que forma muchas sales, óxidos y compuestos organometálicos. De manera natural, el plomo procede de fuentes naturales como la erosión del suelo, el desgaste de los depósitos de los minerales de plomo y las emisiones volcánicas.

100. También, se encuentra presente en los desagües domésticos que, al descargar en los cursos naturales de agua, modifica sustancialmente la reproducción de invertebrados e influye en la sangre de los peces.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

8.2. Sedimento

101. Los sedimentos son todo tipo de partículas que provienen de procesos naturales y/o antrópicos, y que se acumulan en el fondo de un cuerpo de agua siendo de gran valor para el estudio de los ecosistemas acuáticos. En estas sustancias se acumulan compuestos orgánicos persistentes, nutrientes, patógenos y metales pesados[11], entre otros, siendo estos últimos los más estudiados.

102. Al igual que en el caso del agua, se ha realizado el análisis de metales en los sedimentos. Según los resultados obtenidos en el presente informe, el metal a destacar es el **cobre**, un elemento presente en forma natural en el agua, los sedimentos y el suelo, encontrándose en pequeñas cantidades o en grandes concentraciones como en yacimientos mineros. Es esencial para todas las formas

11 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*., 2005[a] en Prieto *et al*., 2009). Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en organismos vivos.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

de vida. La mayor parte del cobre se obtiene de los sulfuros minerales como la calcocita, covelita, calcopirita, bornita y enargita.

8.2.1. Textura de sedimento

103. 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 sedimento, 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.

104. En el sedimento 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 sedimento, 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 acuerdo con la fracción predominante y esto le da un comportamiento determinado.

105. Existen varios tipos de clasificación granulométrica propuestos por distintos organismos a nivel internacional, de los cuales el más usado es el desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América (USDA[12], por sus siglas en inglés), según el cual la clasificación de las partículas es la que se presenta en la Tabla 8-1.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 8-1. Clasificación granulométrica de las partículas del sedimento

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.

12 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.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

106. Para la ubicación textural, una vez conocidos los porcentajes de las distintas fracciones, se utiliza en triángulo textural, que se muestra en la Figura 8-1.

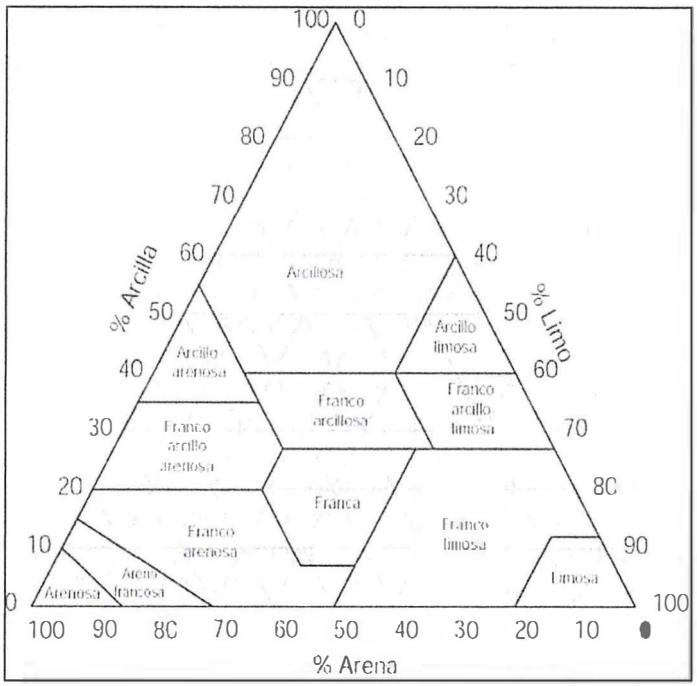


Figura 8-1. Diagrama triangular o triángulo de las clases texturales básicas del sedimento

8.3. Comunidades hidrobiológicas

107. Las comunidades hidrobiológicas en ambientes lóticos (ríos, quebradas y arroyos) están conformadas por diversos organismos, relacionados entre sí y con el ecosistema acuático. Todas se caracterizan por su compleja composición, organización biótica, estrecha relación con el medio físico acuático del cual son dependientes. Estas comunidades según sus roles en el ecosistema son clasificados como productores primarios (microalgas, algas filamentosas), consumidores primarios, secundarios y terciarios (zooplancton, zoobentos y peces) y los descomponedores (bacterias, hongos y algunos organismos del zoobentos) (UNMSM-MHN & MINAM, 2014).

- **Perifiton**

108. El perifiton se caracteriza por ser comunidades acuáticas que crecen 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 esta comunidad se adjunta al sustrato, se puede integrar de forma física y química a las perturbaciones de la corriente y de los nutrientes, por ello serán considerados en las evaluaciones de ambientes lóticos.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- **Macroinvertebrados bentónicos**

109. Los macroinvertebrados bentónicos están constituidos por organismos que habitan en el fondo u orillas de los ecosistemas acuáticos, formando parte de esta comunidad diversos invertebrados (insectos, larvas, crustáceos y gusanos) que viven asociados a sustratos de los diferentes ambientes acuáticos (Roldan, 2008).

- **Necton (peces)**

110. El necton se refiere a los organismos que poseen movimiento propio y voluntario para desplazarse en la columna de agua, siendo los más representativos y de importancia ecológica, los peces. La ictiofauna de aguas continentales de América del Sur es la de mayor diversidad comparada con otros continentes. Dicha diversidad está asociada a los diferentes hábitats que originan áreas de endemismo para los peces. En el Perú, la diversidad ictiológica es elevada, y está representada por más de 60 familias y 1064 especies (Ortega *et al.*, 2012).

111. Por medio de diferentes investigaciones se encontró que los organismos indicadores de la calidad del agua determinan los efectos de los impactos en el ecosistema acuático a través de un tiempo más prolongado. La información biológica generada, a partir de los también llamados bioindicadores, no reemplaza los análisis fisicoquímicos, pero sí reduce costos por lo que estos estudios son importantes en el monitoreo de la calidad del agua. (Chapman, 1996).

- **Indicadores biológicos de referencia para la calidad de agua**

112. La calidad del agua se puede medir a través de los índices biológicos, los cuales son una expresión numérica que relaciona atributos o características de las poblaciones, comunidades y ecosistemas con los diferentes tipos de actividades humanas que se realizan en una zona, de tal manera que permitan evaluar su impacto sobre el ambiente (Karr & Chu, 1999; Peralta, 2007). Estos índices consideran la sumatoria de los grados de sensibilidad o tolerancia de las familias de macroinvertebrados bentónicos en el ecosistema acuático será tomado como referente en el análisis de resultados.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

8.4. Suelo

113. El Minam (2013)[13] 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...".

13 Minam - Ministerio del Ambiente, publica el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, donde se aprueba los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, donde define los términos referentes al término suelo.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

114. 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. Niveles de fondo

115. 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.

116. 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.

117. Según lo mencionado en el párrafo anterior, para la expresión del nivel de fondo se empleó un intervalo entre los cuales 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[14] 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 95 %.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

118. 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:

$$C_M = \bar{x} + t_{\alpha,n-1}\, s/\sqrt{n} \qquad (8.1)$$

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

14 Es el límite superior de un intervalo de confianza de un parámetro de interés, por ejemplo, la cota superior de la media.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

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

$$C_M = exp(\bar{y} + 0{,}5s_y^2 + s_y H_{1-\alpha}/\sqrt{n-1}) \quad (8.2)$$

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)*

120. 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 ≤ 50 se tiene la siguiente expresión (USEPA, 2013).

$$C_M = \frac{2nk\bar{x}}{X^2_{2nk}(\alpha)} \quad (8.3)$$

Y para el caso para n > 50, el valor de la cota superior viene dada por:

$$C_M = \frac{2nk\bar{x}}{X^2_{2nk}(\beta)} \quad (8.4)$$

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.
X^2_{2nk} : Estadístico Chi cuadrado con 2nk grados de libertad.
α : Nivel de significancia.
β : Nivel de significancia ajustado.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

121. 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[15] 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).

8.4.2. Valor de referencia

122. De Miguel *et al.* (2002) denominan al valor de referencia como 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

15 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.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

muestreo, sea también poco probable su superación por unidad muestral obtenida posteriormente.

123. En lo que respecta al valor de referencia, para el presente informe se consideró 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).

124. 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:

$$C_p = \bar{x} + K_{(n,\alpha,p)} * s \qquad (8.5)$$

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-α, basada en la distribución t-Student (Hahn y Meeker, 1991)

125. 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):

$$C_p = \exp\left(\bar{y} + K_{(n,\alpha,p)} * s_y\right) \qquad (8.6)$$

Donde:

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

126. Asimismo, para un conjunto de datos que se ajuste a una distribución tipo Gamma, que transformando los datos según Y=X1/4, esta se aproxima a una distribución normal, presenta la siguiente expresión (USEPA, 2013):

$$C_p = (\bar{y} + K_{(n,\alpha,p)} * s_y)^4 \qquad (8.7)$$

Donde:

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

127. 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8.5. Flora silvestre

128. La fragmentación de un ecosistema es un proceso dinámico que da como resultado cambios marcados en el patrón del hábitat en un paisaje a través del tiempo. El termino fragmentación es generalmente usado para describir los cambios que ocurren cuando un hábitat natural continuo es removido de manera incompleta, creando múltiples bloques pequeños de vegetación original separados uno de otro. Los procesos de fragmentación tienen tres reconocibles componentes: a) pérdida o destrucción total del hábitat en el paisaje, b) reducción del hábitat y c) aislamiento de los fragmentos de hábitat (Bennett, 1999). Estos procesos pueden conducir a la extinción de especies (Kattan, 2002), dado que los remanentes de bosques quedan inmersos en una matriz con otro tipo de vegetación y/o uso de la tierra, de hábitats simplificados (Saunders *et al.,* 1991; Kattan, 2002) que pueden funcionar como ambientes hostiles para las poblaciones silvestres (McIntyre y Barret, 1992).

129. La extinción se da por dos fenómenos que ocurren a dos escalas espaciales diferentes: 1) a escala de paisaje, la deforestación reduce la heterogeneidad espacial y la disponibilidad de hábitat, afectando a las especies que necesitan hábitat continuos de gran tamaño para mantener poblaciones viables, y 2) a escala de fragmento, las poblaciones remanentes pueden tender a ser pequeñas, lo que aumenta su vulnerabilidad a la extinción por factores demográficos o estocásticos (Kattan, 2002).

    Los cambios en el patrón del paisaje que pueden presentarse a partir de la fragmentación pueden ser identificados y descritos a partir de la medición de atributos, tales como: el área total del hábitat natural remanente, la distribución de frecuencia de tamaño de los fragmentos, la forma de los fragmentos, la distancia entre fragmentos, y el nivel de contraste entre los hábitat remanentes y el uso de las tierras adyacentes (Bennett, 1999). Los cuatro aspectos más importantes de la fragmentación que afectan la conservación son: tamaño pequeño de fragmento, aislamiento, efectos de borde y el aumento de la vulnerabilidad ante los disturbios intrínsecos (Lord y Norton, 1990), por lo que, los mecanismos de extinción a escala de fragmento se relacionan principalmente con tres tipos de efectos: de área, de borde y de aislamiento (Kattan, 2002). Estos factores interactúan entre sí, por ejemplo, un fragmento de tamaño pequeño tiene un efecto negativo mayor sobre las poblaciones de especies si hay un alto grado de aislamiento, así como, la reducción de la continuidad espacial, junto con los efectos de borde, incrementan la vulnerabilidad de la vegetación fragmentada ante los disturbios intrínsecos, como inundaciones, vientos e incendios (Lord y Norton, 1990).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8.6. Fauna silvestre

130. En esta sección se dan algunos conceptos de comprensión para una mejor interpretación de los resultados de la evaluación ambiental temprana correspondiente a los grupos de fauna silvestre, en relación a los mamíferos y aves.

8.5.1. Mamíferos

- **Fototrampeo**

131. 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 utilizaría métodos tradicionales (Chávez *et al.* 2013). Actualmente esta metodologia 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 presentamos 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

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

8.5.2. Aves

132. Las aves son el grupo de vertebrados más diverso en el Perú, que ocupa el tercer lugar a nivel mundial con 1792 especies, encontrando 106 especies endémicas y 136 especies migratorias que ocurren regularmente en el territorio, solo en su periodo no reproductivo (Plenge, Schulenberg & Valqui, 2017).

133. Las aves son consideradas excelentes indicadoras de calidad ambiental y desempeñan un papel importante en los procesos biológicos; dada su fisiología, comportamiento y requerimientos ecológicos son consideradas como el grupo biológico más sensible a los cambios que se puedan suscitar en el ambiente, convirtiéndose en un grupo ideal para los monitoreos biológicos (Ralph *et al.*, 1996, Stolz et al. 1996), además poseen características que las hacen ideales para inventariar gran parte de la comunidad con un buen grado de certeza y así caracterizar los ecosistemas y los hábitats que residen (Stolz *et al.*, 1996).

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

134. Los muestreos de las comunidades de aves son útiles para diseñar e implementar políticas de conservación y manejo de ecosistemas y hábitats. Además, aportan información técnica para la identificación de comunidades que necesitan protección urgente e información científica para el desarrollo de estudios en biogeografía, sistemática, ecología y evolución (Villareal *et al.*, 2004).

135. El estudio de la estructura de la comunidad de aves proporciona un medio rápido, confiable y replicable de la evaluación del estado de conservación de hábitats terrestres y acuáticos. También permite realizar comparaciones a lo largo de gradientes climáticos y ecológicos en cuanto a la riqueza, recambio y abundancia de especies. Con la información recopilada en los inventarios también se pueden documentar algunos aspectos de la historia natural de las especies como dietas, periodos reproductivos, migraciones, estructuras sociales y hábitos entre otros (Villareal *et al.*, 2004).

136. La evaluación de la comunidad de aves será analizada mediante su composición, riqueza y abundancia, además de la diversidad alfa y beta, se determinará las especies endémicas y/o de distribución restringida y las especies incluidas en las categorías amenazadas según la legislación nacional (DS 004-2014-MINAGRI), e internacional como la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (en adelante, UICN) y La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, 2015).

8.5.2.1. Métodos de evaluación de aves

a) Puntos de conteo (PC)

137. Es el principal método utilizado para la evaluación de aves. El método consiste en que el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas en un tiempo determinado. El método 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).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

b) Playback y grabación de cantos

138. El playback es la reproducción de sonidos grabados, es una técnica herramienta útil para detectar e identificar especies (Johnson *et al.*, 1981 citado en MINAM, 2015). 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) Técnicas de fotografía

139. Actualmente las cámaras digitales y las técnicas fotográficas ayudan a ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de las aves, obteniendo evidencia fotográfica de especies esquivas, raras o comunes.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

8.5.2.2. Análisis de datos

a) Diversidad alfa

140. 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).

- **Composición, riqueza y abundancia**

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

- **Estimación de riqueza esperada**

142. La curva de acumulación de especies: es una relación entre el número de especies registradas y el esfuerzo de observación (Puntos de Conteo). Para estimar esto 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).

- **Índices de diversidad**

143. 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).

144. Se utilizó el índice Shannon - Wiener (H') que es un índice de equidad que tienen en cuenta la abundancia de cada especie y cuan uniformemente se encuentran distribuidas. Además es sensible a especies raras (menos abundantes).

145. 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.

b) Diversidad beta

146. 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 calcularon a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia de especies) para la cual se usó el índice de Jaccard y para datos cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos) se usó el índice de Morisita que es ampliamente empleado y recomendado.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

c) Especies de interés para la conservación

- **Especies endémicas**

147. Las especies endémicas son aquellas especies que se encuentran restringidas a un área geográfica particular, es decir, aquellas que solo han sido registradas en el Perú (Schulenberg *et al*., 2010 y Plenge, 2014).

- **Especies legalmente protegidas**

148. El listado de especies incluye la legislación peruana vigente mediante Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI que incluye la categorización de especies amenazadas de fauna silvestre en tres categorías, según el grado de amenaza: Especies en peligro crítico (CR), Especies en peligro (EN), Especies Vulnerables. Asimismo se han considerado como especies legalmente protegidas las siguientes categorías: Especies casi amenazadas (NT) y Datos Insuficientes (DD) y el listado de protección internacional como la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), el cual tiene la siguiente clasificación: En el Apéndice I de la convención se incluyen las especies que afrontan el mayor grado de peligro. En el Apéndice II están 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 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.

149. En cuanto a la Convención sobre la conservación de las especies migratorias (CMS), en su Apéndice I lista especies amenazadas y el Apéndice II contiene especies que deben ser materia de acuerdos internacionales que promueven su conservación. Ambos apéndices incluyen especies que migran al Perú.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

150. Además 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).

- **Especies migratorias**

151. Son especies que visitan regularmente el Perú, en su época no reproductiva. Tenemos las especies migratorias boreales que provienen del hemisferio norte que se encuentran regularmente en Perú entre setiembre a abril, y las especies migratorias australes provenientes del hemisferio sur, que ocurren en Perú regularmente entre los meses de marzo a octubre (Schulenberg *et al*., 2010 y Plenge, 2014).

- **Áreas de endemismo de Aves (EBA)**

152. Son áreas que concentran especies de distribución restringida. Las especies de distribución restringida, ocupan áreas menores de 50 000 km2.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9. METODOLOGÍA

153. La metodología aplicada para los componentes agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna, durante el desarrollo de la presente evaluación ambiental temprana en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco se detalla a continuación.

9.1. Calidad de agua

154. En esta sección se muestra información acerca del monitoreo realizado para evaluar la calidad del componente agua, describiéndose los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, así como los estándares de comparación.

9.1.1. Ubicación de los puntos de muestreo

155. La ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial, se estableció de acuerdo con los siguientes criterios:

- Aguas arriba y aguas abajo de las poblaciones asentadas en ambos márgenes del río Chontayacu, partiendo desde la parte alta del caserío Santa Rosa de Oso hasta la jurisdicción del caserío Crisnejas (río Blanco).
- Aguas arriba y aguas abajo de los afluentes de interés dentro del área de estudio.
- En los cuerpos de agua que podrían estar afectados por influencia de las actividades derivadas de la ejecución de futuros proyectos hidroeléctricos.
- En los cuerpos de agua que servirían como puntos de control ya que no se verían afectados por proyectos que puedan desarrollarse en la zona.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

156. La ubicación de los puntos de muestreo de agua se consignan en la Tabla 9-1. Para mayor detalle ver Anexo B1. Mapa de puntos de muestreo y Anexo B2. Fichas de campo.

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

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
1	RChon1	311 828	9 047 095	1538	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 0,7 km aguas arriba de la confluencia con el río Susto y del caserío Santa Rosa de Oso.
2	RSust1	312 476	9 047 252	1529	Punto ubicado en el río Susto, aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Susto y a 100 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
3	RChon2	313 311	9 047 400	1514	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 0,5 km antes de la confluencia con el río Oso, a la altura del caserío Santa Rosa de Oso.
4	ROso1	313 647	9 047 305	1529	Punto ubicado en el río Oso, aproximadamente a 30 m aguas arriba del puente Oso, antes de la confluencia con el río Chontayacu.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
5	REspe1	314 883	9 048 151	1514	Punto ubicado en el río Esperanza, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Esperanza, antes de la confluencia con el rio Chontayacu.
6	RChon3	314 222	9 047 247	1479	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 1 km antes de la confluencia con el río Esperanza.
7	RChon4	316 141	9 048 347	1414	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 950 m antes de la confluencia con el río Aragán.
8	RArag1	316 987	9 048 655	1402	Punto ubicado en el río Aragán, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Aragán y a 120 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
9	RChon5	317 794	9 048 774	1357	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 320 m antes de la confluencia con el río Santillán.
10	RSanti1	318 259	9 048 862	1371	Punto ubicado en el río Santillán, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Santillán y a 250 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
11	RChon6	321 046	9 047 585	1245	Punto ubicado en el río Chontayacu, a la altura del caserío Cocalito, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río Yanajanca.
12	RYana1	321 126	9 047 235	1239	Punto ubicado en el río Yanajanca, aproximadamente a 250 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Cocalito.
13	RChon7	323 344	9 047 364	1193	Punto ubicado en el río Chontayacu, a la altura del caserío Nueva Galilea, antes de la confluencia con el río Ollas.
14	ROlla1	323 620	9 047 530	1200	Punto ubicado aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Ollas, a la altura del caserío Nueva Galilea y antes de la confluencia con el río Chontayacu.
15	RChon8	325 529	9 048 329	1068	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, antes de la confluencia con el río Santa Ana.
16	RSAna1	326 359	9 048 903	1043	Punto ubicado en el río Santa Ana, aproximadamente a 20 m del puente Santa Ana y a 100 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Nueva Unión de Santa Ana.
17	RChon9	327 152	9 049 557	988	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, antes de la confluencia con el río El Ají, a la altura del caserío Nueva Unión de Ají.
18	RAji1	328 425	9 050 550	925	Punto ubicado en el río El Ají, aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente El Ají, a la altura del caserío Nueva Unión de Ají, y antes de la confluencia con el río Chontayacu.
19	RSAnt1	329 705	9 052 283	968	Punto ubicado en el río San Antonio, aproximadamente a 20 m antes de la captación de agua para consumo del centro poblado San Antonio de Padua.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
20	RChon10	329 085	9 051 345	866	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, a 1 km aproximadamente después de la confluencia con el río El Ají.
21	RPAle1	329 942	9 051 224	848	Punto ubicado en el río Puerto Alegre, aproximadamente a 350 m antes de la confluencia con el río Chontayacu y aguas abajo del puente Puerto Alegre.
22	RChon12	330 951	9 051 803	817	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río San Antonio, a la altura del centro poblado San Antonio de Padua.
23	RChon11	330 391	9 051 387	837	Punto ubicado en la margen derecha del río Chontayacu, después de la confluencia con el río Puerto Alegre y antes de la confluencia con el río Santo Domingo.
24	RChon13	332 382	9 053 919	746	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río Camote, aguas abajo del centro poblado San Antonio de Padua.
25	RBlan1	332 517	9 054 841	739	Punto ubicado en el río Blanco, aproximadamente a 10 m aguas abajo del puente Río Blanco y a 350 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
26	RChon14	332 871	9 054 988	721	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 200 m después de la confluencia con el río Blanco, a la altura del caserío Río Blanco.
27	RChon15	333 810	9 055 880	714	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 100 m antes de la confluencia con el río Camote, a la altura de la Base Crisnejas del Ejército Peruano.
28	RCamo1	333 544	9 055 269	719	Punto ubicado en el río Camote, aproximadamente a 500 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura de la Base Crisnejas del Ejército del Perú.
29	RCamo2	332 617	9 054 011	736	Punto ubicado en el río Camote, aproximadamente a 300 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Río Blanco.
30	RCris1	333 260	9 056 422	723	Punto ubicado en el río Crisnejas, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Crisnejas y a 700 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
31	RChon16	335 740	9 056 944	648	Punto ubicado en el río Chontayacu, aproximadamente a 2 km aguas abajo de la confluencia con el río Crisnejas.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

157. La toma de muestras de agua superficial se realizó de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado según la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Este documento estandariza los procedimientos y criterios técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos continentales y marino-costeros, considerando el diseño de las redes de puntos de muestreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, recolección, preservación, almacenamiento y transporte de muestras, así como el aseguramiento de la calidad y seguridad del desarrollo del monitoreo.

158. Las especificaciones y criterios técnicos considerados dentro del protocolo en mención para la toma de muestras de agua superficial varían según sea el caso y se determinan *in situ*, como por ejemplo, la toma en ríos y quebradas con bajo caudal donde exista fácil acceso de ingreso; ríos caudalosos o profundos; lagos desde la orilla; así como desde puentes y usando embarcaciones.

159. 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 9-2. El aseguramiento de la calidad de blanco viajero se realizó únicamente para el parámetro metales totales.

Tabla 9-2. Controles de calidad establecidos para agua superficial

Parámetros	Control	Número de muestras	Número total de muestras	Observaciones
Metales totales	Blanco de campo	3	7	-3 frascos vacíos de vidrio ámbar -1 L de agua desionizada
	Blanco viajero	1		-1 frasco vacío de vidrio ámbar -1 L de agua desionizada
	Duplicado	3		-3 frascos vacíos de vidrio ámbar.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

160. La preservación se realiza inmediatamente después de efectuada la toma de muestras y adicionando los preservantes indicados para luego homogenizar y cerrar herméticamente los frascos considerando las medidas de seguridad estipuladas en las hojas de seguridad (MSDS), para posteriormente realizar el envío al laboratorio de análisis acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (en adelante, INACAL). Las muestras son conservadas en *coolers* para mantener la cadena de frío.

161. Los equipos y accesorios utilizados durante la evaluación en campo (*in situ*) se muestran en la Tabla 9-3. Los certificados de calibración de dichos equipos se presentan en el Anexo B4.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-3. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad de agua superficial

Equipos	Marca	Modelo	Serie	Observaciones
Multiparámetro	HACH	HQ40d	150500000896 150500000917	Incluye Sonda de pH, oxígeno disuelto y conductividad; *buffer* de ajuste, verificación y botella Winkler; y maletín de transporte celeste.
Sonda de pH	HACH	PHC 201	161392618024 152252618037	-
Sonda de conductividad	HACH	CDC401	151272588015 151422587014	-
Sonda de oxígeno disuelto	HACH	-	-	-
Correntómetro	GLOBAL WATER	FP111	1517001952	Con estuche, hélice y cabezal.
Bomba de filtrado		H003 - A		Con matraz, vaso magnético, manguera, cable DC y filtros.
GPS	GARMIN	Montana 680	4HU004984	Con memoria externa de 4GB y cargador.
Cámara	CANON	D30	62051001192	Con cargador y memoria de 32GB.

162. Previo al muestreo y al 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 µS/cm y 1413 µS/cm para rango bajo, y 12850 µs/cm para rango alto). Los registros de ajuste y verificación se presentan en el Anexo B5.

163. Los parámetros considerados para evaluar la calidad de los recursos hídricos superficiales, se consignan en la Tabla 9-4. En el Anexo B5 se presentan las cadenas de custodia, sistematización e informes de ensayo de los laboratorios correspondientes.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 9-4. Parámetros monitoreados para la calidad de agua superficial

Matriz	Cantidad de puntos	Parámetros	Observaciones
Agua superficial	31	pH	Parámetros registrados *in situ*, con el equipo multiparámetro marca HACH - HQ40d.
		Temperatura	
		Oxígeno disuelto (OD)	
		Conductividad eléctrica	
		Metales totales (incluido Hg)	NSF Envirolab SAC
		Metales disueltos (incluido Hg)	
		Cloruros	
		Sulfatos	
		Nitratos	
		Aceites y grasas	Inspectorate Service Perú SAC
		Sólidos suspendidos totales (STS)	

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.1.3. Estándares de comparación

164. Para evaluar la calidad de los recursos hídricos, los resultados de los análisis serán comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM el día 6 de junio de 2017.

165. De acuerdo a lo establecido en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, que aprueba la clasificación de los cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, el río Chontayacu no se encuentra dentro de ninguna categoría; sin embargo, el río Huallaga, del cual es afluente, se encuentra clasificado dentro de la Categoría 4 "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría E2 "Ríos de selva". En base al Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, que en su artículo 3, numeral 3.3, indica que "para aquellos cuerpos de agua que no se les haya asignado categoría de acuerdo a su calidad, se considerará transitoriamente la categoría del recurso hídrico al que tributan", por lo tanto el río Chontayacu como sus afluentes son considerados dentro de la misma categoría que el río Huallaga (en adelante, Cat4E2).

166. Referencialmente, dichos cuerpos de agua fueron comparados con la Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales", en las subcategorías D1 "Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto" y D2 "Bebida de animales" (en adelante, Cat3D1 y Cat3D2, respectivamente).

167. En la Tabla 9-5 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 9-5. 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 de Cholón	Río Huallaga	Río Chontayacu y afluentes	Categoría 4 - Conservación del ambiente acuático	E2 - Ríos de selva
			Categoría 3 - Riego de vegetales y bebida de animales(*)	D1 - Riego de cultivos de tallo alto y bajo
				D2 - Bebida de animales

(*) Comparación referencial

9.2. Calidad de sedimento

168. A continuación, se presenta la información correspondiente a la metodología para muestreo de sedimento, indicándose la ubicación de los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.2.1. Ubicación de los puntos de muestreo

169. En la medida de lo posible, los puntos de muestreo de sedimento se sitúan en las mismas ubicaciones que los de agua, de manera que los criterios son los mismos:

- Aguas arriba y aguas abajo de las poblaciones asentadas en ambos márgenes del río Chontayacu, partiendo desde la parte alta del caserío Santa Rosa de Oso hasta la jurisdicción del caserío Crisnejas (río Blanco).
- Aguas arriba y aguas abajo de los afluentes de interés dentro del área de estudio.
- En los cuerpos de agua que podrían estar afectados por influencia de futuras actividades derivadas de la ejecución de futuros proyectos hidroeléctricos.
- En los cuerpos de agua que servirían como puntos de control ya que no se verían afectados por proyectos que puedan desarrollarse en la zona.
- En cuanto sea posible, los puntos de monitoreo de agua y sedimento se localizan en las mismas ubicaciones.

170. La relación de puntos de muestreo se presentan en la Tabla 9-6. Para mayor detalle ver Anexo C1. Mapa de puntos de muestreo y Anexo C2. Fichas de campo.

Tabla 9-6. Ubicación de los puntos de muestreo de calidad de sedimento

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
1	SED - RChon1	311 828	9 047 095	1538	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 0,7 km aguas arriba de la confluencia con el río Susto y del caserío Santa Rosa de Oso.
2	SED - RSust1	312 476	9 047 252	1529	Punto ubicado en el río Susto, aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Susto y a 100 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
3	SED - RChon2	313 311	9 047 400	1514	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 0,5 km antes de la confluencia con el río Oso, a la altura del caserío Santa Rosa de Oso.
4	SED - RChon3	314 222	9 047 247	1479	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 1 km antes de la confluencia con el río Esperanza.
5	SED - RChon4	316 141	9 048 347	1414	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 950 m antes de la confluencia con el río Aragán.
6	SED - RArag1	316 987	9 048 655	1402	Punto ubicado en el río Aragán, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Aragán y a 120 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
7	SED - RChon5	317 794	9048774	1357	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 320 m antes de la confluencia con el río Santillán.
8	SED - RSanti1	318 259	9 048 862	1371	Punto ubicado en el río Santillán, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Santillán y a 250 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
9	SED - RYana1	321 126	9 047 235	1239	Punto ubicado en el río Yanajanca, aproximadamente a 250 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Cocalito.
10	SED - RChon6	321 046	9 047 585	1245	Punto ubicado en el río Chontayacu, a la altura del caserío Cocalito, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río Yanajanca.
11	SED - RChon7	323 344	9 047 364	1193	Punto ubicado en el río Chontayacu, a la altura del caserío Nueva Galilea, antes de la confluencia con el río Ollas.
12	SED - ROlla1	323 620	9 047 530	1200	Punto ubicado aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Ollas, a la altura del caserío Nueva Galilea y antes de la confluencia con el río Chontayacu.
13	SED - RSAna1	326 359	9 048 903	1043	Punto ubicado en el río Santa Ana, aproximadamente a 20 m del puente Santa Ana y a 100 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Nueva Unión de Santa Ana.
14	SED - RChon9	327 152	9 049 557	988	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, antes de la confluencia con el río El Ají, a la altura del caserío Nueva Unión de Ají.
15	SED - RPAle1	329 942	9 051 224	848	Punto ubicado en el río Puerto Alegre (río Pólvora), aproximadamente a 350 m antes de la confluencia con el río Chontayacu y aguas abajo del puente Puerto Alegre.
16	SED - RChon10	329 869	9 051 489	866	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 2 m del puente Puerto Alegre y a 500 m antes de la confluencia con el río Pólvora.
17	SED - RChon12	330 951	9 051 803	817	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río San Antonio, a la altura del centro poblado San Antonio de Padua.
18	SED - RChon13	332 382	9 053 919	746	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río Camote, aguas abajo del centro poblado San Antonio de Padua.
19	SED - RChon14	332 871	9 054 988	721	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 200 m después de la confluencia con el río Blanco, a la altura del caserío río Blanco.
20	SED - RChon15	333 810	9 055 880	714	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, a 100 m antes de la confluencia con el río Camote, a la altura de la Base Crisnejas del Ejército Peruano.
21	SED - RCamo1	333 544	9 055 269	719	Punto ubicado en el río Camote, aproximadamente a 500 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura de la Base Crisnejas del Ejército del Perú.
22	SED - RCamo2	332 617	9 054 011	736	Punto Ubicado en el río Camote, aproximadamente a 300 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío río Blanco.
23	SED - RChon16	335 740	9 056 944	648	Punto ubicado en el río Chontayacu, aproximadamente a 2 km aguas abajo de la confluencia con el río Crisnejas.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.2.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

171. 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.

172. Debido a que aún no se cuenta con un protocolo nacional para la evaluación de sedimento en aguas continentales, el muestreo se realizó de acuerdo al "Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del PRONAME"[16], el cual establece criterios para el empleo de equipos y materiales, muestreo, preservación y traslado de muestras para la evaluación de sedimento.

173. Es preciso señalar que el establecimiento de los puntos de muestreo siguió el criterio de los especialistas en campo en los diferentes cuerpos de agua presentes en la zona de evaluación. Cabe precisar que la toma de muestra de sedimento se realizó a nivel superficial (< a 15 cm), empleando un barreno.

174. Los equipos y accesorios utilizados durante la evaluación en campo (*in situ*) se muestran en la Tabla 9-7.

Tabla 9-7. Equipos y accesorios utilizados para el monitoreo de calidad de sedimento

Equipos	Marca	Modelo	Serie	Observaciones
GPS	Garmin	Montana 680	4HU004986	Registro de coordenadas geográficas en sistema WGS 84 UTM.
Cámara digital	Canon	D30	62051001044	Registro fotográfico
Pala polietileno	-	-	-	Herramienta de fácil manipulación para colectar el semiento superficial hasta unos 20 cm.
Compósito de polietileno	-	-	-	Recipiente para colectar y homogenizar la muestra antes de vaciar al frasco de transporte para el análisis.

(-) No corresponde

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

175. Los parámetros considerados para el análisis de las muestras de sedimento, las cuales fueron conservadas en *coolers* para mantener la cadena de frío, se consignan en la Tabla 9-8.

Tabla 9-8. Parámetros monitoreados de la calidad de sedimento

Matriz	Parámetros	Cantidad de puntos	Observaciones
Sedimento	Textura	23	Parámetros analizados por el laboratorio de ensayo acreditado AGQ PERÚ S.A.C.
	Metales Totales (incluido mercurio)		

176. El Anexo C4 contiene las cadenas de custodia, sistematización e informes de ensayo referentes a los resultados para sedimento.

16 INEC-CCA. (2010). Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del PRONAME. México. p. 29-35.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.3. Comunidades hidrobiológicas

177. Las aguas continentales albergan una gran diversidad de organismos, en función a sus características físico-químicas. Dichos organismos cumplen roles esenciales como productores, consumidores y descomponedores.

178. En los apartados siguientes se muestra información acerca del monitoreo realizado para evaluar las comunidades hidrobiológicas (perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces) consignándose los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, y la caracterización hidromorfológica de los puntos de muestreo hidrobiológicos.

9.3.1. Ubicación de los puntos de muestreo

179. Los puntos de muestreo se han establecido en los recursos hídricos superficiales más representativos del distrito de Cholón, en la cuenca del río Chontayacu, considerándose la parte alta desde el poblado Santa Rosa de Oso hasta Nueva Unión de Santa Ana. Es preciso indicar que en los códigos de cada punto de muestreo la nomenclatura "Chon" corresponde al río Chontayacu que es el río principal; mientras que, los códigos con otras nomenclaturas corresponden a las quebradas afluentes del río Chontayacu. En la Tabla 9-9 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo. Para mayor detalle ver Anexo D1. Mapa de puntos de muestreo y Anexo D2. Fichas de campo.

Tabla 9-9. Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
1	HID-RChon1	311 828	9 047 095	1538	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 0,7 km aguas arriba de la confluencia con el río Susto y del caserío Santa Rosa de Oso.
2	HID-RSust1	312 476	9 047 252	1529	Punto ubicado en el río Susto, aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Susto y a 100 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
3	HID-RChon2*	313 311	9 047 400	1514	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 0,5 km antes de la confluencia con el río Oso, a la altura del caserío Santa Rosa de Oso.
4	HID-ROso1*	313 647	9 047 305	1529	Punto ubicado en el río Oso, aproximadamente a 30 m aguas arriba del puente Oso, antes de la confluencia con el río Chontayacu.
5	HID-REspe1	314 883	9 048 151	1514	Punto ubicado en el río Esperanza, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Esperanza, antes de la confluencia con el río Chontayacu
6	HID-RChon4*	316 141	9 048 347	1414	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 950 m antes de la confluencia con el río Aragán.
7	HID-RArag1*	316 987	9 048 655	1402	Punto ubicado en el río Aragán, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Aragán y a 120 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
8	HID-RSanti1*	318 259	9 048 862	1371	Punto ubicado en el río Santillán, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Santillán y a 250 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
9	HID-RYana1*	321 126	9 047 235	1239	Punto ubicado en el río Yanajanca, aproximadamente a 250 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Cocalito.
10	HID-Rchon6*	321 046	9 047 585	1245	Punto ubicado en el río Chontayacu, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río Yanajanca, a la altura del caserío Cocalito.
11	HID-Rchon7*	323 344	9 047 364	1193	Punto ubicado en el río Chontayacu, a la altura del caserío Nueva Galilea, antes de la confluencia con el río Ollas.
12	HID-Rolla1*	323 620	9 047 530	1200	Punto ubicado aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente Ollas, a la altura del caserío Nueva Galilea y antes de la confluencia con el río Chontayacu.
13	HID-RSAna1*	326 359	9 048 903	1043	Punto ubicado en el río Santa Ana, aproximadamente a 20 m del puente Santa Ana y a 100 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Nueva Unión de Santa Ana.
14	HID-RAjí1*	328 425	9 050 550	925	Punto ubicado en el río El Ají, aproximadamente a 20 m aguas arriba del puente El Ají, a la altura del caserío Nueva Unión de Ají, y antes de la confluencia con el río Chontayacu.
15	HID-RSAnt1*	329 705	9 052 283	968	Punto ubicado en el río San Antonio, aproximadamente a 20 m antes de la captación de agua para consumo de la población del centro poblado Antonio de Padua.
16	HID-Rchon10*	329 085	9 051 345	866	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, a 1 km aproximadamente después de la confluencia con el río El Ají.
17	HID-RPAle1*	329 942	9 051 224	848	Punto ubicado en el río Puerto Alegre, aproximadamente a 350 m antes de la confluencia con el río Chontayacu y aguas abajo del puente Puerto Alegre.
18	HID-RChon13*	332 382	9 053 919	746	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 200 m antes de la confluencia con el río Camote, aguas abajo del centro poblado San Antonio de Padua.
19	HID-RBlan1*	332 517	9 054 841	739	Punto ubicado en el río Blanco, aproximadamente a 10 m aguas abajo del puente Río Blanco y a 350 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
20	HID-RChon15	333 810	9 055 880	714	Punto ubicado en la margen izquierda del río Chontayacu, aproximadamente a 100 m antes de la confluencia con el río Camote, a la altura de la Base Crisnejas del Ejército Peruano.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
		Este (m)	Norte (m)		
21	HID-RCamo1*	333 544	9 055 269	719	Punto ubicado en el río Camote, aproximadamente a 500 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura de la Base Crisnejas del Ejército del Perú.
22	HID-RCamo2*	332 617	9 054 011	736	Punto ubicado en el río Camote, aproximadamente a 300 m antes de la confluencia con el río Chontayacu, a la altura del caserío Río Blanco.
23	HID-RCris1*	333 260	9 056 422	723	Punto ubicado en el río Crisnejas, aproximadamente a 50 m aguas arriba del puente Crisnejas y a 700 m antes de la confluencia con el río Chontayacu.
24	HID-RChon16*	335 740	9 056 944	648	Punto ubicado en el río Chontayacu, aproximadamente a 2 km aguas abajo de la confluencia con el río Crisnejas, a la altura del caserío de Crisnejas.

(*) Puntos de muestreo donde se capturó peces.

9.3.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

180. La colecta de muestras de perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces 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).

181. En el mencionado manual también se listan los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo un monitoreo hidrobiológico. En la Tabla 9-10 se detallan los equipos y materiales utilizados para el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 9-10. Equipos y materiales utilizados para el monitoreo de las comunidades hidrobiológicas

Equipos	Marca	Modelo	Utilidad	Características
GPS	GARMIN	OREGON 650	Medición de coordenadas UTM	Georreferenciación
Cámara fotográfica	CANON	D30	Registro fotográfico	Registro visual de los puntos reconocidos
Red surber	---	---	Colecta de muestras de macroinvertebrados bentónicos	Red para el muestro de macroinvertebrados bentónicos de área de muestreo de 0,09 m^2 y abertura de malla de 500 µm.
Red de Arrastre	---	---	Colecta de muestras de peces	Red de pesca, arrastre hacia la orilla.
Red atarraya	---	---	Colecta de muestras de peces	Red para pesca de 1 cm de tamaño de cocada, con plomada total de 5 kg o 8 kg y diámetro de abertura de 2 y 3m.
Regla	---	---	Medición de longitud (cm) de peces	Material para la medición de talla de peces de 30 cm de longitud.
Balanza	---	---	Peso de peces	Peso de ejemplares para el tejido muscular

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

182. Además de los equipos y materiales listados en la Tabla 9-10, se utilizaron guantes de látex y etanol al 70 % como preservante. Estos materiales fueron usados de forma complementaria para la manipulación, colecta y preservación de las diferentes muestras. Los protocolos usados se basaron en las técnicas de muestreo hidrobiológico y se desarrollaron de acuerdo a lo establecido en el documento "Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú"[17].

- **Métodos de muestreo**

183. Antes de iniciar el muestreo es necesario observar y describir la zona de trabajo, esto es de gran importancia para identificar los sitios más propicios para obtener muestras representativas de las comunidades que deseamos evaluar. Para este fin se contó con fichas de campo que permitieron realizar anotaciones que describan la vegetación ribereña, el lecho del río, los sustratos elegidos para la colecta, tamaño de muestra, entre otras observaciones necesarias según el criterio del especialista. Hecho esto, se continuó con la colecta de muestras de perifiton y macroinvertebrados bentónicos tomando las siguientes pautas:

i. Perifiton. Para la colecta de muestras de perifiton se obtuvieron raspados superficiales de piedras u otros sustratos sumergidos en un área de 9 cm^2 aproximadamente (3 x 3 cm). Para tal fin, del lado más regular de una piedra se delimitó un área de 3 x 3 cm y 2 x 2 cm, y ayudados con un cepillo y una pizeta 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 25 cm^2. 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 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^2 (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 removió con fuerza el sustrato con las manos para facilitar el desprendimiento de los organismos y queden atrapados en la red. El procedimiento anterior se realizó por triplicado obteniéndose una muestra compuesta de 0,27 m^2. 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 dos artes de pesca activos: el primero la red de arrastre a la orilla de luz de malla 2 cm y de 5 x 3 m y de 10 x 3, colocándose la red en el cuerpo de agua y girando con la red hacia la orilla para cercar a los peces con la red. El segundo método fue la red de lance o atarraya, la cual fue lanzada en pozas o zonas de rápidos y profundas. Los procedimientos descritos se realizaron de cinco a diez veces por punto de muestreo. La muestra final fue vertida en un balde de 8 L,

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

17 Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú /Departamento de Limnología, Departamento de *Ictiología* - Lima: Ministerio del Ambiente, 2014.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

conteniendo formol al 10 % para la preservación de los peces, debidamente etiquetada para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo por especialistas del Oefa.

- **Métodos de análisis de muestras**

184. Las muestras fueron analizadas por especialistas de la Dirección de Evaluación del Oefa obedeciendo las directrices del *Standard methods for examination of water and wastewater 22 nd* (APHA 2012). En la Tabla 9-11 se detallan las comunidades hidrobiológicas muestreadas y los parámetros analizados. Los informes de ensayo se encuentran en el Anexo D4. Es preciso indicar que en los 24 puntos de muestreo se realizó el muestreo para peces; sin embargo, sólo en 20 puntos de éstos se logró la captura.

Tabla 9-11. Comunidades hidrobiológicas y parámetros estudiados

Parámetro	Cantidad de puntos	Observaciones
Perifiton	24	Identificado por Oefa
Macroinvertebrados bentónicos	24	Identificado por Oefa
Peces	20	Identificado por AGQ* y Oefa
Parámetro	**Cantidad de puntos**	**Observaciones**
Metales totales, incluido Hg (peces)	2**	Identificado por el laboratorio de ensayo acreditado AGQ PERÚ S.A.C.

