

EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE EXPLORACION DE HIDROCARBUROS LOTE 107 – LOCACION OSHEKI DE PETROLÍFERA PETROLEUM DEL PERU S.R.L., DURANTE EL 2019

SUBDIRECCIÓN DE SITIOS IMPACTADOS DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2019



Profesionales que aportaron a este documento:

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	ANTECEDENTES	2
3.	OBJETIVOS	3
3.1	Objetivo general	3
3.2	Objetivos específicos	3
4.	ÁREA DE ESTUDIO	4
5.	CONTEXTO SOCIAL	7
6.	PARTICIPACIÓN CIUDADANAPARTICIPACIÓN CIUDADANA	10
6.1.6.2.6.3.6.4.	Etapa1: Coordinación previa con los actores involucrados	11 11 ación de la
6.5.6.6.7.	Etapa 6: Ejecución del monitoreo ambiental participativo	12 ambiental 12
7.1. 7.1.1.	Agua SuperficialGuías utilizadas para la evaluación	
7.1.2.	Ubicación de puntos de muestreo	14
7.1.3.	Parámetros y métodos de análisis	16
7.1.4.	Equipos utilizados	17
7.1.5.	Aseguramiento de la calidad	17
7.1.6.	Procesamiento de datos	17
7.1.7.	Criterios de evaluación	25
7.2. 7.2.1.	SedimentoGuías utilizadas para la evaluación	
7.2.2.	Ubicación de puntos de muestreo	27
7.2.3.	Parámetros y métodos de análisis	28
7.2.4.	Equipos utilizados	28
7.2.5.	Aseguramiento de la calidad	28
7.2.6.	Procesamiento de datos	29
7.2.7.	Criterios de evaluación	31
7.3. 7.3.1.	SueloGuías utilizadas para la evaluación	
7.3.2.	Ubicación de puntos de muestreo	33
7.3.3.	Parámetros y métodos de análisis	36



7.3.4.	Equipos utilizados	. 37
7.3.5.	Aseguramiento de la calidad	. 37
7.3.6.	Procesamiento de datos	. 37
7.3.7.	Criterios de evaluación	. 37
7.4. 7.4.1.	HidrobiologíaGuías utilizadas para la evaluación	
7.4.2.	Ubicación de puntos de muestreo	. 39
7.4.3.	Parámetros y métodos de análisis	. 41
7.4.4.	Equipos utilizados	. 42
7.4.5.	Aseguramiento de la calidad	. 42
7.4.6.	Procesamiento de datos	. 42
8.	RESULTADOS y ANALISIS	48
8.1 8.1.1	Agua superficialResultados y su comparación con las normas aprobadas en los IGA	
8.1.2	Resultados y su comparación con la norma vigente/referencial	. 49
8.1.3	Relación de parámetros	. 53
8.1.4	Evaluación hidroquímica	. 58
8.1.5	Análisis multivariado	. 63
8.2 8.2.1.	Sedimento	rma
8.2.2.	Evaluación granulométrica	. 64
8.2.3.	Análisis multivariado	. 68
8.3 8.3.1.	Suelo Resultados y su comparación con las normas aprobadas en el IGA	
8.3.2.	Resultados y su comparación con la norma vigente	. 73
8.3.3.	Caracterización fisicoquímica y edáfica de las áreas potencialme afectadas	
8.4 8.4.1.	HidrobiologíaPerifiton	
8.4.2.	Macrobentos	. 88
8.4.3.	Peces	102
8.4.4.	Calidad del hábitat acuático con la evaluación visual de quebradas (SV	
8.4.5.	Compuestos orgánicos e inorgánicos en peces	127
9.	DISCUSIÓN	127
9.1. 9.2.	Agua	



9.3.	Suelo	142
9.4.	Hidrobiología	144
9.5.	Flora silvestre	149
9.6.	Anfibios y reptiles	156
9.7.	Aves	
9.8.	Mamíferos	
10.	CONCLUSIONES	
10.1	Agua	
10.2	Sedimento	
10.3	Suelo	
10.4	Hidrobiología	
10.5	Flora silvestre	
10.6	Anfibios y reptiles	178
10.7	Aves	178
10.8	Mamíferos	179
11.	RECOMENDACIONES	180
11.1.	Flora	180
11.2.	Anfibios y reptiles	
11.2.	Aves	
_	Mamíferos	
11.4.		
12.	ANEXOS	
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
T.I. 54	ÍNDICE DE TABLAS	
Tabla 5.1.	Ubicación y población de las locaciones en el ámbito del proyecto L	
Tabla 5.2.	Acceso a servicios básicos de las localidades en el ámbito del proyection 107	cto Lote
Tabla 6.1.	Actores sociales en el área de influencia del Proyecto Lote 107	11
Tabla 6.2.	Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el área de in del Proyecto Lote 107	
Tabla 7.1.	Componentes ambientales evaluados.	14
Tabla 7.2.	Referencias para el muestreo de agua superficial	14
Tabla 7.3.	Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial	15
Tabla 7.4.	Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua superficial 2019	
Tabla 7.5.	Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua superficial en de 2019	•
Tabla 7.6.	Valores aceptables de error en función a la conductividad eléctrica	19
Tabla 7.7.	Referencias para el muestreo de sedimento	26
Tabla 7.8.	Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos	27
Tabla 7.9.	Parámetros y cantidad de puntos de muestreo de sedimento consid	
	para la evaluación	
Tabla 7.10.	Valores de referencia para metales pesados en sedimentos	
Tabla 7.11.	Valor de referencia para TPH en sedimentos	
Tabla 7.12.	Ubicación de los puntos de muestreo de suelos	34



Tabla 7.13.	Parámetros evaluados para el componente suelo3	
Tabla 7.14.	Estándares de comparación nacional para metales en suelos3	8
Tabla 7.15.	Comparación del número de carbonos de las fracciones de hidrocarburo entre el ECA actual y el derogado	
Tabla 7.16.	Guías utilizadas para la evaluación de comunidades hidrobiológicas3	
Tabla 7.17.	Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas4	0
Tabla 7.18.	Parámetros evaluados y métodos de análisis de comunidade hidrobiológicas4	
Tabla 7.19.	Criterios usados para definir los grupos funcionales de los peces4	.3
Tabla 7.20.	Criterios del Protocolo de evaluación visual de quebradas (SVAP)4	-5
Tabla 7.21.	Calificación del estado de conservación de los cuerpos de agua en SVAP4	-6
Tabla 7.22.	Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índic BMWP/Col4	6
Tabla 7.23.	Calidad de las aguas de acuerdo con la valoración del índice BMWP/Col .4	
Tabla 7.24.	Puntuación utilizada en la determinación del Índice de Integridad Biológic	
	(IBI) para comunidades de peces4	
Tabla 7.25	Calificación del estado de conservación del ambiente acuático en base a l	
	puntuación obtenida con el IBI4	
Tabla 8.1.	Parámetros con valores que excedieron de los ECA para Agua4	
Tabla 8.2.	Porcentaje de metales disueltos de los puntos de muestreo en temporad húmeda (abril 2019)5	
Tabla 8.3.	Porcentaje de metales disueltos de los puntos de muestreo en temporad seca (agosto 2019)5	
Tabla 8.4.	Coeficiente de uniformidad (Cu) de sedimento de los puntos de muestreo.6	7
Tabla 8.5.	Caracterización fisicoquímica y edáfica de las áreas potencialment afectadas	
Tabla 8.6.	Descripción de perfil de suelo OSH-CAL-01	
Tabla 8.7.	Caracterización de la calicata OSH-CAL-017	
Tabla 8.8.	Descripción de perfil de suelo en LD-CAL-027	
Tabla 8.9.	Caracterización de la calicata YLC-02 LD-CAL-027	
Tabla 8.10.	Descripción de perfil de suelo en PAL-CAL-037	'8
Tabla 8.11.	Caracterización de la calicata PAL-CAL-037	
Tabla 8.12.	Abundancia relativa de microalgas identificadas en la zona de estudio e ambas temporadas8	
Tabla 8.13.	Índice de diversidad de perifiton en la evaluación de abril 2019 (temporad húmeda)8	la
Tabla 8.14.	Índice de diversidad de perifiton en la evaluación de agosto 2019 (temporad seca)	la
Tabla 8.15.	Resumen de las categorías registradas del macrobentos en el área d influencia de la EAT Lote 1078	le
Tabla 8.16.	Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrado bentónicos en la zona de evaluación	s
Tabla 8.17.	Resultado del índice biótico BMWP/Col en los puntos de muestreo de l	la
Tabla 8.18.	zona evaluada	n
T.11. 0.40	temporada húmeda y seca	
Tabla 8.19.	Ictiofauna total identificada en los puntos evaluados, carácter y principale usos	0
Tabla 8.20.	Principales grupos tróficos de la ictiofauna identificada en abril y agosto 201	



Tabla 8.21.	Principales grupos funcionales de la ictiofauna identificada en las quebradas
	Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant),
	Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis
Tabla 8.22.	Índice de diversidad de peces en la evaluación de abril 2019 (temporada
. 0.0.0.	húmeda)
Tabla 8.23.	Índice de diversidad de peces en la evaluación de agosto 2019 (temporada seca)
Tabla 8.24.	Puntuación del IBI en los puntos de muestreo de la evaluación de abril 2019
	(temporada Húmeda)123
Tabla 8.25.	Puntuación del IBI en los puntos de muestreo de la evaluación de agosto
	2019 (Temporada seca)
Tabla 8.26.	Resultado del índice biótico BMWP/Col en los puntos de muestreo de la
Toble 0.1	zona evaluada
Tabla 9.1.	Agua Blanca en estudios anteriores y OEFA (2019)
Tabla 9.2.	Comparación de riqueza y abundancia registrada en un tramo de la quebrada
. 45.4 5.2.	Kimpirari en estudios anteriores y OEFA (2019)
Tabla 9.3.	Comparación de riqueza y abundancia registrada en un tramo de la quebrada
	Lorencillo II en estudios anteriores y OEFA (2019)149
	ÍNDICE DE FIGURAS
Figura 4.1.	Unidad hidrográfica (U.H) del proyecto Lote 1074
Figura 4.2.	Área de estudio del proyecto Lote 1075
Figura 4.3.	Esquema de las áreas de evaluación de agua, sedimento e hidrobiología6
Figura 4.4.	Esquema de las zonas de evaluación de suelo7
Figura 5.1.	Mapa de ubicación y acceso a las localidades del proyecto Lote 1078
Figura 7.1.	Relación de los sólidos disueltos totales (TDS) con los valores de k para
F: 7.0	diferentes tipos de agua
Figura 7.2.	Error de omitir H ₃ O ⁺ en el balance iónico A) EBI sin H ₃ O ⁺ , B) EBI con H ₃ O ⁺ y
Figura 7.3.	sin especiación y C) EBI con H ₃ O ⁺ y con especiación
Figura 7.3.	Diagrama de Piper22
Figura 7.5.	Curva granulométrica acumulada continua29
Figura 7.6.	Diagrama de cajas y bigotes31
Figura 7.7.	Distribución de los puntos de muestreo en forma de triangular36
Figura 8.1.	Valores de pH (abril y agosto 2019) comparados con los ECA para agua Cat4
	(2008)50
Figura 8.2.	Concentraciones de plomo total (abril y agosto 2019) comparadas con los
Figure 0.0	ECA para Agua Cat4 (2008)
Figura 8.3.	Valores de pH (abril y agosto 2019) comparado con los ECA para Agua Cat4E2 (2015 y 2017)51
Figura 8.4.	Concentraciones de plomo total (abril y agosto 2019) comparada con los
3	ECA para Agua Cat4E2 (2015 y 2017)51
Figura 8.5.	Concentración de sólidos totales disueltos (abril y agosto 2019) comparada
	con los ECA para para Agua Cat4 (2008)52
Figura 8.6.	Concentración de sólidos totales suspendidos (abril y agosto 2019)
	comparada con los ECA para Agua Cat4E2 (2015 y 2017)52