(*) El laboratorio AGQ Perú SAC presentó en su informe de ensayo la identificación de peces hasta el nivel de género, por eso, las muestras fueron re-analizadas por especialistas en taxonomía de peces del Oefa realizando en algunos casos la identificación hasta el nivel de especie.
(**) En cada punto de muestreo se colectaron tres réplicas que correspondieron a las especies de mayor tamaño y mayor número de ejemplares para poder alcanzar el peso requerido por el laboratorio (300 g).
Fuente: Informe de análisis realizado por especialistas del Oefa, Informes de ensayo AGQ Perú SAC.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

9.3.3. Estándares de comparación y análisis de datos

185. En lo que respecta a la identificación taxonómica y análisis cuantitativo de muestras de las comunidades hidrobiológicas no existen estándares de comparación nacionales. A nivel de la Comunidad Económica Europea existe la Directiva Marco del Agua (DOCE, 2000), norma que contempla la estimación del estado ecológico de los ecosistemas mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos, sin embargo, esta puede aplicarse de manera referencial en Perú por necesitarse una adaptación que incluya una comparación con condiciones locales.

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

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

a. Composición, riqueza y abundancia

187. Por **composición** se entiende el conjunto particular de especies en una comunidad. Y la **riqueza** se refiere al número de especies diferentes en una comunidad.

188. La **abundancia** constituye el número de individuos de cada especie en una comunidad. Es preciso indicar que la abundancia en la comunidad de perifiton será organismos por cm^2 y en los macroinvertebrados bentónicos se tomará como organismos por 0,27 m^2 y de peces será el número de individuos. Así mismo se representó la clasificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia y especie) de las comunidades de perifiton (microalgas y microorganismos), de macroinvertebrados bentónicos y de peces evaluados en la red hídrica del distrito de Cholón. Esta clasificación taxonómica se encuentra en los anexos del presente informe (anexos D5, D6 y D7).

189. La evaluación de la riqueza y la abundancia de las comunidades de perifiton (microalgas y microorganismos) se desarrolló en base a la categoría taxonómica phylum. La evaluación de la riqueza y la abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y de peces se desarrolló en base a la categoría taxonómica orden.

b. Diversidad alfa

190. La diversidad alfa está relacionada al número de especies de un grupo indicador que se encuentra en un determinado punto o área que puede variar mucho de un lugar a otro, aún dentro de un mismo tipo de comunidad y en un mismo ecosistema (Moreno & Halffter, 2000).

- *Números de Hill (diversidad verdadera)*

191. 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. En base a esta modificación, 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).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

192. Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizaron los índices de diversidad verdadera (Números de Hill) en base al número de especies de cada punto de 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:

$$N1 = exp(H`) \qquad (9.1)$$

Donde:

H : Es el índice de Shannon.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

193. Por otro lado se usó la variable N2 como la modificación del índice de Simpson (D) (Jost, 2006) que tiene como fórmula:

$$N2 = \frac{1}{Índice\ de\ Simpson} \qquad (9.2)$$

194. 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; Peet, 1974)

$$J' = \frac{H'}{H'max} \qquad (9.3)$$

Donde:

J' : índice de equidad de Pielou
H' : índice de diversidad de Shannon-Wiener
H' max : Ln(S)
S : número de especies.

c. Diversidad beta

195. La diversidad beta es el marco conceptual del estudio de las similitudes y las diferencias entre comunidades bióticas. Permite cuantificar la diferenciación taxonómica entre ellas (Moreno y Halffter, 2000).

- *Índice de similitud de Bray Curtis*

196. 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. Este índice es una medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común entre los sitios de muestreo (Pielou, 1984), considerándola 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 y Clarke, 1995).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

197. Para determinar el índice de Bray Curtis se empleó la fórmula:

$$IBC = 1 - \frac{(\Sigma\ xi - yi)}{(\Sigma\ xi + yi)} \qquad (9.4)$$

Donde:

IBC : es el índice de Bray Curtis
xi : abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1
yi : abundancia de las especies en el otro.

198. Para facilitar el análisis de los valores de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendogramas mediante la unión de pares promedio (Sokal y Michener, 1958; Crisci y López, 1983) utilizando el programa estadístico PAST

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603,607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

(Hammer *et al.*, 2001). Esta gráfica resume la similitud de las especies entre dos estaciones de monitoreo.

d. Índices de referencia para la calidad de los ambientes acuáticos

Biological Monitoring Working Party, adaptado para Colombia

199. La calidad de los hábitats acuáticos de la zona evaluada se realizó a través del índice Biological Monitoring Working Party, adaptado para Colombia, denominado como BMWP/Col, según Roldan (2003) con la lista taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos, ya que este índice utiliza las valoraciones asignadas a familias. A continuación, en la Tabla 9-12 se muestran las valoraciones asignadas a las familias en el índice BMWP/Col.

Tabla 9-12. Valoraciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del BMWP/Col.

Familias	Puntuación
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, Polymitarcydae, Xiphocentronidae	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simulidae, Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossossomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae,Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancylidae, 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

200. En la Tabla 9-13 se muestra la calidad de las aguas de acuerdo a la valoración de las familias registradas.

Tabla 9-13. 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	Critica	16 - 35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Roldan, 2003

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.4. Calidad de suelo

201. A continuación se muestra la información acerca del monitoreo realizado para evaluar la calidad del componente suelo, concretamente sobre el área de estudio, los puntos de muestreo, los protocolos, equipos y técnicas de análisis, así como los estándares de comparación.

9.4.1. Ubicación de los puntos de muestreo

202. Para determinar los puntos de muestreo de suelo de nivel de fondo se tuvo en cuenta el uso actual de los suelos, ya que, en algunos casos, existen zonas de uso agrícola que tienen distintos tipos de suelo y geología, pero donde se siembra el mismo tipo de cultivo.

203. En total, fueron evaluadas 38 muestras compuestas, las cuales se ubicaron en el área de interés como se detalla en la Tablas 9-14, en las que se consigna la codificación y coordenadas de los puntos de muestreo de niveles de fondo, información que se visualiza en el Anexo E1. Mapa de puntos de muestreo y en el Anexo E2. Fichas de campo.

Tabla 9-14. Ubicación de los puntos de muestreo para nivel de fondo en suelo agrícola

Nº	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Referencia
		Este (m)	Norte (m)	
1	SUE-Chon1	311 780	9 047 102	Punto ubicado en las afueras del caserío Santa Rosa de Oso, en la chacra perteneciente a la Sra. Rosita Melgarejo, a 30 m de la carretera y a 30 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
2	SUE-Chon2	312 425	9 047 186	Punto ubicado en el caserío Santa Rosa de Oso, en un pastizal en el lado izquierdo de la carretera, en dirección hacia Uchiza, aproximadamente a 10 m de la carretera y a 40 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
3	SUE-Chon3	313 042	9 047 443	Punto ubicado en el caserío Santa Rosa de Oso, en una chacra cercada localizada al costado de la casa del Sr. Jairo Jara Martínez, a 10 m de la carretera y a 20 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
4	SUE-Chon4	313 332	9 047 435	Punto ubicado en el caserío Santa Rosa de Oso, en una chacra frente al restaurant del Sr. Jairo Jara Martínez, aproximadamente a 20 m de la carretera y a 20 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
5	SUE-Chon5	313 689	9 047 187	Punto ubicado en una chacra en el caserío Santa Rosa de Oso, tras la casa de la Sra. Lidia Bueno Martínez, a 30 m de la carretera, aproximadamente a 15 m del río Oso (en su margen izquierda) y a 70 m del río Chontayacu en su margen izquierda.
6	SUE-Chon6	314 202	9 047 254	Punto ubicado a las afueras del caserío Santa Rosa de Oso, accediendo a través de un camino que parte de la carretera. Aproximadamente a 70 m de la carretera y a 10 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
7	SUE-Chon7	314 883	9 048 069	Aproximadamente a 60 metros del río Esperanza ubicada en la margen derecha a 30 m de la carretera y a 70 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Referencia
		Este (m)	Norte (m)	
8	SUE-Chon8	316 985	9 048 578	Punto ubicado en una chacra en el caserío Santillán, en la margen izquierda del río Aragán, a 30 m de la carretera y a 15 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
9	SUE-Chon9	317 760	9 048 781	Punto ubicado en una chacra en el caserío Santillán, cerca de la casa de la Sra. María Maslucán Mejía, a 70 m de la carretera y a 10 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
10	SUE-Chon10	317 979	9 048 787	Punto ubicado en una chacra en el caserío Santillán, frente a la casa del Sr. Gregorio Hermenes Correa, en el lado opuesto de la carretera, a 10 m de la carretera y 80 m del río Chontayacu.
11	SUE-Chon11	318 129	9 048 676	Punto ubicado en el caserío Santillán, cerca de la casa de Henós Jara Villaorduña, a 60 m de la carretera y a 20 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
12	SUE-Chon12	320 987	9 047 064	Punto ubicado en una chacra en el caserío Cocalito, a 20 m del río Yanajanca, afluente por la margen derecha del río Chontayacu.
13	SUE-Chon13	321 412	9 047 643	Punto ubicado en una chacra localizada tras la casa del Sr. Gabino Pimentel Flores, aproximadamente a 60 m de la carretera y a 10 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
14	SUE-Chon14	321 493	9 047 530	Punto ubicado en una chacra cerca de huaro en el caserío Cocalito, aproximadamente a 60 m de la carretera y a 10 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
15	SUE-Chon15	322 578	9 047 312	Punto ubicado en una chacra en las afueras del caserío Nueva Galilea, aproximadamente 40 m de la carretera y a 40 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
16	SUE-Chon16	323 336	9 047 401	Punto ubicado en un pastizal localizado en el caserío Nueva Galilea, aproximadamente a 30 m de la carretera de ingreso a dicho caserío y a 30 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
17	SUE-Chon17	323 473	9 047 202	Punto ubicado en un pastizal localizado en el caserío Nueva Galilea, al costado de una cancha de fútbol, aproximadamente a 70 m de la carretera de ingreso al caserío y a 50 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
18	SUE-Chon18	323 829	9 047 138	Punto ubicado en un pastizal localizado por detrás de la casa de la Sra. Carmen Espinoza Rodríguez, en el caserío Nueva Galilea, aproximadamente a 60 m de la carretera y a 40 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
19	SUE-Chon19	324 507	9 047 471	Punto ubicado en una chacra localizada por detrás de la casa de la Sra. Domitila Claudi Huayanas, entre los caseríos Nueva Galilea y Nueva Unión de Santa Ana, aproximadamente a 80 m de la carretera y a 15 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
20	SUE-Chon20	326 386	9 048 764	Punto ubicado en una chacra cercana al huaro del caserío en Nueva Unión de Santa Ana, aproximadamente aproximadamente a 60 m de la carretera y a 40 del río Chontayacu, en su margen izquierda.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Nº	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Referencia
		Este (m)	Norte (m)	
21	SUE-Chon21	326 518	9 048 813	Punto ubicado en una chacra localizada tras la casa del Sr. Marcial Ramos Herrera, en el caserío Nueva Unión de Santa Ana, aproximadamente a 50 m de la carretera y a 40 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
22	SUE-Chon22	326 721	9 048 973	Punto ubicado en el caserío Nueva Unión de Santa Ana, en una chacra localizada aproximadamente a 10 m de la carretera y a 30 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
23	SUE-Chon23	327 385	9 050 055	Punto ubicado tras la casa de la Sra. Linda Medina Villanueva, en Huairuro, anexo del caserío Nueva Unión de Santa Ana, aproximadamente a 20 m de la carretera y a 30 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
24	SUE-Chon24	328 420	9 050 438	Punto ubicado en las afueras del caserío Nueva Unión de Ají, aproximadamente a 15 m de la carretera y a 20 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
25	SUE-Chon25	328 472	9 050 526	Punto ubicado en el caserío Nueva Unión de Ají, aproximadamente a 10 m del río El Ají, a 30 m de la carretera y a 40 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
26	SUE-Chon26	328 685	9 050 608	Punto ubicado tras la iglesia evangélica de Nueva Unión de Ají, aproximadamente a 50 m de la carretera y a 15 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
27	SUE-Chon27	329 105	9 051 371	Punto ubicado en chacra localizada entre los caseríos Nueva Unión de Ají y el centro poblado San Antonio de Padua, aproximadamente a 50 m de la carretera y a 30 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
28	SUE-Chon28	330 047	9 051 356	Punto ubicado en pastizal localizado aproximadamente a 30 m en la margen derecha del río Chontayacu y a 20 m del río Puerto Alegre, en su margen izquierda. Este punto pertenece al caserío Puerto Alegre.
29	SUE-Chon29	329 717	9 051 371	Punto ubicado en una chacra localizada en la margen derecha del río Chontayacu aproximadamente a 50 m de este y a 200 m del río Puerto Alegre, en su margen izquierda. Este punto pertenece al caserío Puerto Alegre.
30	SUE-Chon30	330 675	9 051 777	Punto ubicado en una chacra en el centro poblado San Antonio de Padua, aproximadamente a 150 m de la carretera y a 50 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
31	SUE-Chon31	331 076	9 052 086	Punto ubicado en el centro poblado San Antonio de Padua, a 50 m de la carretera y a 120 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
32	SUE-Chon32	331 224	9 052 403	Punto ubicado cerca de la casa de la Sra. María Segundo Pimentel, en el centro poblado San Antonio de Padua, aproximadamente a 20 m del río San Antonio (margen izquierda), a 20 m de la carretera y a 100 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Nº	Código	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Zona 18L		Referencia
		Este (m)	Norte (m)	
33	SUE-Chon33	332 638	9 054 676	Punto ubicado en una chacra localizada en la margen derecha del río Blanco, aproximadamente a 100 m de éste, y a unos 200 m de la carretera y a 20 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
34	SUE-Chon34	332 645	9 054 815	Punto ubicado en una chacra localizada la margen izquierda del río Blanco, aproximadamente a 15 m de éste, a unos 150 m de la carretera y a 60 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
35	SUE-Chon35	332 971	9 055 394	Punto localizado en las afueras del caserío del río Blanco, aproximadamente a 30 m de la carretera y a 35 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
36	SUE-Chon36	333 204	9 055 572	Punto ubicado en un pastizal ubicado en el caserío Crisnejas, a 80 m de la carretera y 20 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.
37	SUE-Chon37	333 173	9 056 379	Punto ubicado en un pastizal localizado en las afueras del caserío Crisnejas, aproximadamente a 100 m de la carretera (en el lado izquierdo en dirección a Uchiza) y a 15 m del río Crisnejas, en su margen derecha.
38	SUE-Chon38	334 534	9 056 465	Punto ubicado aproximadamente a 1,2 km del puente Crisnejas, en una chacra localizada a 30 m de la carretera y a 90 m del río Chontayacu, en su margen izquierda.

9.4.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

204. Los puntos de muestreo para nivel de fondo fueron establecidos siguiendo los lineamientos establecidos en las guías y protocolos citados en la Tabla 9-15.

Tabla 9-15. Guías y/o protocolos utilizados para establecer los puntos de muestreo de suelo

Componente ambiental	Guía y/o protocolo	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. Nº 085-2014-MINAM.	2014
	Manual de Lineamientos y Procedimientos para la elaboración y evaluación de Informes de Identificación de Sitios Contaminados (Parte A del manual)	Ministerio del Ambiente – MINAM	-	2015

205. 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 pueda afectar el muestreo, en concordancia con la "Guía para Muestreo de Suelos", aprobada mediante la Resolución Ministerial Nº 085-2014-MINAM.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

206. El barreno fue utilizado para extraer muestras de suelo a una profundidad de muestreo de hasta 30 cm. De esta manera, conforme a la guía en mención, se determinó realizar un muestreo compuesto[18] de cinco sub-muestras 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.

207. 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 9-16.

Tabla 9-16. Equipos utilizados para el monitoreo de calidad de suelo

Equipos	Marca	Modelo	Serie	Observaciones
GPS	Garmin	Montana 680	4HU004985	Registro de coordenadas geográficas en sistema WGS 84 UTM.
Cámara digital	Canon	D30	62051001193	Registro fotográfico
Barreno	AMS	...	BARRE-Oefa-03 BARRE-Oefa-05	Herramienta de fácil manipulación para colectar el suelo superficial hasta unos 30 cm.

208. Los parámetros seleccionados para la evaluación del nivel de fondo de suelos fueron los que se muestran en la Tabla 9-17.

Tabla 9-17. Parámetros y cantidad de puntos de muestreo para la evaluación de calidad de suelo

Parámetro	Cantidad de puntos de muestreo	
	Formación Complejo Marañón	Formación Plutón Cocalita San Antonio
Metales totales	7	31

209. El muestreo contó con el aseguramiento de la calidad realizándose un duplicado de la muestra en cuatro puntos de muestreo, lo cual se detalla en la Tabla 9-18.

Tabla 9-18. Parámetros de control de calidad

Componente	Parámetro	Control	Número Muestras
Suelo	Metales totales por ICP (Incluye mercurio)	Duplicado	4
	Cromo VI	Duplicado	4

210. En la Tabla 9-19 se detalla la lista de los 35 metales 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

18 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.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-19. Métodos de análisis y rangos de los límites de determinación para metales totales

Parámetro	Metales totales		
	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
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
Cromo IV	PP-205	Espect ICP-MS	0,1 -250

* El rango mínimo 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

9.4.3. Estándares de comparación

211. Los resultados del muestreo de suelos fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelos (en adelante, ECA para suelos) de uso agrícola[19], los cuales se detallan en la Tabla 9-20.

19 Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, aprobado mediante Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-20. Estándares de comparación nacional e internacional en 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
Cromo VI	0,4
Plomo (Pb)	70
Cianuro libre	0,9

9.5. Flora silvestre

212. En esta sección se proporciona información concerniente a la evaluación de flora silvestre, con énfasis a las especies arbóreas en la cuenca del río Chontayacu, en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco; asimismo, se menciona: la metodología utilizada para la ubicación de las parcelas de monitoreo y el criterio de análisis de los datos.

9.5.1. Ubicación de las parcelas de muestreo

213. La ubicación de los sitios para la instalación de parcelas de monitoreo de flora silvestre se determinó durante la visita de reconocimiento; asimismo, durante la etapa de coordinación previa con los actores involucrados, realizada del 24 al 28 de abril de 2017, se analizó el estado ambiental del área de estudio y se seleccionaron los sitios a evaluar. Las coordenadas de ubicación de las parcelas de monitoreo se presentan en la Tabla 9-21. Dicha ubicación se encuentra representada en el Anexo F1. Mapa de evaluación de flora.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

214. Para facilitar el análisis de la evaluación de flora silvestre "arbórea", el área evaluada se dividió en dos partes: parte alta, correspondiente a los caseríos Santa Rosa de Oso, Santillán y Cocalito; y parte baja, correspondiente a los caseríos Nueva Galilea, Nueva Unión de Ají, Nueva Unión de Santa Ana, Guayaquil, centro poblado San Antonio de Padua, y caserío Crisnejas (Río Blanco).

Tabla 9-21. Ubicación de las parcelas para la evaluación y monitoreo de flora silvestre

Parcela	Vértices		Coordenadas UTM Datum WGS84 - Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
	X (m)	Y (m)	Este (m)	Norte (m)		
SR-1	0	0	314 132	9 047 205	1510	Fragmento de bosque secundario tipo purma de vegetación ribereña, parche de bosque rodeado por caña brava y plantaciones de café y palta. Presencia de especies dominantes de los géneros: *Croton*, *Cedrela* y *Cecropia*. Evidencia de madera aserrada. El área evaluada tiene una pendiente aproximada de 10 grados.
	20	0	314 136	9 047 188		
	20	50	314 184	9 047 197		
	0	50	314 181	9 047 210		
SR-2	0	0	314 901	9 048 333	1570	Fragmento de bosque secundario tipo purma ubicado al margen izquierdo de la quebrada esperanza, parche de bosque rodeado por pastizales naturales y plantaciones de
	20	0	314 911	9 048 341		

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Parcela	Vértices		Coordenadas UTM Datum WGS84 - Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
	X (m)	Y (m)	Este (m)	Norte (m)		
	20	50	314 892	9 048 386		plátano. Abundancia de especies del género; *Cedrela* y *Cecropia*. La parcela está atravesada por una trocha. Suelo rocoso. Pendiente aproximada de 10 grados.
	0	50	314 872	9 048 373		
SAN-1	0	0	318 405	9 048 962	1400	Fragmento de bosque secundario tipo purma rodeado de plantaciones de plátano. Alta densidad de especies del sotobosque (palizada). Evidencia de árboles talados y de madera aserrada, suelo rocoso. La parcela está atravesada por una trocha y el suelo tiene una pendiente aproximada de 10 grados.
	20	0	318 393	9 048 949		
	20	50	318 434	9 048 927		
	0	50	318 441	9 048 939		
COC-1	0	0	320 568	9 047 803	1250	Fragmento de bosque secundario de vegetación ribereña ubicado al margen izquierdo del río Chontayacu. Bosque dominado por platanillo (*Heliconia* sp.), Cetico (*Cecropia*), Matico (*Piper*) y caña brava (*Gynerium*). Densidad elevada de especies del sotobosque.
	20	0	320 580	9 047 811		
	20	50	320 546	9 047 845		
	0	50	320 535	9 047 836		
COC-2	0	0	320 752	9 047 673	1230	Fragmento de bosque secundario ubicado al margen derecho del río Chontayacu a 100 metros de la carretera. Elevada densidad de especies del sotobosque. Parte de la parcela dominada por caña brava. Además presenta varios árboles caídos en estado de descomposición. La parcela está atravesada por una trocha que sirve de acceso a ella y a áreas de cultivo ubicados más adelante. Se observó abundancia de orquídeas, principalmente por la presencia de bastante
	20	0	320 754	9 047 684		
	20	50	320 699	9 047 702		
	0	50	320 701	9 047 686		
GAL	0	0	324 003	9 048 078	1200	Fragmento de bosque primario con pendiente aproximada de 35 grados, ubicado al margen derecho del río San Guillermo (afluente del río Chontayacu). Evidencia de elevada densidad de especies del sotobosque, árboles caídos que conforman palizadas. Suelo rocoso.
	20	0	323 991	9 048 095		
	20	50	323 970	9 048 070		
	0	50	323 968	9 048 053		
CAT	0	0	329 041	9051394	1100	Fragmento de bosque primario ubicado cerca a la catarata "Caracol" a 50 m de la carretera. Pendiente aproximada de 40 grados, con suelo rocoso e inestable. El bosque presenta elevada densidad de especies del sotobosque y árboles de gran altura.
	20	0	329 026	9 051 411		
	20	50	329 002	9 051 390		
	0	50	329 018	9 051 371		
CRIS-1	0	0	332 291	9 054 600	790	Fragmento de bosque secundario tipo purma a 150 m de la carretera, rodeado de pastizales naturales. La parcela está instalada sobre una depresión por el escurrimiento de un riachuelo. Baja densidad de especies del sotobosque. Árboles de tamaño regular.
	20	0	332 273	9 054 607		
	20	50	332 245	9 054 576		
	0	50	332 264	9 054 567		

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Parcela	Vértices		Coordenadas UTM Datum WGS84 - Zona 18 L		Altitud (m s.n.m.)	Referencia
	X (m)	Y (m)	Este (m)	Norte (m)		
AJI	0	0	327 559	9 050 976	1100	Fragmento de bosque primario con pendiente aproximada de 35 grados, ubicado al margen derecho del río Ají (afluente del río Chontayacu). Bosque de elevada densidad de especies del sotobosque rodeado de plantaciones de plátano y terrenos sometidos a "roce". La parcela se ubica a más de 500 m. de la carretera. Terreno rocoso e inestable.
	20	0	327 570	9 051 035		
	20	50	327 580	9 050 979		
	0	50	327 549	9 051 032		
CRIS-2	0	0	333 294	9 054 044	850	Fragmento de bosque primario ubicado al margen derecho del río Chontayacu. Bosque rodeado de pastizales naturales y plantaciones de café y plátano. Elevada densidad de especies del sotobosque y árboles de grandes diámetros y alturas, pendiente aproximada de 40 grados.
	20	0	333 298	9 054 033		
	20	50	333 348	9 054 045		
	0	50	333 348	9 054 060		

215. De acuerdo con la tabla anterior, la evaluación de las especies arbóreas se realizó en 10 parcelas, de las cuales, cinco se ubicaron en el sector que corresponde a la parte alta de cuenca del río Chontayacu; mientras que las otras cinco parcelas se ubicaron en la parte baja de la cuenca. Con la finalidad de poder realizar una evaluación objetiva y realizar el diagnóstico de la flora silvestre, a continuación se describe el estado ambiental de dichas parcelas:

- Las parcelas ubicadas en la parte alta de la cuenca del río Chontayacu son: SR-1, SR-2, SAN-1, COC-1, COC-2; estas parcelas están delimitadas en el área que corresponde a los caseríos Santa Rosa de Oso, Santillán y Cocalito, en ambas márgenes del río Chontayacu.

- Las parcelas ubicadas en la parte baja de la cuenca del río Chontayacu son: GAL, CAT, AJI, CRIS-1 y CRIS-2, parcelas que corresponden al sector de los caseríos Nueva Galilea y Nueva Unión de Ají, el centro poblado San Antonio de Padua y el caserío Crisnejas (río Blanco), a ambas márgenes del río Chontayacu.

216. El área evaluada corresponde a los sectores definidos altitudinalmente en la parte baja (de 700 a 1200 m.s.n.m.) y en la parte alta (de 1200 a 2000 m.s.n.m.) de la cuenca del río Chontayacu, identificando principalmente parches de bosque primario aún existentes y bosque secundario en recuperación, los cuales fueron determinados como bosques fragmentados.

9.5.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

217. 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 remedición de parcelas" de la Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR). Para un mejor entendimiento de las técnicas de evaluación, se describen a continuación las actividades realizadas:

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

218. Las parcelas permanentes tuvieron una dimensión de 20 x 50 m y fueron subdivididas en 10 subparcelas de 10 x 10 m, equivalente a 0,1 hectáreas (ha) de superficie (ver Anexo G1). Sin embargo, es importante señalar que el manual de RAINFOR indica que se debe delimitar parcelas cuadrangulares con dimensiones de 100 x 100 m. Esta modificación de forma y diseño en el presente estudio se realizó teniendo en cuenta las características del tipo bosque montano, con el objetivo de abarcar únicamente el área del fragmento seleccionado.

219. 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 causen 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 5 cm en 5 subparcelas, y en las otras 5 subparcelas los árboles que tuvieron igual o más de 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) medidos a 1,3 m del suelo. Es decir, se anotó el diámetro y la altura de cada individuo; además, se registraron características de forma, posición, inclinación, estado, entre otras. Asimismo se tomó en cuenta el 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 0,1 ha; donde cada individuo recibió una codificación que lo identificaba, la cual fue referenciada bajo el sistema cartesiano (x, y).

220. Adicionalmente a la evaluación de flora arbórea, dentro de las parcelas permanentes, se realizaron colectas generales de individuos que no habían sido registrados aún, con la intención de obtener una mejor caracterización de la vegetación aledaña a los diferentes caseríos dentro de la cuenca del río Chontayacu.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

221. Las colecciones botánicas "voucher" se realizaron en el caso de que una especie no hubiera 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[20]. La colecta de muestras de las especies arbóreas evaluadas se realizó haciendo uso de los siguientes equipos: tijeras botánicas de mano, tijeras botánicas telescópicas para árboles de gran tamaño, las "patas de loro" y arnés de seguridad para trepar árboles de gran tamaño.

222. El material botánico colectado fue conservado en alcohol y posteriormente procesado en las instalaciones del Herbario Vargas CUZ[21]. Los especímenes colectados fueron determinados de acuerdo con el sistema del Grupo Filogenético de las Angiospermas – (APG III 2009), para lo cual se utilizaron las claves taxonómicas actualizadas, además de las usadas por Gentry (1993), Vásquez (1997), Spichiger *et al*. (1989), Reynel *et al*. (2003) y Vásquez y Rojas (2004). Luego, se procedió a comparar con excicatas[22] del Herbario y se revisó virtualmente en la página del Missouri Botanical Garden, además del herbario virtual del Field

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

21 Herbario Vargas CUZ, forma parte de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abab de Cusco, disponible en http://bi.unsaac.edu.pe/herbarío.php?p=13.

22 Excicatas: Muestras botánicas correctamente determinadas y depositadas en herbarios.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf: (511) 204 9900

Museum of Chicago, para constatar las recientes actualizaciones taxonómicas de las mismas. No obstante, para facilitar la determinación, se tomó en cuenta observaciones registradas en campo, como presencia y color de exudados, características de las hojas y de la corteza (olor y textura principalmente), tipo de ramificación, color de flores y frutos, entre otros.

9.5.3. Criterios de análisis de datos

223. En esta sección se presenta la metodología de análisis de datos, la cual consistió en la cuantificación de la información obtenida de 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 estimación de biomasa; además del análisis multivariado de correspondencia (ca) y análisis de similitud Bray Curtis (Cluster). Adicionalmente, se presenta una tabla en la cual se hace referencia a la utilidad de algunas especies.

a) Composición y diversidad arbórea

224. 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, se realizaron colectas generales de individuos que no hubiesen sido registrados con la finalidad de obtener información real de la composición florística en la zona de estudio. Finalmente, para 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

225. 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 (2001) y Gaston (1996). En ese sentido, la riqueza absoluta de especies arbóreas fue calculada cuantificando el número de especies y morfo-especies 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 con las parcelas en fragmento de bosque primario en ambos sectores.

226. La diversidad arbórea en las parcelas fue determinada utilizando el índice de diversidad Alfa Fisher (Fisher, R. A., *et al.*, 1943). Este índice caracteriza las comunidades vegetales que contienen pocas especies que son abundantes y muchas que son escasas; además valoriza la diversidad independientemente del área y del tamaño de la muestra (Krebs, C. J., 1989). Dicho índice evalúa eficazmente la diversidad en función del número de individuos y de especies, de modo que cuanto más diversa sea un área, mayor será el valor resultante. La ecuación matemática para determinar este índice es la siguiente:

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

Donde:

S : número total de especies registradas en la muestra
N : número de individuos en la muestra
α : es el índice de diversidad.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

b) Índices de valor de importancia

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

$$\text{Do. R.} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100 \qquad (9.6)$$

Densidad Relativa (De. R.)

$$\text{De. R.} = \frac{\text{N° de individuos por especie}}{\text{N° total de individuos}} \times 100 \qquad (9.7)$$

Frecuencia Relativa (Fr. R.)

$$\text{Fr. R.} = \frac{\text{N° de sub parcelas en que está la especie}}{\Sigma \text{ de las frecuencias de todas las especies}} \times 100 \qquad (9.8)$$

228. 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:

$$\text{I. V. I} = \text{Do. R.} + \text{De. R} + \text{Fr. R} \qquad (9.9)$$

Donde:

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

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

c) Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas

229. La biomasa aérea se estimó para todas las especies arbóreas en función al diámetro (D), densidad específica de madera (ρ) y a su altura (H), como únicas variables predictorias. El cálculo de la biomasa se realizó siguiendo una ecuación alométrica para árboles tropicales[23], basada en todos los datos alométricos pantropicales disponibles para bosques húmedos de tierras bajas, según (Chave *et al.*, 2014):

$$\text{Biomasa (kg)} = 0.0673*(\rho*((d)\text{^}2)*H)\text{^}0.976 \qquad (9.10)$$

Donde:

ρ : densidad específica de la madera
d : diámetro del individuo
H : altura del individuo

23 Alométricas, refiere al termino alometría, y alometria se refiere a los cambios de dimensión relativa de las partes corporales correlacionados con los cambios en el tamaño total.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

230. Brown (1997) también considera la fórmula alométrica descrita líneas arriba como la más usada últimamente, además de considerarla como el método más preciso y eficaz para estimar biomasa. Cabe señalar que la densidad de la madera fue obtenida de la base de datos de Zanne *et al.* (2009) y Chave, J. (2009) a nivel de especie; sin embargo, cuando la especie no era conocida, se utilizó el promedio del valor a nivel de género o familia.

231. De forma adicional, se determinó la captura de carbono para cada especie arbórea en cada una de las parcelas estudiadas. 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:

$$\text{Captura de carbono} = \text{Biomasa} \times 0{,}5 \qquad (9.11)$$

d) Análisis multivariado

232. 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).

233. 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).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

234. En este sentido, se realizó el análisis de correspondencia 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 muestre la ubicación en los sectores donde fueron evaluados (parte alta y parte baja de la cuenca del río Chontayacu. De este modo, se podría diferenciar claramente la similitud entre parcelas, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies.

235. Adicionalmente, también usando el software estadístico de libre acceso R (R Core Team 2013), se realizó el análisis de similitud Bray curtis (Cluster). 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.

e) Determinación de especies en categorías de protección

236. La identificación de especies protegidas se realizó principalmente sobre la base de la última recategorización de flora silvestre para el Perú, realizada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (Decreto Supremo Nº 043-2006-AG del 06 de julio

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

de 2006[24]). Adicionalmente, se tomó en cuenta la Resolución Ministerial N° 505-2016-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.

237. Además, se tomaron en cuenta las categorías determinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para la clasificación de especies sobre la base de criterios que determinan su estatus de conservación. Estas categorías son: extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), menor riesgo o casi amenazado (LR), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Las especies listadas en las categorías de CR, EN y VU son consideradas también como "amenazadas".

238. 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

239. En esta sección se explica la metodología para la evaluación de fauna silvestre, específicamente mamíferos del área de estudio en la cuenca media del río Chontayacu, a su paso por las localidades de la "parte alta", comprendida desde el caserío Cocalito, hasta Santa Rosa de Oso, y "parte baja", hasta el caserío Crisnejas.

9.6.1. Mamíferos

9.6.1.1. Ubicación de cámaras trampa

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

240. En total se instalaron 20 cámaras trampa, distribuidas de la siguiente manera: nueve en la jurisdicción de la localidad Santa Rosa de Oso, una en Cocalito, cuatro en Nueva Galilea, dos en Guayaquil, una en Nueva Unión de Santa Ana, dos en Nueva Unión de Ají y una en San Antonio de Padua. Las coordenadas de las mismas se presentan en la Tabla 9-22 y se encuentran representadas en el Anexo G1. Mapa de evaluación de fauna.

Tabla 9-22. Coordenadas de ubicación de las cámaras trampa cuenca media y alta del río Chontayacu

Sector de evaluación	Código de cámaras trampa	Coordenadas UTM – Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
Santa Rosa de Oso	CHONTA 1	314 104	9 046 943	1548
	CHONTA 2	314 042	9 047 368	1608
	CHONTA 3	314 918	9 048 392	1588

24 D.S. 043-2006-AG por el que se aprueba la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Sector de evaluación	Código de cámaras trampa	Coordenadas UTM – Datum WGS 84 Zona 18L		Altitud (m s.n.m.)
		Este (m)	Norte (m)	
	CHONTA 4	315 070	9 045 921	2300
	CHONTA 5	314 797	9 046 306	2082
	CHONTA 6	314 958	9 046 627	1808
	CHONTA 7	313 782	9 047 671	1571
	CHONTA 8	314 517	9 047 830	1568
	CHONTA 9	318 506	9 049 232	1419
Cocalito	CHONTA 10	321 528	9 047 376	1304
Nueva Galilea	CHONTA 11	322 818	9 047 317	1195
	CHONTA 12	324 002	9 048 124	1222
	CHONTA 13	324 097	9 047 765	1269
	CHONTA 14	325 448	9 048 469	1127
San Antonio De Padua	CHONTA 15	328 921	9 051 374	956
Nueva Unión De Ají	CHONTA 16	327 529	9 050 987	1144
Nueva Unión De Santa Ana	CHONTA 17	325 948	9 050 376	1344
Guayaquil	CHONTA 18	326 439	9 048 275	1185
Crisnejas	CHONTA 19	333 300	9 054 529	880
	CHONTA 20	333 300	9 054 035	872

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

241. Con la finalidad de contextualizar la ubicación de las cámaras trampa, a continuación se precisan los detalles de su localización:

a) Caserío Santa Rosa de Oso

242. Cámara trampa CHONTA 1: Cámara instalada a media cima del cerro Gallinero, en la margen derecha del río Chontayacu. El bosque es pequeño, con suelo cubierto por abundante hojarasca y raicillas. La cámara fue instalada entre tres caminos de mamíferos silvestres.

243. Cámara trampa CHONTA 2: Cámara ubicada en la margen izquierda del río Chontayacu, en la ladera del cerro Balsapata, ubicada a 1,5 m del suelo, siendo dirigida a un camino de animal silvestre. Suelo cubierto por abundante hojarasca, sotobosque muy denso y dosel de 10 m.

244. Cámara trampa CHONTA 3: Cámara instalada en un bosque secundario antiguo, en un vial de extracción de madera en la margen izquierda del rio Esperanza.

245. Cámara trampa CHONTA 4: Cámara instalada en la cima del cerro Gallinero, en un bosque montano primario, sotobosque denso al igual que el subdosel, árboles de gran fuste cubiertos con abundante musgo, y dosel aproximado de 30 m. La cámara fue instalada a 1,50 m de alto, dirigido a un camino de oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), en el área se observan rastros de actividad del animal, como marcas en los árboles, heces y al menos tres caminos.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

246. Cámara trampa CHONTA 5: Cámara instalada en un bosque montano, con vegetación primaria, suelo cubierto por abundante materia orgánica y hojarasca sotobosque claro, siendo el dosel de más o menos 25 m. La instalación se realizó en un vial antiguo de extracción de madera, observándose en el área al menos tres caminos de mamíferos silvestres.

247. Cámara trampa CHONTA 6: Cámara ubicada en la parte baja del cerro Gallinero, en un bosque secundario alto, cercano a una chacra de sembrío de café, plátano y papaya, entre otros. La cámara fue instalada en un camino antiguo de extracción de madera, donde el suelo estaba cubierto por abundante hojarasca.

248. Cámara trampa CHONTA 7: Cámara ubicada en la margen izquierda del río Oso, en un bosque secundario alto, entre un pastizal y el río, donde el suelo es de naturaleza pedregosa cubierto por abundante hojarasca, sotobosque claro y dosel aproximado de 20 m.

249. Cámara trampa CHONTA 8: Cámara instalada en la ladera de un cerro a más o menos 150 m de la carreta en un bosque secundario antiguo, suelo cubierto por abundante hojarasca, sotobosque claro, dosel aproximado de 13m de alto, árboles de mediano fuste.

250. Cámara trampa CHONTA 9: Cámara instalada en la margen izquierda de la quebrada Santillán. Suelo rocoso con poca cubierta de hojarasca, sotobosque claro, árboles de mediano fuste con abundante musgo adherido a sus troncos, dosel aproximado de 15 m. La instalación se realizó en un camino antiguo que se dirige al río Chontayacu.

b) Caserío Cocalito

251. Cámara trampa CHONTA 10: Cámara instalada en el área de influencia del caserío Cocalito, en la margen derecha del río Chontayacu a media cima del cerro Oroya, donde el suelo es rocoso, sotobosque denso, dosel aproximado de 30 m y los árboles presentaban abundante musgo adherido a sus troncos.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

c) Caserío Nueva Galilea

252. Cámara trampa CHONTA 11: Cámara instalada en el área de influencia del caserío Nueva Galilea en la margen derecha del río Chontayacu, donde el suelo es arenoso, cubierto por abundante hojarasca, con vegetación dominante de Guayaquil, (*Guadua* sp.). La ubicación se realizó más o menos 30 m del río, hacia un camino de mamífero silvestre.

253. Cámara trampa CHONTA 12: Cámara instalada en el área circundante al caserío Nueva Galilea, a 700 m del lado izquierdo del río, quedando instalada en un camino antiguo de extracción de madera, sotobosque denso, con dominancia de *Calathea* sp, y *Heliconia* sp, dosel aproximado de 25m, a 10m de la cámara hay un árbol con pequeños frutos rojos.

254. Cámara trampa CHONTA 13: Cámara instalada en el ámbito del caserío Nueva Galilea en un bosque primario de suelo arcilloso compacto, cubierto por abundante hojarasca, sotobosque semidenso, dosel aproximado de 25 m y abundancia de árboles de mediano fuste. La instalación se realizó a 75 m de un cafetal.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

255. Cámara trampa CHONTA 14: Cámara ubicada en un bosque secundario antiguo en la ladera del cerro ubicado en la parte izquierda del caserío Nueva Galilea, con suelo pedregoso, abundante hojarasca, sotobosque denso y abundantes arbustos, observándose en el sitio varios caminos de mamíferos silvestres.

d) Centro poblado San Antonio de Padua

256. Cámara trampa CHONTA 15: Cámara ubicada en la cima de un cerro del centro poblado San Antonio de Padua, en un camino antiguo de extracción de madera; en ambos lados del cerro se encontraba un bosque primario, siendo el suelo pedregoso con abundante hojarasca, sotobosque claro y dosel dominado por *Cecropia* sp de 20 m de alto. En el suelo se observaron restos de madera aserrada, no habiendo flores ni frutos en el área.

e) Caserío Nueva Unión de Ají

257. Cámara trampa CHONTA 16: Cámara instalada en un bosque primario alto, quedando dirigida la cámara hacia un camino de mamífero cerca de la ladera, siendo el sotobosque denso, con muchos arbustos de la familia Melastomataceae y dosel aproximado de 20 m de alto.

f) Caserío Guayaquil

258. Cámara trampa CHONTA 17: Cámara instalada en un bosque primario alto, en la media coma de un cerro, estando dirigida a un camino de mamífero cerca de la ladera; el sotobosque era denso con muchos arbustos de la familia Melastomataceae y dosel aproximado de 25 m de alto.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

g) Caserío Nueva Unión de Santa Ana

259. Cámara trampa CHONTA 18: Cámara instalada en la media cima de un cerro, donde la vegetación era primaria, el suelo compacto entremezclado con piedras medianas y el sotobosque denso, existiendo presencia de muchos arbustos de la familia Melastomataceae, plántulas de palmeras. La cámara quedó dirigida a un camino de mamífero silvestre.

h) Caserío Crisnejas

260. Cámara trampa CHONTA 19: Cámara ubicada en un parche de bosque primario cerca un bosque secundario, con suelo cubierto por poca hojarasca y sotobosque denso. La cámara fue instalada a 50 cm de altura dirigida a un camino de mamífero silvestre.

261. Cámara trampa CHONTA 20: Cámara ubicada en un parche de bosque primario ubicado, con suelo cubierto por abundante hojarasca y sotobosque denso. La cámara fue instalada a 1 m de altura, dirigida hacia un camino de mamífero silvestre.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

9.6.1.2. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

- **Evaluación con cámaras trampa**

262. Para documentar de manera gráfica la diversidad y abundancia de la fauna silvestre (mamíferos) que existe en la parte alta y baja del río Chontayacu, se realizó un monitoreo sistemático con cámaras trampa.

263. En la presente evaluación ambiental temprana se utilizaron cámaras trampa marca Bushnell modelo Trophy Cam HD Aggressor con sensores de movimiento y termodetección, en cada cámara se colocó una tarjeta de memoria de 32 GB con una capacidad aproximada de 10000 fotos y videos, la energía la proporcionaron ocho pilas alcalinas AA.

a) Programación de las cámaras trampa

264. Las cámaras estuvieron operativas 24 horas por 30 días y fueron programadas para tomar una foto seguido de un video de 30 segundos con periodos de espera de 2 segundos.

b) Instalación de cámaras trampa

265. Todas las cámaras trampa fueron instaladas en el sotobosque a una altura aproximada de 50 cm del suelo y fijadas en árboles de mediano fuste con una posición contraria a la salida y ocaso del sol, las cámaras trampa permanecieron activas por 30 días (ver Anexo G2. Registro fotográfico).

c) Recolección de datos fotográficos y análisis de información

266. La recolección de los datos fotográficos se realizó el 3 de junio del 2017 y fueron analizadas 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 aquellas que registraron a personas. Se calculó la frecuencia de captura de cada especie usando el número de apariciones en 1000 días-cámara. 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).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

9.6.1.3. Criterios de análisis de datos

- **Índices de diversidad**

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

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

$$H' = - \Sigma (pi) (log2pi) \quad (9.12)$$

Donde:

pi : abundancia proporcional de la especie
i : es el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

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

$$D= 1- (\Sigma pi)^2 \quad (9.13)$$

9.6.2. Aves

268. En el área de estudio se distribuyeron 160 puntos de conteo y 8 zonas de muestreo. Las coordenadas de ubicación de los puntos de conteo se presentan en el Anexo F1. Mapa de evaluación de fauna.

9.6.2.1. Protocolos, equipos y técnicas de análisis

269. Para la evaluación de la avifauna se emplearon tres métodos: conteo por puntos, playback con grabación de cantos y fotografía, a continuación, se describen cada uno de ellos.

a) Evaluación por puntos de conteo (PC)

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

270. Para el censo de las aves se utilizó como método principal el método de Conteo por Puntos o Puntos de Conteo (PC) (Ralph *et al.*, 1996, Bibby, Jones, & Marsden, 1998; Gregory, Gibbons & Donald, 2005; MINAM 2016). El método consiste en que el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas en un tiempo determinado. Se utilizaron distancias sin límites, es decir, todas las especies observadas en un radio variable.

271. Se evaluaron 160 PC en el área de estudio (ver Tabla 9-23 y Anexo G1). El tiempo considerado para cada punto de conteo visual/auditiva fue de 10 minutos. En cada punto de conteo 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 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 (6:30 am a 11:30 am) y en horas de la tarde (15:00 pm a 17:30 pm), coincidiendo con las horas de mayor actividad de aves.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 9-23. Puntos de Conteo por zonas evaluadas

Zonas de muestreo	N° Puntos de Conteo
Zona 1- Santa Rosa de Oso	30
Zona 2- Esperanza y Santillán	20
Zona 3- Cocalito	20
Zona 4- Nueva Galilea	15
Zona 5- Rio Blanco Crisnejas	20
Zona 6- Nueva Unión de Ají	15
Zona 7- Santa Ana-Guayaquil	20
Zona 8- San Antonio de Padua	20
8 Zonas	**160**

272. Para la visualización de las especies se emplearon binoculares Eagle Ranger 10 x 40 y éstas se determinaron 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

273. 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 tímidas 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.

274. Las grabaciones se realizan en ocasiones en que el ave vocaliza y no se expone a la presencia de los investigadores en campo. Se toca 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

275. 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).

c) Técnicas de fotografía

276. Son utilizadas para ilustrar y confirmar con mayor certeza el registro de algunas especies bastantes cripticas, muy esquivas y difíciles de observar. Las técnicas de fotografía se complementan en algunas ocasiones con la técnica del playback, usando la 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. Esta técnica de Playback se usa de manera moderada

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

y con ética sin afectar a la especie, por la territorialidad que hay entre algunas especies e intraespecifica o pueden ocasionarle estrés.

9.6.2.2. Análisis de datos

a) Diversidad

277. La medición de la diversidad alfa se basa en la cuantificación de la riqueza específica y en la estructura de la comunidad (Moreno, 2001). Para la cuantificación de la riqueza específica se presenta la riqueza específica (S) total encontrada en el área de estudio. 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'), el índice de diversidad de Simpson (1-D) fueron calculados por zona de evaluación calculados con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001).

278. Para calcular la diversidad beta se usó índices de similitud, se calculó el índice Jaccard (IJ) para datos cualitativos y el Índice de Morisita para datos cuantitativos (Moreno 2001), calculados con el programa PAST (Hammer *et al.*, 2001). A continuación, se describen los índices usados para determinar la diversidad.

- **Riqueza específica (S)**

279. 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).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

280. 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.

- **Abundancia**

281. La abundancia es la suma total de los individuos de una especie o especies obtenida mediante un muestreo (Bibby *et al.*, 1998). Esta abundancia junto con la riqueza de especies obtenida en los 160 puntos de conteo se utilizará para el cálculo de los índices de diversidad.

- **Estimación de riqueza esperada**

282. 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 %.

- **Curva de acumulación de especies**

283. 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.

284. 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

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

observadas y esperadas utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar del proceso de aleatorización.

285. Para elaborar la curva de acumulación de especies se usaron los valores de especies observadas de Mao Tau combinada con el esfuerzo de muestreo.

- **Estimador de *Chao 1***

286. 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.

287. 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*).

Su fórmula es:

$$\text{Chao } 1 = S + (a2/2b) \qquad (9.15)$$

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

- **Índice de Shannon-Wiener**

288. 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). 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).

Su fórmula es:

$$H' = -\sum pi \ln pi \qquad (9.16)$$

Donde
H' : índice de diversidad de la muestra
pi : Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie *i*

289. 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 S, en comunidades de máxima equitatividad.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- **Índice de diversidad de Simpson**

290. 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:

$$D = 1 - \sum pi^2 \qquad (9.17)$$

Donde

pi : 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

- **Similitud**

291. Se realizaron análisis gráficos de agrupamiento mediante dendogramas (clusters) 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.

292. Para este análisis se empleó el índice de Morisita (cuantitativo, basado en abundancias) mediante el programa estadístico Past. 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.

- Índice de Jaccard. 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 fórmula es la siguiente:

$$IJ = \frac{c}{a+b-c} \qquad (9.18)$$

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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- Índice de Morisita. Este índice expresa lo semejantes que 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:

$$Morisita_{jk} = \frac{2\sum_{i=1}^{S}(x_{ij}x_{ik})}{(\lambda_1+\lambda_2)\sum_{i=1}^{S}x_{ij}\sum_{i=1}^{S}x_{ik}} \quad (9.19)$$

Donde:

Cγ : el 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

b) Determinación de especies endémicas, amenazadas y migratorias

293. Las especies endémicas de Perú y migratorias se determinaron según Schulenberg *et al.*, (2010) y Plenge (2014) y las especies endémicas de los Biomas se determinaron según Stolz, Fitzpatrick, Parker III & Moskovits (1996).

294. Para determinar las especies amenazadas, en 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 IUCN (2017). 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, 2015).

10. RESULTADOS Y ANÁLISIS

295. Los resultados y el análisis de los componentes de agua superficial, sedimento, comunidades hidrobiológicas, suelo, flora y fauna silvestre son descritos a continuación.

10.1. Calidad de agua

296. En esta sección se presentan los resultados y análisis de los parámetros correspondientes a la evaluación de agua superficial, considerando los valores establecidos en los ECA para agua, concretamente los que se encuentran dentro Categoría 4 "Conservación del ambiente acuático", Subcategoría E2 "Ríos de selva" (en adelante, Cat4E2); comparando referencialmente con la Categoría 3 "Riego de vegetales y bebida de animales", en las subcategorías D1 "Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto" y D2 "Bebida de animales" (en adelante, Cat3D1 y Cat3D2).

297. Para facilitar el análisis de los resultados obtenidos para agua superficial, los puntos de muestreo se han dividido en dos grupos según su orden:

a) **Afluentes o tributarios,** corresponde a 15 puntos de muestreo de los principales ríos afluentes o tributarios del río Chontayacu (RSust1, ROso1, REspe1, RArag1, RSanti1, RYana1, Rolla1, RSAna1, RAjí1, RSAnt1, RPAle1, RBlan1, RCamo1, RCamo2 y RCris1).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

b) **Río Chontayacu,** corresponde a 16 puntos de muestreo ubicados en el río principal Chontayacu (RChon1, RChon2, RChon3, RChon4, RChon5, RChon6, RChon7, RChon8, RChon9, RChon10, RChon11, RChon12, RChon13, RChon14, RChon15 y RChon16).

10.1.1. Potencial de hidrogeno (pH)

298. En relación al pH, para los resultados encontrados en los afluentes del río Chontayacu, se tiene que en los puntos REspe1, RPAle1, RBlan1 y RCamo1, los valores se encuentran por debajo del rango establecido en el ECA para agua Cat4E2, Cat3D1 y Cat3D2, siendo RBlan1 el que presentó el menor valor con 6,25 unidades de pH. El resto de puntos de muestreo se encuentran dentro del rango establecido en el ECA agua. (ver Figura 10-1).

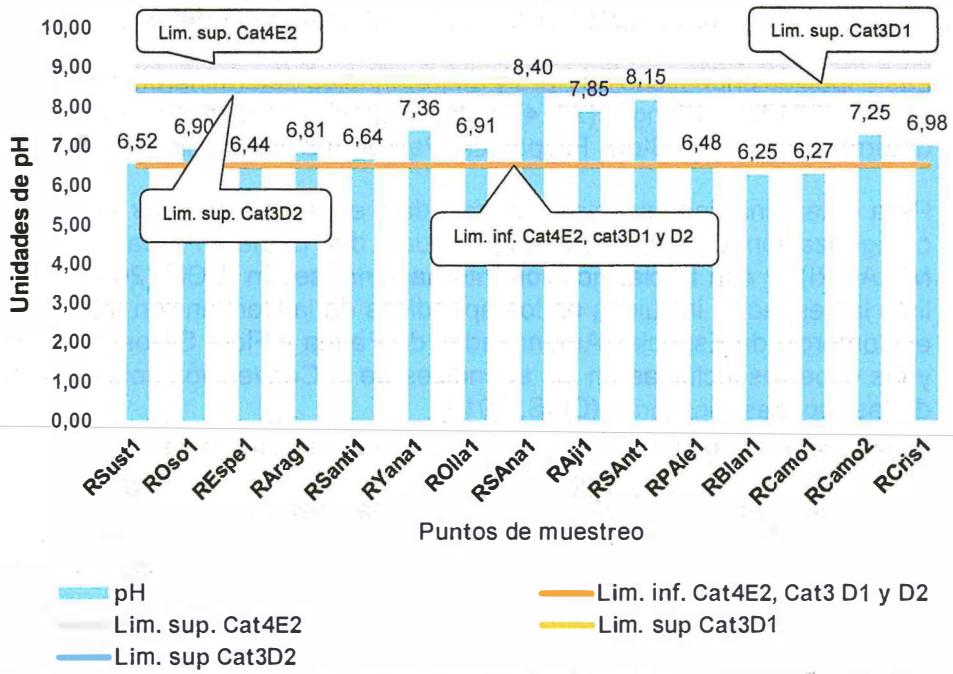


Figura 10-1. Valores de pH en los afluentes del río Chontayacu

299. En tanto, en los puntos de muestreo RChon11, RChon12, RChon14 y RChon15 del río Chontayacu, los valores de pH fueron inferiores al rango establecido en el ECA para agua Cat4E2 y Cat3D1 y Cat3D2, registrándose valores entre 6,06 y 6,29; observándose que en el punto RChon12 se registró el menor valor (ver Figura 10-2).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

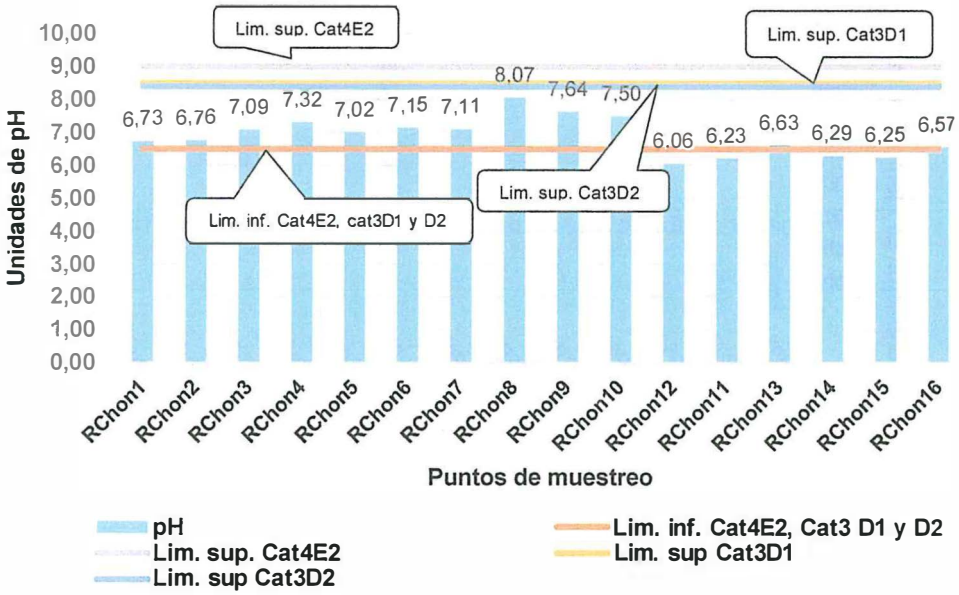


Figura 10-2. Valores de pH en el río Chontayacu

10.1.2. Metal pesado

300. Respecto a la concentración de plomo, en los puntos de muestreo RCamo2 y RCris1 ubicados en los afluentes del río Chontayacu, las concentraciones de este metal fueron 0,003 mg/L y 0,005 mg/L respectivamente; encontrándose por encima de lo indicado en el ECA agua Cat4E2 (ver Figura 10-3).

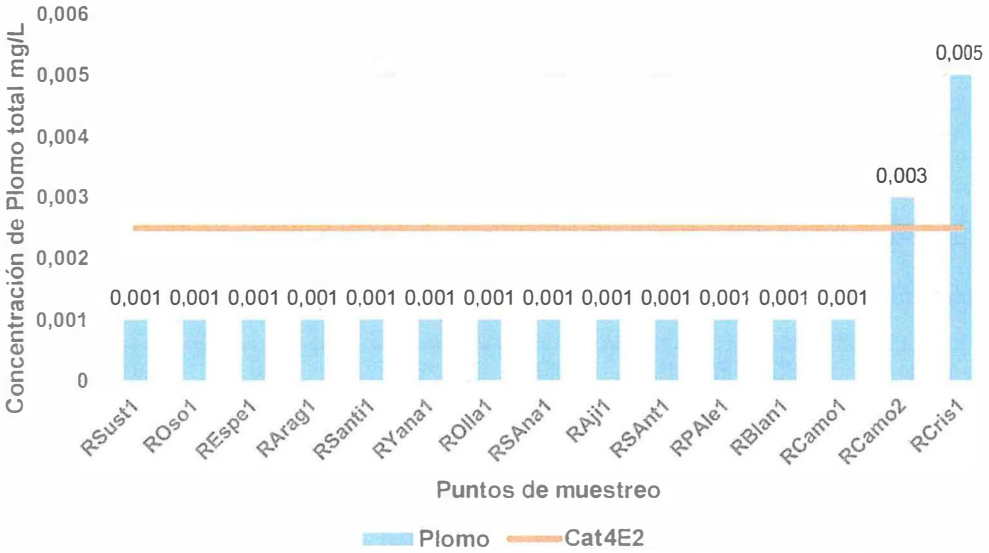


Figura 10-3. Concentraciones de plomo en los afluentes del río Chontayacu

301. En la Figura 10-4, los puntos de muestreo RChon8, RChon9 y RChon15 correspondientes al río Chontayacu, registraron concentraciones de plomo que excedieron el valor establecido en el ECA agua Cat4E2.

MONITOREO Y VIGILANCIA
VºBº
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

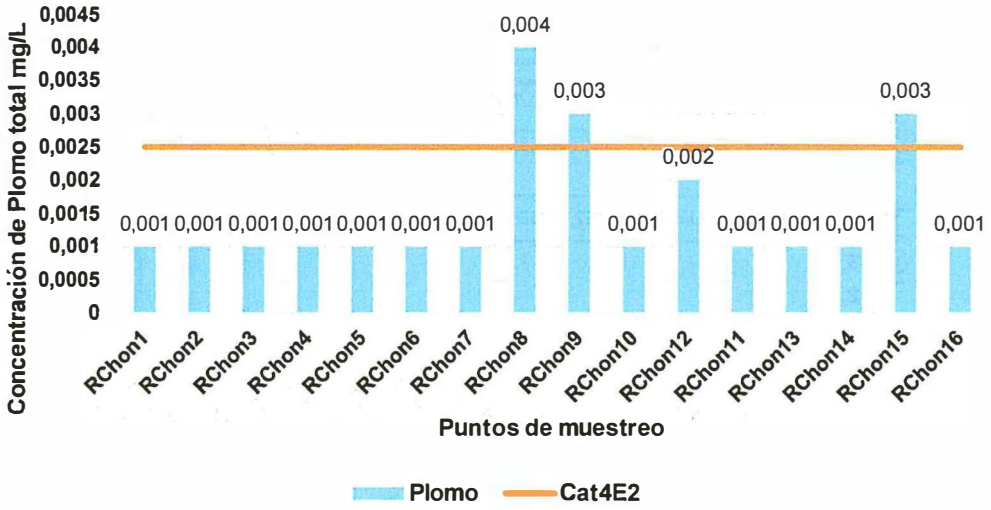


Figura 10-4. Concentraciones de plomo en el río principal Chontayacu

10.2. Calidad de sedimento

302. En esta sección se presentan los resultados y análisis más relevantes del componente sedimento en los cuerpos de agua presentes en la zona de evaluación. Cabe resaltar que los resultados de laboratorio se presentan en el Anexo C4. Cadenas de custodia, sistematización e informes de ensayo.

10.2.1. Clase textural del sedimento

a) Afluentes o tributarios

303. Los sedimentos de los puntos de muestreo de los afluentes del río Chontayacu están compuestos en un porcentaje del 75 a 95 % de arena (partículas de 2 mm a 0,05 mm de diámetro), de 5 a 20 % de limo (partículas de 0,05 mm a 0,002 mm de diámetro) y de 0 a 5 % de arcilla (<0,002 mm de diámetro, como se observa en la Tabla 10-1.

Tabla 10-1. Clase textural del sedimento de los ríos, afluentes del río Chontayacu

Afluentes (ríos)	Puntos de muestreo	Arcilla	Arena	Limo	Clase textural	Textura en general (USDA)
Río Susto	SED - RSust1	0,0	95,0	5,0	Arenosa	Arenoso de textura gruesa
Río Aragan	SED - RArag1	5,0	90,0	5,0	Arenosa	
Río Santillán	SED - RSanti1	5,0	85,0	10,0	Areno franca	
Río Yanajanca	SED - RYana1	0,0	90,0	10,0	Arenosa	
Río Olla	SED - ROlla1	5,0	80,0	15,0	Areno franca	
Río Santa Ana	SED - RSAna1	0,0	90,0	10,0	Arenosa	
Río Puerto Alegre	SED - RPAle1	5,0	75,0	20,0	Franco arenosa	
Río Camote	SED - RCamo1	5,0	75,0	20,0	Franco arenosa	
Río Camote	SED - RCamo2	5,0	80,0	15,0	Areno franca	

Basado en la clasificación del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) de las partículas según su tamaño

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

304. El río Susto presentó el mayor porcentaje de arena con 95 % pero con 5 % de limo. En general, la textura de todos los afluentes del río Chontayacu es arenosa de textura gruesa.

b) Río Chontayacu

305. En los puntos de muestreo del río Chontayacu, la composición consistió en un porcentaje de 45 % a 90 % de arena (partículas de 2 mm a 0,05 mm de diámetro), 5 % a 45 % de limo (partículas de 0,05 mm a 0,002 mm de diámetro) y 0 % a 10 % de arcilla (<0,002 mm de diámetro). Estos resultados son mostrados en la Tabla 10-2.

Tabla 10-2. Clase textural del sedimento del río Chontayacu

Río principal	Puntos de muestreo	Arcilla	Arena	Limo	Clase textural	Textura en general (USDA)
Chontayacu	SED - RChon1	5,0	90,0	5,0	Arenosa	Arenoso de textura gruesa
	SED - RChon2	0,0	90,0	10,0	Arenosa	
	SED - RChon3	5,0	70,0	25,0	Franco arenosa	
	SED - RChon4	10,0	50,0	40,0	Franca	
	SED - RChon5	5,0	90,0	5,0	Arenosa	
	SED - RChon6	5,0	80,0	15,0	Areno franca	
	SED - RChon7	5,0	70,0	25,0	Franco arenosa	
	SED - RChon9	5,0	85,0	10,0	Areno franca	
	SED - RChon10	5,0	70,0	25,0	Franco arenosa	
	SED - RChon12	10,0	45,0	45,0	Franca	
	SED - RChon13	5,0	70,0	25,0	Franco arenosa	
	SED - RChon14	5,0	85,0	10,0	Areno franca	
	SED - RChon15	5,0	85,0	10,0	Areno franca	
	SED - RChon16	5,0	65,0	30,0	Franco arenosa	

Basado en la clasificación del USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) de las partículas según su tamaño.

306. La gran parte de la composición del sedimento del río Chontayacu se compone de arena seguida de un buen porcentaje de limo, por ende la textura general se encuentra clasificada como arenoso de textura gruesa.

10.2.2. Metales pesados

a) Concentración de arsénico total

307. En la Figura 10-5, se presentan las concentraciones de arsénico total registradas en los puntos de muestreo de los afluentes del río Chontayacu. En el punto SED-RYana1 se presentó el mayor valor (25,0 mg/kg PS), seguido del punto SED-RSust1; sin embargo, se registraron los menores valores en los puntos SED-RArag1 y SED-Santi1 con 0,4 mg/kg PS.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

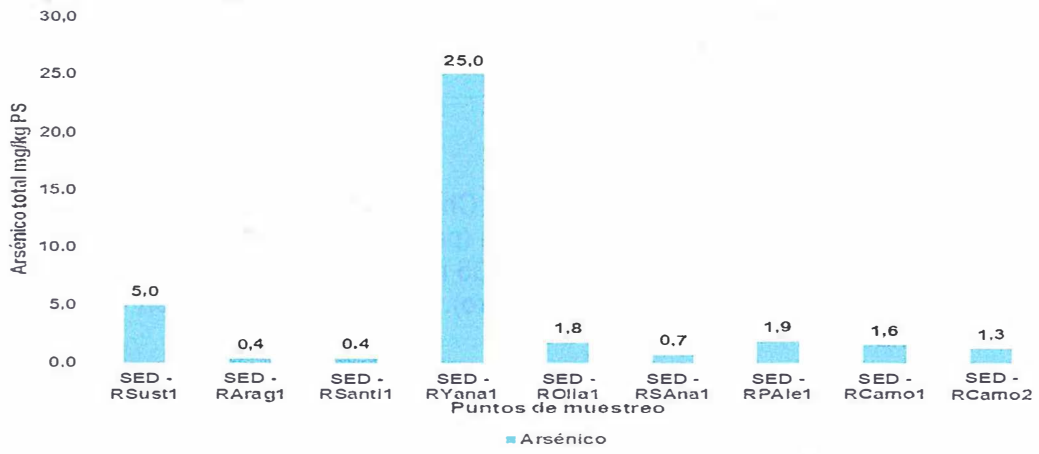


Figura 10-5. Concentraciones de arsénico en sedimento en los afluentes del río Chontayacu

308. En cambio, en los puntos de muestreo del río Chontayacu, los valores de concentración de arsénico se encontraron entre 30 mg/kg PS y 17 mg/kg PS, correspondiente a SED-RChon1, ubicado en la parte alta, y SED-RChon15 ubicado en la parte baja del río Chontayacu, respectivamente (ver Figura 10-6).

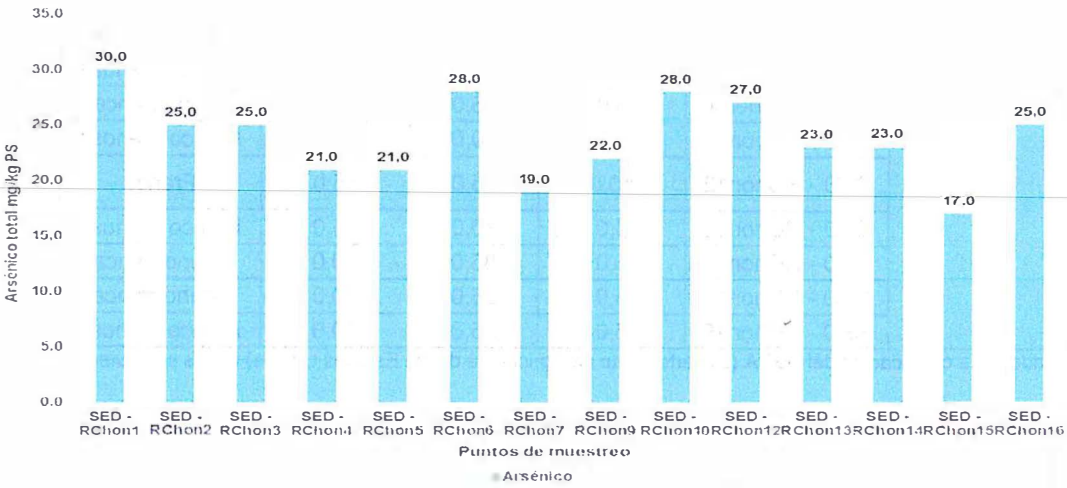


Figura 10-6. Concentraciones de arsénico en sedimento en el río Chontayacu

b) Concentración de cadmio total

309. Con respecto a las concentraciones de cadmio, en los nueve puntos de muestreo de los afluentes del río Chontayacu, los mayores valores registrados se dieron en los puntos SED-RArag1 (5,0140 mg/kg PS), seguido de SED-RSust1 (3,6690 mg/kg PS) y un tercer no menos importante en SED-RSanti1 (2,3640 mg/kg PS), lo cual se muestra en la Figura 10-7. Estos puntos mencionados se encuentran en la parte alta de la intercuenca del río Chontayacu.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

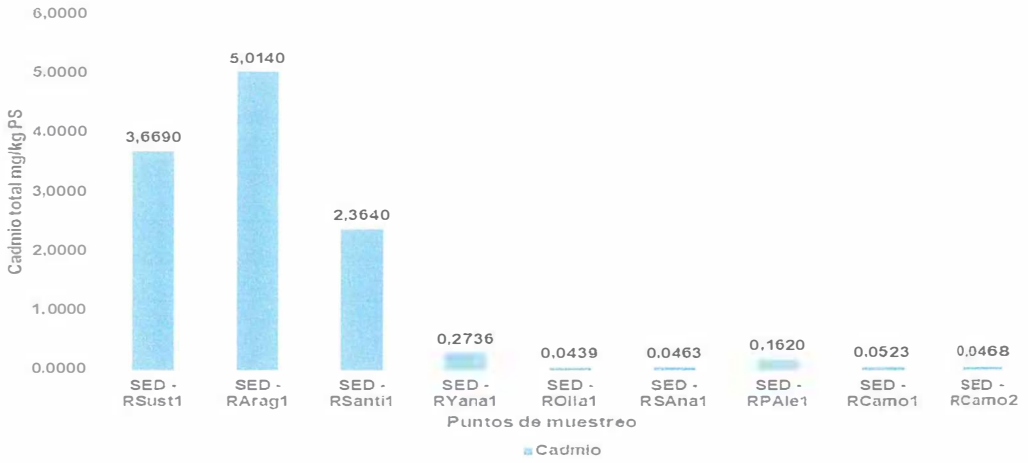


Figura 10-7. Concentraciones de cadmio en sedimento en los afluentes del río Chontayacu

310. Asimismo, en los puntos ubicados en la parte alta del río Chontayacu en relación a la zona de evaluación, se han registrado los mayores valores de concentración de cadmio, siendo el mayor valor de 6,3060 mg/kg PS correspondiente al punto SED-RChon2, seguido de 5,8800 mg/kg PS correspondiente al punto SED-RChon3. Y en los siguientes puntos SED-RChon1, SED-RChon4 y SED-RChon5 también registraron valores por encima de 5000 mg/kg PS. Los nueve puntos de muestreo restantes registraron valores menores a 0,2931 mg/kg PS (Figura 10-8).

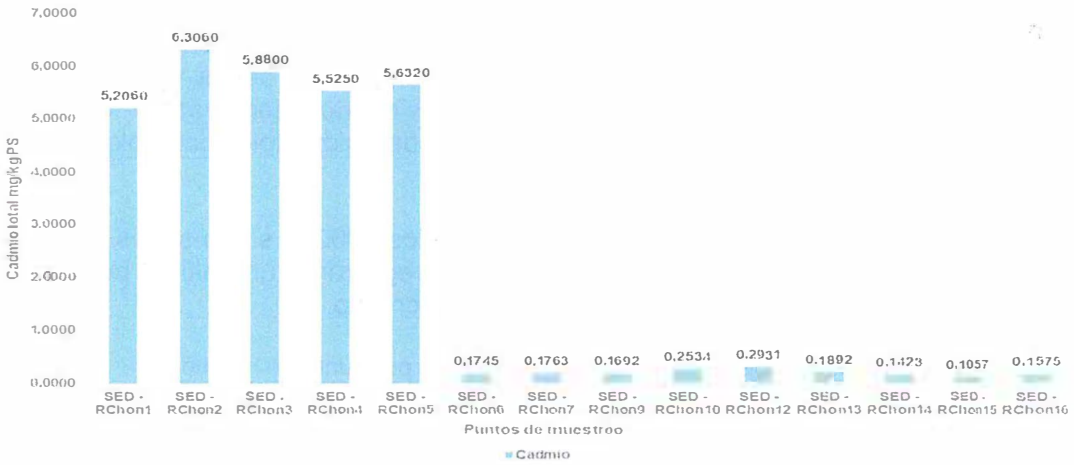


Figura 10-8. Concentraciones de cadmio en sedimento en el río Chontayacu

c) Concentración de cobre total

311. En la Figura 10-9 se ha considerado sólo los valores de concentraciones de cobre en los puntos de muestreo del río Chontayacu por ser los valores más altos, siendo 49 mg/kg PS en el punto SED-RChon3, seguido de SED-RChon5 con 48,60 mg/kg PS. Entre los 14 puntos monitoreados, SED-RChon15 registró el menor valor (29,60 mg/kg PS).

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



Figura 10-9. Concentraciones de cobre en sedimento en el río Chontayacu

10.3. Comunidades hidrobiológicas

312. En esta sección se presentan y analizan los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología descrita anteriormente, con el propósito de alcanzar los objetivos planteados en lo que respecta a las comunidades hidrobiológicas.

313. Se realizó la evaluación de las comunidades hidrobiológicas en el río Chontayacu y quebradas afluentes, se tomaron muestras de perifiton (microalgas y microorganismos), macroinvertebrados bentónicos, peces y tejido muscular de peces en las especies más representativas del río Chontayacu. A continuación, en la Tabla 10-3 se presentan las comunidades hidrobiológicas colectadas en cada punto de muestreo.

314. A los puntos encontrados por encima de los 1000 m.s.n.m se les consideró como sector alto; mientras que los puntos que registraron una altitud por debajo de los 1000 m.s.n.m. se les consideró como sector bajo.

Tabla 10-3. Comunidades hidrobiológicas evaluadas por punto de monitoreo

N°	Sector	Código de punto de muestreo	Lugar de colecta	Muestreo de comunidades hidrobiológicas			
				Perifiton	MIB	Peces	Metales en tejido muscular de peces
1	Alto	HID-RChon1	Río Chontayacu	X	X	--	--
2		HID-RSust1	Río Susto	X	X	--	--
3		HID-RChon2	Río Chontayacu	X	X	X	--
4		HID-ROso1	Río Oso	X	X	X	--
5		HID-REspe1	Río Esperanza	X	X	--	--
6		HID-RChon4	Río Chontayacu	X	X	X	--
7		HID-RArag1	Río Aragán	X	X	X	--
8		HID-RSanti1	Río Santillán	X	X	X	--
9		HID-RYana1	Río Yanajanca	X	X	X	--
10		HID-RChon6	Río Chontayacu	X	X	X	--

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

N°	Sector	Código de punto de muestreo	Lugar de colecta	Muestreo de comunidades hidrobiológicas			
				Perifiton	MIB	Peces	Metales en tejido muscular de peces
11		HID-RChon7	Río Chontayacu	X	X	X	X
12		HID-ROlla1	Río Ollas	X	X	X	--
13		HID-RSAna1	Río Santa Ana	X	X	X	--
14	Bajo	HID-RAji1	Río Ají	X	X	X	--
15		HID-RSAnt1	Río San Antonio	X	X	X	--
16		HID-RChon10	Río Chontayacu	X	X	X	--
17		HID-RPAle1	Río Puerto Alegre	X	X	X	--
18		HID-RChon13	Río Chontayacu	X	X	X	X
19		HID-RBlan1	Río Blanco	X	X	X	--
20		HID-RChon15	Río Chontayacu	X	X	--	--
21		HID-RCamo1	Río Camote	X	X	X	--
22		HID-RCamo2	Río Camote	X	X	X	--
23		HID-RCris1	Río Crisnejas	X	X	X	--
24		HID-RChon16	Río Chontayacu	X	X	X	--

(--): No evaluado, MIB: Macroinvertebrados bentónicos

315. De acuerdo con la Tabla 10-3, se tomó un total de 24 muestras de perifiton, 24 muestras de macroinvertebrados bentónicos, 20 muestras de peces y 2 muestras de metales en tejido muscular de peces. Cabe resaltar que en cada punto de muestreo donde se realizó la pesca de peces para el análisis del tejido muscular de peces, fue por triplicado.

316. A continuación, se presentan los resultados de las comunidades hidrobiológicas evaluadas: perifiton (microalgas y microorganismos), macroinvertebrados bentónicos y peces. Asimismo, se presentan estudios especializados como índices de referencia para la calidad de ambientes acuáticos y metales en tejido muscular de peces.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

10.3.1. Perifiton

317. El perifiton, comunidad compuesta por microalgas y microorganismos, fue evaluado en los puntos del río Chontayacu y sus tributarios. En el siguiente apartado se detallan los resultados encontrados para cada grupo.

10.3.1.1. Microalgas

- *Composición, riqueza y abundancia de especies*

318. La composición y riqueza de microalgas se detalla en Figura 10-10. Se identificaron un total de 108 taxa distribuidas en cinco phyla: Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Charophyta y Rodophyta. El registro completo se detalla en el Anexo D5.

319. El phylum Bacillariophyta fue el más diverso con 69 taxa, seguido del phylum Cyanobacteria con 25 taxa; mientras que, el phylum Rodophyta solo registró un sólo taxa "*Audouinella* sp." encontrándose en un solo punto de muestreo HID-RSAnt1.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

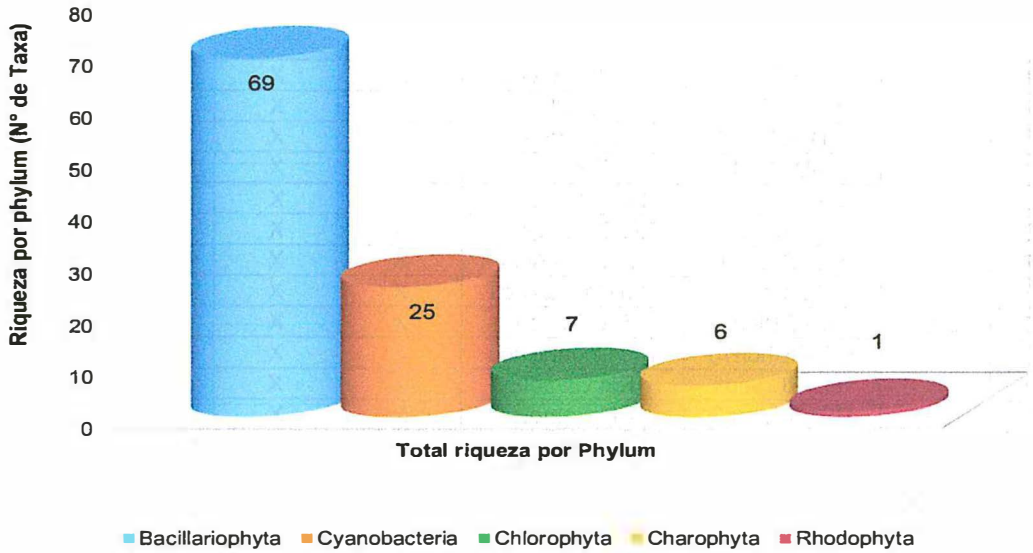


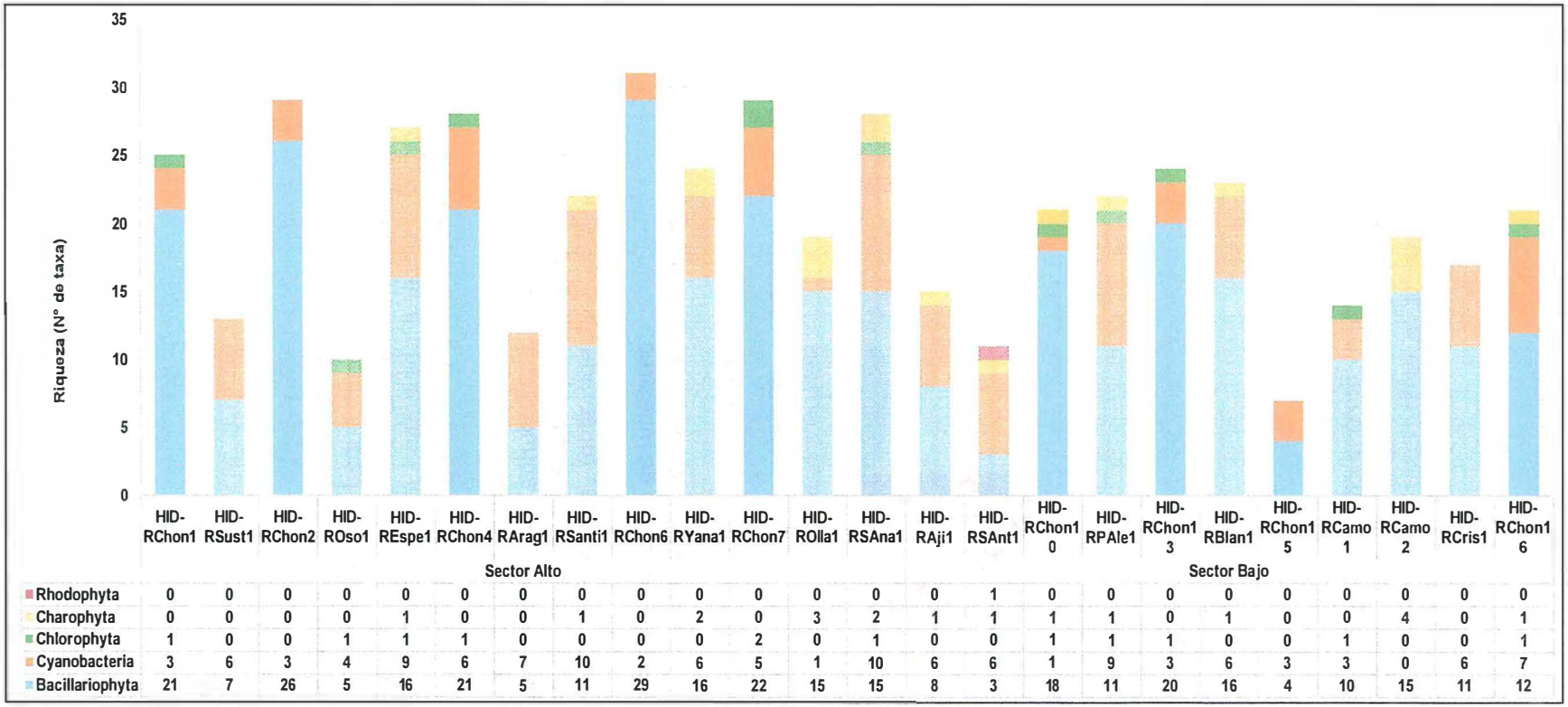
Figura 10-10. Composición y riqueza de microalgas en los puntos de muestreo

320. En la Figura 10-11, se presentan los valores de riqueza por punto de muestreo donde se realizó una separación del sector alto y bajo para el río Chontayacu. En el sector alto, se observó una mayor riqueza en el punto HID-RChon6 con 31 taxa, seguido de los puntos HID-Chon7 y HID-Chon2 con 29 taxa cada uno. En el sector bajo, se registró la menor riqueza en el punto HID-RChon15 con siete taxa. Es preciso indicar que la colecta de muestras de las comunidades hidrobiológicas en este punto de muestreo fue delicado porque encontramos un área pequeña de colecta y la corriente de agua estuvo demasiado fuerte.

321. Es notable que la riqueza en las quebradas afluentes al río Chontayacu, presentaron menor riqueza; sin embargo, en el sector alto se observa que contribuyen al incremento de la riqueza de especies. Por otro lado, esto no se observa en el sector bajo, lo que podría estar influenciado por los centros poblados más cercanos al río.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	HID-RChon1	HID-RSust1	HID-RChon2	HID-ROso1	HID-REspe1	HID-RChon4	HID-RArag1	HID-RSanti1	HID-RChon6	HID-RYana1	HID-RChon7	HID-ROlla1	HID-RSAna1	HID-RAji1	HID-RSAnt1	HID-RChon10	HID-RPAle1	HID-RChon13	HID-RBlan1	HID-RChon15	HID-RCamo1	HID-RCamo2	HID-RCris1	HID-RChon16
Rhodophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Charophyta	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	3	2	1	1	1	1	0	1	0	0	4	0	1
Chlorophyta	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
Cyanobacteria	3	6	3	4	9	6	7	10	2	6	5	1	10	6	6	1	9	3	6	3	3	0	6	7
Bacillariophyta	21	7	26	5	16	21	5	11	29	16	22	15	15	8	3	18	11	20	16	4	10	15	11	12

Figura 10-11. Composición y riqueza de microalgas por sector y por punto de muestreo

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603,607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

322. La abundancia total de las microalgas fue de 1 473 680 org, tal cual se puede observar en el Anexo D5. Asimismo, en la Figura 10-12 se observa la abundancia por phylum, encontrándose que los phyla más abundantes fueron Bacillariophyta y Cyanobacteria con 1 0330 400 y 422 400 org, respectivamente.

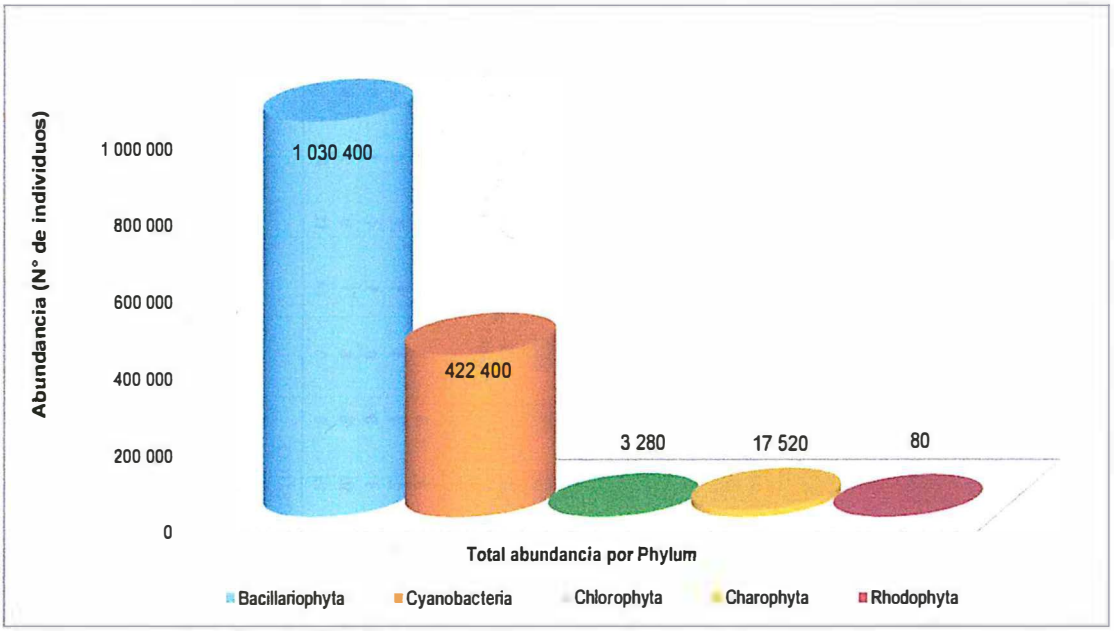


Figura 10-12. Abundancia de microalgas en los puntos de muestreo

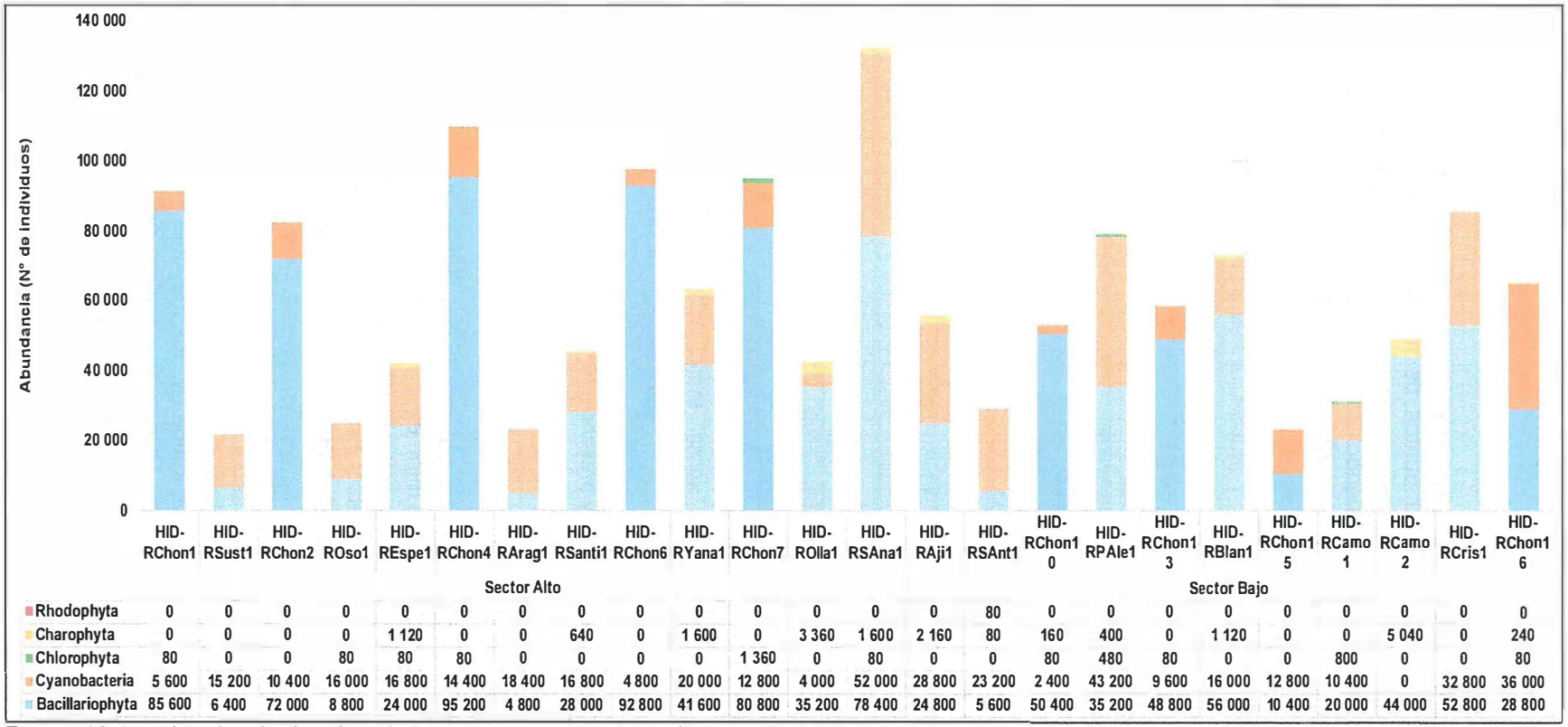
323. En la Figura 10-13 se muestran los valores de abundancia o número de organismos de microalgas por punto de muestreo.