Figura 8.7.	Relación lineal entre la conductividad y los sólidos disueltos totales (SDT) de los puntos de muestreo evaluados en temporada húmeda (abril 2019) y seca (agosto 2019)53
Figura 8.8.	Relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones de los puntos de muestreo evaluados en temporada húmeda (abril 2019)54
Figura 8.9.	Relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones de los puntos de muestreo evaluados en temporada seca (agosto 2019)55
Figura 8.10.	Curva potencial obtenida de la relación de conductividad y EBI establecida por Custodio y Llamas, 197659
Figura 8.11.	Diagrama de Piper del agua superficial en los puntos de muestreo en temporada húmeda (abril 2019) y temporada seca (agosto 2019)61
Figura 8.12.	Diagrama de Stiff para el agua superficial en los puntos de muestreo en temporada húmeda (abril 2019) y temporada seca (agosto 2019)
Figura 8.13.	Diagrama biplot de las cargas de los parámetros (con metales totales) y las puntuaciones de los puntos de muestreo de los Factores 1 y 263
Figura 8.14.	Curva granulométrica de los sedimentos de la quebrada Agua Blanca (QAgBl3 a QAgBl5)
Figura 8.15.	Curva granulométrica de los sedimentos de la quebrada Kirishari (QKiri1 a QKiri5)65
Figura 8.16.	Curva granulométrica de los sedimentos de la quebrada Lorenzo (QLore1 a QLore4)65
Figura 8.17.	Curva granulométrica de los sedimentos de las quebradas Santariani (QSant1), Solitario (QSoli1), Cajonari (QCajo1) y Lorencillo II (QLore-II)66
Figura 8.18. Figura 8.19.	Curva granulométrica de los sedimentos del río Pichis (RPich1 y RPich2) 66 Curva granulométrica de los sedimentos de las quebradas Kimpirari
Figura 8.20.	(QKimp1) y sin nombre (Qs/n-1)66 Diagrama de las cargas de los metales, grava, arena y limo+arcilla de
Figura 8.21.	sedimento de los Factores 1 y 268 Diagrama de las cargas de los metales, grava, arena y limo+arcilla de
Figura 8.22.	sedimento de los Factores 2 y 3
Figura 8.23.	Diagrama de las puntuaciones de los puntos de muestreo de los Factores 1
Figura 8.24.	y 2
Figura 8.25.	Diagrama de cajas y bigotes de la masa retenida de limo+arcilla con la clase textural
Figura 8.26.	Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de aluminio con la clase textural
Figura 8.27.	Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de zinc con la clase textural
Figura 8.28. Figura 8.29. Figura 8.30.	Perfil modal de la calicata OSH-CAL-01 y paisaje del área de Osheki76 Perfil Modal de la calicata LD-CAL-02 y paisaje del área de línea de flujo .77 Perfil Modal de la calicata PAL-CAL-03 y paisaje del área de línea de flujo .79
Figura 8.31.	Riqueza absoluta de especies de perifiton según orden en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada80
Figura 8.32.	Número de especies en relación con el gradiente altitudinal por punto de muestreo



Figura 8.33.	Riqueza de especies de perifiton vegetal por phylum en los puntos de muestreo81
Figura 8.34.	Riqueza de especies de perifiton en abril y agosto 201981
Figura 8.35.	Riqueza de especies de perifiton vegetal en relación con la conductividad
Ü	eléctrica en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario
	(QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II
	(QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis: A. Temporada
	húmeda (abril 2019). B. Temporada seca (agosto 2019)82
Figura 8.36.	Abundancia relativa de la comunidad de perifiton según orden en los cuerpos
1 19414 01001	de agua del área de estudio evaluada83
Figura 8.37.	Abundancia total de organismos/cm² de perifiton vegetal en abril y agosto
r igara o.or.	201983
Figura 8.38.	Abundancia de perifiton vegetal84
Figura 8.39.	Abundancia de perifiton vegetal en las quebradas Agua Blanca (QABI)
r igara o.co.	Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo),
	Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre
	(Qs/n) y río Pichis en abril y agosto 201984
Figura 8.40.	Riqueza absoluta de macrobentos según Orden en los cuerpos de agua
i igaia o. io.	evaluados en área de estudio88
Figura 8.41.	Riqueza de morfoespecies de macrobentos por punto de muestreo con
rigara o. rr.	relación a la distribución altitudinal89
Figura 8.42.	Riqueza de macrobentos a nivel Phylum en los cuerpos de agua del área de
ga.a 0	estudio evaluada
Figura 8.43.	Riqueza de morfoespecies de macrobentos según Orden90
Figura 8.44.	Riqueza de morfoespecies de macrobentos en las quebradas Agua Blanca
r igara o. i i.	(QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani
	(QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin
	nombre (Qs/n) y río Pichis en la temporada húmeda (abril 2019) en abril y
	agosto de 201991
Figura 8.45.	Presencia de macrobentos a nivel de orden en las quebradas Agua Blanca
1 19414 0. 10.	(QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani
	(QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sir
	nombre (Qs/n) y río Pichis en la temporada húmeda (abril 2019)92
Figura 8.46.	Presencia de macrobentos en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari
i igaia o. io.	(QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo
	(QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río
	Pichis evaluados en la temporada seca (agosto 2019)93
Figura 8.47.	Riqueza por orden de macrobentos en la temporada húmeda (abril 2019) y
rigara o. ir.	seca (agosto de 2019)94
Figura 8.48.	Abundancia relativa de macrobentos según Orden en los cuerpos de agua
1 19414 01 101	del área de estudio evaluada95
Figura 8.49.	Abundancia relativa de macrobentos según Orden95
Figura 8.50.	Abundancia de morfoespecies de macrobentos en las quebradas Agua
i igaia o.oo.	Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani
	(QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin
	nombre (Qs/n) y río Pichis por punto de muestreo la temporada húmeda (abril
	de 2019) y seca (agosto de 2019)96
Figura 8.51.	Abundancia por Orden de macrobentos en la temporada húmeda (abril de
	2019) y seca (agosto de 2019)
Figura 8.52.	Porcentaje de las principales morfoespecies en los cuerpos de agua del área
5	de estudio evaluada

Figura 8.53.	Riqueza absoluta de especies de peces según orden en los cuerpos de agua
Figura 8.54.	de área de estudio evaluada
i iguia 0.54.	de letra de las especies en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari
	(QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo
	(QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río
	Pichis
Figura 8.55.	Riqueza de especies y elevación altitudinal en la quebrada Agua Blanca
r igara o.oo.	(QAgBI)
Figura 8.56.	Riqueza de especies de peces en los puntos de muestreo de las quebradas
900.0100.	Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant),
	Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari
	(QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis: A. Por orden B. Por familias 104
Figura 8.57.	Riqueza de especies de peces en las quebradas Agua Blanca (QABI),
•	Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo),
	Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre
	(Qs/n) y río Pichis ,en abril y agosto 2019105
Figura 8.58.	Abundancia relativa de la comunidad de peces según orden en los cuerpos
	de agua del área de estudio evaluada
Figura 8.59.	Abundancia total de individuos de peces en las quebradas Agua Blanca
	(QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani
	(QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin
	nombre (Qs/n) y río Pichis con relación a la elevación altitudinal en abril y
F: 0.00	agosto 2019
Figura 8.60.	Abundancia de individuos de peces con relación a la elevación altitudinal en
Figura 8.61.	la quebrada Agua Blanca
i iguia 6.61.	Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore),
	Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis. A.
	Según orden B. Según familia
Figura 8.62.	Composición trófica de la ictiofauna presente en los cuerpos de agua del área
	de estudio evaluada
Figura 8.63.	Composición trófica de peces en las quebradas Agua Blanca (QABI),
J	Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo),
	Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre
	(Qs/n) y río Pichis: A. Temporada húmeda (abril 2019) y B. Temporada seca
	(agosto 2019)115
Figura 8.64.	Dendrograma de Similaridad Bray-Curtis de la ictiofauna en las quebradas
	Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant),
	Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari
	(QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis en A. Abril 2019 (temporada
= 0.4	húmeda). B. Agosto 2019 (temporada seca)
Figura 9.1.	Mapa de pendiente de la microcuenca de la quebrada Lorenzo
Figura 9.2.	Perfil longitudinal del cuerpo de agua principal (quebrada Agua Blanca-
F: 0.0	Kirishari-Lorenzo)
Figura 9.3.	Precipitación promedio en el tramo inicial y medio del cuerpo de agua
Figure 0.4	principal
Figura 9.4. Figura 9.5.	Precipitación promedio en el tramo medio del cuerpo de agua principal 131 Precipitación promedio en el tramo final del cuerpo de agua principal 131
Figura 9.5. Figura 9.6.	Precipitación promedio de 1981 a 2016 en el tramo inicial, medio y final del
i igula 3.0.	cuerpo de agua principal
	TOZ