324. Se observó que el punto HID-RSAna1 (quebrada afluente al río Chontayacu en el sector alto) registró la mayor abundancia con 132 080 org. encontrándose al phylum Bacillariophyta como el más abundante. La menor abundancia se registró en el punto HID-Sust1 con 21 600 org.

325. Se observa que en las quebradas afluentes al río Chontayacu evaluadas en el sector alto, la abundancia es menor comparada a las del río Chontayacu; sin embargo, en las quebradas afluentes al río Chontayacu del sector bajo se observó un aumento de la abundancia, esto podría estar asociado a un mayor aporte de nutrientes en dichas quebradas que favorecen la proliferación de las especies de microalgas.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	HID-RChon1	HID-RSust1	HID-RChon2	HID-ROso1	HID-REspe1	HID-RChon4	HID-RArag1	HID-RSanti1	HID-RChon6	HID-RYana1	HID-RChon7	HID-ROlla1	HID-RSAna1	HID-RAji1	HID-RSAnt1	HID-RChon10	HID-RPAle1	HID-RChon13	HID-RBlan1	HID-RChon15	HID-RCamo1	HID-RCamo2	HID-RCris1	HID-RChon16
Rhodophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0
Charophyta	0	0	0	0	1 120	0	0	640	0	1 600	0	3 360	1 600	2 160	80	160	400	0	1 120	0	0	5 040	0	240
Chlorophyta	80	0	0	80	80	80	0	0	0	0	1 360	0	80	0	0	80	480	80	0	0	800	0	0	80
Cyanobacteria	5 600	15 200	10 400	16 000	16 800	14 400	18 400	16 800	4 800	20 000	12 800	4 000	52 000	28 800	23 200	2 400	43 200	9 600	16 000	12 800	10 400	0	32 800	36 000
Bacillariophyta	85 600	6 400	72 000	8 800	24 000	95 200	4 800	28 000	92 800	41 600	80 800	35 200	78 400	24 800	5 600	50 400	35 200	48 800	56 000	10 400	20 000	44 000	52 800	28 800

Figura 10-13. Abundancia de microalgas por sector y por punto de muestreo

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

326. De acuerdo con la Figura 10-14 se puede observar 14 especies de microalgas que están presentes en más de 10 puntos de muestreo. De estas especies, 10 corresponden al phylum Bacillariophyta, 3 corresponden a Cyanobacteria y solo 1 corresponde a Charophyta, siendo la más abundante *Ulnaria ulna* con 118 400 org y que está presente en 22 puntos de muestreo de los 24 evaluados.

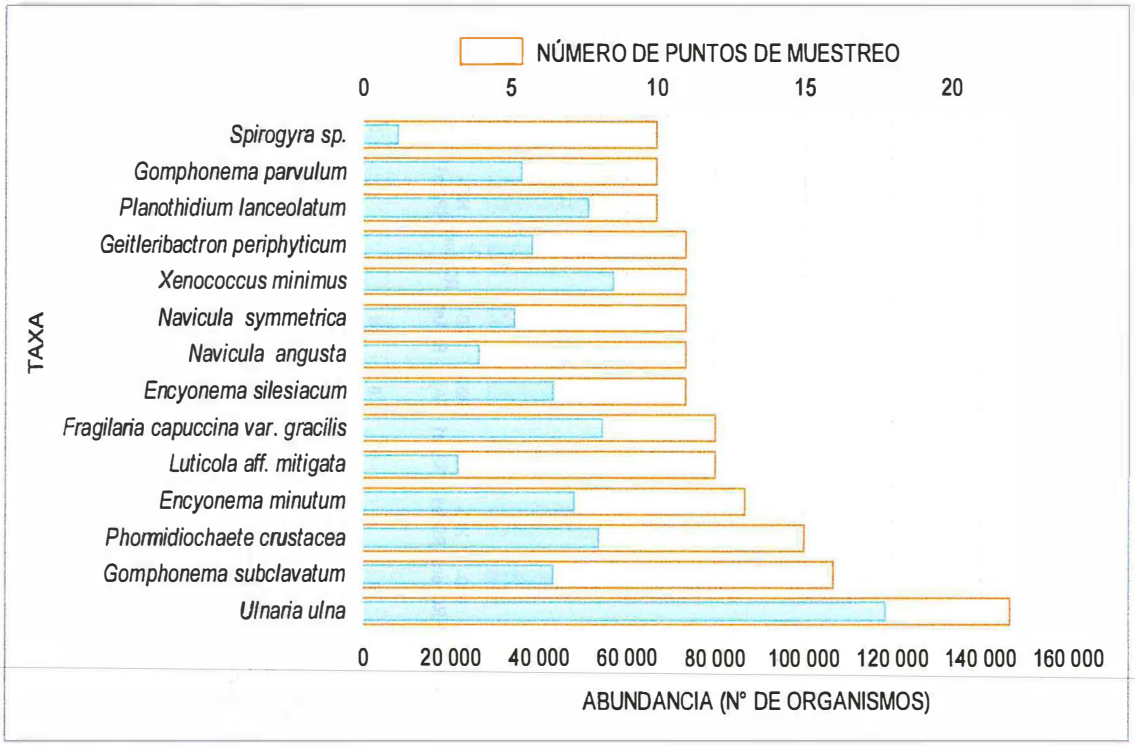


Figura 10-14. Relación de la abundancia y presencia de especies de microalgas en los puntos de muestreo

- *Diversidad alfa*

327. En la Tabla 10-4 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. El índice J' registró los valores más altos en los puntos HID-RSanti1 y HID-RCamo2 para los sectores alto y bajo, respectivamente; mientras que, los menores valores fueron registrados en los puntos HID-RSusti1, HID-ROso1, HID-RChon4 y HID-RArag1 en el sector alto y en el punto HID-RSAnt1 en el sector bajo.

328. Con respecto al índice N1, los mayores valores se presentaron en los puntos HID-Rchon6 y HID-RBlan1 en el sector alto y bajo, respectivamente; por otro lado, los menores valores correspondieron a los puntos HID-ROso1 y HID-RChon15, respectivamente. Con respecto al índice N2, los mayores valores se presentaron en los puntos HID-RChon6 y HID-RChon10; mientras que los menores valores fueron registrados en los puntos HID-ROso1 y HIDRSAnt1.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-4. Diversidad alfa de microalgas encontrados por sector y punto de muestreo

Sector	Punto de muestreo	J'	N1	N2
Alto	HID-RChon1	0,92	19,01	15,95
	HID-RSust1	0,89	9,88	7,67
	HID-RChon2	0,93	22,57	18,58
	HID-ROso1	0,89	7,80	6,96
	HID-REspe1	0,94	22,38	19,28
	HID-RChon4	0,89	19,17	15,37
	HID-RArag1	0,89	9,06	7,19
	HID-RSanti1	0,95	18,78	16,24
	HID-RChon6	0,94	25,35	21,70
	HID-RYana1	0,91	18,22	14,68
	HID-RChon7	0,94	23,40	20,06
	HID-ROlla1	0,94	15,97	14,19
	HID-RSAna1	0,92	21,40	18,09
Bajo	HID-RAji1	0,90	11,34	8,34
	HID-RSAnt1	0,76	6,14	4,46
	HID-RChon10	0,92	16,56	14,46
	HID-RPAle1	0,89	15,70	12,95
	HID-RChon13	0,90	17,28	13,74
	HID-RBlan1	0,92	18,12	14,45
	HID-RChon15	0,92	6,01	5,43
	HID-RCamo1	0,91	11,18	9,45
	HID-RCamo2	0,93	15,47	12,97
	HID-RCris1	0,90	12,73	10,34
	HID-RChon16	0,92	16,40	14,19

: Valores máximos de índices de diversidad alfa
: Valores mínimos de índices de diversidad alfa

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- *Diversidad beta*

329. Para analizar la diversidad beta, se utilizará el análisis de similitud, el cual se muestra en la Figura 10-15.

330. El aspecto más notable es la formación de dos grupos, los cuales presentan un porcentaje de similitud de 22 %. El primer grupo (A) está conformado por todos los puntos evaluados en el río Chontayacu y algunas quebradas afluentes a dicho río, observándose que la mayor similitud se encontró entre los puntos HID-RChon4, HID-RChon1 y HID-RChon2 con 58 %. Por otro lado, en el segundo grupo (B) está conformado por los puntos HID-RCamo1, HID-RSAnt1, HID-ROso1, HID-RSusti1 y HID-RArag1, encontrándose que los puntos HID-RSusti1 y HID-RArag1 presentan un 48 % de similitud.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

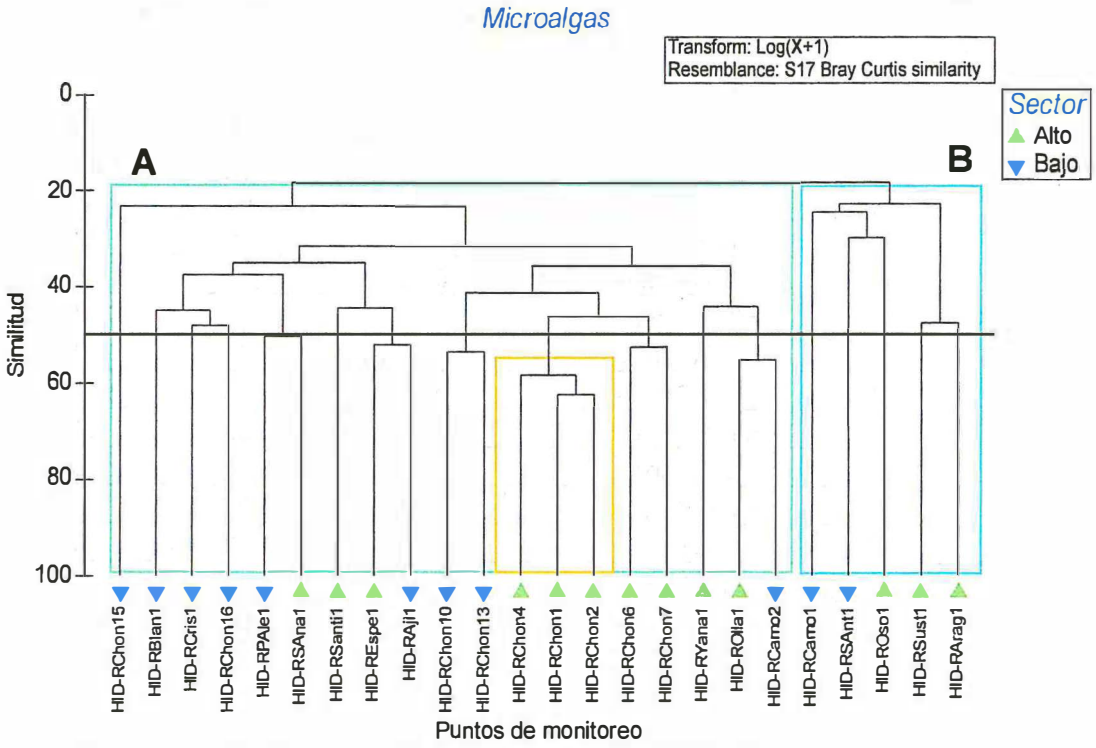


Figura 10-15. Similitud de Bray Curtis de microalgas por sector y puntos de muestreo, (A) grupo A, (B) grupo B.

10.3.2.1. Microorganismos

331. Se encontraron cinco especies distribuidas en cuatro phyla: Cercozoa (*Trinema enchelys*), Rotifera (*Colurella adriática* y *Sinantherina* sp.), Ciliophora (*Nassula* sp.) y Nemata ("nematodo").

10.3.2. Macroinvertebrados bentónicos

- *Composición, riqueza y abundancia de especies*

332. La composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos se detallan en la Figura 10-16. Se identificaron un total de 65 especies distribuidos en ocho órdenes: Ephemeroptera, Coleoptera, Trichoptera, Plecoptera, Diptera, Megaloptera, Odonata y Hemiptera y tres phyla: Arthropoda, Annelida y Nematomorpha. Además, se agrupa un conjunto de "otros" que contiene a los individuos no identificados hasta el nivel de especie. El registro completo se detalla en el Anexo D6.

333. El orden Trichoptera fue el más diverso con 16 especies, seguido de los órdenes Ephemeroptera y Diptera con 13 especies cada uno; mientras que, el orden Plecoptera solo registró una sola especie, *Anacroneuria* sp., encontrándose en los 24 puntos de muestreo evaluados. Es preciso indicar que los órdenes Ephemeroptera y Trichoptera están principalmente representados por especies indicadoras de aguas limpias.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

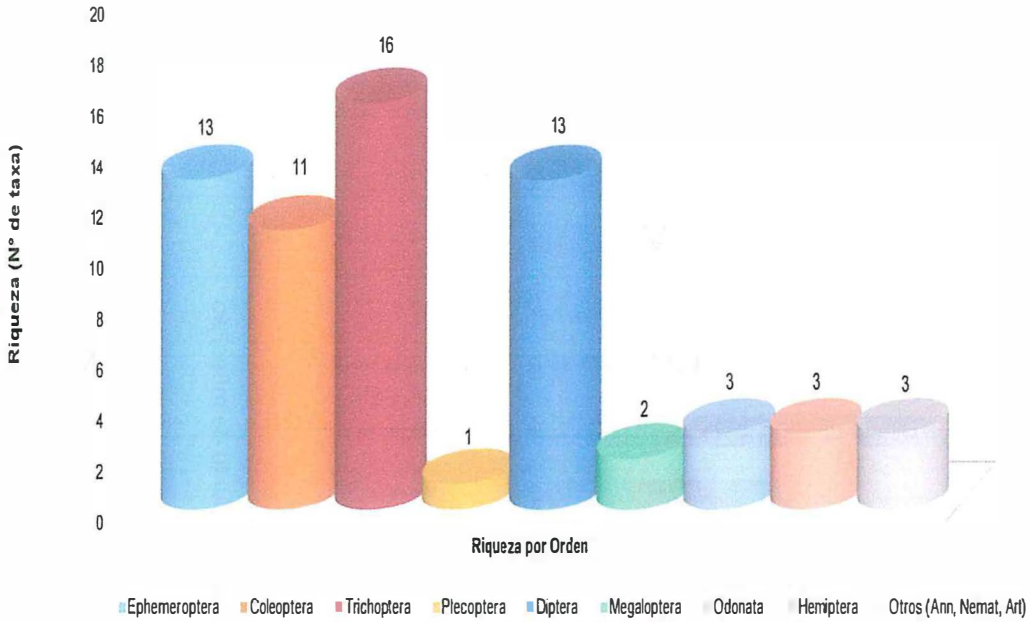


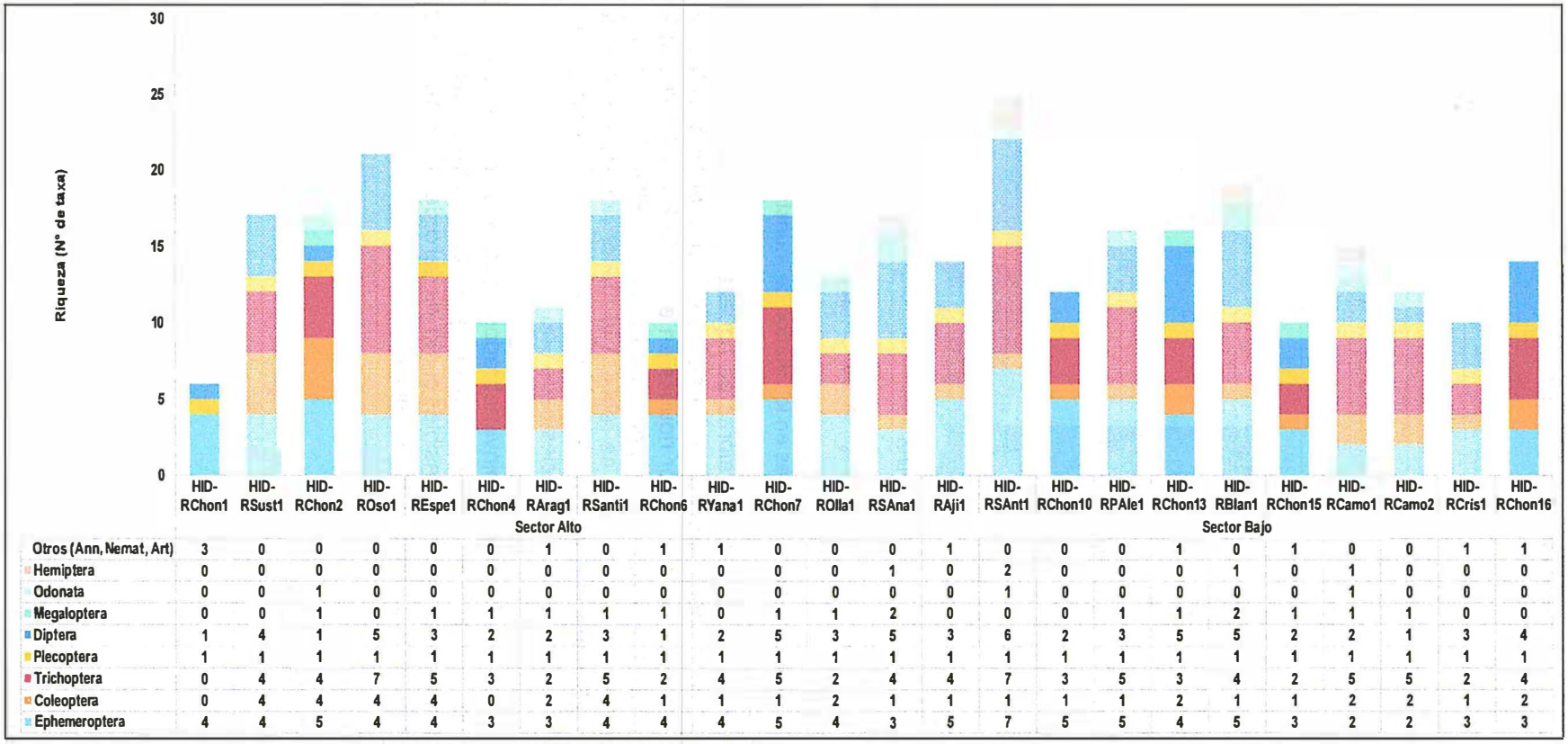
Figura 10-16. Composición y riqueza de microalgas en los puntos de muestreo

334. En la Figura 10-17, se presentan los valores de riqueza por punto de muestreo evaluado; se realizó una separación del sector alto y bajo para el río Chontayacu. En el sector alto, se observó una mayor riqueza en el punto HID-ROso1 con 21 especies, seguido de los puntos HID-Espe1, HID-Santi1 y HID-Chon7 con 18 especies cada uno. En el sector bajo, se registró la mayor riqueza en el punto HID-RSAnt1 con 25 especies. y la menor riqueza se registró en los puntos HID-RChon15 y HID-Cris1 con 11 especies cada uno.

335. Con respecto a la riqueza de los macroinvertebrados bentónicos se observa que es bastante homogénea tanto en el río Chontayacu y en las quebradas afluentes a este río, encontrándose a especies sensibles como los del orden Ephemeroptera y a especies tolerantes de la familia Chironomidae.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	RChon1	RSust1	RChon2	ROso1	REspe1	RChon4	RArag1	RSanti1	RChon6	RYana1	RChon7	ROlla1	RSAna1	RAji1	RSAnt1	RChon10	RPAle1	RChon13	RBlan1	RChon15	RCamo1	RCamo2	RCris1	RChon16
Otros (Ann, Nemat, Art)	3	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Odonata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Megaloptera	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	0	1	1	2	1	1	1	0	0
Diptera	1	4	1	5	3	2	2	3	1	2	5	3	5	3	6	2	3	5	5	2	2	1	3	4
Plecoptera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Trichoptera	0	4	4	7	5	3	2	5	2	4	5	2	4	4	7	3	5	3	4	2	5	5	2	4
Coleoptera	0	4	4	4	4	0	2	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
Ephemeroptera	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	5	4	3	5	7	5	5	4	5	3	2	2	3	3

Figura 10-17. Composición y riqueza de macroinvertebrados bentónicos por sector y por punto de muestreo

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

336. La abundancia total de organismos de los macroinvertebrados bentónicos fue de 2332 org, como se detalla en el Anexo D6. Asimismo, en la Figura 10-18 se observa la abundancia por órdenes, encontrándose que el orden más abundante fue Ephemeroptera con 819 org, seguido de Diptera con 572 org.

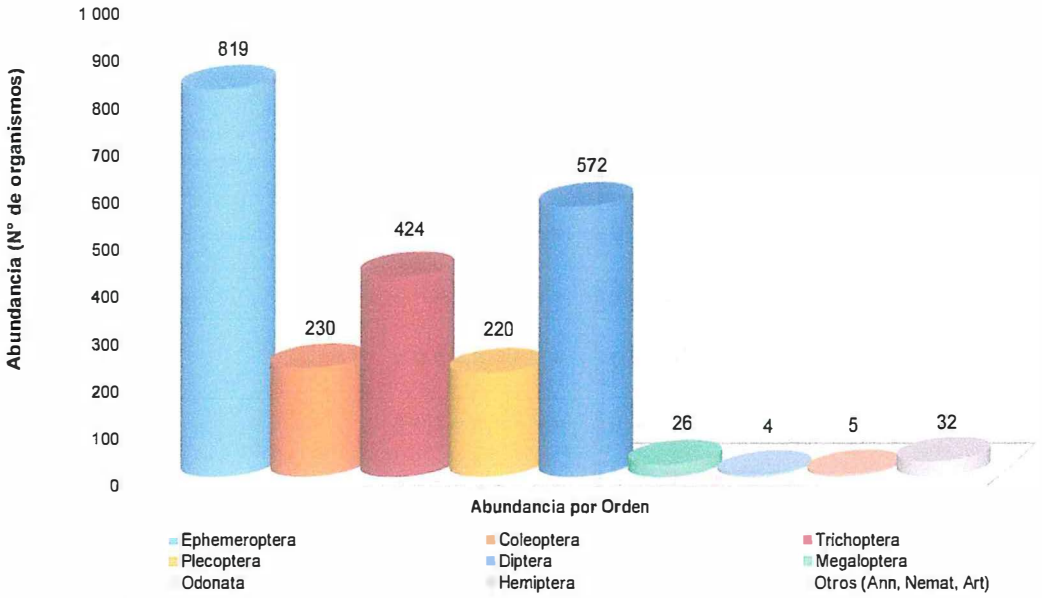


Figura 10-18. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo

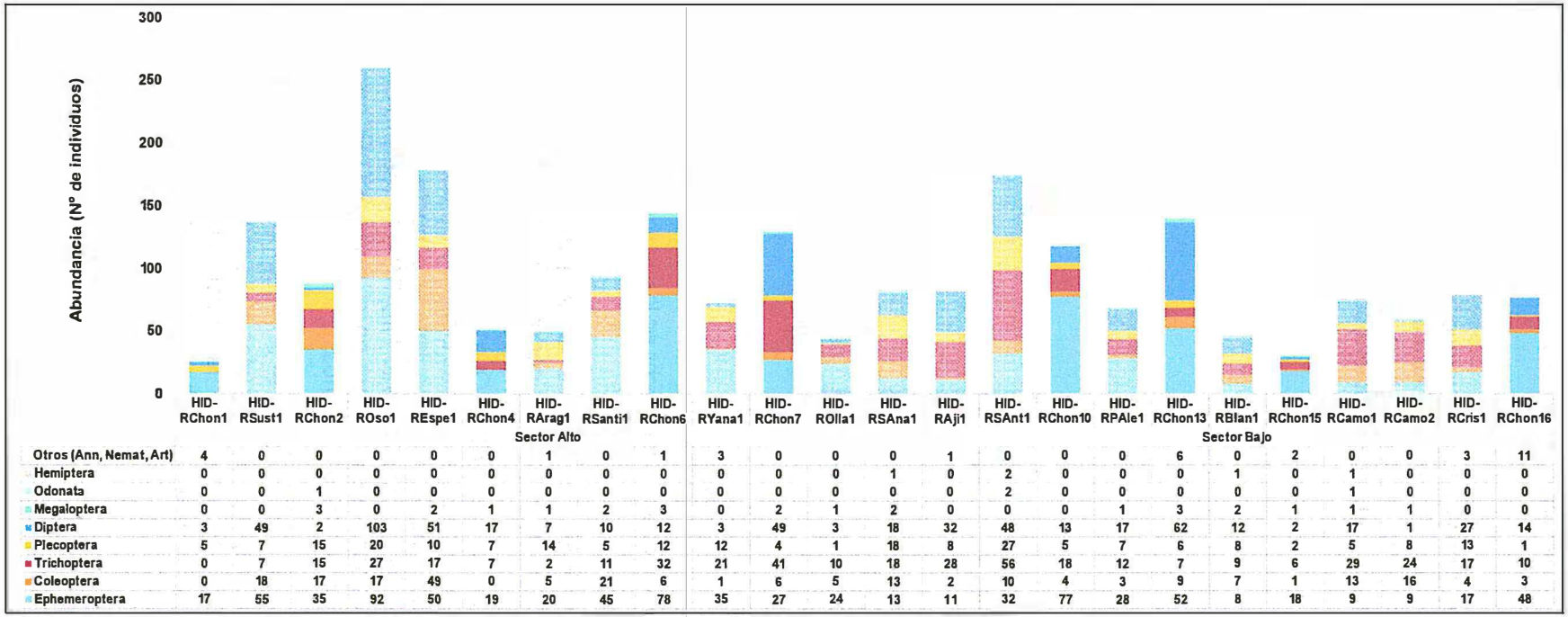
337. En la Figura 10-19 se muestran los valores de abundancia o número de organismos de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo.

338. En el sector alto se observó que el punto HID-ROso1 registró la mayor abundancia con 259 organismos encontrándose a los órdenes Diptera y Ephemeroptera como los más abundantes. La menor abundancia se registró en el punto HID-Chon1 con 29 org. Por otro lado, en el sector bajo el punto HID-RSAnt1 registró la mayor abundancia con 177 organismos; mientras que en el punto HID-RChon-15 se encontró la menor abundancia con 32 organismos.

339. Se observa que en el sector alto los macroinvertebrados bentónicos registraron una mayor abundancia, con respecto a los puntos del sector bajo, esto podría estar asociado al aporte de nutrientes de las quebradas afluentes al río Chontayacu reflejado en el incremento de la abundancia de especies luego de la confluencia de las quebradas con el río Chontayacu.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	HID-RChon1	HID-RSust1	HID-RChon2	HID-ROso1	HID-REspe1	HID-RChon4	HID-RArag1	HID-RSanti1	HID-RChon6	HID-RYana1	HID-RChon7	HID-ROlla1	HID-RSAna1	HID-RAji1	HID-RSAnt1	HID-RChon10	HID-RPAle1	HID-RChon13	HID-RBlan1	HID-RChon15	HID-RCamo1	HID-RCamo2	HID-RCris1	HID-RChon16
Otros (Ann, Nemat, Art)	4	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	0	0	1	0	0	0	6	0	2	0	0	3	11
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Odonata	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Megaloptera	0	0	3	0	2	1	1	2	3	0	2	1	2	0	0	0	1	3	2	1	1	1	0	0
Diptera	3	49	2	103	51	17	7	10	12	3	49	3	18	32	48	13	17	62	12	2	17	1	27	14
Plecoptera	5	7	15	20	10	7	14	5	12	12	4	1	18	8	27	5	7	6	8	2	5	8	13	1
Trichoptera	0	7	15	27	17	7	2	11	32	21	41	10	18	28	56	18	12	7	9	6	29	24	17	10
Coleoptera	0	18	17	17	49	0	5	21	6	1	6	5	13	2	10	4	3	9	7	1	13	16	4	3
Ephemeroptera	17	55	35	92	50	19	20	45	78	35	27	24	13	11	32	77	28	52	8	18	9	9	17	48

Figura 10-19. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo y phylum

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- *Diversidad alfa*

340. En la Tabla 10-5 se presentan los valores de los índices de diversidad alfa. En el sector alto, el índice J' registró el valor más alto en los puntos HID-Chon1 y HID-Chon4 con 0,89; mientras que, el valor más bajo se encontró en el punto HID-ROso1 con 0,74. Por otro lado, en el sector bajo, el valor más alto se registró en el punto HID-RPAle1 y el más bajo en HID-RChon16 con valores de 0,92 y 0,68; respectivamente.

341. Con respecto al índice N1, los mayores valores se presentaron en los puntos HID-REspe1 y HID-RBlan1 en el sector alto y bajo, respectivamente; por otro lado, los menores valores correspondieron a los puntos HID-RChon1 y HID-RChon16, respectivamente con valores de 7,13 y 6,38 respectivamente. En el índice N2, se encontraron los mayores valores en los puntos HID-REspe1 y HID-RPAle1, respectivamente; mientras que los menores valores fueron registrados en los puntos HID-RArag1 y HID-RChon16 con valores de 5,21 y 3,60 respectivamente.

Tabla 10-5. Índices de diversidad alfa encontrados en los puntos de muestreo

Sector	Punto de muestreo	J'	N1	N2
Alto	HID-RChon 1	0,89	7,13	6,05
	HID-RSust1	0,78	9,00	6,09
	HID-RChon 2	0,86	11,27	9,09
	HID-ROso 1	0,74	9,54	6,51
	HID-REspe1	0,86	12,04	9,42
	HID-RChon 4	0,89	7,72	6,72
	HID-RArag 1	0,80	7,24	5,21
	HID-RSanti 1	0,84	11,23	8,34
	HID-RChon 6	0,84	7,43	6,04
	HID-R Yana 1	0,86	9,10	7,41
	HID-RChon 7	0,75	8,61	5,47
	HID-ROlla1	0,86	9,03	7,33
	HID-RSAna 1	0,84	10,69	8,19
Bajo	HID-RAjí 1	0,78	8,20	5,64
	HID-RSAnt 1	0,78	12,20	8,25
	HID-RChon 10	0,80	7,38	4,48
	HID-RPAle 1	0,92	12,90	11,01
	HID-RChon 13	0,81	9,89	7,23
	HID-RBlan 1	0,89	13,56	10,47
	HID-RChon 15	0,81	6,99	4,92
	HID-RCamo 1	0,87	10,51	8,78
	HID-RCamo 2	0,85	8,28	6,76
	HID-RCris 1	0,86	7,80	6,10
	HID-RChon 16	0,68	6,38	3,60

: Valores máximos de índices de diversidad alfa
: Valores mínimos de índices de diversidad alfa

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- *Diversidad beta*

389. Para analizar la diversidad beta, se utilizará el análisis de similitud, el cual se muestra en la Figura 10-20.

390. El aspecto más notable es la formación de dos grupos (A y B), los cuales presentan una similitud de 38 %. El primer grupo (A) está conformado por 15 puntos evaluados en el río Chontayacu y algunas quebradas afluentes a dicho río con una similitud del 42 %, observándose que la mayor similitud de especies se encontró entre los puntos HID-RChon6 y HID-RChon13 con 72 %. Por otro lado, el segundo grupo (B) con una similitud del 42 % está conformado por siete puntos, de los cuales HID-RBlan1 y HID-RSAna1 registraron una similitud de 64 % entre las especies de macroinvertebrados bentónicos registradas.

391. Además, los puntos HID-RChon1 y HID-RChon15 registraron una similitud de 28 % con el resto de los puntos de muestreo.

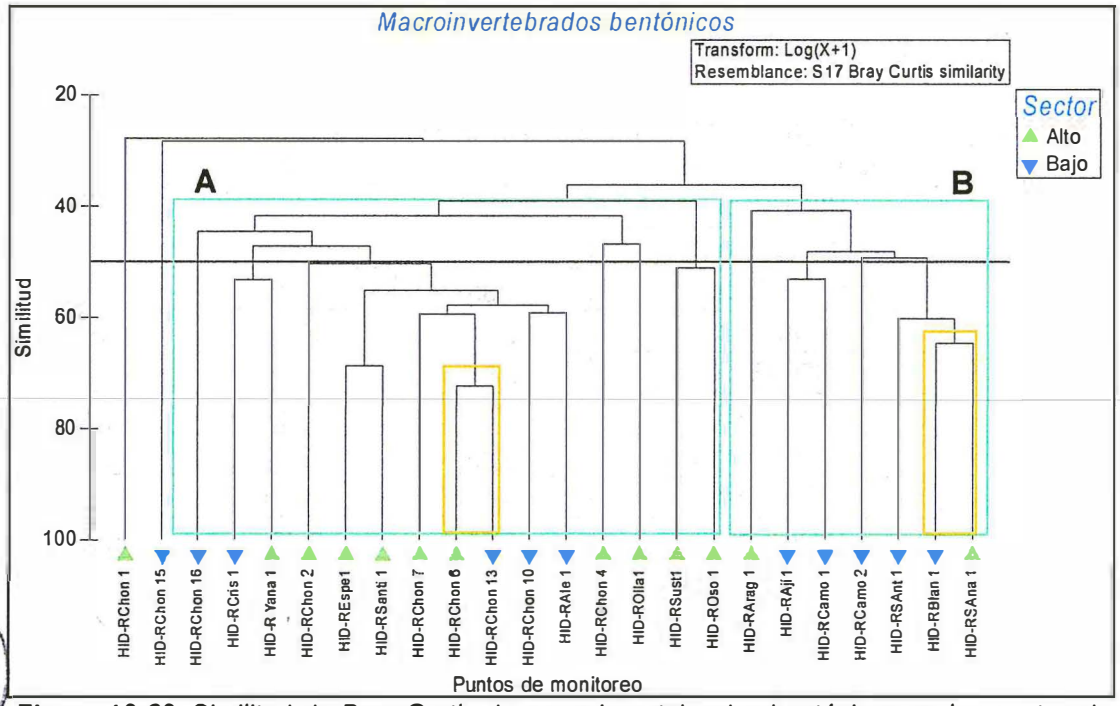


Figura 10-20. Similitud de Bray Curtis de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo. (A) grupo A y (B) grupo B.

10.3.3. Necton: Peces

- *Composición, riqueza y abundancia de especies*

392. Se identificaron un total de 12 especies distribuidos en dos órdenes (Characiformes y Siluriformes) y seis familias (Characidae, Crenuchidae, Parodontidae, Prochilodontidae, Astroblepidae y Loricariidae). El registro completo de especies y abundancia se detalla en el Anexo D7. Es preciso indicar que en este mismo anexo se muestra la constancia de depósito de todas las muestras que fueron ingresadas a la colección de peces del Museo de Historia Natural del Perú.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

393. En general, se observa que la riqueza de especies es baja; sin embargo, se observa la presencia de especies de los órdenes Characiformes y Siluriformes que son bastante diversos en la región Neotropical (Reis *et al.*, 2003).

394. En la Figura 10-21 se observa que a medida que disminuye la altitud, la riqueza de especies aumenta. Así tenemos que en el sector alto (sobre los 1000 m.s.n.m) la mayor riqueza registrada fue de cuatro especies en el punto HID-CHon7. Por otro lado, en el punto HID-RAjí1 fue de cinco especies, encontrándose este punto en el sector bajo donde la altitud es menor a los 1000 m.s.n.m.

395. También, se observa que el aporte de las quebradas es bastante beneficioso en cuanto a la riqueza de especies para el río Chontayacu, ya que aguas abajo de la intersección de las quebradas, la riqueza de especies en la mayoría de los casos aumenta. En el sector bajo, se observa que las quebradas tienen una mayor riqueza de especies de peces, evidenciándose nutrientes que benefician al crecimiento de las especies favorecidas por la altitud como se indica en Ortega *et al.*, 1992.

396. Las especies encontradas son bastante consumidas por la población debido a su gran tamaño y abundante tejido muscular, dentro de las cuales tenemos principalmente a *Prochilodus nigricans*, conocida como boquichico, *Astroblepus* sp. "bagre" y a *Chaestostoma* sp. "carachama". Otras especies de menor tamaño, pero que también son consumidas por la población son *Apareidon* sp. "julilla", *Astyanax abramis* "Mojarra".

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

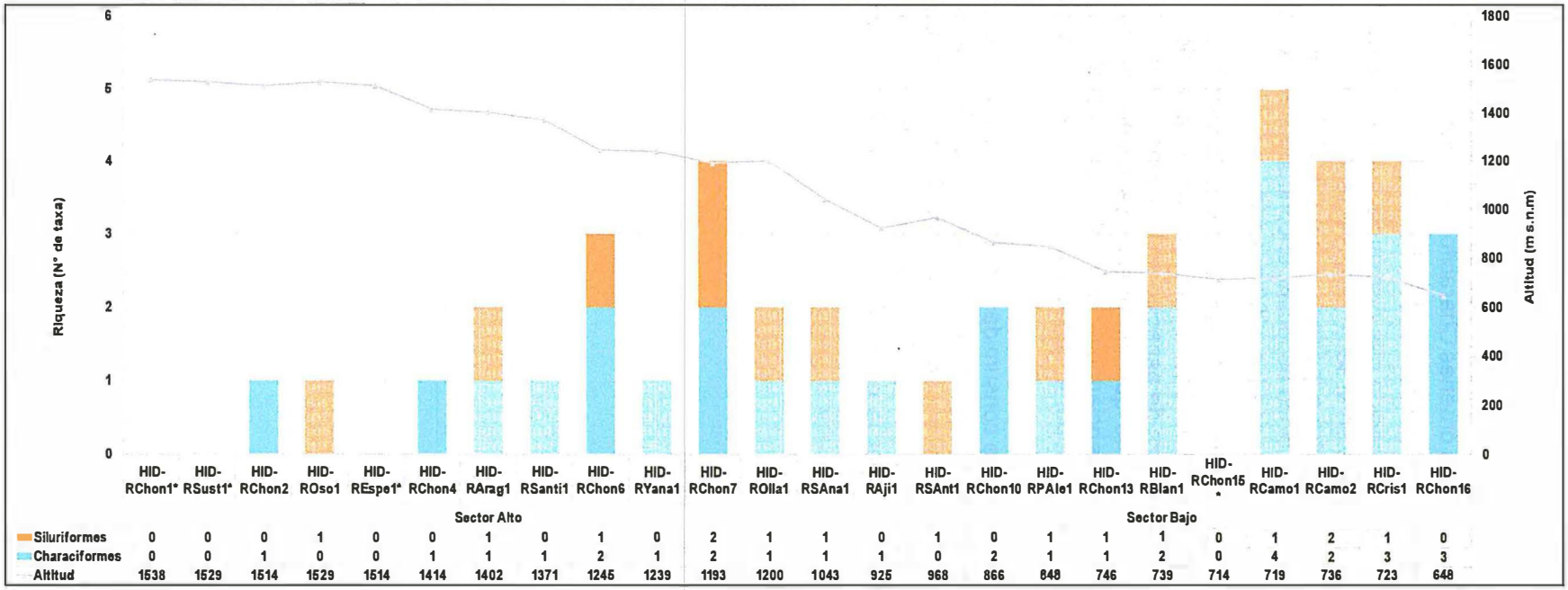
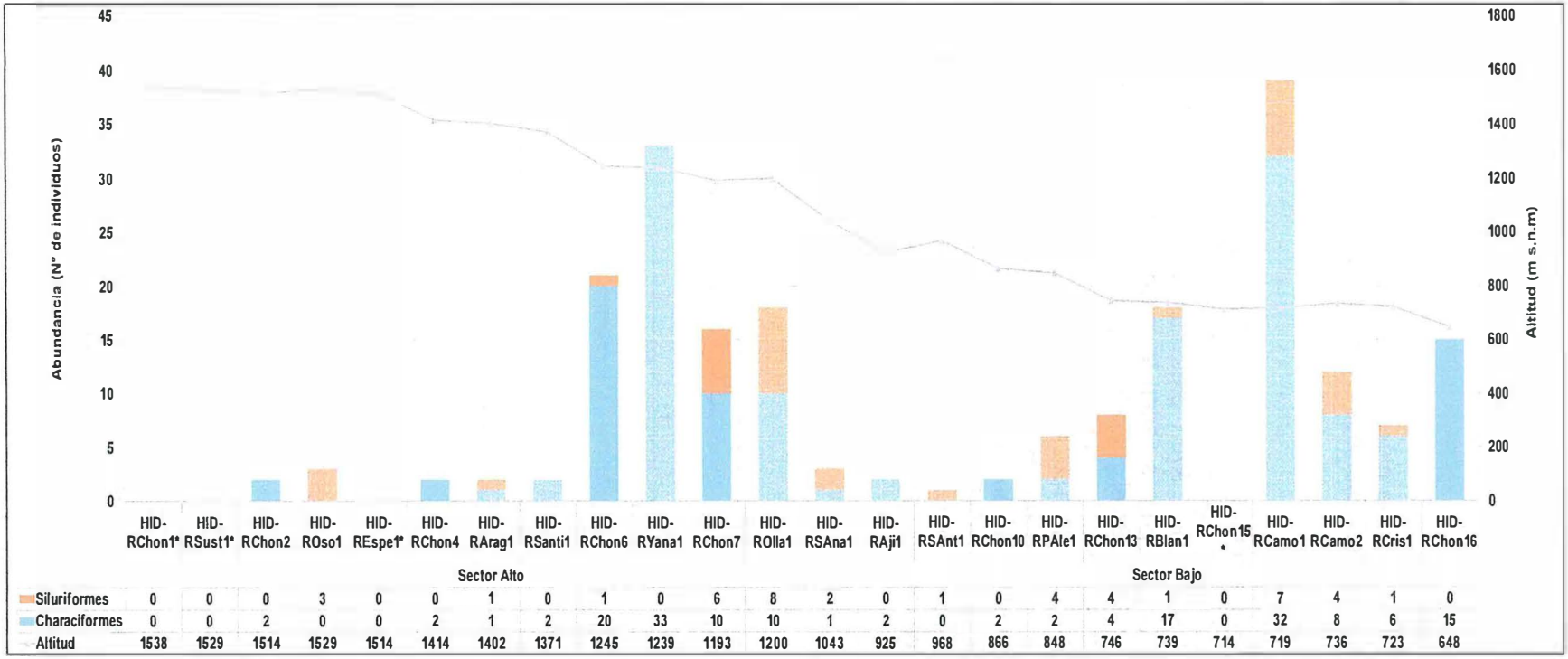


Figura 10-21. Composición y riqueza de peces en cada punto de muestreo
(*) No se realizó la colecta de peces debido a la fuerte corriente que se registró en el punto de muestreo.