Figura 9.7.	Diferencia de concentración de sólidos totales suspendidos del río Pichis (RPich1 y RPich2)
Figura 9.8.	Diferencia de concentración de sólidos totales suspendidos de las quebradas Kimpirari (QKimp1) y Agua Blanca (QAgBI1)
Figura 9.9.	Diferencia de concentración de: A. sólidos totales disueltos (mg/l), B: calcio disuelto (mg/l) y C. calcio (mg/kg) y la pendiente del río Pichis y las quebradas Agua Blanca y sin nombre
Figura 9.10.	Efecto de lluvia intermitente en la temporada húmeda – abril 2019 en el tramo medio del cuerpo de agua principal (Kirishari y Lorenzo)
Figura 9.11.	Efecto de lluvia esporádica en la temporada seca – agosto 2019 en el tramo final del cuerpo de agua principal (Lorenzo)
Figura 9.12.	Sedimentos de A. Quebrada sin nombre (Qs/n-1) y B. Río Pichis (RPich1
Figura 9.13.	Diferencia de la geomorfología fluvial del cuerpo de agua principal (quebrada Agua Blanca-Kirishari-Lorenzo) y río Pichis
Figura 9.14. Figura 9.15.	Áreas con potencial fuente de afectación
Figura 9.16.	Comparación de riqueza y abundancia de peces registrados en un sector de la quebrada Agua Blanca
Figura 9.17.	Tipos de bosque en Lote 107: a y c zona-1 (bosque pristino); b y d zona1 y zona-2 (fragmento de bosque primario y bosques secundarios)
Figura 9.18.	Especies típicas de bosque primario y bosque secundario; a. <i>Clarisia biflora</i> b. <i>Miquartia guianensis</i> ; c. <i>Himatnathus sucuuba</i> y d. <i>Apeiba membranácea</i>
Figura 9.19.	Diámetros y alturas de las especies arbóreas en el Lote 107; a. Medida de diámetro y b. Altura de árbol emergente
Figura 9.20.	Especies no consideradas en el último catálogo de árboles del Perú (Vasquez et al., 2018)
Figura 9.21. Figura 9.22.	Zonas de evaluación realizadas en el ámbito del proyecto Lote 107 156 Especies de anfibios y reptiles más abundantes registrados en el ámbito de proyecto Lote 107. a. <i>Rhinella</i> gr. <i>margaritifera</i> «sapo común sudamericano» b. <i>Ameerega petersi</i> «sapito venenoso del Perú» y c. <i>Potamites ecpleopus</i> «lagartija ribereña»
Figura 9.23. Figura 9.24.	Especies asociadas a los cuerpos de agua presentes en la zona-1 158 Anfibios representativos de la zona 2 (Campamento Base Logístico) a Quebrada Agua Blanca en la parte baja de la locación Osheki a <i>Bolitoglossa peruviana</i> «salamandra peruana», b. <i>Ranitomeya sirensis</i> «sapito venenoso del Sira» y c. <i>Ranitomeya variabilis</i> «sapito venenoso de líneas amarillas»
Figura 9.25.	Registro del modo de alimentación de <i>Micrurus surinamensis</i> «cora acuática» en la zona 3 (Punto de apoyo logístico – PAL)
Figura 9.26. Figura 9.27.	Especies de aves registradas en Lote 107 - locación Osheki
Figura 9.28. Figura 9.29.	Especies de aves registradas en la zona-1 «plataforma Osheki»
Figura 9.30.	CBL»
Figura 9.31.	Registro de <i>Capito auratus</i> «barbudo brilloso» en el área de influencia de proyecto Lote 107

Figura 9.32.	Especies de aves capturadas mediante redes niebla en el área de	influencia
	del proyecto Lote 107 – Locación Osheki	167
Figura 9.33.	Área evaluada en la zona-1, Locación Osheki	169
Figura 9.34.	Área evaluada en la zona-2, Campamento de base logístico (CBL) 169
Figura 9.35.	Área evaluada en la zona-3, Punto de apoyo logístico (PAL)	170
•	luellas de Cuniculus paca «majaz», a y b. Huella en zona-3	
•	nstalación de cámaras trampa en el área de estudio	
•	Registros independientes de especies de mamíferos por zona y cáma	ara trampa
Figura 9.39. F	Registros independientes de especies de mamíferos en cámaras trai	mpa 172
Figura 9.40. F	Registro de evidencias de especies de mamíferos categorizadas el	n listas de
	conservación nacional e internacional en el Lote 107	174

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la evaluación ambiental temprana (en adelante, EAT¹) realizada durante el 2019, en el área de influencia del proyecto de perforación exploratoria y confirmatoria de la locación Osheki en el Lote 107² (en adelante proyecto Lote 107) y en adición a dicha área, todo el cuerpo de agua principal de la microcuenca de la quebrada Lorenzo (cuya naciente se encuentra dentro del ámbito del proyecto Lote 107) y río Pichis para la evaluación de agua, sedimento e hidrobiología, contiene los resultados y análisis, discusiones y conclusiones de los estudios realizados por la Subdirección de Sitios Impactados (SSIM) de la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), en el desarrollo del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental, correspondiente al 2019 (Planefa 2019).

Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L. (en adelante, el administrado) es una empresa que pertenece al grupo PetroTal Perú S.R.L (antes Gran Tierra Energy Perú S.R.L - GTEP)³ que se dedica a la exploración y explotación de hidrocarburos en el Perú en relación con los contratos suscritos con el Estado Peruano.

El proyecto Lote 107 a ser realizado por Petrolífera se ubica en la parte sur del referido Lote, geográficamente en los distritos Constitución y Puerto Bermúdez, provincia Oxapampa y departamento Pasco. Asimismo, comprende parte de los territorios de comunidades nativas del grupo étnico Ashaninka en la comunidad nativa San José de Santariani, así como de asentamientos de mestizos en el centro poblado Unión Siria y sus caseríos Kimpirari y Alto Siria

Hidrográficamente, el Proyecto Lote 107 se encuentra en la subcuenca del río Pichis – microcuenca de la quebrada Lorenzo, afluente por la margen izquierda del río Pichis, como principal cuerpo de agua en la zona de estudio. Asimismo, el área del Proyecto es circundante a la zona norte del área natural protegida Bosque de Protección San Matías – San Carlos (en adelante, BPSMSC)⁴.

Con la finalidad de contar con información ambiental (física y biológico) complementaria a la información de la línea base del proyecto Lote 107, antes del inició de las actividades con un enfoque preventivo sobre los posibles impactos futuros en el proyecto, se evaluó la calidad del agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas en la microcuenca de la quebrada Lorenzo (desde la naciente en la quebrada Agua Blanca hasta la

La EAT Es una evaluación ambiental que se realizan en el área de influencia de actividades fiscalizables bajo la competencia del OEFA, determinan el estado de la calidad ambiental sobre la información generada en la línea de base de los instrumentos de gestión ambiental e identifican posibles fuentes contaminantes (naturales y/o antrópicas) antes del inicio de las operaciones extractivas, para posteriormente realizar la vigilancia ambiental de los componentes evaluados.

El área de influencia ambiental directa e indirecta extrajo del Informe Técnico Sustentatorio para el Proyecto «Reubicación del PAL y Línea de Flujo» aprobado por Resolución Directoral N. º 593-2018-MEM/DGGAAE el 20 de junio de 2018.

Mediante Decreto Supremo N.º 034-2018-EM de fecha 15 de diciembre de 2018, se aprueba la modificación del Contrato de Licencia para la Exploración y Explotación de Hidrocarburos en el Lote 107, en el cual se refleja la sustitución del garante corporativo GRAN TIERRA ENERGY INC. por PETROTAL CORP.

El Bosque de Protección de San Matías – San Carlos (BPSMSC), fundado el 20 de marzo de 1987 mediante Resolución Suprema N.º 0101-87-AG/DGFF, está ubicado en los distritos Palcazu, Puerto Bermúdez y Villa Rica en la provincia Oxapampa, en el departamento Pasco. Tiene una extensión de 145818 hectáreas y un rango altitudinal que va desde los 300 hasta los 2,250 m s. n. m. Esta importante área natural protegida resguarda la cuenca alta de los ríos Pichis y Palcazu ubicada en la cordillera San Matías y San Carlos.

Disponible en: http://www.sernanp.gob.pe/san-matias-san-carlos (consultado el 5 de octubre de 2019).

desembocadura de la quebrada Lorenzo al río Pichis⁵) y la cabecera de la microcuenca de la quebrada Kimpirari, ámbito del Campamento Base Logístico (CBL) del proyecto Lote 107, en la microcuenca de la quebrada Lorencillo. Asimismo, consideró la calidad de suelos, y los estudios especializados: Determinación de nivel de fondo y de referencia para metales en áreas de posible afectación de la Locación Osheki, Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico (Anexo 8: Informe N.º 00491-2019-OEFA/DEAM-SSIM) y la evaluación de la flora y fauna (Anexo 9: Informe N.º 00495-2019-OEFA/DEAM-SSIM).

En tal sentido, el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental - Planefa 2019, establece realizar estudios especializados con participación ciudadana esperando identificar medidas de control de posibles y futuros impactos ambientales por medio de diagnósticos ambientales que contengan un análisis integral del estado de los diversos componentes ambientales; en ese sentido, la EAT se ejecuta antes del inicio de construcción del proyecto Lote 107, considerando las etapas del «Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del OEFA⁶».

En tal sentido, a fin de recabar información técnica para el desarrollo del estudio, del 2 al 10 de marzo de 2019, se realizó el reconocimiento técnico ambiental cuya información recabada fue presentada por medio del Informe N.º 00100-2019-OEFA/DEAM-SSIM. Durante las mismas fechas se desarrollaron las etapas de coordinación previa, convocatoria y la inscripción en los programas de inducción; mientras del 29 al 31 de marzo de 2019 se realizó la inducción y taller para la presentación de la propuesta del plan de monitoreo señaladas en el citado reglamento de participación ciudadana del OEFA.

La ejecución del monitoreo en temporada húmeda de agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas se realizó del 28 de marzo al 12 de abril 2019; en la temporada seca se consideró el monitoreo de suelos y se realizó del 3 de agosto al 15 de agosto. Los resultados de ambas temporadas fueron reportados en el Informe N.º 0434-2019-SSIM (Anexo 5). Asimismo, se evaluó la flora arbórea silvestre y fauna silvestre del 1 de abril al 17 de abril 2019, cuyos resultados se encuentran en el Informe N.º 00495-2019-OEFA/DEAM-SSIM (Anexo 9).

La información contenida en este informe constituirá un soporte técnico para futuras acciones de fiscalización y supervisión ambiental a cargo del OEFA.

2. ANTECEDENTES

Para conocer la calidad ambiental relacionada al área de influencia del proyecto Lote 107 se realizó una recopilación, revisión, análisis y síntesis de la información ambiental existente en el área de influencia del mencionado proyecto. A continuación, se describe de manera resumida la principal información analizada referente a los Instrumentos de gestión ambiental (en adelante, IGA):

El proyecto de perforación exploratoria comprende la construcción de la plataforma Osheki para la perforación de 4 pozos (1 exploratorio y 3 confirmatorios), teniendo como objetivo detectar la posible existencia de acumulaciones de hidrocarburos de petróleo (en adelante, hidrocarburos) en los prospectos definidos por el programa sísmico 2D. La plataforma abarcará un área de 3,5 hectáreas y tendrá suficiente espacio para el alojamiento del personal, depósitos de equipos y materiales, áreas para el tratamiento de desechos, zonas

Por lo que en el presente estudio se involucrará a la Comunidad Nativa Sargento Lorenz del pueblo indígena Ashaninka, por estar dentro del ámbito de la microcuenca de la quebrada Lorenzo.

Aprobado por Resolución de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA/CD y modificado por la Resolución de Consejo Directivo N.º 003-2016-OEFA/CD.

de descargas y enganche, taladro de perforación, entre otros. Asimismo, se construirá los puntos de apoyo logístico (PAL) A y B en el caserío de Alto Siria, mientras que el Campamento Base Logístico (CBL, ubicado en el caserío de Kimpirari, es integrado de trabajos de exploración y explotación anteriores.

El proyecto Lote 107 consistirá en la Locación Osheki⁷ en donde se perforará 4 Pozos: 1 exploratorio y 3 confirmatorios, la línea de flujo hacia el PAL A⁸ y el campamento base logístico (CBL)⁹. Actualmente, el proyecto se encuentra en suspensión temporal, por lo que aún no existe ningún tipo de actividad en la zona y solo se cuenta con plataformas habilitadas, sin instalaciones más que una caseta de vigilancia en el CBL Kimpirari¹⁰.

Cabe señalar que, el Lote 107 cuenta con 6 instrumentos de gestión ambiental (IGA) aprobadas por el Ministerio de Energía y Minas (Minem) relacionados a los diferentes componentes del Lote, siendo los dos últimos IGA: Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 8 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107» e Informe Técnico Sustentatorio para el Proyecto «Reubicación del PAL y Línea de Flujo», los que se enfocan en el proyecto en donde se encuentra parte del área de la microcuenca de la quebrada Lorenzo y las zonas evaluadas en el presente informe.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la evaluación ambiental temprana en el área de influencia¹¹ del proyecto de exploración de hidrocarburos Lote 107 - Locación Osheki, ubicado en la selva central del Perú, en los distritos de Constitución y Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa, departamento de Pasco - 2019.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad del agua superficial, sedimento e hidrobiología en la microcuenca de la quebrada Lorenzo.
- Determinar la calidad de suelos en la locación Osheki, línea de flujo Osheki-PAL A, punto de apoyo logístico (PAL) A y el campamento de base logístico (CBL) Kimpirari.
- Evaluar la flora silvestre en el ecosistema frágil de la locación Osheki, punto de apoyo logístico (PAL) A y el campamento de base logístico (CBL) Kimpirari registrada en el Informe N.º 00495-2019-OEFA/DEAM-SSIM.

De acuerdo con la reunión con el administrado realizada el martes 19 de febrero de 2019, en la oficina de OEFA-Sede principal, la exploración se realizará primero en la locación Osheki.

Desarrollados en el Informe Técnico Sustentatorio para la reubicación del Punto de Apoyo Logístico y Línea de Flujo del proyecto de Perforación hasta 08 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza en el Lote 107 (en adelante ITS 8 pozos).

Establecido en el proyecto de Perforación de hasta 12 pozos Exploratorios y Confirmatorios (06 exploratorios y 06 confirmatorios) desde las Plataformas 26 A, 26 B, 28 A, 28 B, 32 A y 32 B – Lote 107.

De acuerdo con la comunicación PPDP-LIM-L107-2017-106 del administrado al OEFA y confirmada por el área de permisos mediante correo electrónico del 31 de julio de 2019.

El área de influencia ambiental directa e indirecta se extrajo del Informe Técnico Sustentatorio para el Proyecto «Reubicación del PAL y Línea de Flujo» aprobado por Resolución Directoral N. º 593-2018-MEM/DGGAAE el 20 de junio de 2018.

 Evaluar la fauna silvestre (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en el ecosistema frágil de la locación Osheki, punto de apoyo logístico (PAL) A y el campamento de base logístico (CBL) Kimpirari registrada en el Informe N.º 00495-2019-OEFA/DEAM-SSIM.

4. ÁREA DE ESTUDIO

El Lote 107 se ubica en el distrito de Codo del Pozuzo, provincia Puerto Inca en el departamento Huánuco y los distritos Puerto Bermúdez, Constitución y Palcazú, provincia Oxapampa en el departamento Pasco, cuya superficie se extiende en 252 232,329 ha, el cual fue modificado, reduciendo en un 80,10 % del área original (1 015 442,32)¹².

El proyecto Lote 107 se encuentra en el ámbito de la cuenca Pachitea (U.H. 4992) – tributario del río Ucayali en la Vertiente del Océano Atlántico, en la subcuenca del río Pichis (U.H. 49924) – microcuenca de la quebrada Lorenzo (U.H. 4992432)¹³, Figura 4.1.

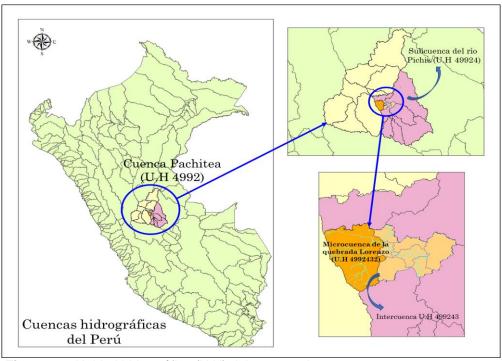


Figura 4.1. Unidad hidrográfica (U.H) del proyecto Lote 107

Políticamente, el proyecto Lote 107 se ubica en los distritos de Constitución y Puerto Bermúdez de la provincia de Oxapampa, departamento de Pasco, la cual contempla la perforación hasta de 4 pozos (1 exploratorio y 3 confirmatorios) en la locación Osheki¹⁴ el cual se encuentra ubica en el Área Natural Protegida Bosque de Protección San Matías – San Carlos (Figura 4.2).

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de «Perforación de hasta 08 pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107».

Codificación de cuencas hidrográficas por el método de Otto Pfastetter utilizada por la Autoridad Nacional del Agua.

De acuerdo a la reunión de Petrolífera Petroleúm del Perú S.R.L con el OEFA realizada el martes 19 de febrero de 2019 (registro de asistencia en el Anexo 7), la exploración se realizará primero en la locación Osheki, utilizando el Punto de Apoyo Logístico (PAL) A, reubicado en el caserío de Alto Siria y el Campamento Base Logístico (CBL) ubicado en el centro poblado Kimpirari.

SSIM: Subdirección de Sitios Impactados

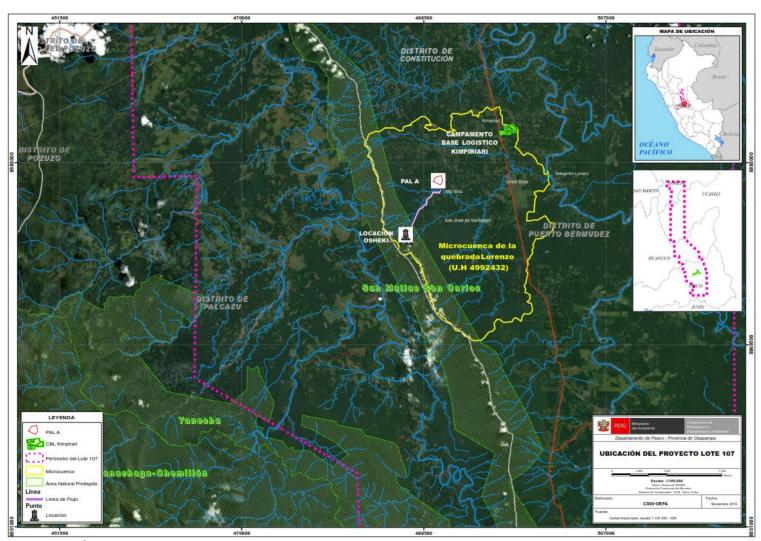


Figura 4.2. Área de estudio del proyecto Lote 107

El área de evaluación abarcó todo el tramo o recorrido de una de las quebradas principales de la microcuenca de la quebrada Lorenzo, desde su naciente con nombre de Agua Blanca, cambiando a Kirishari y finalmente como quebrada Lorenzo - afluente por la margen izquierda del río Pichis. Asimismo, también se evaluó los principales tributarios, con una longitud mayor 3 km, por la margen derecha (quebradas Santariani y Cajonari) e izquierda (Solitario Lorencillo-II) y el río Pichis (aguas arriba y abajo de la confluencia con la quebrada Lorenzo). De otro lado, se evaluaron cuerpos de agua superficial que no están relacionados a la quebrada principal como son la quebrada Kimpirari y sin nombre, en el ámbito del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.

Asimismo, para la evaluación de agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas se consideró en el área de estudio un grupo, que abarcó 2 zonas: el cuerpo de agua principal de la microcuenca de la quebrada Lorenzo que toma los siguientes nombres: Agua Blanca – parte inicial, Kirishari –parte media y Lorenzo parte final con 4 tributarios) hasta el río Pichis - aguas arriba y abajo- donde tributa y la otra microcuenca que pertenece a la cabecera de la quebrada Kimpirari (2 puntos de la quebrada y un tributario sin nombre) en donde se encuentra el Campamento Base Logístico (CBL) Kimpirari. En la Figura 4.3 se muestra las áreas de evaluación donde se estableció los puntos de muestreo de agua, sedimento e hidrobiología.

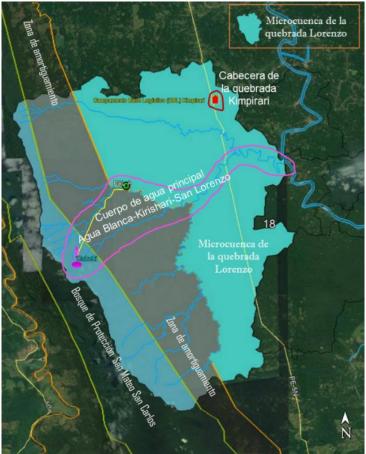


Figura 4.3. Esquema de las áreas de evaluación de agua, sedimento e hidrobiología

Para el caso de suelos, se consideró 4 zonas: la 1ra alrededor de la locación Osheki (no se colectaron muestra en áreas donde se construirá la plataforma) dentro del BPSMSC en un radio de 500 metros, la 2da fuera del área de acción de la futura línea de flujo de transporte de efluentes y agua fresca de la locación Osheki y el Punto de Apoyo Logísticos (PAL) A,

que abarca la zona de amortiguamiento del BPSMSC, la 3era al oeste y sur del PAL A en un radio de 500 metros y la 4ta alrededor del CBL Kimpirari en un radio de 350 metros. En la Figura 4.4 se muestra la distribución de las zonas de evaluación de suelo.