397. La abundancia de peces por orden y punto de muestreo son presentados en la Figura 10-22. Se observó que el mayor número de individuos correspondió al punto HID-RCamo1, punto que corresponde al sector bajo, con 39 individuos. Por otro lado, los puntos HID-RChon2, HID-ROso1, HID-RChon4, HID-RArag-1, HID-RSanti1, HID-RSAna1, HID-RAjí1, HID-RChon10, HID-PAle1, HID-RChon13, HID-RCris1 fueron los que presentaron menores valores de abundancia, no sobrepasando en ningún caso los 10 individuos. También, se destaca la importancia de los órdenes Characiformes y Siluriformes

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	HID-RChon1*	HID-RSust1*	HID-RChon2	HID-ROso1	HID-REspe1*	HID-RChon4	HID-RArag1	HID-RSanti1	HID-RChon6	HID-RYana1	HID-RChon7	HID-ROlla1	HID-RSAna1	HID-RAji1	HID-RSAnt1	HID-RChon10	HID-RPAle1	HID-RChon13	HID-RBlan1	HID-RChon15*	HID-RCamo1	HID-RCamo2	HID-RCris1	HID-RChon16
Siluriformes	0	0	0	3	0	0	1	0	1	0	6	8	2	0	1	0	4	4	1	0	7	4	1	0
Characiformes	0	0	2	0	0	2	1	2	20	33	10	10	1	2	0	2	2	4	17	0	32	8	6	15
Altitud	1538	1529	1514	1529	1514	1414	1402	1371	1245	1239	1193	1200	1043	925	968	866	848	746	739	714	719	736	723	648

Figura 10-22. Abundancia de peces por punto de muestreo y orden

MONITOREO Y VIGILANCIA
VoBo
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- *Diversidad alfa*

398. Se registró que en los puntos de muestreo, la riqueza encontrada fue de una especie, siendo que los valores obtenidos fueron nulos.

- *Diversidad beta*

399. En la Figura 10-23 se muestran cuatro grupos. En el grupo A, la composición de especies de peces encontrada en los puntos HID-RArag1, HID-RChon2, HID-RChon4, HID-RSanti1 y HID-RAjí1 presentan una similitud del 50 %, sin embargo, los cuatro últimos puntos tienen la mayor similitud en cuanto a las especies registradas (100 %). En el grupo B, los puntos que guardan una similitud del 38 % son HID-RChon7, HID-RCamo1, HID-RChon6, HID-RYana1, HID-RBlan1, HID-ROlla1 y HID-RCamo2. Por otro lado, los puntos que corresponden al grupo C son HID-RChon13, HID-RPAle1, HID-RSAnt1, HID-ROso1 y HID-RSAna1 y tienen una similitud del 42 %. El último grupo, grupo D, corresponden a los puntos HID-RCris1 y HID-RChon16 con una similitud del 48 %. Es preciso indicar que el punto HID-RChon10 tiene una similitud del 2 % en cuanto a la riqueza con respecto a todos los demás puntos de muestreo.

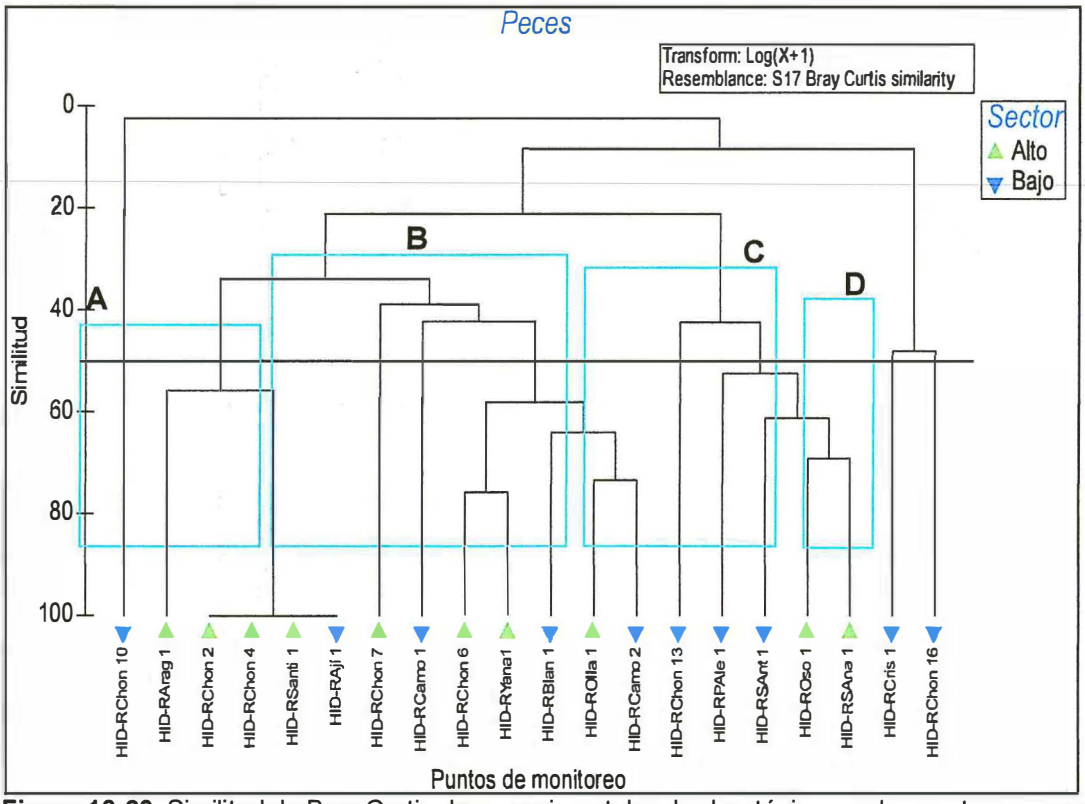


Figura 10-23. Similitud de Bray Curtis de macroinvertebrados bentónicos en los puntos de muestreo del río Chontayacu y sus tributarios. (A) grupo A, (B) grupo B, (C) grupo C y (D) grupo D.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

- *Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas registradas en el área de estudio.*

400. Dentro de la categoría de la UICN del total de especies registradas, dos especies se encuentran incluidas en dicha lista. Es así que, se registró a la especie *Ceratobranchia delatoenia* en la categoría de Preocupación menor (LC), y a la especie *Hemibrycon divisorensis* en la categoría Datos Insuficientes (DD).

10.3.4. Metales en tejido muscular

401. El registro completo de los resultados del análisis de los metales pesados totales en tejido muscular de pescado se detalla en el Anexo D4.

402. A continuación en la Tabla 10-6 se muestran los resultados de algunos metales en tejido muscular, en la cual se detallan los valores de cinco especies representativas, debido a su abundancia en las colectas y su consumo por parte de la población. Las especies estudiadas fueron: *Astroblepus sp.*, *Chaetostoma* sp., *Astyanax* sp. *Prochilodus nigricans* y *Apareiodon* sp., las muestras de tejido muscular fueron analizadas por el laboratorio AGQ Perú SAC.

403. Los valores de los metales antimonio total, arsénico total, cadmio total y estaño total fueron menores al límite de cuantificación en todas las especies analizadas, ver Anexo D4. El mercurio total registró valores de 0,023 mg/kg en el punto HID-RChon7-1 que corresponde al tejido *Astroblepus* sp. hasta un valor de 0,146 mg/Kg que corresponde al tejido *Astyanax* sp en el punto HID-RChon7-3. El valor más bajo de plomo fue de <0,05 en el tejido de *Astyanax* sp. y *Apareiodon* sp. en los puntos HID-RChon7-3 y HID-RChon13-3, respectivamente; y el mayor valor se registró en el punto HID-RChon7-1 con 0,11 en la especie *Astroblepus* sp.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 10-6. Resultados de los análisis de metales en tejido muscular de peces en el río Chontayacu

Parámetro		Especie analizada (nombre científico)	Especie analizada (nombre común)	Arsénico total	Cadmio total	Mercurio total	Plomo total
Unidades				mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
Rango	(mg/Kg)			0,005 - 100	0,01 - 100	0,005 - 100	0,05 - 100
Río Chontayacu	HID-RChon 7 -1	*Astroblepus* sp.	*Bagre*	<0,005	<0,01	0,023	0,11
	HID-RChon 7 -2	*Chaetostoma* sp.	*Carachama*	<0,005	<0,01	0,053	0,08
	HID-RChon 7 -3	*Astyanax* sp.	*Mojarra*	<0,005	<0,01	0,146	<0,05
	HID-RChon 13 -1	*Prochilodus nigricans*	*Boquichico*	<0,005	<0,01	0,038	0,07
	HID-RChon 13 -2	*Chaetostoma* sp.	*Carachama*	<0,005	<0,01	0,026	0,1
	HID-RChon 13 -3	*Apareiodon* sp.	*Julilla*	<0,005	<0,01	0,036	<0,05

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.3.5. Indicadores biológicos de referencia para la calidad de los ambientes acuáticos

404. Utilizamos el índice de referencia para la calidad de los ambientes acuáticos en relación a los macroinvertebrados bentónicos, ver Anexo D6. A continuación se detallan los casos estudiados.

Biological Monitoring Working Party, adaptado para Colombia (BMWP/Col)

405. En la Figura 10-24 se presentan los resultados del índice Biological Monitoring Working Party, adaptado para Colombia, en adelante BMWP/Col. Los resultados de este análisis son tomados de forma referencial, puesto que el método original exige un muestreo multihábitat de naturaleza cualitativa, lo cual no se realizó por razones logísticas; sin embargo, dada la homogeneidad de hábitats de los ambientes acuáticos evaluados y la intensidad del muestreo, estos resultados pueden constituir una fuente de información para la evaluación de la calidad de los ambientes acuáticos.

406. En general en la cuenca del río Chontayacu, se observa una calidad aceptable, que está asociada a la presencia de organismos indicadores de aguas limpias, como suelen ser las familias Perlidae, Leptophlebiidae y Blephariceridae principalmente.

407. En el sector alto, los puntos HID-RSanti1 y HID-RChon7 presentaron una calidad buena con valores de 102 y 103; respectivamente; también, encontramos que los puntos HID-RSust1, HID-RChon2, HID-ROso1, HID-REspe1, HID-RChon6, HID-RYana1, HID-ROlla1 y HID-RSAna1 mostraron una calidad aceptable, siendo el valor más bajo 62 en el punto HID-RChon-6 y el valor máximo de 100 en el punto HID-RSusti1. En los puntos HID-RChon4 y HID-RArag1 se evidenció una calidad dudosa con valores de 60 y 57, respectivamente. Asimismo, en el punto HID-RChon1 se registró un valor de 28, evidenciándose una calidad crítica.

408. En el sector bajo, el punto HID-RSAnt1 registró una calidad buena con un valor de 119, los puntos HID-RAjí1, HID-RChon10, HID-RPAle1, HID-RChon13, HID-RBlan1, HID-RCamo1, HID-RCamo2, HID-RCris1 y HID-RChon16 registraron una calidad aceptable y por último el punto HID-RChon-15 evidenció una calidad dudosa.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

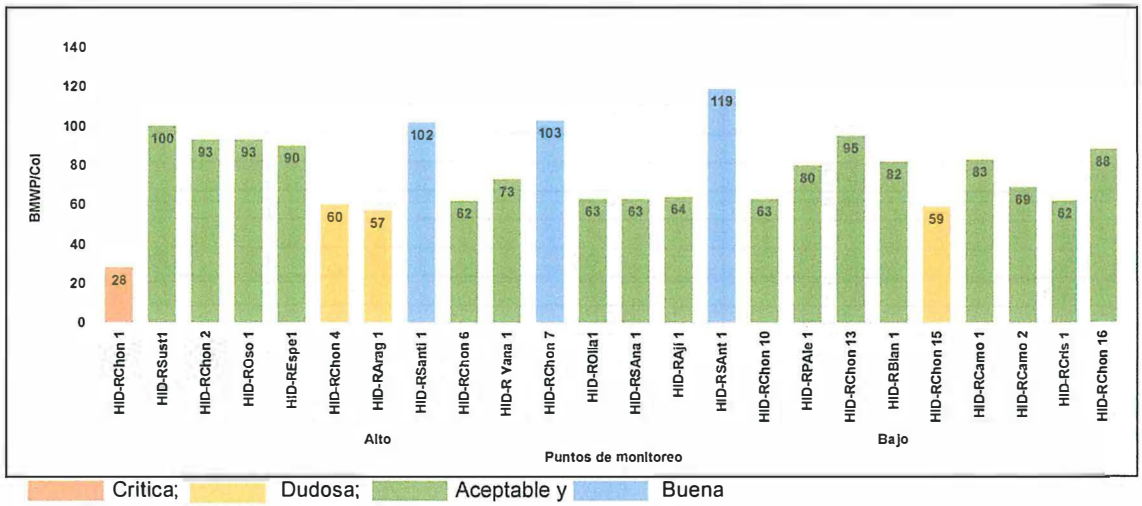


Figura 10-24. Calidad BMWP/Col adaptado para Colombia en los puntos de muestreo

10.3. Calidad de suelo

409. Las fichas estadísticas que comprenden tablas y figuras para la determinación de nivel de fondo y valor de referencia, se muestran en el Anexo E5, las que fueron obtenidas mediante el análisis estadístico para cada elemento (metales y metaloides); en las referidas tablas se detallan los datos estadísticos más resaltantes del conjunto muestral y los gráficos muestran los histogramas, diagramas de cajas y bigotes, así como, los gráficos de normalidad.

410. En la Tabla 10-7 se presentan los resultados de los valores de nivel de fondo y valor de referencia, determinados según los procedimientos descritos en el párrafo anterior y en el apartado "Análisis estadístico para la determinación de los niveles de fondo y valor de referencia".

Tabla 10-7. Valores de nivel de fondo y valores de referencia de metales para el área de estudio

Metales totales (mg/kg. PS)	Área de muestreo de suelos			
	Complejo Marañón		Plutón Cocalita San Antonio	
	Nivel de fondo	Valor de referencia	Nivel de fondo	Valor de referencia
Aluminio	21 436	27 496	20 530	30 434
Antimonio	--	--	--	--
Arsénico	18,27	41,60	--	--
Bario	260,6	361,5	119,7	190,7
Berilio	0,00470	0,00914	--	--
Bismuto	0,909	2,165	--	--
Boro	2,956	4,015	1,324	3,128
Cadmio	5,108	6,318	2,710	5,551
Calcio	4 7837	6 773	1 834	3 094
Cerio	37,44	51,05	50,87	162,9
Cobalto	14,76	19,41	6,324	20,30
Cobre	37,73	51,61	12,51	36
Cromo	29,48	43,94	19,19	51,00
Estaño	--	--	--	--
Estroncio	35,00	52,64	21,85	36,83
Fósforo	829,9	1 050	451,9	669,8
Hierro	31 103	37 394	23 530	87 758
Litio	21,47	28,24	7,521	11,74

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603,607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Metales totales (mg/kg. PS)	Área de muestreo de suelos			
	Complejo Marañón		Plutón Cocallta San Antonio	
	Nivel de fondo	Valor de referencia	Nivel de fondo	Valor de referencia
Magnesio	6 498	8 435	4 280	9 259
Manganeso	638,9	768,1	373,9	548,9
Mercurio	--	--	--	--
Molibdeno	0,420	1,246	--	--
Níquel	26,25	38,79	10,01	28,00
Plata	--	--	--	--
Plomo	25,54	32,05	8,748	29,01
Potasio	5 420	8 269	1 819	4 924
Selenio	0,0129	0,0153		
Sodio	84,13	107,1	59,43	82,44
Talio	0,0061994	0,0083923	--	--
Titanio	616,4	882,1	690,9	1 145
Torio	0,0652	0,0840	0,0637	0,181
Uranio	0,217	0,258	0,0985	0,315
Vanadio	44,80	58,03	25,87	67,31
Wolframio	0,266	0,384	0,111	0,238
Zinc	94,19	118,6	43,67	62,15

(--) Parámetros que presentaron más del 50 % de los datos menores al límite de detección del método de ensayo usado por el laboratorio.

411. Se debe tener en cuenta que los valores de nivel de fondo de un metal difieren entre las zonas evaluadas (formaciones geológicas), lo cual podría deberse a que este valor depende de las propias características orográficas, geoquímicas y climáticas, por lo que cada sitio a estudiar debe ser considerado como una unidad de análisis para determinar sus niveles de fondo y de referencia para una evaluación del estado de suelos en el Perú.

412. Los valores de nivel de fondo de cadmio en las zonas geológicas denominada Complejo Marañón (5,108 mg/kg PS) y Plutón Cocalita San Antonio (2,710 mg/kg PS) superan el ECA para suelo de uso agrícola (1,4 mg/kg PS). Una mayor descripción se desarrolla en la parte de "discusiones" en el ítem 11.4. Cabe resaltar que los resultados de metales en cada punto de muestreo fueron comparados con el ECA suelo de uso agrícola (1,4 mg/kg PS), donde se observa que de los 38 puntos de muestreo, 36 excedieron el valor estándar, a excepción de los puntos de muestreo SUE-Chon28 y SUE-Chon34 (ver Anexo E5).

10.4. Flora silvestre

413. Los resultados de la composición florística, realizadas en base a colectas generales en todo el ámbito de la zona de estudio, y la evaluación arbórea en las parcelas ubicadas en la parte alta y baja de la cuenca del río Chontayacu, 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 los sitios: i). Fragmento de bosque primario y ii). Fragmento de bosque secundario. Además, con la finalidad de fortalecer la distinción de la vegetación arbórea entre las parcelas evaluadas se presenta los resultados de los métodos estadísticos multivariados utilizados en el presente estudio.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

10.4.1. Composición florística de las colectas generales

414. La composición florística de las colectas generales (árboles, arbustos y algunas herbáceas) de la cuenca del río Chontayacu, tiene como resultado la evaluación de 456 individuos, los cuales están repartidos en 254 especies, 102 géneros y 51

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

familias, de las cuales las familias más importantes fueron Fabaceae (12 especies), Rubiaceae (12), Myrtaceae (11), Lauraceae (8) entre otras familias que se detallan en el Anexo F3. Sin embargo, es importante resaltar que no se hicieron evaluaciones intensivas de otros estratos, tales como hierbas, lianas y epifitas, entre ellas las Pteridophytas y las familias Orchidaceae y Bromeliaceae.

415. Este tipo de ecosistemas a estas altitudes en las que se desarrolló la EAT (500 a 2000 m.s.n.m), guardan una gran variedad y diversidad de especies de Orquídeas (Orchidaceae), Bromelias (Bromeliaceae) y Helechos (Pteridophytas), muchas de las cuales están dentro de una categoría de protección según la normativa nacional[25] e internacional[26]; es así que se calcula que podría registrarse más de 100 especies diferentes de la familia Orchidaceae, de un total aproximado de 3000 especies registrado para Perú, según los estudios de Bennett y Christenson (1993 y 1995) donde los principales géneros son *Sobralia*, *Epidendrum*, *Maxilaria*, *Stelis*, *Pleurothallis* y *Elleanthus* entre otras; asimismo, otro de los grupos importantes son las bromelias y helechos, donde se tiene aproximadamente 40 especies diferentes de la familia Bromeliaceae de un total de 450 especies (Brako and Zarucchi, 1993; Luther, 2000, 2002, 2003; Ulloa *et al.*, 2004), con los géneros *Aechmea*, *Bromelia*, *Pitcairnia*, *Bilbergia* y *Guzmania* entre otras, que estarían reportados en este ecosistema de la EAT, y más de 150 especies de Pteridophytas "helechos" de las 1160 especies que se conocen para el Perú (León & Rodríguez, 1996). Por consiguiente, la cuenca del río Chontayacu registraría aproximadamente casi la cuarta parte de la extraordinaria diversidad estimada para los bosques de Perú.

10.4.2. Composición y diversidad arbórea

416. La composición arbórea mayor o igual a 10 cm de diámetro, de las 10 parcelas ubicadas en la cuenca del río Chontayacu, en el distrito de Cholón, y en base a la evaluación de 790 individuos arbóreos está distribuida taxonómicamente en 253 especies, 127 géneros y 51 familias. Las familias Fabaceae (88 individuos), Lauraceae (83), Euphorbiaceae (79), Rubiacae (50), Clusiaceae (47), Urticaceae (45), Moraceae (44), Malvaceae (39), Myristicaceae (33) y Primulaceae (28) son las 10 familias 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 la parte alta y en la parte baja de la cuenca del río Chontayacu se describen a continuación:

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

A. Parte alta

- La parcela SR-1, ubicada a 1510 m.s.n.m, se delimitó en la margen derecha del río Chontayacu, a menos de 50 m de distancia al mismo, en el sector próximo al caserío de Santa Rosa de Oso. El bosque, descrito como "purma" del tipo secundario, presentó un total de 72 individuos arbóreos mayores o iguales a 10 cm de diámetro, los cuales están distribuidos en 14 especies, 13 géneros y 10 familias. En esta parcela, las cinco familias con mayor

25 D.S. 043-2006-AG. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre y Resolución Ministerial N° 0505-2016-MINAGRI que aprueba el proyecto de decreto supremo, referido a la "*Lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas*".

26 The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **09 November 2017**.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

número de individuos fueron: Euphorbiaceae (25), Primulaceae (17), Lauraceae (8), Meliaceae (8) y Rubiaceae (5).

- La parcela SR-2, ubicada a 1570 m.s.n.m y a 200 m del puente Esperanza, se dispuso en la margen izquierda del río Chontayacu, correspondiendo al ámbito del caserío Santa Rosa de Oso, en donde existe bosque tipo "purma" descrito como fragmento de bosque secundario, que presentó un total de 77 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 31 especies, 27 géneros y 18 familias. Las cinco familias con mayor número de individuos fueron: Lauraceae (20), Euphorbiaceae (15), Malvaceae (7), Actinidiaceae (5) y Urticaceae (4).

- La parcela SAN-1, ubicada a 1400 m.s.n.m se delimitó en el ámbito del caserío Santillán, en un bosque descrito como fragmento de bosque secundario. En la misma se registró un total de 86 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 32 especies, 25 géneros y 20 familias. Cabe precisar que las familias que presentaron el mayor número de individuos fueron: Malvaceae (14), Fabaceae (14), Euphorbiaceae (11), Primulaceae (8) y Urticaceae (7).

- La parcela COC-1, fue ubicada a 1250 m.s.n.m en la margen izquierda del río Chontayacu, en la parte media de las dos altitudes extremas (700 y 2000 m.s.n.m), en un bosque descrito como fragmento de bosque secundario en recuperación. Presentó un total de 58 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 14 especies, 12 géneros y 8 familias. Las cinco familias con mayor número de individuos son: Fabaceae (20), Urticaceae (17), Euphorbiaceae (8), Malvaceae (6) y Moraceae (3).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- La parcela COC-2, se delimitó a 1230 m.s.n.m en la margen derecha del río Chontayacu, en la parte media de las dos altitudes extremas (700 y 2000 m.s.n.m), en bosque descrito como fragmento de bosque secundario en recuperación. Se presentó un total de 77 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 24 especies, 21 géneros y 16 familias. Las cinco familias con mayor número de individuos son: Fabaceae (13), Rubiaceae (11), Rutaceae (11), Euphorbiaceae (8) y Lauraceae (8).

B. Parte baja

- La parcela GAL-1, ubicada a 1200 m.s.n.m y aproximadamente a 800 m de la carretera, se ubicó en la margen derecha del río San Guillermo (afluente del río Chontayacu), siendo el bosque descrito como fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 75 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 49 especies, 35 géneros y 22 familias, donde las familias Lauraceae (19), Moraceae (10), Myristicaceae (8), Fabaceae y Sapotaceae (4) fueron las que presentaron el mayor número de individuos.

- La parcela CAT, a 1100 m.s.n.m en la margen izquierda del río Chontayacu, se ubicó en un bosque descrito como fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 70 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 51 especies, 35 géneros y 18 familias, donde las familias Fabaceae (16), Moraceae (9), Rubiaceae (7), Annonaceae (6) y

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Anacardiaceae (6) fueron las que presentaron el mayor número de individuos.

- La parcela AJI, a 1100 m.s.n.m se ubicó en la margen derecha del río Ají (afluente del río Chontayacu), en un bosque descrito como fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 80 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 49 especies, 39 géneros y 23 familias; donde las familias Lauraceae (14), Moraceae (12), Burseraceae (10), Rubiaceae (7) y Anacardiaceae (5), fueron quienes presentaron el mayor número de individuos.

- La parcela CRIS-2, a 850 m.s.n.m. se ubicó en la margen derecha del río Chontayacu, en un bosque descrito como fragmento de bosque primario, en el cual se registró un total de 89 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 55 especies, 27 géneros y 18 familias; donde las familias Fabaceae (10), Sapotaceae (9), Moraceae (7), Myristicaceae (6) y Melastomataceae (6), fueron quienes presentaron el mayor número de individuos.

- La parcela CRIS-1, ubicada en la parte más baja del área evaluada, en la cuenca del río Chontayacu, a 790 m.s.n.m está en la margen izquierda del río Chontayacu, en un bosque descrito como fragmento de bosque secundario tipo "purma", en el cual se registró un total de 106 individuos arbóreos, los cuales están distribuidos en 39 especies, 31 géneros y 22 familias; donde las familias Clusiaceae (38), Myristicaceae (12), Rubiaceae (8), Fabaceae (8) y Urticaceae (7) fueron quienes presentaron el mayor número de individuos.

417. En la Figura 10-25 se presenta el número de especies (riqueza) e individuos por parcela evaluada. De acuerdo con la figura, las parcelas en los fragmentos de bosque de la parte alta, son menos abundantes y menos ricos en especies respecto a las parcelas en fragmentos de bosque secundario y primario de la parte baja de la cuenca del río Chontayacu.

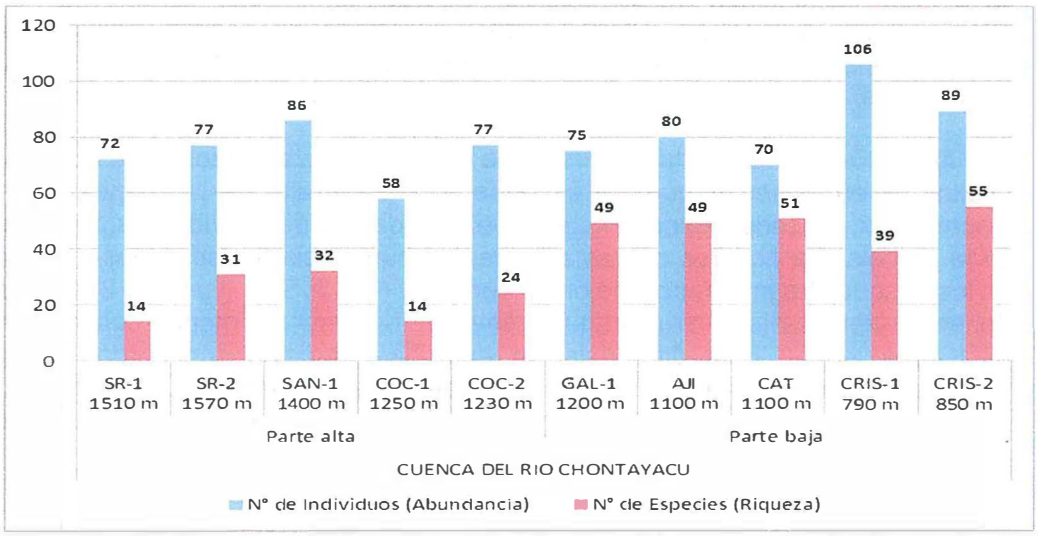


Figura 10-25. Riqueza y abundancia en las parcelas en la cuenca del río Chontayacu

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

418. De acuerdo con la figura anterior, las parcelas ubicadas en la cuenca del río Chontayacu, parte alta (5 parcelas) y parte baja (5 parcelas), presentan 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 y fragmento de bosque secundario), cuyas especies han sufrido un recambio gradual en su dinámica, basado por las condiciones que este tipo de ambientes les ofrece; sin embargo, la variable que aportaría gran influencia según los datos viene a ser la altitud.

419. Es así que, para las parcelas ubicadas en la parte alta de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu; SR-1, SR-2, SAN-1, COC-1 y COC-2, que van desde los 1510 m.s.n.m a 1230 m.s.n.m vienen a ser los fragmentos "mejor" conservados en este tramo, pero en términos de diversidad, los menos diversos respecto a las parcelas ubicadas en la parte baja, en ellas se registran especies que caracteriza de forma independiente a cada fragmento, como por ejemplo la parcela SR-1 que contiene a las especies; *Croton lechleri*, *Myrsine* sp1, *Cedrela odorata* y *Chomelia apodantha,* entre otras como las más abundantes; la parcela SR-2 con las especies *Nectandra reticulata*, *Tetrorchidium andinum* y *Heliocarpus americanus*, además de *Saurauia herthae*; asimismo la parcela SAN-1 con las especies *Heliocarpus americanus*, *Myrsine andina*, *Acalypha diversifolia* e *Inga ynga*; también, la parcela COC-1 con las especies *Inga orstediana*, *Cecropia latiloba* y *Heliocarpus americanus.* Finalmente, para este tramo la parcela COC-2, con las especies *Zanthoxylum rhoifolium*, *Inga nobilis* y *Randia armata.* Estas 5 parcelas principalmente contienen especies de bosque secundario de ribera en sucesión, para más detalle de la composición de cada parcela ver el anexo F. Flora.

420. Por otro lado, las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque para la parte baja de la cuenca, que van desde 1200 a 850 m.s.n.m, presentan un patrón similar entre ellos, aunque más abundantes y ricos en especies respecto a las parcelas en la parte alta de la cuenca, donde las parcelas CRIS-1 y CRIS-2 son las parcelas más abundantes y ricas en especies, siendo las principales especies; *Tovomita weddeliana, Virola pavonis, Platycarpum acreanum, Miconia bubalina, Virola elongata* y *Theobroma subincanum.* Seguidas del grupo de parcelas CAT, AJI y GAL-1 las cuales tienen una composición arbórea primaria bien conservada entre ellas, *Tapirira guianensis, Clarisia biflora, Guatteria duodecima, Ocotea* sp5, *Beilschmedia sulcata y Helicostylis tomentosa,* como las especies más abundantes, los cuales corresponden a bosques primarios sin perturbación.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

421. La Figura 10-26 presenta la dispersión de los individuos arbóreos en las parcelas evaluadas en el sector que corresponde a la parte alta de la cuenca del río Chontayacu; 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 (SR-2, SAN-1 y COC-2) son más densos y abundantes, varía gradualmente en las parcelas menos conservadas (COC-1 y SR-1). Esta diferenciación entre las parcelas concuerda con los resultados mostrados en la Figura 10-26, donde se observa que la vegetación arbórea en la parcela SR-2, SAN-1 y COC-2 es más abundante en relación con las parcelas COC-1 y SR-1.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

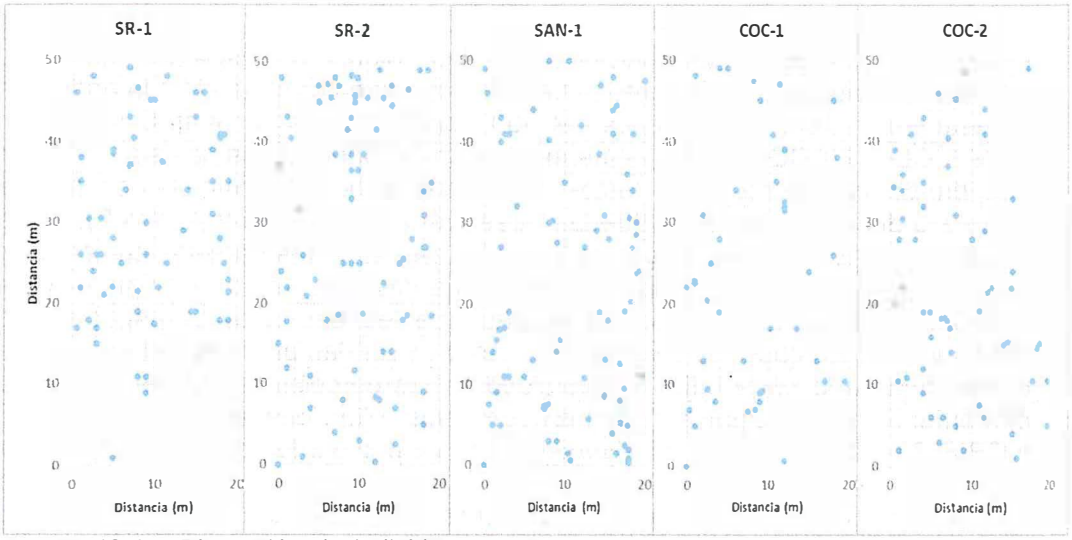


Figura 10-26. Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas de la parte alta de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu.

422. La Figura 10-27 presenta la dispersión de los individuos arbóreos en las parcelas evaluadas en el sector que corresponde a la parte baja de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu. De acuerdo con esta figura, la abundancia de individuos arbóreos en los bosques fragmentados de estas parcelas (CRIS-1, CRIS-2 y AJI) son más densos y abundantes, varía gradualmente en las parcelas menos abundantes (GAL-1 y CAT). Esta diferenciación entre las parcelas concuerda con los resultados mostrados en la Figura 10-26; sin embargo, no necesariamente las parcelas más abundantes son las más diversas, como ocurre en la parcela CRIS-1 donde reporta 161 individuos y 39 especies, la menos rica en especies respecto a las demás parcelas en este tramo de la parte baja del río Chontayacu, siendo la especie *Tovomita weddeliana* la más abundante con 38 individuos.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

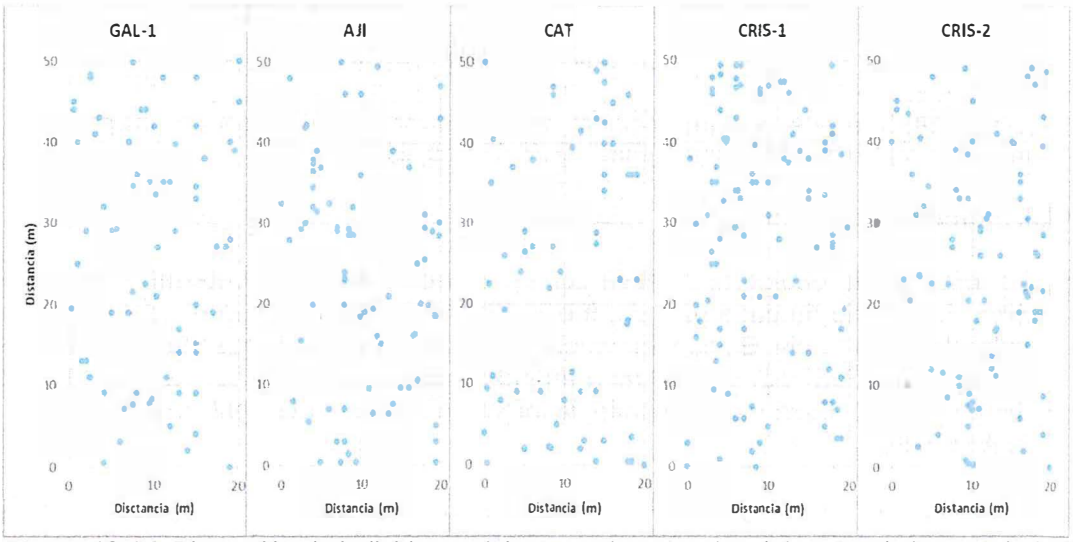


Figura 10-27. Dispersión de individuos arbóreos en las parcelas del sector de la parte baja de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

423. De acuerdo con los resultados del índice de diversidad presentados en la Figura 10-27, existe diferenciación entre los valores correspondientes a las parcelas de cada sector: Por ejemplo en el sector que corresponde a la parte alta de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu, las parcelas SR-1, SR-2, SAN-1, COC-1 Y COC-2 son las menos diversas, respecto a las parcelas de parte alta, principalmente porque en estos fragmentos de bosque existe la dominancia de una o dos especies, más que las otras (ver Figura 10-25 y Anexo F). Cabe resaltar que las especies presentes y dominantes en estas parcelas cumplen un rol importante en la dinámica de estos fragmentos, tanto ecológico como económico, principalmente por la utilidad que les dan a estas especies los habitantes de los caseríos cercanos. En relación con las parcelas del sector que corresponde a la parte baja, la diversidad en las parcelas responden de forma diferente; es decir, las parcelas en los fragmentos seleccionados GAL-1, AJI, CAT y CRIS-2 registran una mayor diversidad con respecto a las otras parcelas de la parte baja, sin embargo la parcela CRIS-1 registra un valor muy bajo, respecto a las parcelas del mismo sector, principalmente por la dominancia de una especie (*Tovomita weddeliana*). Este resultado concuerda con lo presentado en la Figura 10-25, donde la cantidad de especies e individuos en el sector de la parte baja es muy superior al de las parcelas de la parte alta.

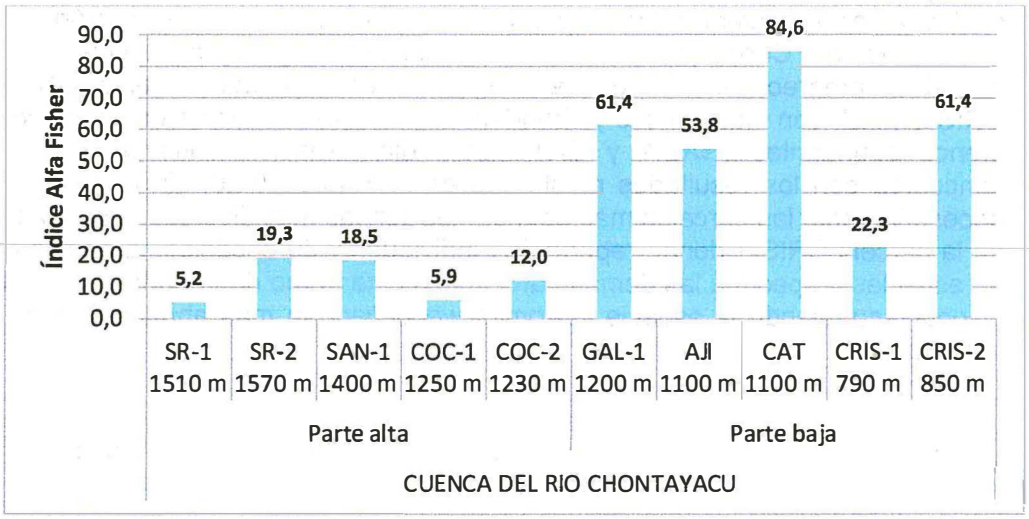


Figura 10-28. Diversidad arbórea según el índice de diversidad Alfa Fisher en las parcelas en la parte alta y parte baja de la cuenca del río Chontayacu.

10.4.3. Índice de Valor de Importancia (I.V.I)

424. La importancia ecológica relativa de las especies arbóreas determinadas en el área de estudio de cada parcela, fue analizada mediante el cálculo del índice de valor de importancia. En consecuencia, las 10 especies arbóreas más importantes de la comunidad vegetal evaluada en cada parcela se presentan en las Figuras 10-29 y 10-30. Para mayor detalle, la información completa del I.V.I se detalla en el Anexo F3.

425. De acuerdo con la Figura 10-29 dentro de las 10 especies ecológicamente más importantes para cada parcela en el sector que corresponde a la parte alta de esta evaluación, en la cuenca del río Chontayacu, están las especies que pueden desarrollarse con facilidad en estos fragmentos. Es importante resaltar que cada

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

parcela tiene características independientes, cada una con especies únicas en su composición y principalmente, con una o dos especies dominantes; sin embargo, presentan especies en común, como; *Heliocarpus americanus*, *Urera caracasa* y especies del géneros *Sapium*, *Cecropia* y *Pourouma*, especies típicas de rápido crecimiento y que soportan sitios abiertos con mucha luz. Asimismo, en estos fragmentos de bosque también se encuentran especies importantes característico de bosque primario entre ellos destacan: *Cedrela odorata* (cedro), *Nectandra reticulata* (moena) y *Zanthoxylum rhoifolium* entre otras que se detalla en el Anexo F4.

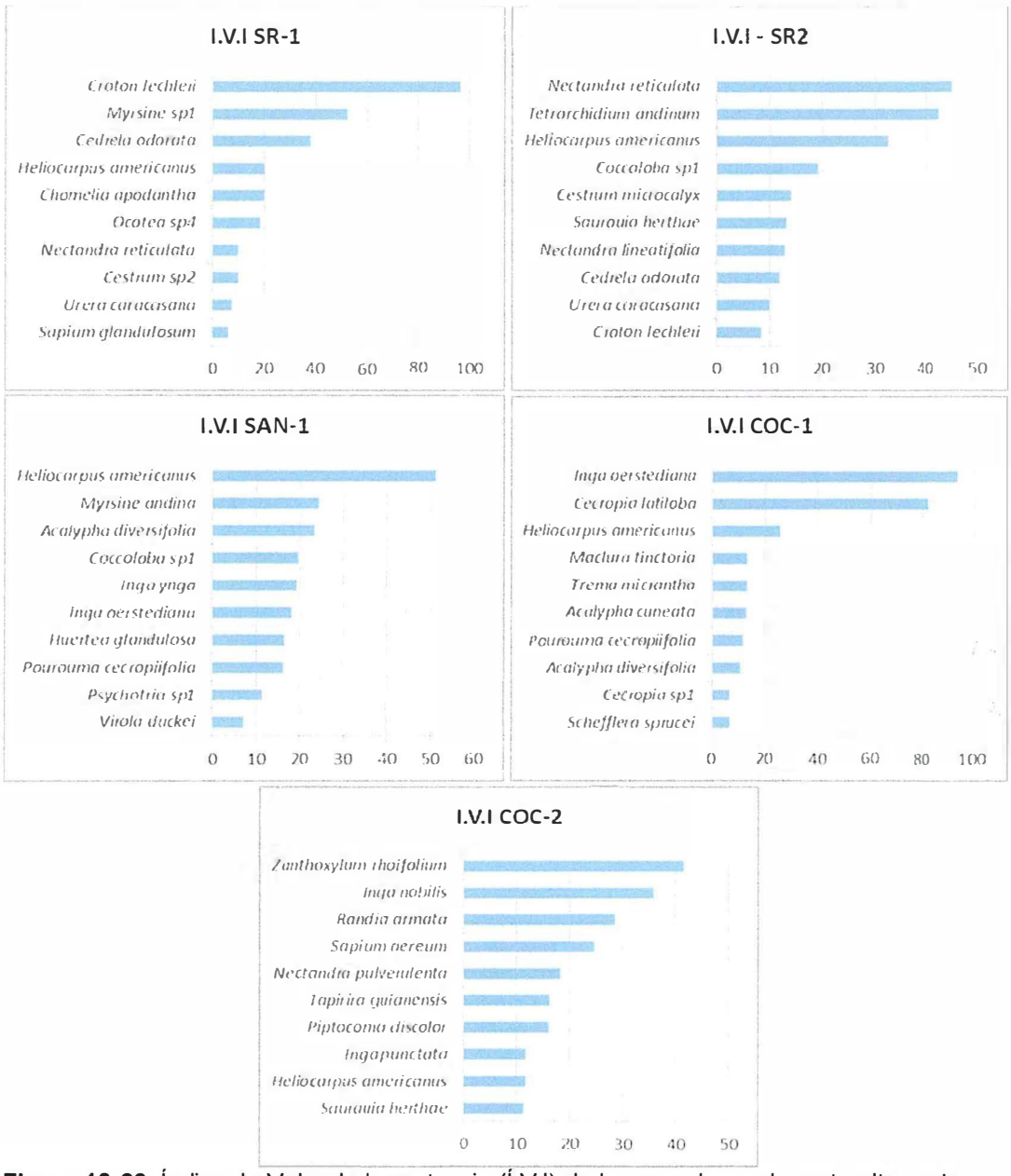


Figura 10-29. Índice de Valor de Importancia (Í.V.I) de las parcelas en la parte alta, en la cuenca del río Chontayacu.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

426. Por otro lado, de acuerdo con la Figura 10-30, se muestran las especies de mayor valor de importancia en las parcelas que corresponde a la parte baja de la cuenca del río Chontayacu, en esta se puede observar que no solo una especie es marcadamente dominante, sino que, la importancia disminuye de forma gradual en las 10 especies, principalmente porque los fragmentos evaluados son primarios, donde la estructura de la vegetación arbórea aún se mantiene diversa, con especies como *Pouteria torta*, *Clarisia biflora*, *Helicostylis elegans*, *Simarouba amara*, *Osteophloeum platyspermum*, *Tapirira guianensis*, *Tetragastris altissima* e *Iriartea deltoidea*, entre otras típicas de bosques primarios, sin embargo la parcela CRIS-1 se diferencia, principalmente por la estructura y composición arbórea de esta, con la especie *Tovomita weddelliana* como la dominante, seguida de *Virola pavonis* y otras que caracterizan a fragmentos de bosque ribereño.