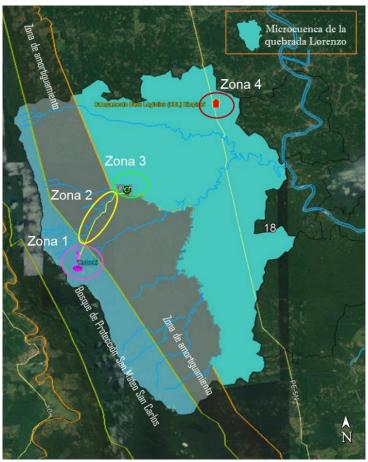


Figura 4.4. Esquema de las zonas de evaluación de suelo

5. CONTEXTO SOCIAL

La presente EAT abarcó 5 localidades, las que corresponden a las comunidades nativas San José de Santariani y Sargento Lorenz, caseríos de mestizos de Alto Siria y Kimpirari y el centro poblado menor de Unión Siria; las cuales están ubicadas en los distritos Constitución y Puerto Bermúdez, de la provincia Oxapampa, departamento Pasco.

El recorrido a las localidades en el ámbito del proyecto Lote 107 inicia en la ciudad de Pucallpa por la carretera Fernando Belaunde Terry (Marginal de la selva) a Constitución (capital del distrito) en un trayecto aproximado de 3 horas en movilidad particular y 4 o más en movilidad pública. Desde ese lugar se tiene acceso a las 5 localidades, las que se encuentra a pie de carretera (Unión Siria, Kimpirari) - camino a Puerto Bermúdez (capital del distrito), acceso a través de trochas que parten de la carretera (Alto Siria y Sargento Lorenz) y a través de acceso fluvial con embarcaciones menores (chalupas o peque peque), que también parte de la carretera, para el caso de San José de Santariani (Mapa 5.1).

Las 5 localidades, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), de acuerdo al Censo Peruano 2017, son del tipo Centro Poblado Rural 1, que quiere decir que tienen una población de menos de 500 habitantes; sin embargo de acuerdo a la información reportada por las autoridades, tiene una mayor población de acuerdo a lo indicado en la Tabla 5.1, con presencia de población Asháninka en todas las localidades, mayoritariamente

en las comunidades nativas, lo cual denota que el territorio históricamente y sobre todo antes de la presencia de la carretera Fernando Belaúnde Terry, estaba ocupada por pueblos originarios Asháninka y Yanesha.

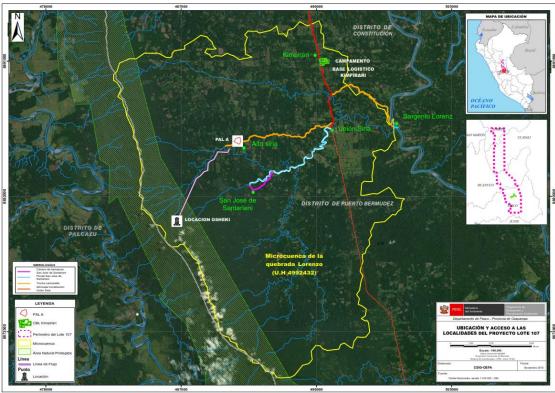


Figura 5.1. Mapa de ubicación y acceso a las localidades del proyecto Lote 107

Tabla 5.1. Ubicación y población de las locaciones en el ámbito del proyecto Lote 107

	7 1			,	
Localidad	Distrito	Provincia/Departamento	Familias	Población según el INEI	Población reportada por autoridades
Centro poblado Unión Siria	Constitución		50	50	200*
Caserío Alto Siria	Constitución		20	50	80*
Caserío Kimpirari	Constitución		180	500	746
Comunidad Nativa San José de Santariani	Constitución	Oxapampa/Pasco	13 viviendas	70	32
Comunidad Nativa Sargento Lorenz	Puerto Bermúdez Constitución		30	80	156

^{*}Se calcula 4 miembros por familia.

En relación a la organización de las localidades, las comunidades nativas de Sargento Lorenz y San José de Santariani tienen un Jefe con su respectiva junta directiva, que está integrada por un subjefe, un secretario y vocales; el caserío de Kimpirari tiene un Teniente gobernador y un presidente de la Junta vecinal, ambos con sus respectivas juntas directivas. El caso de Unión Siria es particular; pues se trata de un Municipio menor que cuenta con un alcalde que es elegido en las elecciones municipales nacionales (cada 4 años); mientras que las autoridades de comunidades nativas y caseríos se eligen cada 2 años mediante asambleas comunales en cargos que pueden ser reelegibles, aunque los «reglamentos» de cada localidad tienes sus particularidades.

La Asociación de Nacionalidades Asháninkas del Valle Pichis (ANAP)¹⁵ representa a las comunidades nativas del ámbito de estudio de la EAT y es un actor mediador importante entre la Empresa que desarrollará el proyecto de exploración y las comunidades San Jose de Santariani y Sargento Lorenz que son parte de la zona de influencia; aunque su representatividad de la segunda comunidad es cuestionada parte cuestionada por algunos dirigentes que consideran que la organización estaría gestionando acuerdos inconvenientes para la población. De otro lado, existe el temor de los pobladores de que se dañe el ambiente (agua, peces y suelos) frente a la potencial operación de la Empresa y la posibilidad de que esta logre acuerdos con las autoridades locales que sean desconocidas por la población.

No obstante, la posible operación del Lote 107 representa la oportunidad de lograr ingresos para el desarrollo de las localidades, puesto que Petrolífera ha generado trabajo temporal a los pobladores para los estudios de sus IGA, principalmente de la comunidad nativa San José de Santariani y caserío Kimpirari, y en la actualidad, cuenta con pobladores (mujeres y hombres) que cuidan y dan mantenimiento (desbroce de la maleza) al CBL Kimpirari.

En lo que se refiere a los accesos a los servicios básicos (Tabla 5.2), en el caso de agua potable, solamente Unión Siria cuenta con red de abastecimiento de agua potable distribuida a los domicilios mediante caños privados o públicos y Sargento Lorenz reporta una planta de tratamiento desde el año 2013; mientras que las demás localidades disponen de agua de fuentes naturales como quebradas, colecta de lluvia o pozos artesianos. Con relación al alcantarillado, las localidades no cuentan con dicho sistema de tuberías y construcciones; y la población utiliza silos privados o públicos y áreas de monte.

Lo mismo sucede en relación al acceso a la electricidad. Unión Siria dispone de energía eléctrica pública y domiciliaria en las viviendas que se encuentran a pie de carretera y donde se concentran la mayoría de población; mientras las otras localidades no disponen de energía eléctrica de red y algunas viviendas cuentan con paneles solares provistos por el proyecto FISE (Fondo de Inclusión Social Energético) y que provee energía para el alumbrado interior. La energía para la cocina es a través de leña en todas las localidades, y excepcionalmente en algunas casas de Kimpirari y Unión Siria usan cocinas a gas.

Tabla 5.2. Acceso a servicios básicos de las localidades en el ámbito del proyecto Lote 107

Servicios básicos		Localidades					
		Kimpirari	Comunidad Nativa San José de Santariani	Centro poblado menor de Unión Siria	Alto Siria	Comunidad Nativa Sargento Lorenz	
Saneamiento	Agua potable	Parcial. Red de agua entubada para algunas casas sin tratamiento	Sin servicio. Fuente: Iluvias, pozos artesianos y quebradas sin tratamiento	Con servicio limitado. Red de abastecimiento de agua con caños cercanos a la comunidad sin tratamiento	Sin servicio. Fuente: Iluvias, pozos artesianos y quebradas sin tratamiento	Parcial. Planta de tratamiento desde el 2013 para algunas casas	
Saneamiento	Alcantarillado	NO Uso de silos privados o públicos y áreas de monte	NO Uso de silos privados o públicos y áreas de monte	NO Uso de silos privados o públicos	NO Uso de silos privados o públicos y áreas de monte	NO Uso de silos privaos o públicos y áreas de monte	

¹⁵

ANAP es una organización indígena fundada el 18 de junio 1987 ubicada en la cuenca del río Pichis, en el Distrito de Puerto Bermúdez, provincia de Oxapampa y en el departamento de Pasco que representa a 115 comunidades nativas y sus anexos. ANAP pertenece a la organización regional ARPI SC (Asociación Regional de Pueblos Indígenas de la Selva Central) de la organización vocera de los pueblos indígenas de la Amazonía AIDESEP (Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana).

Servicios básicos		Localidades					
		Kimpirari	Comunidad Nativa San José de Santariani	Centro poblado menor de Unión Siria	Alto Siria	Comunidad Nativa Sargento Lorenz	
Energía	lluminación	Parcial. Red de distribución parcial y paneles u otros medios comunes (motor)	Parcial. Proyecto FISE para algunas casas y uso de vela y mechero	Parcial. Red de distribución parcial y paneles u otros medios comunes (motor)	para algunas	Parcial. Proyecto FISE para algunas casas y uso de vela y mechero	
	Cocina	Se usa la leña y excepcionalment e balones de gas	Se usa la leña.	Se usa la leña y excepcionalmente balones de gas	Se usa la leña.	Se usa la leña.	

Respecto al servicio público de salud en Kimpirari, Unión Siria y Sargento Lorenz cuentan con un establecimiento I-1 (Primer nivel de atención) que pertenecen a la Micro red de salud de Puerto Bermúdez, mientras que Alto Siria y San José de Santariani no cuentan con establecimientos de salud y utilizan el puesto de salud de Unión Siria o la atención de sus promotores o promotoras. Para atención de mayor complejidad, suelen acudir a los establecimientos de salud de Ciudad Constitución, que cuentan con un establecimiento de salud nivel I-4, también de primer nivel de atención.

En cuanto a la Educación, todas las localidades cuentan con nivel inicial, y a excepción de Alto Siria, cuenta con nivel primaria, y solo centro poblado Unión Siria tiene nivel Secundaria, incluyendo un Centro de Educación Básica Alternativa (CEBA), creados bajo el amparo de la Ley N.º 28044, para la formación de adultos que no continuaron sus estudios.

Finalmente, en referencia a los servicio de telecomunicaciones, se cuenta con telefonía móvil a través de operadores como bitel, movistar y claro; sin embargo, solo en Kimpirari y Unión Siria se cuenta con total cobertura, mientras en las otras 3 localidades se tiene acceso de señal en algunos puntos (áreas planas sin árboles, pequeñas colinas, entre otros) que son identificados por la población, de modo que cuenta con celulares para llamadas, pero no para la transmisión de datos por falta de internet.

6. PARTICIPACIÓN CIUDADANAPARTICIPACIÓN CIUDADANA

La EAT se desarrolló considerando las etapas del «Reglamento de Participación Ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental», aprobado en el 2014¹⁶ y modificado en el 2016¹⁷.siendo estas 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 de monitoreo ambiental participativo
- Etapa 6. Ejecución del monitoreo ambiental participativo
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo ambiental participativo

Resolución de Consejo Directivo N. º 032-2014-OEFA-CD.

¹⁷ Resolución de Consejo Directivo N. º 003-2016-OEFA-CD.

Adicionalmente, a fin de determinar los puntos de muestreo de los componentes ambientales se realizó un reconocimiento técnico ambiental en el área de influencia del proyecto directa e indirecta del proyecto Lote 107, de acuerdo al ITS 8 pozos y el cuerpo de agua principal de la microcuenca de la quebrada Lorenzo, junto en marzo de 2019 (Informe N.º 100-2019-OEFA/DEAM-SSIM).

6.1. Etapa1: Coordinación previa con los actores involucrados

Antes del inicio de las etapas con los actores sociales en los mismos lugares de su jurisdicción, se desarrolló la reunión con el administrado Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L el 19 de febrero a las 14:00 horas en las instalaciones del OEFA – Sede Principal¹⁸.

La fecha de reunión de coordinación previa con el jefe del ANP BPSM-SC en Puerto Bermúdez fue acordada por vía telefónica y correo electrónico, y con los actores sociales involucrados: centro poblado Kimpirari, comunidad nativa San José de Santariani, centro poblado Unión Siria y Municipalidad Distrital de Puerto Bermúdez; las fechas de reunión fueron acordadas mediante vía telefónica. En tanto, las fechas de reunión con los representantes del caserío Alto Siria, la comunidad nativa Sargento Lorenz y la Municipalidad Distrital de Constitución fueron de manera personal.

Tabla 6.1. Actores sociales en el área de influencia del Proyecto Lote 107

Actores	Distrito	Provincia	Departamento
Municipalidad distrital de Puerto Bermúdez	Puerto Bermúdez	orto Pormúdoz	
Comunidad Nativa Sargento Lorenz	Fuello belliludez		
Comunidad Nativa San José de Santariani	Puerto	Oxapampa	Pasco
Administrado: Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L	Bermúdez/Constitución		
Municipalidad distrital de Constitución			
Caserío Kimpirari	Constitución		
Caserío Alto Siria	Constitucion		
Centro Poblado Unión Siria			

6.2. Etapa 2: Convocatoria

Durante la etapa de coordinación previa, en base a la información recogida y de acuerdo con lo acordado con los actores, la convocatoria se realizó mediante comunicaciones formales (cartas u oficios) y el pegado de un banner de 1 x 2 m en el lugar más concurrido por la población y en coordinación con la máxima autoridad o representante al momento de colocarlo.

6.3. Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción

La inscripción de los actores sociales se realizó mediante la entrega de listas en físico a las autoridades o representantes de cada localidad en donde se realizará los talleres quienes se encargarán de colectar las firmas. El plazo para inscripción se inició desde el día que se colocó el banner hasta un día antes de la realización del taller.

6.4. Etapa 4: Realización de la inducción y etapa 5: Taller de presentación de la propuesta del Plan de monitoreo ambiental participativo (MAP)

La cantidad de personas convocadas en estas 2 etapas se realizó en concordancia con la demografía de cada localidad, con proyección a un importante porcentaje de asistencia de

Dicha reunión fue notificada a Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L mediante Carta N.º 00015-2019-0EFA/DEAM.

mujeres en el marco de la promoción de enfoque de género, para el cual se conversó con las participantes en la coordinación previa, con cargo dirigencial de algunas mujeres.

Los temas fueron realizados en castellano en los caseríos Alto Siria y Kimpirari, el centro poblado Unión Siria y la comunidad nativa Sargento Lorenz; y en idioma Ashaninka - que contó con un traductor del ANAP en la comunidad nativa San José de Santariani. Se contemplaron los siguientes temas:

Realización de la inducción

- Competencias de fiscalización ambiental del OEFA
- Lineamientos y procedimientos para la toma de muestras

Relación del taller de presentación de la propuesta del Plan de MAP

- Área de estudio
- Objetivo (general y específicos)
- Protocolos de muestreo
- Parámetros para evaluar
- Metodología de evaluación
- Cronograma.

Previo al inicio de la reunión, se hizo una llamada de asistencia a las personas firmantes en la lista de inscripción con un banner institucional afueras del local de la presentación y por megáfono. Asimismo, se tomó en cuenta las personas nuevas que no se pudieron inscribir previamente y se resaltó la asistencia a la inducción como requisito fundamental en aquellas personas que iban a ser parte de la ejecución del monitoreo ambiental participativo.

Cabe señalar que los talleres de presentación del plan de MAP se realizaron posterior a la inducción, en donde los asistentes brindaron información sobre la ubicación exacta de todos los puntos de muestreo establecidos, validándolos posteriormente y, adicionando algunos puntos o zonas, solo cuando se considero necesario. Asimismo, se eligieron por consenso los participantes a la ejecución en cada componente ambiental, en calidad de observadores.

6.5. Etapa 6: Ejecución del monitoreo ambiental participativo

La ejecución del monitoreo se realizó con participación ciudadana. La programación ha consideró la temporalidad en la temporada húmeda (abril 2019) y la temporada seca (agosto 2019). La designación de cada participante en la ejecución fue concertada con todos los asistentes y autoridades presentes de cada localidad en los talleres de presentación de la propuesta del plan de monitoreo ambiental.

6.6. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo ambiental participativo

En esta última etapa, el OEFA informará sobre las labores de monitoreo realizadas en campo y explicará los resultados obtenidos, de forma clara, sencilla y accesible; y en caso de la comunidad nativa San José de Santariani, se contará con un traductor del idioma Asháninka. La fecha de exposición del taller será coordinada con todos los actores sociales, la cual será posterior a la aprobación del actual informe.

El resumen de la participación ciudadana de la EAT del Proyecto Lote 107 se muestra en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2. Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el área de influencia del Proyecto Lote 107

Etapa	Fecha	Participantes hombres	Participantes mujeres	Total
Etapa preliminar reconocimiento ^(A)	Del 2 al 10 de	-	-	-
Etapa 1 Coordinación previa con los actores involucrados*	marzo 2019	16	6	22
Etapa 2 Convocatoria ^(B)		-	-	-
Etapa 3 Inscripción en los programas de inducción**	Del 9 al 30 de marzo 2019	-	-	1
Etapa 4 Realización de la inducción Etapa 5 Taller para la presentación de la propuesta del plan	Del 29 al 31 de marzo de 2019	74	72	146
	Del 1 al 12 de abril 2019 (agua)	11	3	14
Etapa 6 Ejecución del monitoreo	Del 1 al 17 de abril 2019 (flora y fauna)	19	3	22
	Del 3 al 15 de agosto 2019 (agua y suelos)	16	3	19
Etapa 7 Taller para la presentación de resultados ^(C)	-	-	-	-

No se cuenta con registro.

^{*}Incluye la participación de Petrolífera Petroleum del Perú S.R.L el 19 de febrero de 2019 en Lima.

^{**} Las locaciones no presentaron lista de inscripción.

⁽A) Esta etapa no está considerada en el reglamento de Participación Ciudadana, pero es necesaria para el reconocimiento técnico del área de estudio.

⁽B) La convocatoria se realizó mediante el pegado de un banner de 1 m x 2 m.

⁽C) Actividad pendiente posterior a la emisión del informe final.

7. METODOLOGÍA

En esta sección se presenta la información de la metodología aplicada en la EAT en el área de influencia del proyecto de exploración de hidrocarburos Lote 107 – Locación Osheki. La estructura del presente ítem está dividida para cada uno de los componentes ambientales evaluados. Cabe resaltar que, la toma de muestras se realizó en abril (temporada húmeda) y agosto (temporada seca) del año 2019.

Los componentes evaluados en cada periodo se presentan en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1. Componentes ambientales evaluados.

Componente ambiental		Abril 2019	Agosto 2019
		Cantidad de puntos de muestreo	
Ag	ua superficial	23	23
	Sedimento		20
	Macroinvertebrados bentónicos	23	23
Comunidados	Perifiton	23	23
Comunidades hidrobiológicas	Necton (peces)	23	23
	TPH en Tejido de peces	5	
	Metales en tejido de peces	8	7
	Suelos		55

⁻⁻⁻ No se cuenta con registro.

Fuente: Anexo 3 (Reporte de campo N.°146-2019-SSIM: agua e hidrobiología – temporada húmeda) y Anexo 4 (Reporte de campo N.° 431-2019-SSIM: agua, sedimento, suelo e hidrobiología – temporada seca)

7.1. Agua Superficial

A continuación, se proporciona la información concerniente a la metodología utilizada para la evaluación de la calidad de agua superficial, como la guía utilizada para la evaluación, ubicación de los puntos, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad, criterios de comparación y procesamiento de datos.

7.1.1. Guías utilizadas para la evaluación

La metodología aplicada para la evaluación de agua superficial en las quebradas y río Pichis se enmarcó en el capítulo 6: «Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» del «Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de Recursos Hídricos Superficiales» donde se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse en las actividades de monitoreo de la calidad de agua, el detalle de las secciones utilizadas se presenta en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Referencias para el muestreo de agua superficial

	and the state of t							
F	Referencia	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año		
monitore los re	o nacional para el o de la calidad de cursos hídricos uperficiales	Sección 6, ítem 6.1, 6.2, 6.3(a), 6.4, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11, 6.14, 6.15 (a, b, e), 6.16, 6.17, 6.18* y 6.19	Perú	Autoridad Nacional del Agua (ANA)	Resolución Jefatural N.º 010-2016- ANA	2016		

Nota: Cabe señalar que también se consideraron los requerimientos establecidos por el laboratorio acreditado encargado de la analítica.

7.1.2. Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo fueron ubicados considerando la información obtenida en el reconocimiento del proyecto de exploración del Lote 107 – Locación Osheki; y de los IGA aprobados para el proyecto en mención. Asimismo, se consideró los siguientes criterios técnicos:

^(*) Solo considera como control de calidad los duplicados de campo

- En los cuerpos de agua cercanos o en el ámbito del área de influencia de los principales componentes (plataformas, campamento, etc.) en el área de estudio.
- Cercanía a centros poblados o comunidades nativas que pudieran verse afectados por la futura actividad.
- Evaluación de todo el recorrido del cuerpo de agua principal de la microcuenca de la quebrada Lorenzo y el río Pichis a donde tributa desde un enfoque de conectividad entre los principales tributarios y naciente donde se ubicará la plataforma Osheki.

Los principales cuerpos de agua evaluados en el área de influencia del proyecto de exploración del Lote 107 – Locación Osheki son las quebradas Agua Blanca, Kirishari, Santariani, Solitario, Cajonari, Lorenzo, Lorencillo-II, Kimpirari, sin nombre y el río Pichis.