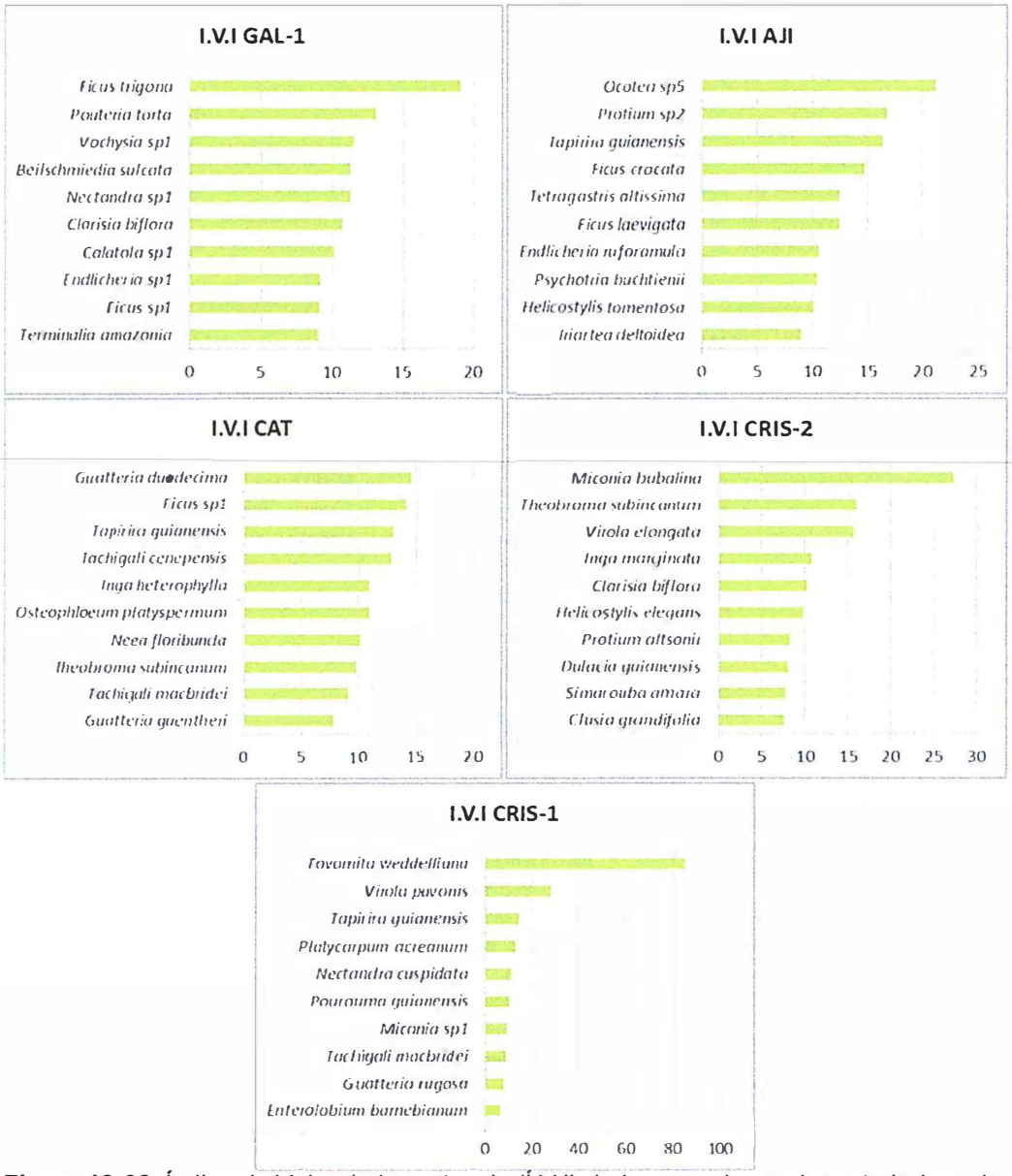


Figura 10-30. Índice de Valor de Importancia (Í.V.I) de las parcelas en la parte baja en la cuenca del río Chontayacu

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.4.4. Biomasa y captura de carbono de las especies arbóreas

427. La Figura 10-31 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 las parcelas ubicadas en fragmento de bosque primario de la parte baja de la cuenca del río Chontayacu presenta mayor biomasa y en consecuencia, mayor captura de carbono con respecto de las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque secundario en recuperación de la parte alta de la cuenca.

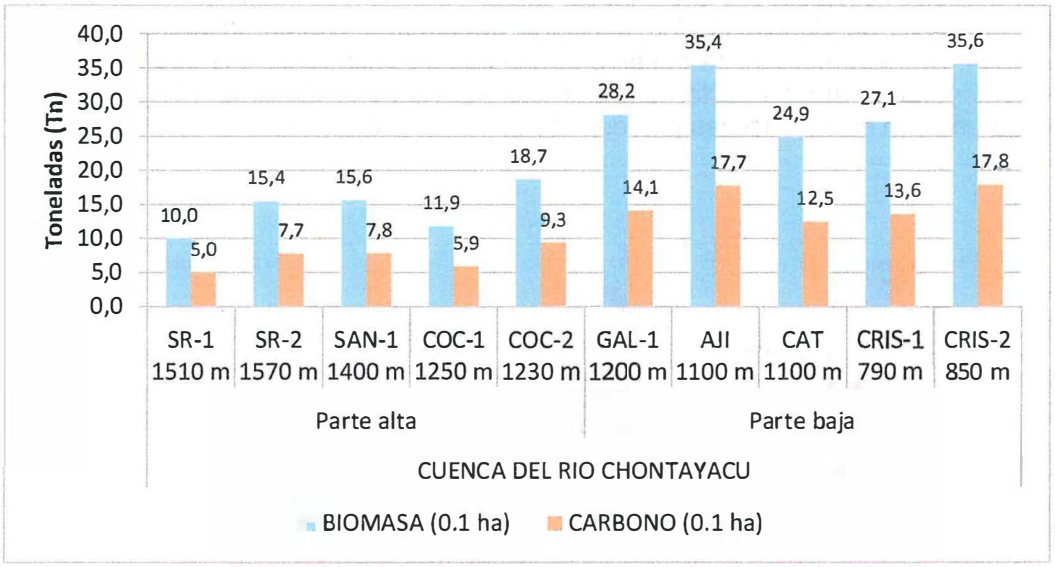


Figura 10-31. Biomasa y carbono en las parcelas de la parte alta y parte baja de la cuenca del Río Chontayacu

428. De acuerdo con lo anterior, el cálculo de la biomasa expresado en Tn/0.1 ha, las parcelas en fragmentos de bosque secundario del sector que corresponde a la parte alta de la cuenca del río Chontayacu acumulan en promedio 14,3 Tn /0.1 ha calculado a partir de (10,0; 15,4; 15,6; 11,9 y 18,7 Tn/0.1 ha); en cambio, las parcelas en los fragmentos de bosque primario de la parte baja de la cuenca acumulan en promedio 30,3 Tn/0.1 ha (calculado a partir de 28,2; 35,4; 24,9; 27,1 y 35,6 Tn/0.1 ha), esta diferencia se da principalmente por que los fragmentos de bosque primario en general capturan más biomasa y carbono, debido a lo diverso que son y porque sus especies tienen densidades de madera mayores a las especies que están presentes en los fragmentos secundarios; sin embargo, es importante detallar que, la biomasa estimada para las parcelas CRIS-2, AJI y CRIS-1 en la parte baja de la cuenca, está influenciada principalmente por la abundancia de individuos (89, 80 y 106 individuos respectivamente), superior al promedio común en la amazonía. La parcela CRIS-1 captura más biomasa principalmente por la abundancia de *Tovomita weddeliana* y *Virola pavonis* (ver Anexo F4).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

429. Considerando que la captura de carbono corresponde al 50 % de biomasa, la diferencia de captura de carbono en las parcelas en ambos sectores es proporcional a lo calculado para biomasa. En este sentido, las parcelas en los fragmentos de bosque primario de la parte baja de la cuenca del río Chontayacu capturan en promedio más carbono respecto del promedio de las parcelas en fragmentos de bosque secundario de la parte baja de la cuenca, respectivamente.

10.4.5. Análisis multivariado

430. El análisis multivariado de correspondencia (ca) e índice de similaridad Bray Curtis (*cluster*) mostrado en la Figura 10-32, permite observar la presentación de las 10 parcelas evaluadas en un plano espacial, de acuerdo con la presencia, ausencia y abundancia de las especies debidamente diferenciada para cada sector). De este análisis, se observa que el tipo de bosque para la cuenca del río Chontayacu en ambos sectores (parte alta y parte baja) es de tipo fragmentado, cada una con características particulares que describen su dinámica en el tiempo.

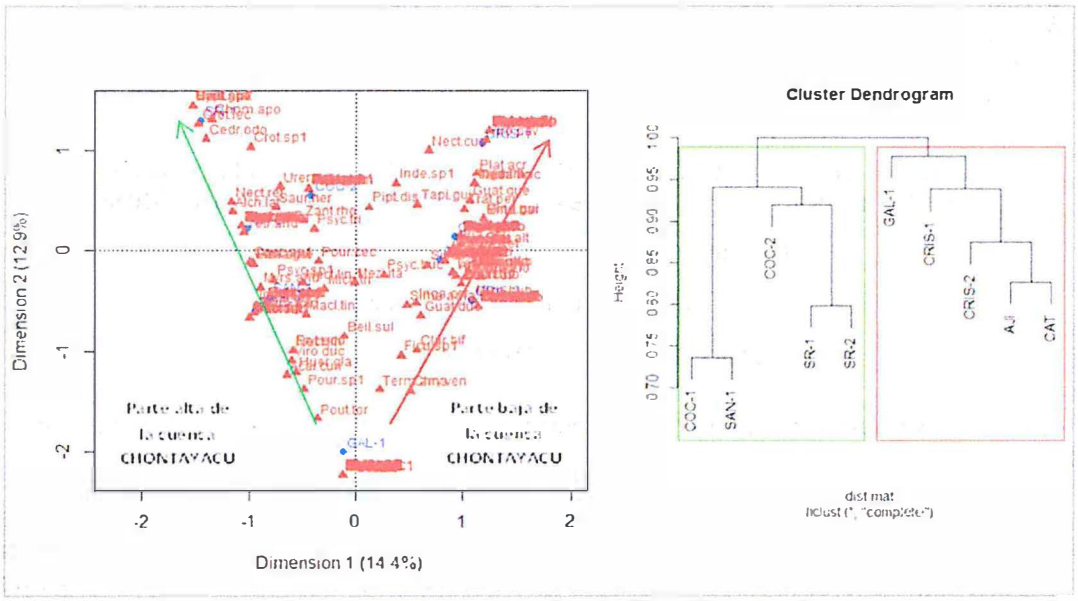


Figura 10-32. Análisis de correspondencia y de similitud Bray Curtis en los sectores que corresponden a la parte alta y baja de cuenca del río Chontayacu.

431. Según se observa, los métodos estadísticos usados (análisis de correspondencia y similitud Bray Curtis) muestran que la composición florística de cada parcela es diferente, principalmente porque cada fragmento de bosque tiene sus particularidades en cuanto a estructura se refiere, los cuales llegan a formar grupos independientes como se observa en la figura de correspondencia, lo cual es corroborado con el dendrograma (cluster Bray Curtis), los grupos mostrados coinciden en separar las dos partes de la presente evaluación, en la cuenca del río Chontayacu (parte alta y parte baja). En este sentido, el análisis de correspondencia permitió observar una diferenciación de las parcelas evaluadas a partir del tipo de fragmento y a la altitud que corresponde el fragmento evaluado, donde, la composición de especies arbóreas presente en ellas es diferente, por tanto, cada fragmento evaluado cumple función importante de forma independiente, lo cual la hace frágil y vulnerable a eventos que atenten con su normal desarrollo.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.4.6. Especies presentes en alguna categoría de protección

432. Las especies determinadas en la evaluación de flora silvestre "arbórea", que se encuentran en alguna categoría de protección se detallan en la Tabla 10-8. En dicha tabla, se indica que en la evaluación de las 10 parcelas, incluidas las colectas generales en la cuenca del río Chontayacu se ha registrado un total de 40 especies que están al menos en alguna categoría de amenaza, ya sea nacional o internacional.

Tabla 10-8. 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*	CITES2017**	UICN2017*	Libro Rojo***
Brosimum rubescens	NT	-	-	-	-
Calophyllum brasiliense	NT	-	-	-	-
Calyptranthes densiflora	-	-	-	DD	-
Cedrela fissilis	EN	VU	III	-	-
Cedrela odorata	EN	VU	III	-	-
Ceiba pentandra	VU	NT	-	-	-
Celtis iguanaea	-	CR	-	-	-
Cinchona micrantha	-	-	-	-	LC
Clarisia biflora	-	NT	-	-	-
Clarisia racemosa	VU	NT	-	-	-
Crotalaria nitens	-	-	-	LC	-
Cyathea sp1	-	-	II	-	-
Cyathea sp2	-	-	II	-	-
Cyathea sp3	-	-	II	-	-
Cyathea sp4	-	-	II	-	-
Dendropanax williamsii	-	-	-	-	Endémico
Diplotropis purpurea	-	-	-	LC	-
Ficus castellviana	-	-	-	LC	-
Heisteria asplundii	-	-	-	NT	-
Heliconia zebrina	-	-	-	-	LC
Helicostylis tomentosa	-	-	-	LC	-
Inga marginata	-	-	-	LC	-
Inga punctata	-	-	-	LC	-
Inga strigillosa	-	-	-	LC	-
Iriartea deltoidea	-	-	-	LC	-
Machaerium floribundum	-	-	-	-	Endémico
Mezilaurus itauba	VU	VU	-	-	-
Minquartia guianensis	NT	-	-	NT	-
Nectandra brochidodroma	-	-	-	VU	EN, B1a
Ormosia coccinea	VU	-	-	-	-
Pouteria franciscana	-	-	-	LC	-

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Especies	RM-0505-2016-MINAGRI	DS-043-AG*	CITES2017**	UICN2017*	Libro Rojo***
Prunus detrita	-	-	-	-	NT, B1a
Rollinia dolichopetala	-	-	-	NT	-
Saurauia herthae	-	-	-	LC	-
Schefflera sprucei	-	-	-	LC	-
Tabebuia serratifolia	-	VU	-	-	-
Terminalia amazonia	NT	-	-	-	-
Trichilia fasciculata	-	-	-	VU	-
Virola duckei	NT	-	-	-	-
Virola surinamensis	-	-	-	EN	-
Total = 40	11	8	6	18	6

**Categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) e INRENA: EN PELIGRO (EN); VULNERABLE (VU); CASI AMENAZADO (NT); RIESGO MENOR (LR); PREOCUPACION MENOR (LC); DATOS INSUFICIENTES (DD) y CRITICAMENTE AMENAZADO (CR).*
***Categorías de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES): Apéndice I (En vía de extinción); Apéndice II (Vulnerables o potencialmente amenazadas), Apéndice III (Especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio)*
****Categoría de especies endémicas que están registrados en el libro rojo de la UICN*
(-) No aplica, no corresponde

433. La norma vigente de categorización de especies amenazadas de flora silvestre[24] determina que las especies *Brosimum rubescens, Calophyllum brasiliense, Cedrela fissilis, Cedrela odorata, Ceiba pentandra, Clarisia racemosa, Mezilaurus itauba, Minquartia guianensis, Ormosia coccinea, Terminalia amazonia* y *Virola duckei se encuentran en alguna categoría de clasificación* (ver Tabla 10-8). Cabe resaltar que en la propuesta de lista de clasificación oficial de especies de flora silvestre categorizadas como amenazadas[27], comparada a la normativa del 2006[28] las especies *Cedrela fissilis* y *Cedrela odorata* han sido re-categorizadas de un estado Vulnerable (VU) a un estado En Peligro (EN), del mismo modo las especies *Ceiba pentandra* y *Clarisia racemosa* pasaron de Casi Amenazado (NT) a Vulnerable (VU), mientras que *Mezilaurus itauba* mantiene la categoría de Vulnerable (VU) en ambas normativas.

434. La Categoría de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) para este estudio indica que el género *Cyathea* spp. está incluida en el Apéndice II como especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero en las que el comercio debe de ser controlado para evitar un uso incompatible con su conservación y supervivencia. Del mismo modo, esta misma categoría ha clasificado a la especie *Cedrela fissilis* y a *Cedrela odorata* en el Apéndice III, el cual indica, que se debe de cooperar internacionalmente entre las otras partes de la CITES para controlar su comercio.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

27 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*".

28 Decreto Supremo Nº 043-2006-AG del 13 de julio de 2006, que aprueba la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

435. La especie *Nectandra brochidodroma*, ha sido clasificada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como una especie Vulnerable (VU) al ser considerado como endémico y En Peligro (EN) por el Libro Rojo. Además, la UICN clasifica también a la especie *Trichilia fasciculata* en estado Vulnerable (VU) y a la especie *Virola surinamensis* como una especie en peligro (EN).

436. 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 10-8 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.

437. Todas las especies mencionadas en la Tabla 10-8, en su mayoría llegan a tener diámetros considerables en condiciones naturales, por lo que tienen importancia económica en el sector forestal (especies maderables), entre ellas: *Cedrela odorata* (Meliaceae), *Cedrela fissilis* (Meliaceae), *Brosimum rubescens* (Moraceae), *Calophyllum brasiliense* (Calophyllaceae), *Ceiba pentandra* (Malvaceae), *Clarisia racemosa* (Moraceae), *Ormosia coccinea* (Fabaceae), entre otras. 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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

438. Según lo descrito por León *et al*. (2006) en el "El libro rojo de las plantas endémicas del Perú", para la presente evaluación se han registrado un total de seis especies endémicas: *Cinchona micrantha, Dendropanax williamsii, Heliconia zebrina, Machaerium floribundum, Nectandra brochidodroma y Prunus detrita*.

10.4.7. Especies arbóreas útiles dentro del área que corresponde a la EAT en el distrito de Cholón

439. De las 398 especies registradas en la presente evaluación se reporta un total de 97 especies de flora que son empleados al menos una vez por los pobladores locales (ver Figura 10-33). Los usos de estas especies fueron clasificadas en 11 categorías (maderable para construcción, medicinal, alimenticio, artesanal, forraje, ambiental como cerco vivo, combustible, veterinario, tintóreo, y místico en el aspecto religioso). Los habitantes de la zona y alrededores del área que corresponde a la cuenca del río Chontayacu 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.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

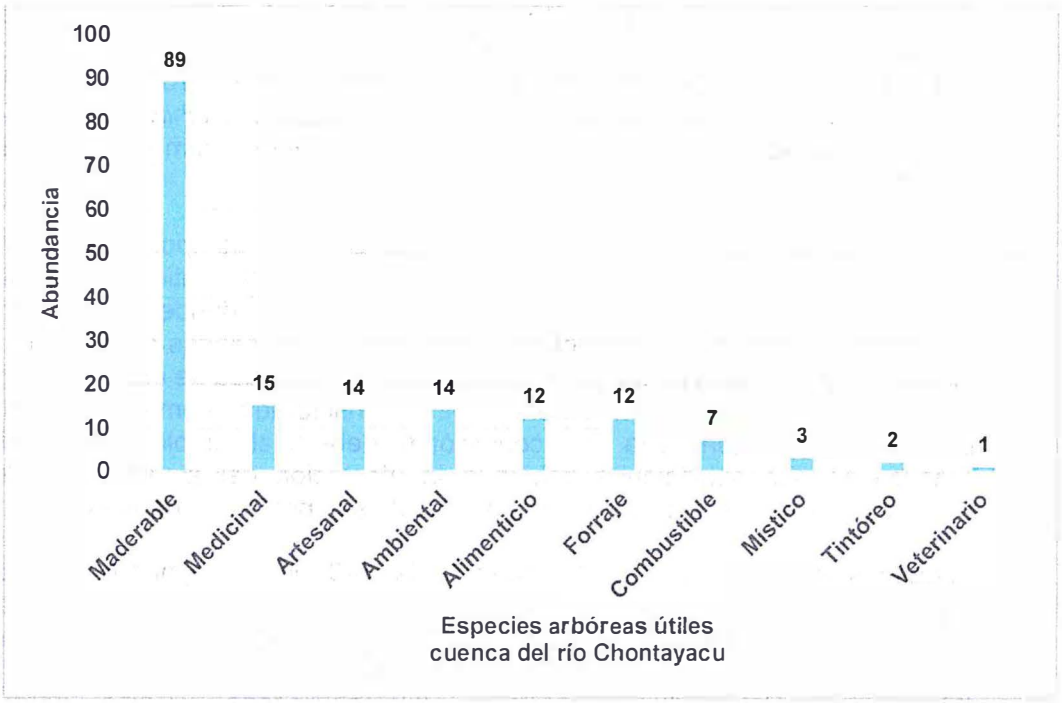


Figura 10-33. Utilidad de las especies registradas en la evaluación de flora silvestre de la cuenca del río Chontayacu.

440. De las 97 especies útiles registradas en esta evaluación, 89 especies tienen fines maderables o para construcción. Entre las más importantes se tiene a: *Aspidosperma* sp., *Calophyllum brasiliense*, *Cedrela odorata*, *Cedrelinga cateniformis*, *Aniba guianensis*, *Guarea kunthiana*, *Heliocarpus americanus*, *Otoba parvifolia*, *Osteophloeum platyspermum*, *Pouteria torta*, *Pouteria caimito*, *Tabebuia serratifolia* y *Virola elongata* entre otros; cabe resaltar que en esta categoría están registradas las especies con fines maderables, como las especies que alguna de sus partes anatómicas son aprovechadas para usarlas en construcción; por ejemplo las hojas de algunas Arecaceae como *Bactris gasipaes*, *Iriartea deltoidea* y *Wettinia augusta* 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 con 15 especies, entre los más importantes *Croton lechleri*, *Ficus máxima*, *Minquartia guianensis*, *Myrsine coriacea*, *Trema micrantha*, *Brosimum rubescens*, *Vernonanthura patens*, entre otras. Mientras que el uso con fines artesanales y ambientales está representado por 14 especies que corresponden al 14,4%, siendo el tercer y cuarto uso más importante registrado, con especies como *Ormosia coccinea, Guarea kunthiana, Heisteria acuminata*, *Tabebuia serratifolia*, entre otras. Además, de las otras 14 especies como: *Bactris gasipaes, Inga edulis, Pourouma cecropiifolia, Pouteria caimito, Croton lechleri, Cedrela odorata y Cedrelinga cateniformis*; donde, 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 F.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.5. Fauna silvestre

441. A continuación, se presentan los resultados referentes a la evaluación de mamíferos y aves en el área de estudio.

10.5.1. Mamíferos

442. El esfuerzo total de muestreo fue de 530 días-cámara, producto de ello se logró captar 637 registros independientes de fauna silvestre entre fotos y videos.

10.5.1.1. Riqueza y composición de especies para el área de estudio

443. Como resultado de las evaluaciones con cámaras trampa en la parte alta y baja del río Chontayacu, se lograron registrar 13 especies de mamíferos medianos (ver Tabla 10-9).

Tabla 10-9. Riqueza y composición de especies registradas por las cámaras trampas en la parte alta y baja del río Chontayacu

Familia	Nombre común	Especies	Total de registros
Mephitidae	Zorrino	*Conepatus semistriatus*	2
Cuniculidae	Majás	*Cuniculus paca*	16
Cuniculidae	Majaz de altura	*Cuniculus taczanowskii*	1
Dasyproctidae	Añuje	*Dasyprocta fuliginosa*	9
Dasypodidae	Carachupa	*Dasypus novemcinctus*	1
Didelphidae	Chango	*Didelphis marsupialis*	18
Mustelidae	Manco	*Eira barbara*	1
Felidae	Yaguarundi	*Herpailurus yagouaroundi*	5
Felidae	Tigrillo	*Leopardus pardalis*	5
Procyonidae	Achuni	*Nasua nasua*	8
Didelphidae	Zorrillo	*Philander* sp	6
Sciuridae	Ardilla	*Sciurus* sp	8
Myrmecophagidae	Oso hormiguero	*Tamandua tetradactyla*	2

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

10.5.1.2. Riqueza y composición de especies por comunidad

444. En la parte alta del río Chontayacu, ámbito de los centros poblados Santa Rosa de Oso y Cocalito se registraron ocho especies de mamíferos silvestres (ver Figura 10-34).

445. La cámara trampa CHONTA 4, que estuvo instalada a 2300 m s.n.m, en un bosque montano primario, registró al majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*). Y la cámara trampa CHONTA 6, registró al añas o zorrino (*Conepatus semistriatus*).

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

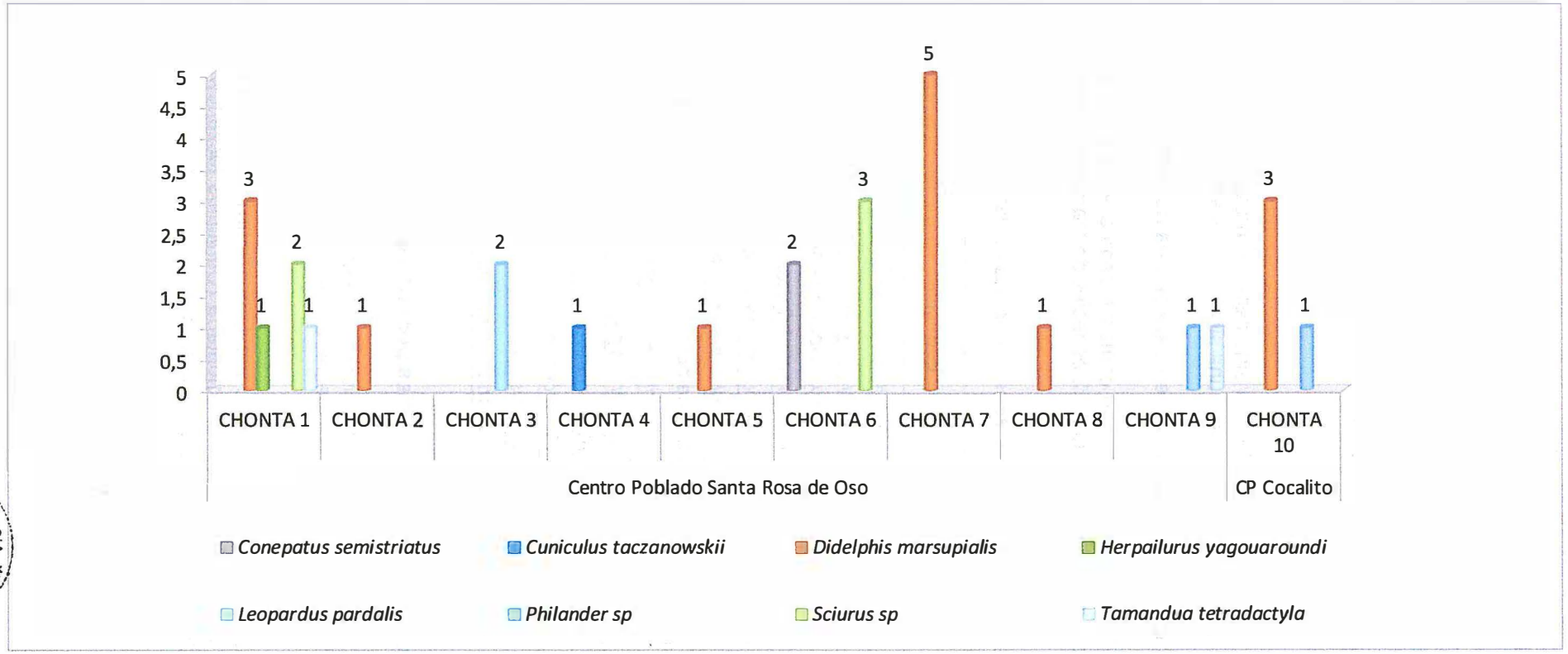


Figura 10-34 Riqueza y composición de especies de fauna silvestre registradas por las cámaras trampa en el ámbito del Centro poblado Santa Rosa de Oso

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

446. En la parte baja del río Chontayacu, ámbito de las localidades, Nueva Galilea, San Antonio de Padua, Nueva Unión de Ají, Nueva Unión de Santa Ana, Guayaquil y Crisnejas, se lograron registrar 10 especies de mamíferos silvestres (ver Figura 10-35).

447. En las cámaras instaladas en el ámbito de las comunidades antes mencionadas también ocurrieron registros únicos, como el registro del mustélido conocido localmente como manco (*Eira barbara*) en la cámara CHONTA 11.

448. En la cámara trampa CHONTA 13 se obtuvieron los mayores registros independientes del puma (*Herpailurus yagouaroundi)*. En la cámara trampa CHONTA 14 ocurrieron los mayores registros de majás con 12 registros independientes, donde al menos se diferenciaron a tres individuos diferentes.

449. En la cámara trampa CHONTA 15, se registró una manada de achuni de al menos 20 individuos, un dato interesante de esta manada era que estaba compuesto por muchos individuos juveniles, en esta cámara también se registró al puma (*Herpailurus yagouaroundi*).

450. En la cámara trampa CHONTA 17 se registró a dos tigrillos (*Leopardus pardalis*) juveniles, al momento del registro ambos animales estaban jugando.

451. Finalmente, en las cámaras trampa CHONTA 18 y CHONTA 20 se registraron especies de fauna silvestre de gran dispersión como el añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), majás (*Cuniculus paca*) y el achuni (*Nasua nasua*). Los resultados sobre la riqueza y número de registros se observan en la Figura 10-35.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

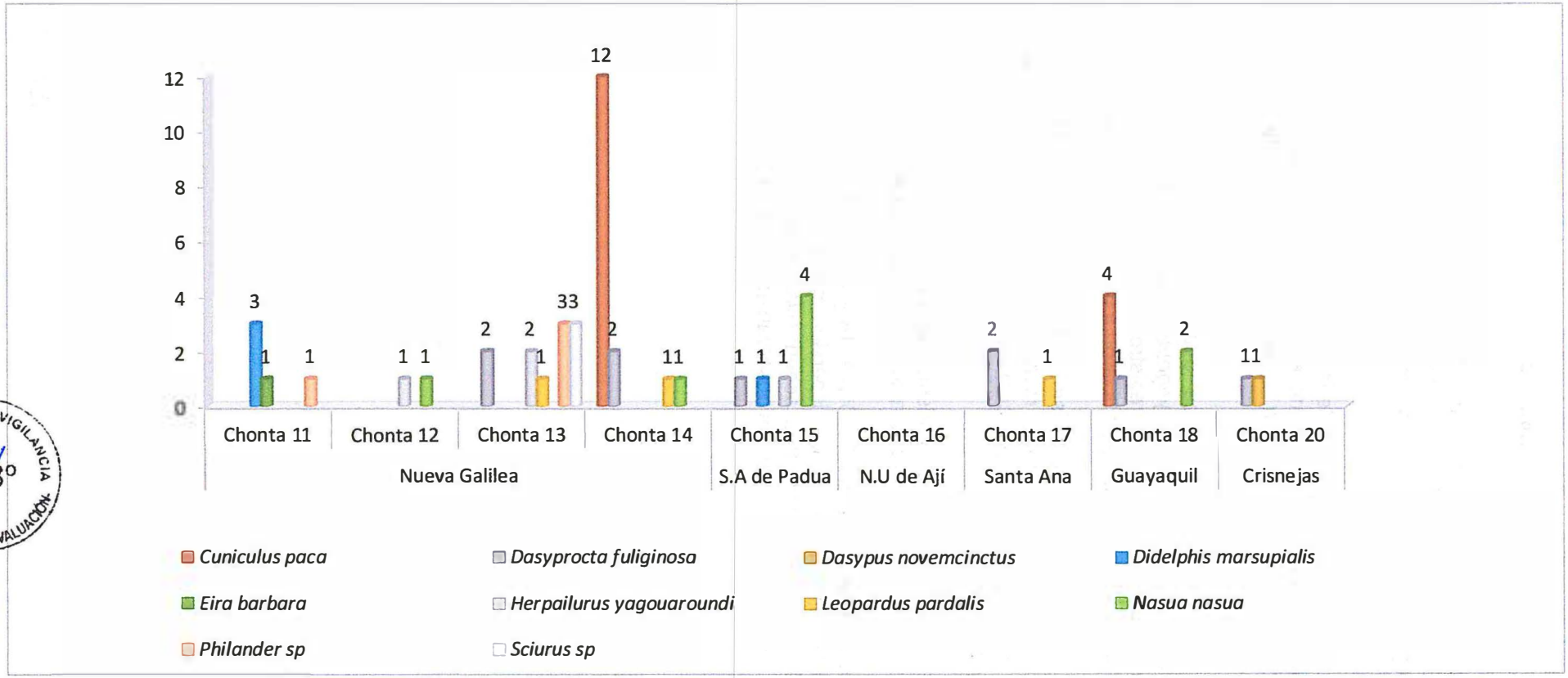


Figura 10-35. Riqueza y composición de especies de fauna silvestre registradas por las cámaras trampa en la parte baja del río Chontayacu

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.5.1.3. Comparación de índices de diversidad entre las cámaras trampas instaladas en la parte alta y baja del río Chontayacu

452. Para realizar la comparación de la diversidad registrada por las cámaras trampa se utilizó el índice de diversidad de Shannon, según éste índice, los valores más altos corresponden a una gran riqueza de especies (número de especies) dicho índice fue aplicado para los datos recopilados por cada cámara trampa.

453. Los resultados nos muestran una baja diversidad de mamíferos silvestres en el área de estudio; sin embargo, cada una de ellas presentan registros únicos, así tenemos que los mayores valores en términos de diversidad de todo el estudio ocurrieron en la cámara trampa CHONTA 13, esta cámara logró registrar 7 especies y 17 registros independientes (ver Figura 10-36) entre las especies registradas están los felinos *Leopardus pardalis* y *Herpailurus yagouaroundi* (ver Anexo G2. Registro fotográfico).

454. La siguiente cámara en presentar una diversidad representativa fue CHONTA 15, que presenta un valor de diversidad de 1,581; esta cámara estuvo instalada en la cima de un cerro cercano al centro poblado San Antonio de Padua cercana a una cascada, en dicha cámara se registraron cuatro especies de mamíferos, añuje (*Dasyprocta fuliginosa*), chango (*Didelphis marsupialis*), puma (*Herpailurus yagouaroundi*) y achuni (*Nasua nasua*) registrándose una manada de achunis de al menos 20 individuos (ver Anexo G2. Registro fotográfico).

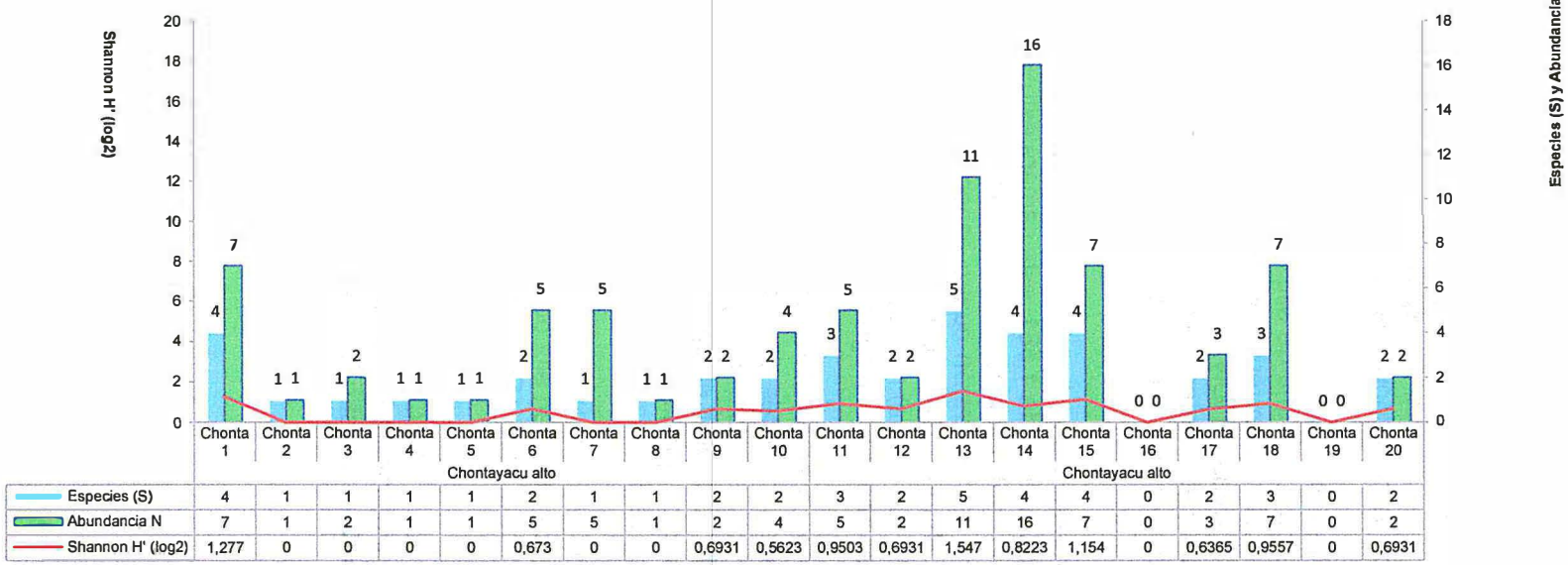
455. La tercera cámara donde ocurrieron valores relativamente altos en términos de diversidad y registros independientes fue CHONTA 1, esta cámara estaba instalada en la margen derecha del río Chontayacu en el ámbito del centro poblado Santa Rosa de Oso, en ella ocurrieron el registro de cinco especies de mamíferos donde resaltamos el registro del puma (*Herpailurus yagouaroundi*), una pequeña ardilla (*Sciurus* sp) y una especie de ave (ver Anexo G2. Registro fotográfico)

456. La cámara CHONTA 11, estuvo instalada en la margen derecha del río Chontayacu en un bosque de orilla, en ella ocurrió el único registro del mustélido conocido localmente como manco (*Eira barbara*). Ver Anexo G2. Registro fotográfico

457. Finalmente, en la cámara trampa CHONTA 14, se evidenció el mayor registro del mediano roedor conocido localmente como majás (*Cuniculus paca)*, 12 registros independientes (ver Anexo G2. Registro fotográfico).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900



	Chonta 1	Chonta 2	Chonta 3	Chonta 4	Chonta 5	Chonta 6	Chonta 7	Chonta 8	Chonta 9	Chonta 10	Chonta 11	Chonta 12	Chonta 13	Chonta 14	Chonta 15	Chonta 16	Chonta 17	Chonta 18	Chonta 19	Chonta 20
Especies (S)	4	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	2	5	4	4	0	2	3	0	2
Abundancia N	7	1	2	1	1	5	5	1	2	4	5	2	11	16	7	0	3	7	0	2
Shannon H' (log2)	1,277	0	0	0	0	0,673	0	0	0,6931	0,5623	0,9503	0,6931	1,547	0,8223	1,154	0	0,6365	0,9557	0	0,6931

Figura 10-36. Diversidad y abundancia de mamíferos medianos en la parte alta y baja del río Chontayacu

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

10.5.1.4. Frecuencia de ocurrencia de mamíferos silvestres registrados por las cámaras trampa

458. Para el cálculo de frecuencia de ocurrencia se consideraron todos los eventos independientes, de esta manera la especie de mamífero con mayor número de registros fue el mediano marsupial conocido localmente como chango (*Didelphis marsupialis*), el cual fue registrado por ocho cámaras, en un promedio de 18 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 33,96.

459. La segunda especie de mamífero con mayor número de registros fue el majás (*Cuniculus paca*), el cual fue registrado por dos cámaras, en un promedio de 16 eventos independientes y una frecuencia de ocurrencia de 30,19 (ver Tabla 10-10).

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

Nombre común	Especies	Días/ cámara	Eventos independientes	N° de cámaras donde fue registrado	Frecuencia de apariciones
Achuni	*Nasua*	530	8	4	15,09
Añuje	*Dasyprocta fuliginosa*	530	9	6	16,98
Ardilla	*Sciurus* sp.	530	8	3	15,09
Carachupa	*Dasypus novemcinctus*	530	1	1	1,89
Chango	*Didelphis marsupialis*	530	18	8	33,96
Majaz	*Cuniculus paca*	530	16	2	30,19
Majaz de altura	*Cuniculus taczanowskii*	530	1	1	1,89
Manco	*Eira barbara*	530	1	1	1,89
Oso hormiguero	*Tamandua tetradactyla*	530	2	2	3,77
Puma	*Herpailurus yagouaroundi*	530	5	4	9,43
tigrillo	*Leopardus pardalis*	530	5	4	9,43
Zorrillo	*Philander* sp.	530	6	4	11,32
Zorrino	*Conepatus semistriatus*	530	2	1	3,77

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

10.6.2. Aves

10.6.2.1. Composición ornitológica

460. Se registró 115 especies pertenecientes a 33 familias y 13 órdenes, de las cuales 113 fueron registradas mediante los puntos de conteo (PC) y dos especies mediante registros cualitativos: el Ninfa de Cola Ahorquillada (*Thalurania furcata*) y el Colibrí Multipunteado (*Taphrospilus hypostictus*). Los órdenes que poseen mayor número de especies fueron los Passeriformes (aves cantoras) con 71 especies (62,8 % del total de especies) incluidas en 15 familias, seguido de Piciformes con 10 especies, incluidas en tres familias. Las 11 órdenes restantes presentan entre una y ocho especies. El detalle de cada una de las especies se presenta en la Tabla 10-11 y en el Anexo G3. Riqueza de especies y abundancia, obtenida por puntos de conteo por zona de evaluación.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-11. Orden, familia y número de especies de aves registradas en el área de estudio

Orden	Familia	N° especies
Tinamiformes	Tinamidae	2
Galliformes	Cracidae	2
	Odontophoridae	1
Columbiformes	Columbidae	5
Apodiformes	Apodidae	1
	Trochilidae	7
Pelecaniformes	Ardeidae	2
Cathartiformes	Cathartidae	2
Accipitriformes	Accipitridae	2
Cuculiformes	Cuculidae	2
Coraciiformes	Alcedinidae	1
	Momotidae	1
Galbuliformes	Bucconidae	1
	Galbulidae	1
Piciformes	Ramphastidae	3
	Capitonidae	2
	Picidae	5
Psittaciformes	Psittacidae	3
Passeriformes	Thamnophilidae	4
	Tyrannidae	19
	Tityridae	1
	Cotingidae	2
	Furnariidae	3
	Thraupidae	19
	Parulidae	3
	Turdidae	4
	Corvidae	2
	Emberizidae	3
	Hirundinidae	4
	Icteridae	2
	Troglodytidae	3
	Fringillidae	2
	Vireonidae	1
13	**33**	**115**

461. Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (tangaras) con 19 especies, Tyrannidae (insectívoros) con 19 especies, Trochilidae (picaflores) y Picidae (carpinteros) con 7 y 5 especies, respectivamente (ver Figura 10-37). Las demás familias presentan entre 4 y 1 especie. El género con mayor número de especies fue *Tangara* con 5 especies (ver Anexo G3. Riqueza de especies y abundancia) obtenida por puntos de conteo por zona de evaluación en el área estudio.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

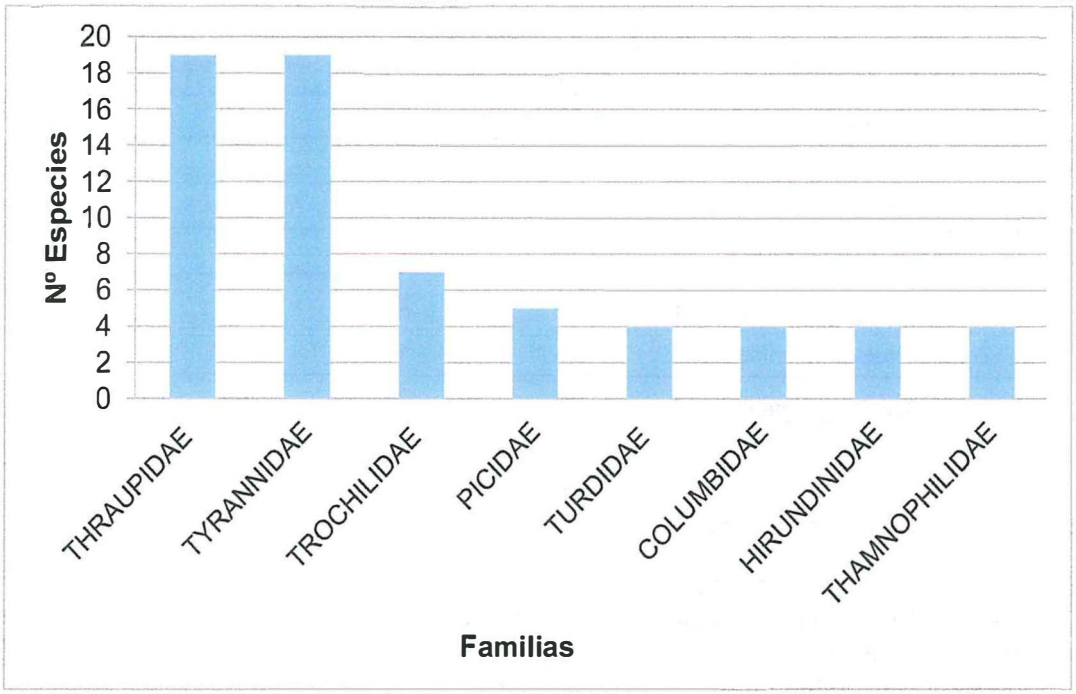


Figura 10-37. Familias con mayor número de especies de aves en el área de estudio.

10.6.2.2. Descripción de la avifauna por zona de muestreo

462. En esta sección se presentan y analizan los resultados sobre la riqueza y abundancia de especies, diversidad, similitud por zona de muestreo (caserío Santa Rosa de Oso hasta el Caserío Río Blanco-Crisnejas) en el área de estudio. La parte alta de la cuenca Chontayacu comprende desde Santa Rosa de Oso hasta Cocalito, y la parte baja corresponde desde Nueva Galilea hasta Crisnejas.

- **Riqueza y abundancia por zona de muestreo**

463. Mediante los puntos de conteo se registró 113 especies con una abundancia de 955 individuos. Además, se registró dos especies fuera de los puntos de conteo. Siendo un total de 115 especies registradas en el área de estudio. A continuación, se detalla información de las zonas muestreo.

464. La riqueza de especies en las zonas de muestreo varió entre 23 y 46 especies, y la abundancia entre 63 y 193 individuos. Las zonas de muestreo que obtuvieron la mayor riqueza fueron la Zona 7- San Antonio de Padua (46 especies), seguida de la Zona 1-Santa Rosa de Oso (45 especies) y la Zona 5-Nueva Unión de Santa Ana-Guayaquil (44 especies). La menor riqueza se registró en la Zona 8-Crisnejas (23 especies). Por otro lado, las zonas con mayor abundancia fueron la Zona 1-Santa Rosa de Oso (193 individuos), la Zona 2-Esperanza-Santillán (166 individuos) y la Zona 3-Cocalito (134 individuos). En la Tabla 10-12 se presenta un resumen de las ocho zonas de muestreo con su riqueza de especies y abundancia, y en el Anexo G3 se presenta la riqueza de especies y abundancia en cada zona de muestreo. La abundancia es la registrada mediante el método cuantitativo de puntos de conteo.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-12. Resumen de la riqueza y abundancia por zona de evaluación

Cuenca	Zonas de Muestreo	Nº Puntos de Conteo	Nº Familias	Nº Especies	Abundancia
Alta	Zona 1- Santa Rosa de Oso	30	21	45	193
	Zona 2- Esperanza-Santillán	20	19	35	166
	Zona 3-Cocalito	20	17	35	134
Baja	Zona 4- Nueva Galilea	15	21	34	108
	Zona 5- Nueva Unión de Santa Ana-Guayaquil	20	22	44 [a]	104
	Zona 6- Nueva Unión de Ají	15	16	28	64
	Zona 7- San Antonio de Padua	20	23	46	123
	Zona 8- Crisnejas	20	18	23	63
	8 Zonas	**160**	**33**	**115**	**955**

[a]: dos especies registradas fuera de los puntos de conteo.

465. En la abundancia total destacaron 8 especies con mayor abundancia que tuvieron más de 30 individuos registrados en el área de estudio (Figura 10-38). Entre las especies más abundantes se encuentran 2 loros, *Psittacara mitratus* con 104 individuos y *Pionus menstrus* con 40 individuos.

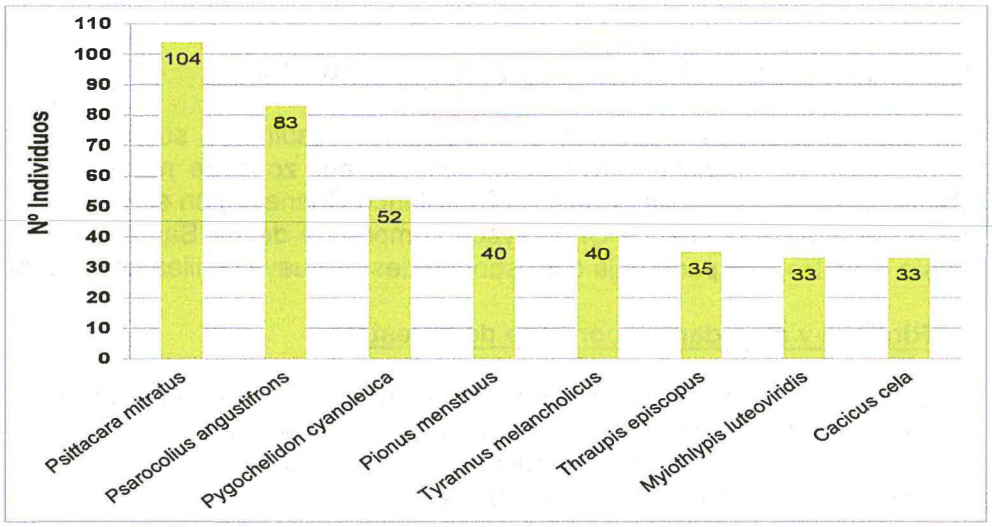


Figura 10-38. Especies con mayor abundancia total en el área de estudio

a) Parte alta

466. En la parte alta del río Chontayacu se registraron 78 especies con una abundancia de 493 individuos, pertenecientes a 27 familias y 11 órdenes.

Zona 1. Santa Rosa de Oso

467. Esta zona está representada por los hábitats de bosque premontano y áreas intervenidas, presentó un esfuerzo de muestreo de 30 PC. En esta zona se registró 45 especies de aves y 193 individuos. Las especies más abundantes fueron *Psittacara mitratus* (20 individuos), *Tyrannus melancholicus* (19 individuos) y *Thraupis episcopus* (17 individuos). Esta zona obtuvo el segundo lugar en riqueza y el mayor valor de abundancia.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión Nº 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

468. Los registros que destacan fueron la Tangara de Vientre Negro (*Ramphocelus melanogaster*) endémica de Perú y el Gallito de las Rocas (*Rupicola peruvianus*) especie incluida el apéndice II de CITES.

Zona 2. Esperanza-Santillán

469. Esta zona está representada por el hábitat de bosque premontano y presentó un esfuerzo de muestreo de 20 PC. En esta zona se registró 35 especies de aves y 166 individuos. Las especies más abundantes fueron *Psittacara mitratus* (69 individuos) y *Basileuterus tristriatus* (17 individuos).

470. Los registros que destacaron fueron la Perdiz de Cabeza Negra (*Nothocercus nigrocapillus*) considerada en la categoría de amenaza Vulnerable (VU), la codorniz de pecho negro (*Odontophorus speciosus*) catalogada como Casi Amenazada, y dos especies que destacan por su singular belleza, el gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*) y el pájaro-paraguas Amazónico (*Cephalopterus ornatus*), incluidas en el Apéndice II y III de CITES, respectivamente.

Zona 3. Cocalito

471. Esta zona está representada por el hábitat bosque premontano y presentó un esfuerzo de muestreo de 20 PC. En esta zona se registró 35 especies de aves y 134 individuos. Las especies más abundantes fueron *Psarocolius angustifrons* (26 individuos) y *Pygochelidon cyanoleuca* (18 individuos).

472. Los registros que destacaron fueron dos loros, incluidos en el Apéndice II de CITES, la Cotorra Mitrada (*Psittacara mitratus*) y el Perico de Cola Marrón (*Pyrrhura melanura*).

b) Parte baja

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

473. En la parte baja de la cuenca Chontayacu se registró 84 especies con 462 individuos, pertenecientes a 31 familias y 13 órdenes. Además, dos especies fuera de los puntos de conteo: el Ninfa de Cola Ahorquillada (*Thalurania furcata*) y el Colibrí Multipunteado (*Taphrospilus hypostictus*) registrados en la zona 5-Santa Ana-Guayaquil.

Zona 4. Nueva Galilea

474. Esta zona está representada por el hábitat bosque premontano con intervención antrópica y presentó un esfuerzo de muestreo de 15 PC. En dicha zona se registró 34 especies de aves y 108 individuos. Las especies más abundantes fueron *Cacicus cela* (16 individuos) y *Psarocolius angustifrons* (11 individuos).

475. Los registros que destacaron fueron el Tucán de Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*) que se encuentra catalogado como Vulnerable (VU) y en el apéndice II de CITES, así como el Pájaro-Paraguas Amazónico (*Cephalopterus ornatus*) incluida en el apéndice III de CITES.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Zona 5. Nueva Unión de Santa Ana-Guayaquil

476. Esta zona está representada por el hábitat bosque premontano con intervención antrópica y presentó un esfuerzo de muestreo de 20 PC. En dicha zona se registró 44 especies, de las cuales 2 fueron registros oportunistas y 104 individuos. La especie más abundante fue *Myiothlypis luteoviridis* (14 individuos).

477. Los registros que destacaron fueron dos especies consideradas vulnerables (VU), la Perdiz de Cabeza Negra (*Nothocercus nigrocapillus*) y la Paloma Rojiza (*Patagioenas subvinacea*).

Zona 6. Nueva Unión de Ají

478. Esta zona está representada por el hábitat de bosque premontano con intervención antrópica y presentó un esfuerzo de muestreo de 15 PC. En esta zona se registró 28 especies de aves y 64 individuos. La especie más abundante fue *Psarocolius angustifrons* (19 individuos).

479. El registro destacable fue la Tangara de Vientre Negro (*Ramphocelus melanogaster*) que es endémica de Perú.

Zona 7- San Antonio de Padua

480. Esta zona está representada por bosques premontano con áreas con intervención antrópica y presentó un esfuerzo de muestreo de 20 PC. En esta zona se registró 46 especies de aves y 123 individuos. La especie más abundante fue *Pionus menstruus* (31 individuos).

481. Los registros que destacaron fueron el gavilán semiacollarado (*Accipiter collaris*) catalogada como Vulnerable (VU) según la legislación Peruana y Casi Amenazada según la IUCN y el Loro de Cabeza Azul (*Pionus menstruus*) abundante en la zona 7. Ambas especies están incluidas en el apéndice II de CITES.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Zona 8- Crisnejas

482. Esta zona está representada por áreas con intervención antrópica y presentó un esfuerzo de muestreo de 20 PC. En esta zona se registró 23 especies de aves y 63 individuos. La especie más abundante fue *Cyanocorax violaceus* (9 individuos).

483. Los registros que destacaron fueron la Perdiz Gris (*Tinamus tao*) categorizada como Vulnerable (VU) según la IUCN, y la Tangara de Vientre Negro (*Ramphocelus melanogaster*) que es endémica de Perú.

- **<u>Riqueza de aves registradas por cámaras trampa</u>**

484. Como resultado de la instalación de 20 cámaras trampa en la parte alta y baja del río Chontayacu, se registraron 8 especies de aves, pertenecientes a 6 familias. Las especies de aves registradas mediante cámaras trampa son aquellas que utilizan el piso del bosque para forrajear.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Tabla 10-13. Riqueza y número de registros de aves registradas por las cámaras trampa en la parte alta y baja del río Chontayacu

Familia	Nombre común	Especie	Total registros
Emberezidae	Gorrión	*Arremon aurantiirostris*	7
Cracidae	Pava	*Chamaepetes goudotii*	3
Formicariidae	Hormiguerito	*Formicarius* sp	3
Columbidae	Paloma	*Geotrygon frenata*	9
Columbidae	Torcasita	*Leptotila verreauxi*	6
Odontophoridae	Porothuango	*Odontophorus gujanensis*	1
Tinamidae	Perdiz	*Tinamus tao*	12
Turdidae	Zorzal	*Turdus nigriceps*	1

485. Hay que destacar que en la cámara trampa CHONTA 12 se registraron aves grandes como la Pava Ala de Hoz (*Chamaepetes goudotii*) y la Perdiz Gris (*Tinamus tao*) ambas especies fueron registradas con cría. En la cámara trampa CHONTA 13 se obtuvieron los mayores registros independientes de la Perdiz Gris (*Tinamus tao*).

10.6.2.3. Estimación de riqueza esperada

- **Curva de acumulación de especies y Estimador chao 1**

486. 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, aún teniendo un esfuerzo de muestreo máximo. Esto se contrasta en el estudio, observando que en 100 puntos de conteo se registraron 93 especies, y en los 60 puntos de conteo restantes solo se registraron 20 especies nuevas (ver Figura 10-39).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

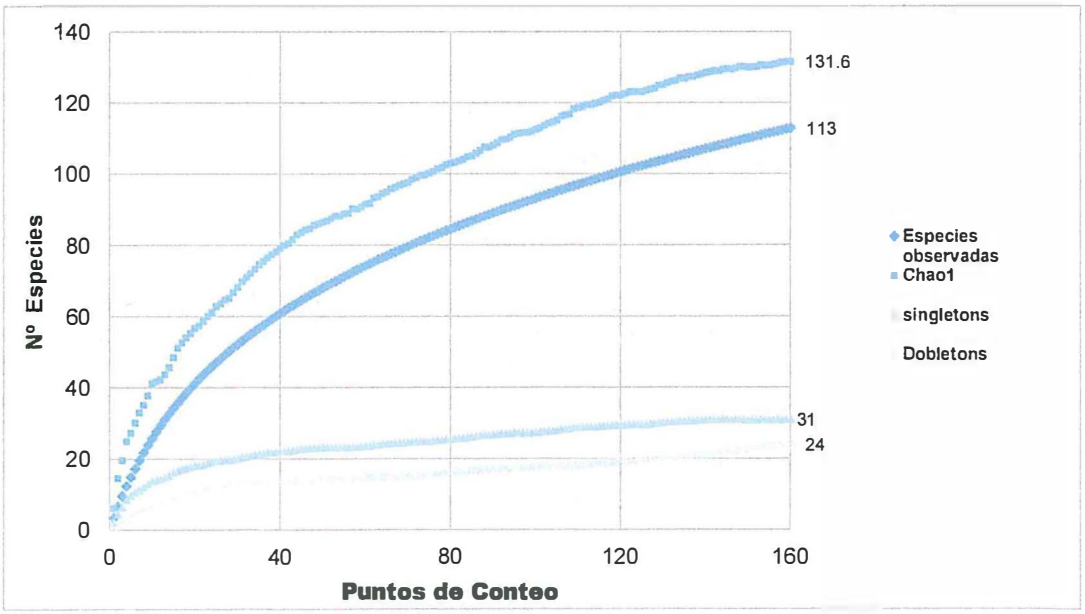


Figura 10-39. Curva de acumulación de especies observadas y Estimador de Chao 1

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

487. Según el estimador de Chao 1 la riqueza esperada es de 131,6 especies (IC 95 %: 121, 24-154, 99). Las 113 especies registradas en los puntos de conteo representan el 86 % de la riqueza esperada, siendo un inventario considerado bueno.

488. Para alcanzar el valor mínimo mediante los puntos de conteo, no se han reportado 8 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

489. La diversidad de aves en el área de estudio fue alta con H': 3,89 bits/ind y 1-D: 0,96, 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.

490. Las zonas con mayor valor de riqueza y abundancia fueron las zonas 7 y 1, y el mayor valor de diversidad lo presentó la zona 5 (H: 3,44 bits/ind) ver Tabla 10-14. La zona 2 registró los menores valores de los índices de diversidad (H: 2,50, 1-D: 0,80), debido que se registró *Psittacara mitratus* con abundancia significativa, respecto a las demás especies registradas en esta zona de muestreo. Los valores del índice de Simpson son similares en la mayoría de las zonas de muestreo, los cuales estarían mostrando una distribución homogénea de las especies registradas en el área de estudio (ver Tabla 10-14).

Tabla 10-14. Abundancia, riqueza e índices de diversidad por zona de muestreo

Parámetro	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Total
Abundancia (Total de individuos)	193	166	134	108	104	64	123	63	955
Riqueza (Número total de especies)	45	35	35	34	42	28	46	23	113
Índice de Shannon (H')	3,28	2,50	2,92	3,18	3,44	2,83	3,24	2,91	3,89
Índice de Simpson (1-D)	0,95	0,80	0,91	0,94	0,96	0,89	0,92	0,93	0,96

Zona 1: Santa Rosa de Oso, Zona 2: Esperanza-Santillán, Zona 3: Cocalito, Zona 4: Nueva Galilea, Zona 5: Nueva Unión de Santa Ana-Guayaquil, Zona 6: Nueva Unión deAjí, Zona 7: San Antonio de Padua, Zona 8: Crisnejas.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

10.6.2.5. Similaridad entre zona de muestreo

491. La similitud de especies en las zonas de muestreo, según el valor del índice de Jaccard que toma en cuenta la presencia y ausencia de especies en las zonas de muestreo, detalla que las zonas 4 y 6, y las zonas 5 y 7 presentan una similaridad de 38 %, estas zonas comparten el hábitat de bosque premontano con intervención antrópica. Las demás zonas presentan una similaridad menor al 30 % (ver Figura 10-40). Las especies de aves que se comparten son mayormente especies de amplia distribución en la vertiente oriental.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

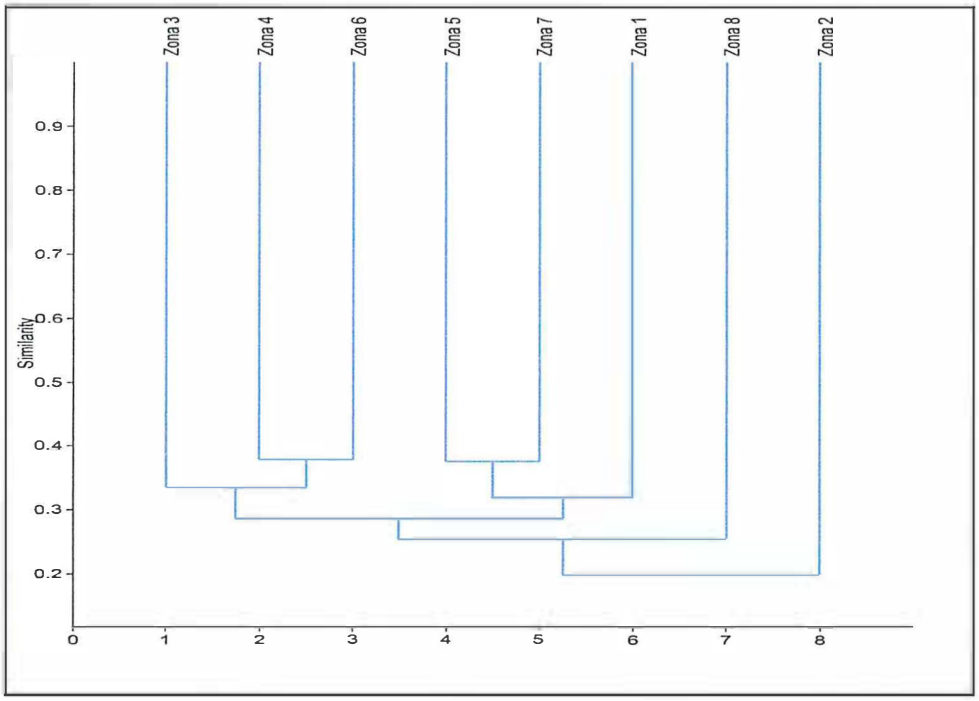


Figura 10-40. Dendrograma de Similitud de Jaccard entre las zonas de muestreo
Zona 1: Santa Rosa de Oso, Zona 2: Esperanza-Santillán, Zona 3: Cocalito, Zona 4: Nueva Galilea, Zona 5: Nueva Unión de Santa Ana-Guayaquil, Zona 6: Nueva Unión de Ají, Zona 7: San Antonio de Padua, Zona 8: Crisnejas.

492. Según el índice cuantitativo de Morisita, se observa un solo agrupamiento con una similaridad superior al 60 %, el conformado por las zonas 3 y 6. A este agrupamiento principal se unen la zona 1 y el par conformado por las zonas 4 y 5, una similaridad entre 45 y 53 %, respectivamente (ver Tabla 10-15 y Figura 10-41). Mediante la aplicación de estos índices de similitud, demuestra qué zonas son similares tanto en especies compartidas como en abundancia de las especies compartidas. Esta similitud se debe a los hábitats que comparten, encontrando especies que usan el bosque montano y especies que usan áreas intervenidas.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Tabla 10-15. Valores del índice de Similitud de Morisita entre las zonas evaluadas en el área de estudio

Zonas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
Zona 1	1	0,438	0,57	0,45	0,42	0,36	0,19	0,40
Zona 2	0,44	1	0,46	0,08	0,05	0,13	0,04	0,02
Zona 3	0,57	0,46	1	0,49	0,26	0,66	0,23	0,16
Zona 4	0,45	0,08	0,49	1	0,53	0,50	0,32	0,36
Zona 5	0,42	0,05	0,26	0,53	1	0,32	0,27	0,26
Zona 6	0,36	0,13	0,66	0,50	0,32	1	0,28	0,24
Zona 7	0,19	0,04	0,23	0,32	0,27	0,28	1	0,38
Zona 8	0,40	0,02	0,16	0,36	0,26	0,24	0,38	1

Zona 1: Santa Rosa de Oso, Zona 2: Esperanza-Santillán, Zona 3: Cocalito,
Zona 4: Nueva Galilea, Zona 5: Nueva Unión de Santa Ana-Guayaquil, Zona 6: Nueva Unión de Ají,
Zona 7: San Antonio de Padua, Zona 8: Crisnejas

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

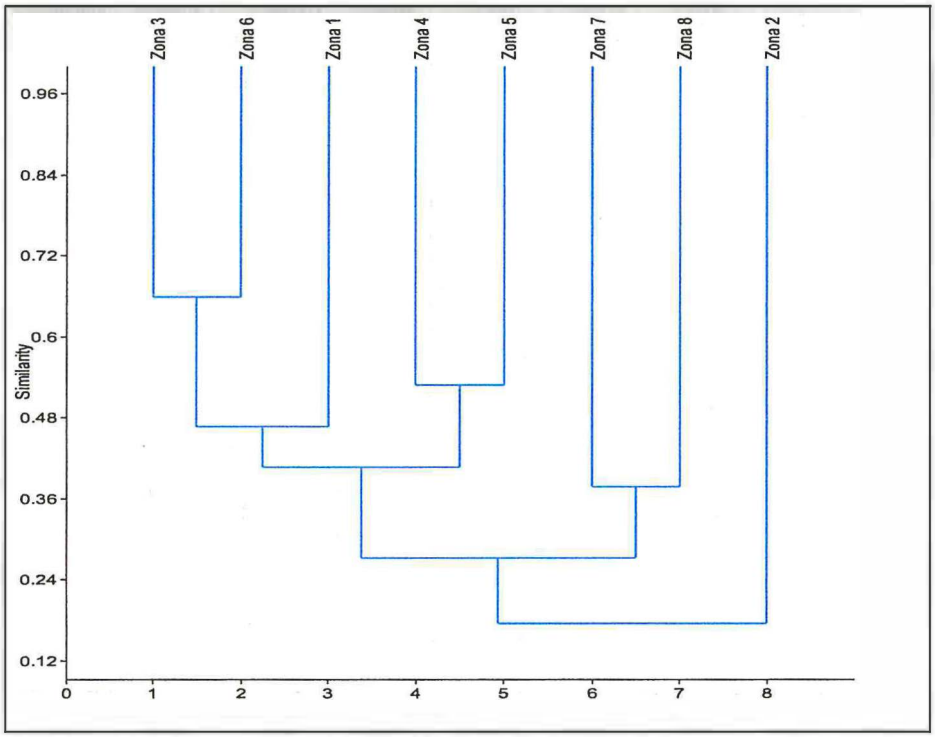


Figura 10-41. Dendrograma de Similitud de Morisita entre las zonas de muestreo
Zona 1: Santa Rosa de Oso, Zona 2: Esperanza-Santillán, Zona 3: Cocalito, Zona 4: Nueva Galilea, Zona 5: Nueva Unión de Santa Ana-Guayaquil, Zona 6: Nueva Unión de Ají, Zona 7: San Antonio de Padua, Zona 8: Crisnejas.

10.6.2.6. Especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

493. Del total de especies registradas, 25 especies se encuentran incluidas en alguna categoría de conservación, nivel de endemismo y estatus migratorio (Tabla 10-15). Estas 25 especies representan el 20 % de la riqueza de especies totales.

Tabla 10-16. Lista de especies incluidas en categorías de conservación, endémicas o migratorias registradas en el área de estudio

Especie	Categorías de conservación				Endemismo		Migratorio
	DS 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Perú	Bioma	
Nothocercus nigrocapillus	-	VU	-	-	-	CAN	-
Tinamus tao	-	VU	-	-	-	-	-
Odontophorus speciosus	-	NT	-	-	-	-	-
Patagioenas subvinacea	-	VU	-	-	-	-	-
Adelomyia melanogenys	-	LC	II	-	-	-	-
Chrysuronia oenone	-	LC	II	-	-	-	-
Colibri delphinae	-	LC	II	-	-	-	-
Phaethornis atrimentalis	-	LC	II	-	-	-	-

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Especie	Categorías de conservación				Endemismo		Migratorio
	DS 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Perú	Bioma	
Phaethornis guy	-	LC	II	-	-	-	-
Taphrospilus hypostictus	-	LC	II	-	-	-	-
Thalurania furcata	-	LC	II	-	-	-	-
Pionus menstruus	-	LC	II	-	-	-	
Psittacara mitratus	-	LC	II	-	-	-	
Pyrrhura melanura	-	LC	II	-	-	-	
Accipiter collaris	VU	NT	II	II	-	-	
Rupornis magnirostris	-	LC	II	II	-	-	
Galbula cyanescens	-	LC	-	-	-	AMS	
Eubucco versicolor	-	LC	-	-	-	CAN	
Picumnus lafresnayi	-	LC	-	-	-	ANT	
Ramphastos tucanus	-	VU	II	-	-	-	
Pteroglossus castanotis	-	LC	III	-	-		
Cephalopterus ornatus	-	LC	III	-	-	-	
Rupicola peruvianus	-	LC	II	-	-	-	
Turdus nigriceps	-	LC	-	-	-	-	A
Ramphocelus melanogaster (E)	-	LC	-	-	P	-	

P: endémico de Perú, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación menor, II: Apéndice II de la CITES o CMS, III: Apéndice III de la CITES, CAN: Bioma de los Andes del Norte, AMS: Bioma Amazonía Sur, ANT: Bioma Amazonia Norte y Tepuis, A: Migratorio Austral

494. Al contrastar la lista de especies de aves con el Decreto supremo N° 004-2014-MINAGRI, sólo se registró una especie Vulnerable (VU), el Gavilán Semiacollarado, *Accipiter collaris*, el cual también se encuentra en la categoría Casi Amenazada según la IUCN (2017). Además, la IUCN considera a cuatro especies como Vulnerables: la Perdiz de Cabeza Negra (*Nothocercus nigrocapillus*), la Perdiz Gris (*Tinamus tao*), la Paloma Rojiza (*Patagioenas subvinacea*), el Tucán de Garganta Blanca (*Ramphastos tucanus*), y una Casi Amenazada: el Gavilán Semiacollarado (*Accipiter collaris*).

495. Según la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) se encontraron 14 especies 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 dos especie que están incluidas 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) y Trochilidae (Picaflores). De estas 14 especies, dos están incluidas en apéndice II de CMS (2015).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

496. Finalmente, respecto al nivel de endemismo, una especie es endémica de Perú, dos especies son restringidas al bioma de los Andes del Norte, una especie restringida al bioma de Amazonia Sur (AMS) y una especie restringida al Bioma Amazonia Norte y Tepuis. Según el estatus migratorio se registró una especie migratoria austral (ver Tabla 10-16).

10.6.2.7. Actividad reproductiva de las aves

497. Mediante los puntos de conteo se obtuvo registros directos e indirectos de reproducción de dos especies. Se observó copula en una pareja de Paloma de Nuca Blanca (*Patagioenas fasciata*) en la zona 1 y registro de un individuo juvenil de Gavilán Semiacollarado (*Accipiter collaris*) en la zona 7.

498. Mediante las cámaras trampa se obtuvo dos registros directos de reproducción de la Pava Ala de Hoz (*Chamaepetes goudotii*) y la Perdiz Gris (*Tinamus tao*) ambas especies fueron registradas con cría.

10.6.2.8. Usos actuales y potenciales de las aves por la población local

499. Los apoyos locales mencionan que la población local y foránea hacen uso de las 15 especies de aves que se evidencian dentro del área de estudio, de las cuales nueve especies son cazadas para consumo de carne, en este grupo se encuentran las perdices, las pavas y las palomas. Otras seis especies de aves son usadas como mascotas principalmente el grupo de los loros (Tabla 10-17).

Tabla 10-17. Usos de las aves por la población local

Familia	Especie	Nombre local	Usos	
			Alimento	Mascota
Tinamidae	*Nothocercus nigrocapillus*	Perdiz	x	
	Tinamus tao	Perdiz	x	
Cracidae	*Chamaepetes goudotii*	Pava	x	
	Ortalis guttata	Manacaraco	x	
Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma	x	
	Patagioenas fasciata	Paloma Torcaza	x	
	Patagioenas plumbea	Paloma	x	
	Patagioenas subvinacea	Paloma	x	
	Zentrygon frenata	Paloma Perdiz	x	
Psittacidae	*Pionus menstruus*	Uspha Loro		x
	Psittacara mitratus	Loro		x
	Pyrrhura melanura	Loro		x
Ramphastidae	*Aulacorhynchus derbianus*	Tucancillo		x
	Ramphastos tucanus	Tucán		x
	Pteroglossus castanotis	Tucancillo		x

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

11. DISCUSIONES

500. En la presente sección se discuten brevemente los resultados obtenidos para los diferentes componentes ambientales de estudio.

11.1. Calidad de agua

501. Según los resultados obtenidos de los monitoreos realizados por la Autoridad Nacional del Agua (en adelante, ANA) en los años 2014[29] y 2015[30] en la zona de la cuenca media del Huallaga, que coincide con el área de influencia del monitoreo realizado en el distrito de Cholón, provincia de Marañón, departamento de Huánuco; los valores de pH, en el año 2014 se registraron entre 7,15 y 7,60; en el año 2015 se registraron valores entre 7,09 y 8,04, caracterizando el área de estudio como cuerpos de agua de naturaleza ligeramente básico. Finalmente, en el monitoreo realizado por la ANA en el año 2016[31,32] los valores de pH se registraron entre 7,32 y 7,75. Por lo tanto, los valores mencionados anteriormente se encuentran dentro del rango aceptado para el actual ECA agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) y las categorías Cat4E2, Cat3D1 y Cat3D2; dichos valores son similares a los registrados en la evaluación ambiental temprana en 11 puntos de muestreo pertenecientes a los afluentes y en 12 puntos de muestreo pertenecientes al río Chontayacu.

502. Respecto a la concentración de plomo, en los monitoreos realizados por la ANA en los años 2014 y 2016, se registraron valores superiores al establecido en el ECA agua 2008[33] Cat4 (0,001 mg/L) en los ríos Saposoa, Biabo y Sisa, donde la máxima concentración de plomo fue 0,0474 mg/L. Asimismo, en los resultados obtenidos en el presente estudio en los puntos de muestreo RCamo2 y RCris1 (en los afluentes del río Chontayacu) y RChon8, RChon9 y RChon15 (río Chontayacu) también superaron el valor establecido en el ECA agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) en la categoría Cat4E2 (0,0025 mg/L); evidenciando elevadas concentraciones de plomo a través del tiempo en los cuerpos de agua mencionados. Cabe resaltar, que una de las razones por la que el plomo llega a los cuerpos de agua superficial es por medio de las escorrentías arrastrando material particulado suspendido asociado al óxido de hierro y manganeso (Albert, 2012).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

11.2. Calidad de sedimento

503. Respecto a los metales totales en los puntos de muestreo de la zona de estudio, se observa que presentaron elevadas concentraciones de arsénico, cadmio y cobre, los cuales pueden deberse a procesos naturales como la erosión, actividad biológica y emisiones volcánicas (Alonso *et. al.*, 2013), en tanto en los puntos de muestreo de los afluentes (SED-RSust1, SED-RArag1, SED-RSanti1, SED-RYana1) y en el río Chontayacu (SED-RChon1 al SED-RChon16) parte alta comprendida entre el caserío Santa Rosa de Oso y caserío Cocalito se evidenció

29 Informe técnico N° 062-2014-ANA-DGCRH-GOCRH, en diciembre de 2014-Monitoreo de la calidad de agua superficial de la parte media de la cuenca del río Huallaga.

30 Informe técnico N° 003-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH, en enero de 2016-Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Huallaga parte media.

31 Informe técnico N° 014-2016-ANA-AAA.H-SDGCRH-MEHC, en setiembre de 2016-Monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Huallaga.

32 DS N° 015-2015-MINAM, Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, aprobado el 19 de diciembre de 2015.

33 DS N° 002-2008-MINAM, Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua, aprobado el 30 de julio de 2008.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

elevadas concentraciones de estos metales. Otros factores que pueden aumentar las concentraciones de metales pesados en los sedimento son las fuentes no puntuales de origen natural o antropogénico. Los sedimentos se deben principalmente a procesos naturales como precipitación, vaporación, escurrimiento y vulcanismo (ATSDR, 2000).

504. Cabe resaltar que, el punto SED-RYana1 perteneciente al río Yanajanca afluente del río Chontayacu, y de gran caudal registró altas concentraciones de arsénico. Ruiz, Echeandía & Romero (1996) manifiestan que el aumento en el caudal y los cambios en la dinámica fluvial de los cuerpos de agua superficial pueden afectar drásticamente la configuración de su lecho, así como la distribución del sedimento y por ende contribuir en el contenido de metales pesados.

11.3. Comunidades hidrobiológicas

505. El perifiton es un componente fundamental de las comunidades bióticas acuáticas donde juega un papel importante en los procesos de transferencia de energía, materia e información a través de las cadenas tróficas. Su estudio es importante tanto desde la perspectiva ecológica, para comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, como desde el punto de vista ambiental, pues su composición y estructura pueden servir como indicadores de la calidad del agua y de procesos que como la contaminación, puedan estar afectando a los ecosistemas (Montoya y Aguirre, 2013). Asimismo, en Ortega y col (2007) se menciona que entre el grupo de las microalgas, las diatomeas son indicadoras de calidad de sistemas lóticos, pero exige un conocimiento al nivel de especies para ser aplicado (Lobo *et al.*, 2004). En el presente estudio la riqueza de diatomeas fue dominante, encontrándose una alta productividad de estos organismos primarios que sirven de base en la cadena trófica para los consumidores secundarios (macroinvertebrados bentónicos) y terciarios (peces).

506. En estudios realizados en la región amazónica muestran que la riqueza de macroinvertebrados bentónicos está conformada principalmente por los artrópodos, dominada por larvas y adultos de insectos acuáticos. En Ortega y col, (2007) destacan la presencia de los órdenes Plecoptera y Ephemeroptera. Asimismo, en Ortega y col (2010) mencionan la presencia de los órdenes Trichoptera, Coleoptera y Ephemeroptera. Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con lo mencionado líneas arriba, destacándose la presencia de los órdenes: Trichoptera, Diptera, Ephemeroptera y Coleoptera, dentro de estos ordenes encontramos a grupos sensibles y tolerantes a los cambios en el hábitat acuático, que pueden ser Baetidae y Chironomidae, respectivamente.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

507. En cuanto a los peces la dominancia fue de los órdenes Characiformes y Siluriformes, estos resultados coinciden con el patrón de distribución observado en la región amazónica y neotropical por Ortega (1992), Goulding *et al*. (2003) y Lowe-McConnell (1987).

508. En un estudio realizado por Ortega y col (2007) en cuerpos de agua del nororiente del Perú, entre Tarapoto y Yurimaguas indicó que la calidad de agua con el índice EPT es entre aceptable y buena. En la evaluación ambiental temprana que abarca una zona similar de estudio, se muestra que la calidad del agua varió entre dudosa y buena; siendo que en general, el río Chontayacu muestra una calidad de agua aceptable.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603,607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

11.4. Calidad de suelo

509. El Perú en la actualidad 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 a que todos los puntos de monitoreo de suelos fueron establecidos en suelos de uso agrícola, se realizó una comparación referencial entre los valores del nivel de fondo encontradas con los ECA para suelo (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM). Ver Tabla 11-1.

Tabla 11-1. Comparación de los ECA suelo para uso agrícola con los resultados de nivel de fondo

Parámetros	Unidades	Formaciones geológicas evaluadas		ECA suelos
		Complejo Marañón	Plutón Cocalita San Antonio	Uso agrícola
Mercurio	mg/kg PS	--	--	6,6
Arsénico	mg/kg PS	18,27	--	50
Bario	mg/kg PS	260,6	361,5	750
Cadmio	mg/kg PS	5,108	2,710	1,4
Plomo	mg/kg PS	25,54	8,748	70

(--) Parámetros que presentaron más de la mitad de los datos menores al límite de detección del método de ensayo usado por el laboratorio.

510. En la tabla anterior se aprecia que de los metales que cuentan con estándares de comparación ambiental de suelo para uso agrícola, el único metal que presenta valores de nivel de fondo mayores a la normativa es el cadmio, en las dos zonas geológicas evaluadas, esto se aprecia en la gráfica

511. El mercurio no cuenta con valores de niveles de fondo por presentar datos menores al límite de cuantificación en ambas zonas evaluadas, mientras que el arsénico no presenta valor de nivel de fondo en la formación geológica Plutón Cocalita San Antonio. Se debe tener en cuenta que los límites de detección de estos parámetros son inferiores a los ECA suelo.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

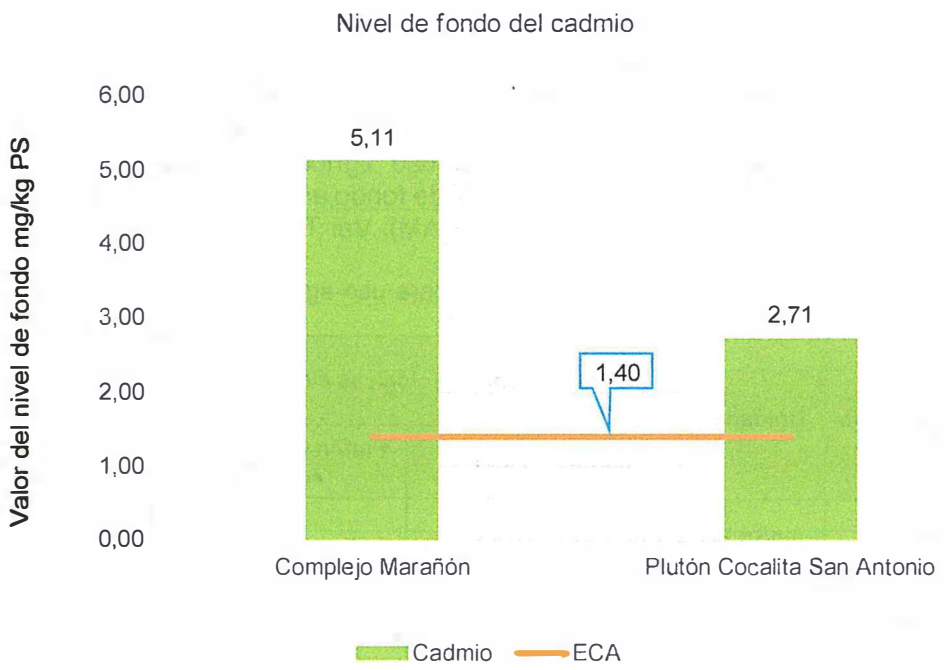


Figura 11-1. Comparación de los niveles de fondo con el ECA para suelo de uso agrícola

11.5. Flora silvestre

512. La composición taxonómica de las parcelas evaluadas muestran a las familias: Fabaceae (88 individuos), Lauraceae (83 individuos), Euphorbiaceae (79 individuos), Rubiacae (50 individuos), Clusiaceae (47 individuos), Urticaceae (45 individuos), Moraceae (44 individuos), Malvaceae (39 individuos), Myristicaceae (33 individuos) y Primulaceae (28 individuos) como las más abundantes en individuos. Esta información coincide con la mayoría de estudios en parcelas permanentes realizadas por diferentes investigadores en la Amazonia. Pitman *et al*. (2002), mencionan que en el Parque Nacional del Manú, las familias Fabaceae, Moraceae, Annonaceae y Euphorbiaceae fueron reportadas como las más ricas y abundantes en especies en las 13,8 ha estudiadas. De igual manera, las familias determinadas en la cuenca del río Chontayacu corresponden a lo reportado por Peña y Reynel (2014) en Patrones de diversidad y composición florística en parcelas de la selva central, asimismo Vásquez *et al*.(2005), en una aproximación a la composición florísticas en la selva central; y Monteagudo *et al*. (2010), en Catálogo de los árboles y afines en la selva central. Además, Palomino (1999) en la Reserva de la Biosfera del Manu reportaron a las familias Moraceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Lauraceae, Rubiaceae y Fabaceae como las más ricas en especies y abundantes en sus parcelas ubicadas dentro de los bosques nublados de San Pedro.

513. Los resultados de las parcelas SR-1, SR-2, SAN-1, COC-1 y COC-2 para la parte alta de la cuenca del río Chontayacu, determina que estos fragmentos de bosque corresponden a bosque secundario con influencia ribereña y antrópica; asimismo, las parcelas GAL-1, CAT, AJI, CRIS-1 y CRIS-2 para la parte baja de la cuenca, determina que pertenecen a fragmento de bosque premontano primario. También señala que las familias Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Urticaceae, Malvaceae (antes Bombacaceae) y Primulaceae son las que contienen mayor

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

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 naturales, como la ampliación de áreas de cultivo (mayor incidencia de luz), como ocurre en los fragmentos de bosque secundario con influencia ribereña. Por esto, la presencia de árboles pioneros identifica sitios del bosque secundario en los que ha ocurrido cambios rápidos en la estructura y composición de las especies como refiere Sarukchan *et al*. (1985); Brokaw & Scheiner (1989). Del mismo modo, Lieberman *et al*. (1985b) menciona que estos árboles de crecimiento rápido tienen ciclos de vida cortos (<50 años) y usualmente mueren de pie, con su copa y tronco fragmentándose paulatinamente, a diferencia de la mayoría de especies arbóreas de las selvas húmedas, que crecen en claros o zonas abiertas a ritmos menores a la de los árboles pioneros y requieren de varias décadas para alcanzar el estadío reproductivo.

514. De forma distinta ocurre con las especies de los fragmentos de bosque premontano primario (maduro), donde las especies e individuos más abundantes y diversos corresponden a las familias Lauraceae, Fabaceae, Moraceae, Myristicaceae, Rubiaceae, Sapotaceae y Burseraceae, además de familias no tan abundantes pero importantes por la función ecológica que cumplen como Chrysobalanaceae, Anacardiaceae, Meliaceae y Vochysiaceae. Estos árboles por lo común presentan ciclos de vida de uno a varios siglos, tal como refiere Lieberman *et al*. (1985b), siendo denominados "persistentes" por mantenerse en el bosque como plantas maduras por largos periodos de tiempo. Esta característica de madurez está reflejada en la alta diversidad que se reporta en las parcelas de los fragmentos de bosque primario.