La primera ejecución se desarrolló del 28 de marzo al 12 de abril 2019, donde se evaluaron un total de 23 puntos de muestreo de agua superficial. La segunda ejecución se desarrolló del 3 al 15 de agosto de 2019 y se evaluaron 23 puntos de muestreo de agua superficial en los mismos lugares. Del total de puntos de muestreo, 21 correspondieron a quebradas y 2 a ríos. En la Tabla 7.3 se muestra la ubicación de los puntos de muestreo y en el Anexo 1 se muestra su mapa de ubicación.

Tabla 7.3. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial

	Cuerpo	Puntos de		adas UTM	agua superiiciai	
N.°	receptor	muestreo		Zona 18 L	Descripción	
	Тосорго	maconco	Este (m)	Norte (m)		
				Quebrada		
1		QAgBI1	486533	8880159	Quebrada Agua Blanca, en su tramo inicial y a 200 m aproximadamente al suroeste de la plataforma Osheki y 200 m aguas arriba del punto de captación de agua para consumo.	
2		QAgBl2	486581	8880696	Quebrada Agua Blanca, a 170 m aproximadamente al noroeste de la plataforma Osheki y 400 m aguas abajo del punto de captación de agua para consumo.	
3	Quebrada Agua Blanca	QAgBl3	487262	8882132	Quebrada Agua Blanca, a 1700 m aproximadamente al noreste de la plataforma Osheki y 260 m en recta perpendicular al oeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki	
4		QAgBI4	488059	8883287	Quebrada Agua Blanca, a 1750 m aguas abajo de QAgBl3 y 50 m en recta perpendicular al noroeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki	
5		QAgBI5	488620	8884206	Quebrada Agua Blanca, en su tramo final a 30 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Kirishari en QKiri1 y 135 m al oeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki.	
6	Quebrada Kirishari	QKiri1	488542	8884222	Quebrada Kirishari, en su tramo inicial a 35 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Agua Blanca.	
7	Quebrada Solitario	QSoli1	489336	8885123	Quebrada Solitario, en su tramo final a 5 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Kirishari	
8		QKiri2	489570	8885077	Quebrada Kirishari, a 250 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Solitario y a 1100 m aguas arriba del cruce con la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki.	
9	Quebrada Kirishari	QKiri3	492778	8883735	Quebrada Kirishari, a 90 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Santariani.	
10	KIIISIIdii	QKiri4	493051	8883602	Quebrada Kirishari, a 150 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Santariani.	
11		QKiri5	494332	8883967	Quebrada Kirishari, a 430 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cajonari que da origen a la quebrada Lorenzo.	

N.°	Cuerpo	Puntos de		adas UTM Zona 18 L	Descripción
	receptor	muestreo	Este (m)	Norte (m)	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
12	Quebrada Santariani	QSant1	492890	8883633	Quebrada Santariani, en su tramo final a 160 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Kirishari.
13	Quebrada Cajonari	QCajo1	494636	8883501	Quebrada Cajonari, a 630 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Kirishari que da origen a la quebrada Lorenzo.
14		QLore1	495205	8884242	Quebrada Lorenzo, a 600 m aproximadamente aguas abajo de la naciente (confluencia de las quebradas Kirishari y Cajonari).
15	Quebrada Lorenzo	QLore2	497697	8887219	Quebrada Lorenzo, a 370 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lorencillo-II.
16	LOTETIZO	QLore3	497991	8887137	Quebrada Lorenzo, a 240 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Lorencillo-II.
17		QLore4	500725	8886156	Quebrada Lorenzo, a 1100 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia al río Pichis.
18	Quebrada Lorencillo-II	QLore-II	497702	8887541	Quebrada Lorencillo-II, en su tramo final a 400 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Lorenzo.
19	Quebrada	QKimp1	496218	8891163	Quebrada Kimpirari, a 10 m aproximadamente de la carretera Fernando Belaunde Terry y 50 m noroeste del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.
20	Kimpirari	QKimp3	496707	8890965	Quebrada Kimpirari, en el puente de madera a 1 m al sureste del límite del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.
21	Quebrada Sin Nombre 1	Qs/n-1	496560	8891208	Quebrada sin nombre 1, a 100 m aproximadamente de la afluencia a la quebrada Kimpirari y a 10 m al este del límite del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.
				Río	
22	Río Pichis	RPich1	501619	8885404	Río Pichis, a 1400 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lorenzo.
23	MO FIGIIIS	RPich2	501016	8887621	Río Pichis, a 1100 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Lorenzo.

Nota: Todos los puntos de muestreo se realizaron tanto en la temporada húmeda como en la temporada seca. Fuente: Anexo 3(Reporte de campo N.°146-2019-SSIM y Anexo 4 (Reporte de campo N.° 431-2019-SSIM)

7.1.3. Parámetros y métodos de análisis

En los puntos de muestreo se realizaron mediciones *in situ* de los parámetros de campo como son: temperatura (T), potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD).

En las tablas 7.4 y 7.5 se muestran los parámetros y métodos de análisis considerados por los laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal).

Tabla 7.4. Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua superficial en abril 2019

N°	Parámetros	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado	
1 2	Metales totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1		
3	Metales disueltos por ICP-MS	February 2007		
5	Cloruros			
6	Sulfatos	EPA METHOD 300.1 Rev. 1,1997		
7	Nitratos	(Validado). 2015		
8	Bicarbonato		ALS LS PERU S.A.C.	
9	Sólidos totales disueltos	SWEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017		
10	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012		
11	Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007		
12	Aceites y Grasas	ASTM D7066-04 (validado), 2011		

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio de ALS LS PERÚ S.A.C. (Anexo 5)

Tabla 7.5. Parámetros evaluados y métodos de análisis de agua superficial en agosto de 2019

N°	Parámetros	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
1	Motolog totalog per ICD MS		
2	Metales totales por ICP-MS	EPA Method 200.8	
3	Metales disueltos por ICP-MS	Rev. 5.4 (1994) ICP-MS	
4	ivietales disuellos por ICF-IVIS		
5	Sólidos totales disueltos	SWEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017	AGQ PERU S.A.C
6	Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA- WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	
7	Cloruros	PE-2090 Rev. 8 2017	
8	Sulfatos	Cromatografía iónica	
10	Bicarbonato	SEMWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017	
11	Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007 Cromatografía de gases	ALS LS PERU S.A.C.
12	Aceites y Grasas	ASTM D7066-04 (Reapproved 2017), (Validad Modificado, 2019)	

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio de AGQ PERU S.A.C y ALS LS PERÚ S.A.C. (Anexo 5)

7.1.4. Equipos utilizados

Para la medición de parámetros de campo del agua superficial se utilizó un multiparámetro con sondas de T, pH, OD y CE. Asimismo, se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el registro de cada punto de muestreo evaluado. El detalle de los equipos utilizados en la temporada húmeda (abril 2019) se encuentra en el Anexo 3 (Reporte de campo N.º 146-2019-SSIM) y de los equipos utilizados en temporada seca (agosto 2019) se encuentran en el Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

7.1.5. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad en la colecta de las muestras de agua y su posterior análisis se basó en las indicaciones descritas en la publicación «Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» aprobada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante Resolución Jefatural N. º 010-2016-ANA, según se detalla en la Tabla 7.2 del ítem 7.1.1. Guías utilizadas para la evaluación.

7.1.6. Procesamiento de datos

Todos los resultados obtenidos fueron digitalizados y ordenados en una sola base de datos (hojas de cálculo), para luego ser comparados referencialmente mediante el uso de líneas en gráficos de barras para las comparaciones con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Para toda el área de evaluación (microcuenca de la quebrada Lorenzo) se determinó los siguientes análisis, teniendo en cuenta los cálculos para cada temporada:

7.1.6.1 Relación de los iones y sólidos disueltos con la conductividad

Para determinar la relación lineal entre la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales —SDT— (los que son representados por la suma de los cationes o aniones de sustancias orgánicas e inorgánicas que puedan pasar un filtro de 0,45 μ m), se calcularon los valores de K en un rango de 0,6 – 0,8 con un valor típico de 0,7, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$SDT (mg/L) = k * Conductividad (\mu S/cm)$$
 (7.1)

No obstante, hay diversos factores como el incremento y la composición de la concentración de los iones (diferente mezcla de sales disueltas) como el agua de mar, continental y destilada que involucran diferentes valores de K para obtener una relación precisa entre los SDT y la conductividad (Walton, 1989)¹⁹. De esa manera, la Figura 7.1 muestra una vista generalizada de los cambios de los valores de K con el incremento de los TDS en los distintos tipos de agua.

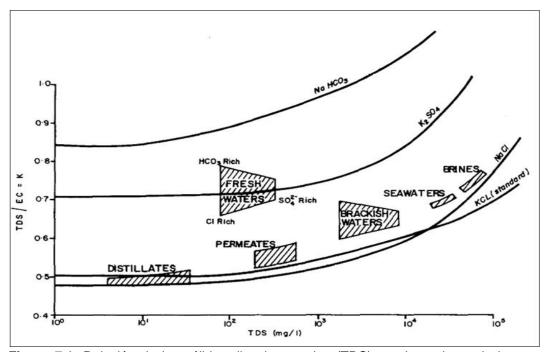


Figura 7.1. Relación de los sólidos disueltos totales (TDS) con los valores de k para diferentes tipos de agua Fuente: Walton (1989, p.290)

De acuerdo a la Figura 7.1, existen diferentes valores de k de acuerdo al tipo de agua como: naturales (*fresh water*), destilada, permeada (*permeates*), salobres (*brackish water*), marina (*seawaters*) y salmueras (*brines*), los cuales pueden contener una variedad de sales disueltas de bicarbonatos, sulfatos o cloruros, por lo que se puede obtener un valor entre el rango de 0,50 a 0,85. Por tal motivo, no se justifica el uso de valor de K para todos los tipos de agua, de tomarse en cuenta llegaría a tener un error del 25 %.

En caso de la relación de la suma de iones (cationes o aniones) con la conductividad, tenemos que el criterio aceptable es dado por la *American Public Heatlh Association* (APHA, 2012) mediante la siguiente ecuación lineal:

$$100 * \Sigma$$
 aniones o cationes $(meq/L) = (0.9 - 1.1) * Conductividad (\mu S/cm)$ (7.2)

El balance iónico es la verificación de la suma de mili-equivalentes (meq/L) de aniones (Σ an) es aproximadamente igual a la suma de mili-equivalentes de cationes (Σ cat).²⁰ Antes de

Otros 2 factores que involucran el cambio de los valores de *k* es la temperatura (que incrementa la movilidad de los iones a mayor temperatura, hay un incremento del 2 % de la conductividad por cada aumento de 1 °C el cual es corregido por los equipos multiparámetros) y los efectos del pH en rango alto (> 9) y bajo (< 5), el cual contribuye al valor de la conductividad que otros cationes y aniones en el agua.