515. Los resultados correspondientes al índice de valor de importancia en las parcelas de la cuenca del río Chontayacu para ambos sectores (parte alta y parte baja), coinciden en algunas especies con el estudios realizados en Amazonía en general, por ejemplo; 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,* seguida de *Eschweilera coreacea* (Lecythidaceae) y *Osteophloeum platyspermum* (Myristicaceae). Por ser un ecosistema fragmentado, casi todas las parcelas tienen particularidades independientes, donde el I.V.I varía constantemente entre una y otra parcela en ambos sectores, como en la parte alta de la cuenca, las familias con especies más importantes son Euphorbiaceae, Meliaceae, Malvaceae, Anacardiaceae, Fabaceae y Urticaceae, donde las predominantes son las de crecimiento rápido "pioneras", en cambio para la parte baja de la cuenca, existe otro patrón, en esta, las familias Sapotaceae, Moraceae, Myristicaceae, Annonaceae, Lauraceae y Arecaceae, son las que presentan especies de bosque primario "pristinos". Del mismo modo, existe una similitud con los resultados de los estudios de Díaz P., Wilmer A. (2007) y Balcázar J., *et al.* (2001), realizados en la amazonia de Bolivia (Pando), y los estudios realizado por Huamantupa I. (2010); Palomino W. (1999) y Monteagudo A. (2010) mediante parcelas permanentes de 1 ha. en la Amazonía Peruana. Las especies en común entre las parcelas de la cuenca del río Chontayacu y estos estudios son variables; y aunque las especies no corresponden a las mismas especies que reportamos, pertenecen a las mismas familias, como Vochysiaceae, Anacardiaceae, Rubiaceae y Fabaceae, entre otras.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

516. 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 cuando estas últimas se recuperen naturalmente. En este sentido, la relación de las especies con mayor índice en cada parcela y 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, apelando a las buenas prácticas ambientales.

517. Con respecto a la estimación de biomasa en la 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) refieren 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 de la parte alta de la cuenca del río Chontayacu, en los cuales se reporta un promedio aproximado de 14,3 Tn/0.1ha (143 Tn/ha), calculado a partir de lo estimado en las 5 parcelas; por lo contrario, se estimó en promedio aproximado de 30,3 Tn/0.1ha (303 Tn/ha) de biomasa en las parcelas con fragmentos de bosque primario en la parte baja de la cuenca, cuyo valor estaría dentro del rango alto normal. En este sentido, la biomasa estimada en los fragmentos de bosque secundario de la parte alta de la cuenca son notoriamente muy bajos.

518. Las diferencias respecto a la composición arbórea, estimación de biomasa y captura de carbono en los fragmentos de bosque primario en la parte baja de la cuenca, con respecto de los fragmentos de bosque secundario de la parte alta de la cuenca, muestran la capacidad de servicios ecosistémicos que puede ofrecer un bosque intacto con respecto a los bosques secundarios y con más razón cuando estos son más deteriorados.

519. Hay diferentes grados de alteración de las comunidades naturales que constituyen un ecosistema, que van desde la simple explotación de algunos de sus recursos vegetales y animales que conduce a cambios en las densidades demográficas de las especies explotadas, hasta la radical destrucción de las comunidades y del suelo en que éstas se desarrollan, como ocurre en los casos más extremos de erosión. Por lo tanto, la estimación de biomasa y captura de carbono son indicadores fundamentales para analizar la integridad de un ecosistema y la provisión de bienes y servicios ambientales que nos provee, siendo este último sensible a los efectos directos de la deforestación y la degradación de los suelos REDD, (2011). En ese sentido, los resultados del análisis de biomasa permitieron estimar en este tiempo el estado actual de la flora silvestre en los ecosistemas evaluados (fragmentos de bosque primario y fragmentos de bosque secundario) tanto de la parte alta como la parte baja de la cuenca, directa o indirectamente relacionado a las actividades que desarrollan los habitantes de los caseríos contiguos a toda la cuenca del río Chontayacu.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

11.6. Fauna silvestre

- **Mamíferos**

520. La presente investigación constituye la primera evaluación de la fauna silvestre en la región utilizando cámaras trampa, una metodología innovadora que permitió registrar hasta las horas de actividad de los animales y otros comportamientos; sin embargo esta metodología no es nueva, pues se viene utilizando desde 1990 (Chávez *et al.,* 2013).

521. Dicha metodología de investigación fue aplicada en un estudio en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, en un bosque montano, ecosistema similar donde se realizó la evaluación ambiental temprana, en dicho estudio lograron el registro de especies elusivas como el Tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), venados enanos (*Mazama rufina y Pudu mephistophiles*) y coatí de montaña (*Nasua olivácea*) (Mena *et al.*, 2017). En la presente investigación no se registraron a las especies mencionadas; sin embargo, en los centros poblados Santa Rosa Cocalito y Nueva Galilea, los pobladores afirman ver rastros del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) en las zonas altas alejadas del centro poblado; con esta información se logró instalar una cámara trampa en la cima del cerro Gallinero, ámbito del centro poblado Santa Rosa de Oso, en el área donde se instaló la cámara se encontró rastros de actividad del animal como caminos, dormideros, restos de alimentación y heces del animal.

522. Otro estudio con cámaras trampa se realizó en el Bosque de Protección de Pagaibamba donde el ecosistema es similar y donde predominan los bosques montanos y se lograron registrar ocho especies de mamíferos grandes y medianos entre ellos el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*), tigrillo (*Leopardus pardalis)*, zorro andino (*Lycalopex culpaeus),* oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), manco (*Eira barbara*), zorrino (*Conepatus chinga*), comadreja *(Mustela frenata)* y venado gris *(Odocoileus virginianus*) (Gimenez *et al.,* 2010), en el presente estudio se registraron 13 especies de fauna mayor, 5 especies más que en el bosque de Pagaibamba coincidiendo en los registros del zorrino (*Conepatus chinga*) y el majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*).

523. En la región se realizó el trabajo de investigación sobre el estado de conservación del mono choro cola amarilla (*Lagothrix flavicauda*) y otros primates, la metodología empleada para registrar la diversidad de primates fue el censo por transecto, lográndose registrar siete especies, entre ellas *Lagothrix flavicauda, Cebus yuracus, Alouatta seniculus, Ateles chamek, Lagothrix l. tschuddi, Sapajus macrocephalus, Aotus cf. miconax.* (Aquino *et al.,* 2017), en comparación con la EAT no se registró ninguna especie de primate; sin embargo los pobladores de los centros poblados de Nueva Galilea y San Antonio de Padua mencionaron haber observado algunos grupos de mono choro de cola amarilla (*Lagothrix flavicauda*) en las partes altas, lo cual no fue corroborado.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- **Aves**

524. La riqueza de especies (115) reportadas en el área de estudio, es muy significativa al compararla con las 291 especies registradas en el Parque Nacional Tingo María (Angulo *et al.*, 2015) y con las 166 especies de aves reportadas para el departamento de Huánuco (Aquino, 2010).

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

525. La avifauna registrada en la presente evaluación en el área de estudio, es típica del pie de monte de la vertiente oriental, siendo las familias con mayor número de especies la familia de las tangaras (Thraupidae), de los mosqueros (Tyrannidae), de los carpinteros (Picidae) y de los picaflores (Trochilidae); esto concuerda con las especies distribuidas en ceja de selva según Schulenberg *et al.* (2010) y siendo estas familias más predominantes en el Parque Nacional Tingo María (Angulo *et al.*, 2015).

526. 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 114 especies residentes y una especie migratoria austral. Las migratorias australes ocurren regularmente en el Perú entre los meses de marzo a octubre, periodo que se da el invierno austral, el "zorzal pizarroso" *Turdus nigriceps* que es un migrante austral poco común entre mayo y octubre en la vertiente este de los Andes, entre los 700-1800 m s.n.m., y un residente reproductivo entre los 1500-1850 m s.n.m. en la vertiente del Pacífico en Piura y Lambayeque (noviembre y febrero) y se le encuentra en el bosque húmedo y borde de bosque (Schulenberg *et al.*, 2010). En el área de estudio se registró en mayo de 2017 en la Zona 2-Santillán-Nueva Esperanza, coincidiendo con los meses de permanencia regular en Perú.

527. Las especies registradas se encuentran dentro de su rango de distribución conocida según Schulenberg *et al.* (2010); sin embargo, se evidenciaron dos nuevos registros para el departamento de Huánuco, el gavilán semicorrallado (*Accipiter collaris*) y el Perico de Cola Marrón (*Pyrrhura melanura)*, dichas especies no se han registrado en estudios ornitológicos anteriores realizados en el departamento de Huánuco (Angulo *et al.* 2010).

528. El Gavilán Semicorrallado (*A. collaris*), es una especie registrada en pocas localidades en el Perú, específicamente en el departamento de Cusco, en el Santuario Nacional Machu Picchu, y en el Valle de Cosnipata (Walker, 2015) y en el departamento de Amazonas, en el sector el Toro, a 6 km al sur del pueblo Esperanza (Angulo & Piana, 2011). El avistamiento en el departamento de Huánuco, representa una importante información, debido que este nuevo registro se ubica entre los departamentos de Amazonas y Cuzco, e indicaría que la especie se distribuiría a lo largo de vertiente oriental de los Andes del Perú. Se registró un individuo juvenil perteneciente al morfo marrón, se le observó que posó en las ramas expuestas de un árbol en el borde de bosque. Esta especie está categorizada como Vulnerable según la legislación peruana (El Peruano, 2014) y como Casi Amenazada según la IUCN (2017).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

529. El Perico de cola Marrón (*P. melanura)* es una especie poco común en bosques húmedos en las llanuras al este del río Amazonas, cruzando localmente la margen sur del mismo río en ambos lados por la parte baja del río Huallaga y llega hasta 1350 m s.n.m. al pie de los Andes, esta fue reportada para el departamento de Loreto y San Martín (Schulenberg *et al.*, 2010). La nueva localidad, corresponde a la más sur de su distribución, en el departamento de Huánuco, no habiendo sido registrada en el Parque Nacional Tingo María (Angulo *et al.*, 2015).

530. Entre las ocho especies más abundantes se encuentran dos loros, la Cotorra Mitrada (*Psittacara mitratus*) que es la más abundante en el área de estudio, a la cual se le encontró sobrevolando el bosque y en el interior del bosque, en la parte alta de la cuenca Chontayacu; y el Loro de Cabeza Azúl (*Pionus menstruus*) que

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

fue visto en áreas abiertas y en borde de bosque en la parte baja de la cuenca Chontayacu. Esto concuerda con Schulenberg *et al.* (2010), según el cual *P. mitratus* está asociado a los bosques húmedos en la vertiente este de los Andes entre los 1600 a 3400 m s.n.m., y *P. menstruus*, es una especie ampliamente distribuida y común en la Amazonía llegando hasta los 1300 m s.n.m. y localmente hasta 2000 m s.n.m. Además, estas especies se encuentran incluidas en el apéndice II de CITES (CITES 2017), estando protegidas para el comercio internacional.

531. La segunda especie con mayor abundancia es la Oropéndola de Dorso Bermejo (*Psarocolius angustifrons*) encontrada dentro de bosque, borde de bosque y en áreas abiertas. Schulenberg *et al.* (2010) menciona que esta especie visita varias secciones del bosque amazónico en la parte media y alta del bosque, pero más a menudo se observa en los bordes de bosque y algunas veces en las tierras agrícolas

532. Las ocho zonas de muestreo abarcaron un rango altitudinal desde 730 a 1600 m s.n.m., observándose especies que se distribuyen dentro de ese rango altitudinal. Entre las comunes se observó *Piaya cayana*, *Rupornis magnirostris*, *Campephilus melanoleucos*, *Tyrannus melancholicus*, *Cyanocorax violaceus* y *Psarocolius angustifrons*, las cuales presentan un amplio rango de distribución en la Amazonía peruana (Schulenberg *et al.*, 2010); sin embargo, se encontraron especies que solo se registraron en las zonas de mayor altitud como la *Patagioenas fasciata, Pyrrhomyias cinnamomeus, Cyanocorax yncas* y *Psittacara mitratus,* que son especies características de bosques de húmedos de mayor altitud (Schulenberg *et al.*, 2010). Las especies que solo se registraron a menor altitud fueron *Nystalus obamae* y *Picumnus lafresnayi*, las cuales son características de bosque de llanura en la Amazonía (Schulenberg *et al.*, 2010).

533. La riqueza de especies en las zonas de muestreo estuvo influenciada por la cobertura boscosa y por la altitud. Las diferencias en cobertura boscosa y en altitud hacen que se encuentren registros únicos en cada zona de evaluación. Las especies que se comparten en las zonas de muestreo son especies de amplia distribución y comunes en la amazonia, características de bosque amazónico de pie de monte, borde de bosque y de bosques fragmentados con áreas abiertas y agroecosistemas (Schulenberg *et al.*, 2010).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

534. Las especies consideradas vulnerables, en el área de estudio presentaron bajas abundancias en la presente evaluación ambiental temprana. Las especies incluidas en CITES, como los picaflores, presentan una gran importancia ecológica en los ecosistemas como polinizadores; las rapaces son carnívoros ubicados en lo alto de la cadena alimenticia y entre los frugívoros se encuentran los loros, los tucanes, gallito de las rocas y pájaro paraguas, que ayudan a la dispersión de las semillas, y controlan la floración de los árboles.

535. El área de estudio fue considerada de alto valor biológico y endemismo (CDC, 2003), lo que se refleja en la diversidad de aves, encontrando una especie endémica de Perú y 4 especies restringidas a los biomas. Además, el área de estudio se identificó como un área donde se pueden encontrar entre 1 a 6 especies endémicas por debajo de los 1500 m s.n.m. en la vertiente oriental de Perú, y siendo considerada una importante área de endemismo de aves subestudiada (Franke *et al.*, 2013).

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

12. CONCLUSIONES

536. En esta sección se presentan las conclusiones referentes a todos los componentes ambientales de estudio.

12.1. Calidad de agua

i. Los parámetros como conductividad y oxígeno disuelto de la calidad del agua de los afluentes del río Chontayacu se encuentran dentro del rango establecido por el ECA agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), en las Cat4E2, Cat3D1 y Cat3D2. En cuanto a pH en los puntos REspe1, RPAle1, RBlan1 y RCamo1 de los afluentes y los puntos RChon11, RChon12, RChon14 y RChon15 del río Chontayacu, los valores se encuentran por debajo del rango establecido en el ECA para agua Cat4E2, Cat3D1 y Cat3D2.

ii. Las concentraciones de plomo en los puntos de muestreo RCamo2 y RCris1 (río Camote y río Crisnejas) ubicados en la parte baja del río Chontayacu superan el valor establecido en el ECA agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM) Cat4E2, lo mismo se evidenció en los puntos de muestreo RChon8, RChon9 y RChon15 correspondientes al río Chontayacu. Cabe resaltar, que al compararlo referencialmente con la Cat3D1 y Cat3D2 se observa que se encuentra dentro de lo establecido con lo referente a riego de vegetales y bebida de animales.

12.2. Calidad de sedimento

iii. Los resultados obtenidos de la calidad de sedimento para la concentración de metales de arsénico (25 mg/L y 30 mg/L), cadmio (5,0140 mg/L y 6,3060 mg/L) y cobre (29,6 mg/L y 49 mg/L) en el río Chontayacu y sus afluentes en los puntos SED-RYana1, SED-RChon1, SED-RArag1, SED-RChon2, SED-RChon15 y SED-RChon3 respectivamente; servirán de base para los futuros estudios ambientales en el distrito de Cholón provincia de Marañón, departamento de Huánuco. Esto resultados muestran la situación actual de las concentraciones de los metales más resaltantes en la zona de estudio.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

12.3. Comunidades hidrobiológicas

iv. Respecto al perifiton, las diatomeas (phylum Bacillariophyta) fueron el grupo de mayor riqueza y abundancia; también están presentes las cianobacterias que aportan en la fijación de nitrógeno.

v. Dentro de los macroinvertebrados bentónicos dominan los órdenes Trichoptera y Ephemeroptera que son grupos sensibles; además, están presentes los grupos tolerantes, como los Chironomidos.

vi. En cuanto a la riqueza de peces destacaron los órdenes Characiformes y Siluriformes, siendo esta mayor en el sector bajo del río Chontayacu por una menor altitud y mejores condiciones encontradas en los hábitats acuáticos.

vii. En referencia a los resultados del análisis de metales pesados en el tejido muscular de pescado y los valores encontrados fueron bajos(< 1), a excepción de los valores de zinc total que tuvo una concentración entre 5,22 y 14, 9 mg/kg.

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

viii. La calidad de los ambientes acuáticos del río Chontayacu, en base a los indicadores biológicos (macroinvertebrados bentónicos) fue aceptable registrándose organismos indicadores de aguas limpias.

12.4. Calidad de suelo

ix. Se determinó los niveles de fondo y de referencia para 35 metales y metaloides en suelo, en las dos zonas geológicas (Complejo Marañón y Plutón Cocalita San Antonio) del área de estudio.

x. Por lo general, las zonas evaluadas presentan diferencias de nivel de fondo en las concentraciones de los metales de estudio, lo que puede deberse a los procesos de formación sufridos por cada zona geológica.

xi. El empleo de métodos estadísticos para los 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. Los 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.

xii. Se tiene que los niveles de fondo de cadmio en la zona geológica Complejo Marañón excede los valores establecidos en el ECA de suelos para uso agrícola (Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM), lo cual se debería a causas naturales en la zona de estudio.

12.5. Flora silvestre

xiii. La composición florística (árboles, arbustos y algunas herbáceas) de la cuenca del río Chontayacu tiene como resultado la evaluación arbórea dentro de las parcelas permanentes, los resultados obtenidos de las colectas generales realizadas en todo el ámbito de la zona de estudio; reportando 398 especies (253 especies arbóreas dentro de las parcelas y 254 especies que corresponden a colectas generales; sin embargo, solo 145 especies fueron diferentes a las especies arbóreas ya registradas en las parcelas) de un total de 1246 individuos (790 en parcelas y 456 colectas generales).

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

xiv. La composición taxonómica de las especies arbóreas en las parcelas de evaluación fue netamente amazónica. Al respecto, las parcelas en los fragmentos de bosque primario de la parte baja de la cuenca del río Chontayacu presentaron especies de madera de alta densidad y lento crecimiento mientras que las parcelas en los fragmentos de bosque secundario en la parte alta de cuenca, 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 en la cuenca del río Chontayacu.

xv. 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 (parte alta y parte baja de la cuenca), tiene una mixtura de especies característico de bosques primarios y secundarios, con ligera predominancia de especies de bosque secundario, principalmente en la

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

parte alta de la cuenca del río Chontayacu, ya que estas corresponden a bosques fragmentados propiamente dicho; sin embargo, las parcelas ubicadas en los fragmentos de bosque primario de la parte baja de la cuenca, 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 degradados por la extensión de áreas agrícolas podrían recuperarse a través del tiempo.

xvi. La estimación de la 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 en la parte alta de la cuenca. Cabe resaltar la importancia de estos fragmentos de bosque, independientemente del grado de fragmentación que estas tengan, principalmente en la conservación de especies que se ha mantenido en el tiempo, y que pueda servir como fuente de dispersión de semillas para una futura recuperación de los bosques ya degradados. Como consecuencia, participan activamente en la dinámica del carbono del ecosistema.

xvii. De acuerdo con las instancias nacionales e internacionales de categorías de protección, la evaluación ambiental temprana reportó 39 especies arbóreas; de ellas, 10 especies corresponden a la normativa nacional y 24 especies a la internacional. Sin embargo, la especie *Calyptranthes densiflora*, presentan la categoría (DD), categoría asignada principalmente por tener datos insuficientes para definir a cual categoría podrían pertenecer, Finalmente, es importante señalar que se reportó a *Heliconia zebrina* con la categoría Preocupación Menor (LC) en el Libro Rojo.

12.6. Fauna silvestre

12.6.1. Mamíferos

xviii. El lugar donde se realizó la investigación se caracteriza por presentar bosques montanos en buen estado de conservación, especialmente en el ámbito de las localidades Santa Rosa de Oso, Cocalito y Nueva Galilea; más al sur se encuentran grandes extensiones de bosque secundario, especialmente en el ámbito de las localidades San Antonio de Padua y Crisnejas.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

xix. En cuanto a la diversidad de fauna silvestre registrada por las cámaras trampa, los resultados muestran un total de 13 especies de mamíferos. Los mayores registros de riqueza y abundancia ocurrieron en las cámaras ubicadas en el ámbito del centro poblado Nueva Galilea, especialmente en la cámara CHONTA 13 y CHONTA 14.

xx. De acuerdo a la legislación nacional en el Perú, existen 125 especies de mamíferos comprendidos en alguna categoría de conservación en el presente estudio, encontrándose una especie comprendida en la categoría de casi amenazado. En la lista roja de especies amenazadas de la *International Unión for the Conservation of Nature* (UICN), la mayor cantidad se encuentra comprendida en la categoría más baja, que es la de preocupación menor (Least Concern) y una especie de mamífero en la categoría de casi amenazada (NT), majás de montaña (*Cuniculus taczanowskii*).

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

12.6.2. Aves

xxi. En el área de estudio la avifauna registrada es típica de pie de monte de la vertiente oriental. Así, mediante los puntos de conteo y registros cualitativos se registraron 115 especies pertenecientes a 33 familias y 13 órdenes. Las órdenes que presentaron mayor número de especies fueron los Passeriformes con 71 especies, seguido de Piciformes con 10 especies. Las familias con mayor número de especies fueron Thraupidae (19 especies), Tyrannidae (19 especies), Trochilidae y Picidae con 7 y 5 especies, respectivamente, siendo estos grupos taxonómicos los más representativos de la selva alta del Perú.

xxii. Con la metodología de las cámaras trampas se registraron 8 especies de aves, esta metodología contribuyó con el registro de dos especies (*Formicarius sp. y Odontophorus gujanensis*) que no fueron registradas anteriormente. Siendo un total para el área de estudio de 117 especies de aves, de los cuales 116 especies corresponden a especies residentes y una corresponde a especie migratoria austral, que visita el territorio peruano en su época no reproductiva.

xxiii. La mayoría de las especies se encuentran dentro de su rango de distribución conocida; sin embargo se hicieron dos nuevos registros para el departamento de Huánuco, el Gavilán Semicorrallado (*Accipiter collaris*) y el Perico de Cola Marrón (*Pyrrhura melanura*).

xxiv. La riqueza de especies es muy significativa en el área de estudio, encontrándose 25 especies de interés para la conservación, debido a que es un hábitat con áreas continuas y fragmentos de bosques. La mayor riqueza de especies y abundancia se registró en las zonas 7 y 1, y el mayor valor de diversidad se registró la zona 5.

xxv. La similitud en las zonas de muestreo según el índice de similitud Jaccard, las zonas 4 y 6, y las zonas 5 y 7 presentaron una similitud de 38 %, y según el índice cuantitativo de Morisita, las zonas 3 y 6 presentaron una similitud superior al 60 % y las zonas 4 y 5 una similitud de 53 %.

xxvi. Con el presente estudio se evidencia la singularidad y diversidad de aves en los bosques de pie de monte de la vertiente oriental en el departamento de Huánuco, siendo estos bosques de interés, ya que albergan avifauna típica de bosques continuos de la selva alta.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCION DE EVALUACION

xxvii. Las amenazas que enfrentan las aves son la deforestación para la conversión a campos de cultivos e invernas para el pastoreo de ganado, y la caza oportunista para consumo humano (perdices, pavas y palomas).

13. RECOMENDACIONES

i. Difundir los resultados del presente informe a los principales actores involucrados en la evaluación ambiental temprana.

ii. Remitir una copia del presente informe a la municipalidad distrital de Cholón para conocimiento y fines.

iii. Remitir el presente informe a la Dirección de Supervisión del Oefa, para conocimiento.

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calidad de agua y sedimento

Albert, L. 2012. Toxicología Ambiental: Contaminantes Inorgánicos. México D.F. México. 2daed. Editroial LIMUSA, S.A. 101-211 p.

Alfayate, J. 2008. Contaminación Ambiental una Visión desde la Química: Características de las Aguas Naturales. Madrid. España. PARANINFO.

Alonso, D. L., S. Latorre, E. Castillo and Pedro F.B. Brandao. 2013. Environmental occurrence of arsenic in Colombia: A review. Environmental Pollution 186 (2014) 272-281. journal homepage: www.elsevier.com/locate/envpol.

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.

Annalisa Pinsino, V. M. (2012). Manganeso: A New Emerging Contaminant in the Environment. (D. J. Srivastava, Ed.) *Environmental Contamination.*

ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry). 2000. Reseña toxicológica del cromo. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública, 10 p.

Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality (ANZECC 2000 Guidelines). Australian Government's Department of the Environment.

Bioindicadores de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Gabriel Alfonso Roldán Pérez. Editorial Universidad de Antioquia. Junio 2003.

Calidad fisicoquímica del agua. Métodos simplificados para su muestreo y análisis. William Antonio Lozano-Rivas. Colombia, 2013.

CCME. (2009). Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: Boron. En Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Winnipeg.

CHAPMAN, D. 1996. Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. E& FN Spon, Londres, Inglaterra.

Gasquez, L. D. (2005). Determinación de Arsénico en aguas: Diferentes Técnicas y Metodologías. (J. L. Griselda Galindo, Ed.) Taller. II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales e hidrología subterránea - IV Congreso Hidrogeológico Argentino, 23-31.

Honorato R. 2000. Manual de edafología. 4ª ed. Universidad Católica de Chile Ediciones, Santiago, Chile.

Howe, P. M. (2004). Manganese and Its Compounds: Environmental Aspects. *World Health Organization*, 63.

J.L. Fernández Turiel, G. G.-V. (2005). Estado Actual del Conocimiento sobre el Arsénico en el agua de Argentina y Chile: Origen, Movilidad y Tratamiento. (J. L.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Griselda Galindo, Ed.) Taller. II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales e hidrología subterránea - IV Congreso Hidrogeológico Argentino, 22.

Jablonska-Czapla, M. (2015). Manganese and Ist Speciation in Environmental Samples Using Hyphenated Techniques: A Review. *Journal of Elementology, 20*(4), 1061-1075. doi:10.5601/jelem.2014.19.4.787

Juan Carmilo Gómez Rave. (2009). Geología, Geofísica, Hidrogeoquímica e Isotopos, como herramienta para definir un modelo conceptual Hidrogeológico, Caso de Aplicación: Acuífero Costero del Municipio de Turbo. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Geociencias y Medio - Facultad de Minas, Medellín.

Mackenzie, L. 2005. Ingeniería y Ciencias Ambientales.: Administración de la Calidad del Agua. México D.F. México. McGraw-Hill. 279-338 p.

María Wons, J. K. (2014). Boron Concentrations in Groundwater Intended For Consumption From Intakes Located In Northern Poland. *Journal of Elementology, 19*(3), 845-852. doi:10.5601/jelem.2014.19.2.463.

Metcalf y Eddy. 2014. Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery: Wastewater Characteristics. Nueva York. Estados Unidos de América. 5taed. McGraw-Hill. 57- 171 p.

Ministerio de Relaciones Exteriores de Bolivia. 2009. El Vivir Bien como respuesta a la Crisis Global.

Nádaská G, L. J. (2010). Environmental Aspect of Manganese Chemistry. *Hej: Env 100702-A*.

PERDOMO, G. A y GOMEZ, M. M. Estatuto de aguas para el área de jurisdicción de la corporación autónoma regional del Tolima. 3° ed. Ibagué: CORTOLIMA, 2000. p. 21-28.

Prieto Méndez, Judith; González Ramírez, César A.; Román Gutiérrez, Alma D.; Prieto García, Francisco Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua Tropical and Subtropical Agroecosystems, vol. 10, núm. 1, 2009, pp. 29-44 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán, México.

Ruiz, E.; Echenandía, A. & Romero, F. 1994. Relaciones entre agua y sedimento en río de origen orrencial. Limnética, 10(1), 101-107.

Sancha, A. M. (2005). *Criterios de Calidad de Aguas o Efluentes Tratados Para Uso en Riego*. Universidad de Chile, División de Recursos Hídricos y Medio Ambiente. http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_aguas/informe_final.pdf.

State Water Resources Control Board. (2016). *Groundwater Ambient Monitoring and Assessment Program*. (C. E. Agency, Ed.) http://www.waterboards.ca.gov/gama/docs/coc_boron.pdf.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María - Lima, Perú Telf. (511) 204 9900

Comunidades hidrobiológicas

APHA. (2012). Standard methods for the examination of water and waste water, 22 nd edn. American Public Health Association, Washington, DC.

Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological monographs, 27(4), 325-349.

Chapman, D. (1996). Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring (2da. Edición). Gran Bretaña: University Press, Cambridge.

Crisci, J.V.; López Armengol, M.F. (1983). Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Washington, DC: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, OEA, Serie de Biología.

DOCE. (2000). Directiva Marco en Política de Aguas de la Comunidad Europea (2000/60/CE), Bruselas.

Parede Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics Software (Version 3.15) [Software]. Disponible desde: http://folk.uio.no/ohammer/past/

Förstner, U. & Wittman, G.T.W. (2012). Metal Pollution in the Aquatic Environment. Berlin: Springer.

Goulding, M. Ronaldo Barthem, B. Forsberg, C. Cañas, & H. Ortega. 2003. Las fuentes del Amazonas: Ríos, vida y conservación de la cuenca del Madre de Dios. Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA) / Amazon Conservation Association (ACA). Gráfica Biblos S.A., Lima, Perú. 198 pp.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics Software (Version 3.15) [Software]. Disponible desde: http://folk.uio.no/ohammer/past/

Hill, M. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology, 54(2), 427–432.

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/

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos 113, 363-375.

Karr, J.R. & Chu, W.E. (1999). Restoring Life in Running Waters. Better Biological Monitoring (2da edición). Washington, D. C.: Island Press.

Lobo, E.A.; V.L.M. Callegaro; G. Hermany; D. Bes; C.A. Wetzel & M.A. Oliveira. 2004. Use of epilithic diatoms as bioindicators from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutriphication Acta Limnol. Bras., 16(1) 25-40.

Lowe-McConnell R. H. 1987. Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press, Cambridge. 382 pages. ISBN 0-521-23601-0

Montoya Y. y N. Aguirre. 2013. Estado del arte del conocimiento sobre perfiton en Colombia. Revista Gestión y Ambiente. Vol 16 (3): 91-117.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Moreno, C.; Barragán, F.; Pineda, E. y Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82, 1249-1261.

Moreno, C. E. & Halffter, G. (2000). Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. Journal of Applied Ecology, 37(1), 149–158. doi:10.1046/j.1365-2664.2000.00483.x

Ortega H. 1992. Biografía de los peces de aguas continentales del Per[u, con especial referencia a especies registradas a altitudes superiores a los 1000 m.

Ortega H., B. Rengifo, I. Samanez & C. Palma. 2007. Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú. Rev. peru. biol. 13(3): 189 - 193

Ortega H., L. Chocano, C. Palma y I. Samanez. 2010. Biota acuática en la Amazonia Peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco – Ucayali). Rev. peru. biol. 17(1): 029- 035.

Ortega, H. Max Hidalgo, Giannina Trevejo, Ericka Correa, Ana María Cortijo, Vanessa Meza y Jessica Espino. (2012). Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: Estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Pp 56.

Oyague, E. 2006. Informe de monitoreo de calidad de aguas, cuenca del río Ponasa, Centro de Conservación, Investigación y Manejo de Áreas Naturales – CIMA, Lima.

Plume, G.S. & Logdson, M.J. (1999). The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits. Part A: Processes, Techniques, and Health Issues. Reviews in Economic Geology, 6A, 133-160.

Peet, R.K. (1974). The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst., 5, 285-307.

Peralta, J. (2012). (Tesis para título). Diversidad de la Entomofauna acuática y su uso como indicadores biológicos en humedales de Villa, Lima, Perú.

Pielou, E. C. (1975). Ecological diversity. New York: John Wiley & Sons.

Pielou, E. C. (1984). The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. New York: John Wiley & Sons.

Reis R. E., S. O. Kullander, C. J. Ferraris, Jr. (Organizadores) (2003) Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. 742 pp.

Roldan, G. (2012). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Corporación Autonoma regional de Cundimarca, Autoridad Ambiental com Alternativas de Desarrollo. CAR. 148 p.

1 4 1 4 4 5

MONITOREO Y VIGILANCIA VoBo DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Uso del Método BMWP/Col. Medellín, Colombia: Ed Universidad de Antioquia.

Roldán, G. and Ramírez, JJ. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. 2. ed. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 439 p.

Sokal, R. R. & Michener, C. D. (1958). A statistical method for evaluating systematic relationships. U. Kansas Sci. Bull., 38, 1409-1438.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) - Museo de Historia Natural (MHN) y Ministerio del Ambiente (MINAM). 2014. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. LIMA, PERU. / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima: Ministerio del Ambiente. 75 p.

Warwick, R.M. & Clarke, K.R. (1995). New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. Marine Ecology Progress Series, 129(2), 301-305.

Wetzel, R.G. 2001. Limnology; lake and River Ecosystem 3rd ed. Academic Press New York 1006 pp.

Calidad de suelo

Chen, M., Ma, L., Q., and Hanis, W.G. 1999. Background concentrations of 15 trace metals in Florida Soils. Journal of Envrinmental 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 Restauration Program. LBNL – 1782E. p. 1-15.

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.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

INGEMMET (1996). Geología del cuadrángulo de San Pedro de Chonta, Boletín N° 68, Serie A.

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.

SCALONE. 2015. Propiedades Físicas de loa Suelos. Instituto de Agrimensura de Uruguay. Uruguay. 43 p.

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.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

Flora silvestre

Aguirre-Dianderas, C. A., & Fassbender, D (2013) *Selección de árboles plus de siete especies forestales nativas de importancia ecológica y económica en la selva central del Perú.* Lima

Aguirre-Mendoza, Z., Loja, A., Solano, M., & Aguirre, N. (2015). *Especies forestales más aprovechadas en la región sur del Ecuador*. Loja, Ecuador: EDILOJA Cia. Ltda.

Baluarte-Vasques, J. R., & Arostegui V.A. (1990) *Identificación y descripción de diecinueve especies forestales del bosque húmedo tropical (bh-T) colonia Angamos (rio Yavari) y Jenaro Herrera.* Folia Amazonica IIAP, 2 pp. 37-69

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.

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.

Blair-T. S., & Madrigal B. (2005). *Plantas Antimaláricas de Tumaco Costa Pacífica Colombiana.* Medellin, Colombia

Barrance, A., Beer, J., Boshier, D.H., Chamberlain, J., Cordero, J., Detlefsen, G., Finegan, B., Galloway, G., Gómez, M., Gordon, J., Hands, M., Hellin, J., Hughes, C., Ibrahim, M., Leakey, R., Mesén, F., Montero, M., Rivas, C., Somarriba, E., & Stewart, J. (2014). *Iriartea deltoidea (Ruiz & Pavón). En Descripciones de especies de árboles nativos de América Central* (pp. 617-620). Cartago, Costa Rica: CATIE-OFI.

Barrance, A., Beer, J., Boshier, D.H., Chamberlain, J., Cordero, J., Detlefsen, G., Finegan, B., Galloway, G., Gómez, M., Gordon, J., Hands, M., Hellin, J., Hughes, C., Ibrahim, M., Leakey, R., Mesén, F., Montero, M., Rivas, C., Somarriba, E., & Stewart, J. (2014). *Trichilia americana. En Descripciones de especies de árboles nativos de América Central* (pp. 933). Cartago, Costa Rica: CATIE-OFI.

Campos, A. V., Lawrence M. K., & Delgado, A. S. (2004). *Bejucos y otras trepadoras de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México.* Veracruz, México: Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

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.

Center for Tropical Forest Science. (2017). Heisteria acuminata (Humb. & Bonpl.) Engl. Setiembre de 2017, de Smithsonian Tropical Research Institute Sitio web: http://ctfs.si.edu/webatlas/findinfo.php?leng=spanish&specid=3477

Centro Nacional Salud Intercultural. (2017). *Consulta del Inventario Nacional de Plantas Medicinales, Heliocarpus americanus L.* Setiembre de 2017, de Ministerio de Salud Sitio web: http://www.ins.gob.pe/plantas/VerCenci.aspx?id=2274

Confederación Peruana de la Madera. CPM. (2008). *Compendio de información técnica de 32 especies forestales.* Lima, Perú: Confederación Peruana de la Madera.

Dörfle, M. (2002). *Árboles de bosque secundario en la comunidad de Challua Yacu en la vía Hollín - Loreto.* Loreto, Perú

Flores, Y. (2013). *Manual para la identificación de especies forestales en la región Ucayali.* Pucallpa, Perú: Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre.

Gonzáles A., & Pinedo, S. (2010). *Manual Cultivo de Uvilla, Pourouma cecropiifolia Martius.* Iquitos - Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP.

Kahn, F., & Mejia, K. (1987). *Las palmeras nativas de importancia económica en la Amazonía peruana. Folia amazónica*, 24, pp. 103-116.

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

La Selva - florula digital. (2017). *Inga oerstediana*. Setiembre de 2017, de Estación biológica La Selva Sitio web: http://sura.ots.ac.cr/local/florula4/find_sp2.php?customer=Inga+oerstediana&busca=Buscar#

La Selva - florula digital. (2017). *Machaerium floribundum*. Setiembre de 2017, de Estación biológica La Selva Sitio web: http://sura.ots.ac.cr/local/florula4/find_sp2.php?customer=Machaerium+floribundum&busca=Buscar#

Maecha, G., Ovalle, A., Camelo, D., Rozo, A. & Barrero, D. (2013). *Vegetación del Territorio de la CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas*. Bogotá - Colombia: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR.

Mejia, K. & Rengifo, E. (2000). *Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonía Peruana*. Breña, Lima-Perú: Tarea Asociación Gráfica Educativa.

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.

Palomino-Yamamoto, J., & Barra-Castro, M. (2003). *Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad*. Programa Selva Central Oxapampa.

Reynel, C., Pennington, R. T., Flores, C. & Daza, A. (2003). *Árboles útiles de la Amazonía Peruana*. Lima, Perú: pp. 3-50.

The Agroforestree Database. (2009). *Inga edulis - guaba*. 2017, de World Agroforestry Center Sitio web: http://www.worldagroforestry.org/treedb2/speciesprofile.php?Spid=991

Ulloa, U., & Moller, P. (2011). Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador. Quito - Ecuador: Dept. of Systematic Botany, Aarhus University.

Universidad Católica del Oriente. (2008). *Guarea kunthiana A. Juss*. Enero del 2008, de Universidad Católica de Oriente Sitio web: http://www.uco.edu.co/floraorienteantioquia/meliaceae/Guarea-kunthiana-A-Juss/Paginas/default.aspx

Universidad Nacional Agraria La Molina. (2005). *Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos*. Abril del 2005, de La Molina tree diversity Sitio web: http://cdc.lamolina.edu.pe/treediversity/ARBOLES%20UTILES%20de%20la%20amzonia.htm

Valencia, R., Montúfar, R., Navarrete H. & Balslev, H. (2013). *Palmas ecuatorianas: Biología y uso sostenible*. Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Quito, Ecuador.: Mariscal.

MONITOREO Y VIGILANCIA VoBo DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Vásquez, R. (1992). *Sistemática de las plantas medicinales de uso frecuente en el área de Iquitos*. Folia Amazónica, 4, pp. 65-80.

Fauna silvestre

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, F., M, Ugarte & A. Ambicho (2015). Lista de especies/Species Log - Aves/Birds. In Parque Nacional Tingo María - 50 Años (SERNANP, Ed.). SERNANP [Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado], Lima, Perú, pp. 118-126.

Angulo, P, F. & R. Piana. (2011). Records of Semi-collared Hawk Accipiter collaris in northern Peru. Cotinga, no. 33: 87-89.

Aquino R., G. García, E. Charpentier y L. López. 2017. Estado de conservación de Lagothrix flavicauda y otros primates en bosques montanos de San Martín y Huánuco, Perú. Revista peruana de biología 24(1):025 - 034 (Abril 2017). doi: http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13101

Aquino, R. (2010). Fisiografía, informe temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la selva de Huánuco, convenio entre el IIAP, DEVIDA. Iquitos – Perú.

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

Centro de Datos para la Conservación (CDC) (2003). Determinación de los bosques de alto valor para la conservación. Proyecto Análisis y modelación espacio-temporal del paisaje en áreas de intervención del Programa de desarrollo alternativo (PDA). Disponible en: http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/EcologiaPaisaje/Index.html (Acceso 6 de octubre 2017).

(CMS) Convention on Migratory Species. (2015). Appendices I and II. [Internet]. Disponible en : http://www.cms.int/en/page/appendix-i-ii-cms (Acceso 6 de octubre 2017).

(IUCN) International Union for the Conservation of Nature. 2017. IUCN Red List of Threatened Species. [Internet] Disponible en: http://www.iucnredlist.org/. [Acceso 5 octubre de 2017].

Chávez, C., A de la Torre, H. Bárcenas, R.A. Medellín, H. Zarza y G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

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).

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 octubre 2017).

Cowell, R. K. (2005). Estimate S: Estatistical Estimation of Richness and shared from samples. Version 7.5. Persistent URL disponible en http://purl.oclc.org/estimates.

Dancé Caballero, J.J. 2012. Conservación y uso sostenible de los bosques en Perú ante el cambio climático. (Primera versión)

Díaz-Pulido, A. y E. Payán Garrido. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.

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.

Franke, I., P. A. Hernandez, S. K. Herzog, L. Paniagua, A. Soto, C. Tovar, T. Vaqui y B. E. Young. 2007. Aves. Pp. 46-53 en B. E. Young (editor), Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia. NatureServe, Arlington, Virginia, EE UU.

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 Oxorford University Press Inc., New York. pp.1-371.

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.

IIAP 2006. Estrategia Regional de Diversidad Biológica de San Martín. 119 pp.

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/

Jiménez., C., Quintana, H., Pacheco, V., Melton, D., Torrealva, J., and Tello, G. 2010. Camera trap survey of medium and large mammals in a montane rainforest of northern Peru. Rev. Peru. biol. 17(2): 191 – 196, Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM

MONITOREO Y VIGILANCIA VºBº DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

Mena, J.L; Yagui.; LaRosa, F., Zuñiga, A., Hiyo, L, Huaman, C. Cotrina D., Ocupa, L, Neyra, S., Lozada, E., Aponte, J., Caraujulca, C, Ramirez, A., Lozada, A., Guerrero, J., Valdivia, S., Campos, A., Tenorio, M. (2017). Diseño de monitoreo de oso andino y tapir de montaña utilizando cámaras trampa: experiencia en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe. WWF-SERNANP

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.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2015). Guía de inventario de la fauna silvestre. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima, Perú.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza.

Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza. 84 pp.

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 octubre del 2017).

Plenge, M. A. (2017). Lista de las Aves de Perú. Disponible en Disponible https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist (Acceso 2 de octubre del 2017).

Plenge, M. A., Schulenberg T.S. & Valqui, T. (2017). Species lists of birds for South American countries and territories: [Perú]. Disponible en http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCCountryLists.html. [Acceso 5 octubre 2017].

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.

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.

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

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCION DE EVALUACION

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

(Formicariidae) through jays (Corvidae) (CD). Ithaca, NY: Cornell Laboratory of Ornithology.

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.

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. Cambrigde 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.

TOBLER, M. 2013. Camera Base Version 1.6, User guide. Available on line at http://www.atriumbiodiversity.org/tools/camerabase/files/CameraBaseDoc1.6.pdf

Walker, B. (2015). Field guide to the birds of Machu Picchu and the Cusco Region, Peru. Lynx Edicions, Barcelona [Spain]; and Buteo Books, Arrington, Virginia [U.S.A.], pp. 1-243.

MONITOREO Y VIGILANCIA
V°B°
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

www.oefa.gob.pe

Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900

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 : Mapa de puntos de muestreo
  Anexo B2 : Fichas de campo
  Anexo B3 Registro fotográfico
  Anexo B4 : Certificados de calibración de equipos
  Anexo B5 : Registros de ajuste y verificación
  Anexo B6 : Cadenas de custodia, sistematización e informes de ensayo
  :

- Anexo C : Calidad de sedimentos
  Anexo C1 : Mapa de puntos de muestreo
  Anexo C2 : Fichas de campo
  Anexo C3 : Registro fotográfico
  Anexo C4 : Cadenas de custodia, sistematización 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 : Cadenas de custodia e informes de ensayo
  Anexo D5 : Clasificación taxonómica de perifiton
  Anexo D6 Clasificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos
  Anexo D7 Clasificación taxonómica de peces

MONITOREO Y VIGILANCIA V°B° DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN

- Anexo E : Calidad de suelo
  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 silvestre
  Anexo F1 : Mapa de evaluación de flora silvestre
  Anexo F2 : Registro fotográfico
  Anexo F3 : Tablas de evaluación de flora silvestre
  Anexo F4 : Descripción y uso común de la flora silvestre

- Anexo G : Fauna (mamíferos y aves)
  Anexo G1 : Mapa de evaluación de fauna, mamíferos y aves
  Anexo G2 : Registro fotográfico
  Anexo G3 : Riqueza y abundancia de aves

  Anexo H1 : Disco de vídeo y fotos de flora y fauna silvestre

www.oefa.gob.pe
Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Telf. (511) 204 9900