Información extraída de http://gidahatari.com/ih-es/factores-que-influencian-el-balance-ionico.

realizar una evaluación hidroquímica se realiza el análisis mediante el cálculo del error balance iónico (en adelante, EBI) para verificar la consistencia de los mismos.

Dentro de los iones mayoritarios presentes en el agua están los cationes Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} y K^{+} para la Σ cat; y los aniones HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{2-} y Cl^- para el cálculo de Σ an. Ambas concentraciones se expresan en miliequivalentes por litro (meq/L). De esa manera se establece el error de balance iónico de acuerdo con la siguiente ecuación (Appelo et al., 2005).

Error de Balance Iónico (EBI) =
$$100 \frac{\sum cat - \sum an}{\sum cat + \sum an} \%$$
 (7.3)

Aunque el EBI es un valor en porcentaje, la ecuación 7.3 incorpora un signo para mostrar la predominancia de cargas de cationes (signo positivo) o de aniones (signo negativo). Se considera aceptable un EBI entre -10 y +10 % para aguas dulces.

Dicho rango de EBI fue considerado en todos los tipos de agua (Megersa, 2015). No obstante, un EBI mayor del 2 % es inevitable en casi todos los laboratorios, por lo que se debe aceptar un error mayor; no obstante, si el EBI es mayor a 5 %, deberán revisarse los procedimientos, análisis y el muestreo²¹. El EBI con valores positivos no es afectado por los metales en el balance iónico, siendo la subestimación de HCO₃- una de las causas más frecuentes de un EBI muy positivo.

Al respecto, los rangos del EBI están relacionados con la conductividad del agua de acuerdo con lo planteado por Custodio y Llamas (1976) en la siguiente tabla:

Tabla 7.6. Valores aceptables de error en función a la conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica (µS/cm)	50	200	500	2000	>2000
Error aceptable (%)	±30	±10	±8	±4	±4

Fuente: Custodio y Llamas (1976)

De otro lado, algunas muestras presentan valores de EBI fuera del rango óptimo de \pm 10 %, con valores demasiado negativos (<< - 10 %). Esto se da en la mayoría de los casos en muestras ácidas con altas concentraciones de metales, resultando un EBI negativo si no se toma en cuenta sobre todos los iones hidronio (H3O+) del pH (de preferencia en base a su actividad y no concentración) y otras especies disueltas en mayor concentración como el aluminio (Al³+) y hierro (Fe²+).

Al respecto de las muestras ácidas, el error de omitir los iones hidronio (H_3O^+) lleva a que el balance de carga es más negativo progresivamente a medida que el pH desciende, tal como muestra en la Figura 7.2A (Nordstrom *et al.*, 2009). En la Figura 7.2A se observa que en aguas a pH menores a 3, el ion H_3O^+ puede tener mayor concentración (en meq/L) que otros cationes y por ende su EBI llega a valores mayores entre -50 y -100.

El EBI de 5 % fue usado en los estudios de aguas subterráneas realizados por Singh et al., 2015 y Srinivasamoorthy et al., 2014, entre otros.

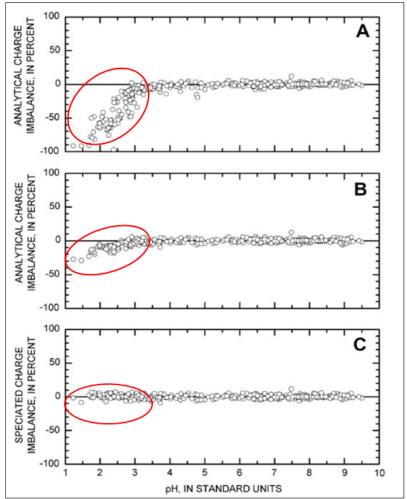


Figura 7.2. Error de omitir H_3O^+ en el balance iónico A) EBI sin H_3O^+ , B) EBI con H_3O^+ y sin especiación y C) EBI con H_3O^+ y con especiación

Fuente: Nordstrom et al. (2009)

Mientras, en la Figura 7.2B y Figura 7.2C indican que la importancia de considerar todas las especies formadas de Fe, Al, As, fluoruros y sulfatos principalmente a pH ácidos antes del cálculo del EBI, teniendo como ejemplo a los sulfatos, los cuales a pH de 1,3 a 2,7 sus iones se distribuyen en SO_4^{2-} (II) y HSO_4^{2-} (I).

Una de las causas de la acidez y la disolución de metales es la rápida e intensa oxidación de piritas (FeS₂) y otros sulfuros en los acuíferos, tras intrusión de oxidantes como el O₂, y aumento del potencial redox en un ambiente reductor de SO_4^{2-} (potencial redox Eh << 160 mV).

El EBI se calculó tomando en cuenta los cationes: calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^+), sodio (Na^+), aluminio (Al^{3+}), hierro (Fe^{2+}), manganeso (Mn^{2+}), bario (Ba^{2+}), estroncio (Sr^{2+}), litio (Li^+), y los iones hidronio (H_3O^+) del pH mediante la fórmula indicada en la ecuación 7.3, y cuyo valor máximo permitido es del 10 % acorde a Megersa *et al.* (2015).

En la evaluación el EBI se calculó tomando en cuenta los cationes: calcio (Ca²+), magnesio (Mg²+), potasio (K+), sodio (Na+), aluminio (Al³+), hierro (Fe²+), manganeso (Mn²+), bario (Ba²+), estroncio (Sr²+), litio (Li+), y los iones hidronio (H₃O+) del pH mediante la fórmula

indicada en la ecuación 7.3, y cuyo valor máximo permitido es del 10 % acorde a Megersa et al. (2015).

7.1.6.2. Evaluación hidroquímica

Para caracterizar las aguas en función de la concentración de sales predominantes (cationes y aniones) e interacción con la parte orgánica y roca se elaborarán diagramas hidroquímicos (facies e índices) mediante el uso del software libre Diagrammes 6.57 del Laboratorie d'Hydrogéologie d'Avignon del 2018. Asimismo, se generaron mapas de la distribución espacial y temporal de concentraciones de cationes y aniones en ambas temporadas, dichos mapas se encuentran en el Anexo 2 (mapas hidroquímicos).

Para establecer las facies hidroquímicas de cada punto de muestreo se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- 1. Si un ión tiene una concentración mayor al 50 %, entonces tomará el nombre del anión y/o catión; sin embargo, si otro ión tiene más del 40 % o cercano; entonces tomará un nombre compuesto de 2 aniones o cationes unidos por un guion (facie compuesta en la forma aniónica y/o catiónica).
- 2. Si 2 iones tienen concentraciones menores al 50 %, entonces tomará un nombre único (un anión y/o catión) o compuesto (2 cationes y/o aniones) con aquellos cuyas concentraciones son mayores a 40 % o que la suma de ambos es mayor al 80 %.
- 3. Si los iones tienen concentraciones menores al 40 %, entonces tomará el nombre compuesto de los 2 mayores porcentajes de aniones y cationes.

Diagrama de Stiff

Esta gráfica está compuesta por tres 3 ejes horizontales, cada uno de ellos uniendo un catión y un anión. Todos los cationes se disponen al costado izquierdo del diagrama, y los aniones al derecho. Siempre el Na⁺ se confronta con el Cl⁻, el Ca⁺² con el HCO₃⁻ y el Mg⁺² con el SO₄⁻². Todos los ejes horizontales están a la misma escala (lineal) y las concentraciones están dadas en meg/L.

En este tipo de diagrama sobresalen 2 características, por un lado, permite visualizar claramente diferentes tipos de agua (cada una con una configuración particular) y, en forma simultánea, permite dar idea del grado de mineralización (ancho de la gráfica). En la Figura 7.3 se muestran algunas apreciaciones de este diagrama que caracterizan varios tipos de aguas.

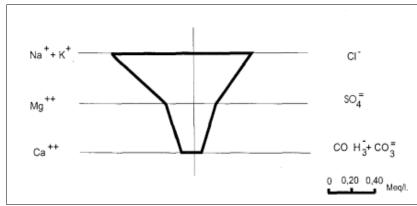


Figura 7.3. Diagrama de Stiff Fuente: Martínez (1998, p.105)

• Diagrama de Piper

Es el tipo de gráfico más utilizado ya que incluye aniones y cationes en forma simultánea. Este gráfico permite representar muchos análisis sin dar origen a confusiones. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas (Custodio y Llamas, 1976).

Está formado por 2 triángulos equiláteros, donde se representan los cationes y aniones mayoritarios. Los vértices del triángulo de cationes son Ca⁺², Mg⁺², Na⁺ y K⁺. Los vértices del triángulo de aniones son SO4⁻², Cl⁻ y HCO₃⁻. Los datos de los diagramas triangulares se proyectan en un rombo central en el que se representa la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes.

Las concentraciones de los iones dadas en meq/L se expresan como porcentaje con respecto a la suma de aniones y cationes, respectivamente. En cada triángulo se reúnen solo 3 aniones y 3 cationes. A cada vértice le corresponde el 100 % de un anión o catión (Figura 7.4).

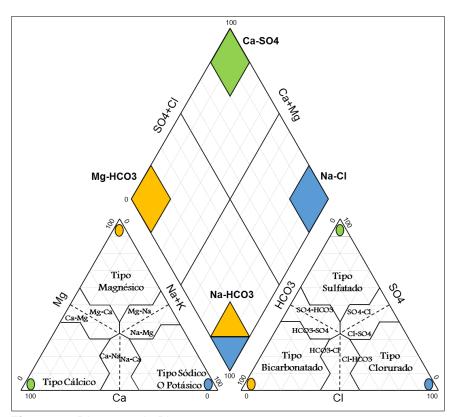


Figura 7.4. Diagrama de Piper Fuente: Modificado de Davis y Wiests (1971, p.168)

Para establecer las facies hidroquímicas de cada punto de muestreo se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

 Si un ión tiene una concentración mayor al 50 %, entonces toma el nombre del anión y/o catión; sin embargo, si otro ión tiene más del 40 % o cercano; entonces toma un nombre compuesto de 2 aniones o cationes unidos por un guion (facie compuesta en la forma aniónica y/o catiónica).

- 2. Si 2 iones tienen concentraciones menores al 50 %, entonces toma un nombre único (un anión y/o catión) o compuesto (2 cationes y/o aniones) con aquellos cuyas concentraciones son mayores a 40 % o que la suma de ambos es mayor al 80 %.
- 3. Si los iones tienen concentraciones menores al 40 %, entonces toma el nombre compuesto de los 2 mayores porcentajes de aniones y cationes.

7.1.6.3. Análisis multivariado

Para identificar patrones de concentración similares en los puntos de muestreo, los resultados de metales en agua superficial se interpretarán por medio del análisis multivariado. Los cálculos matemáticos y estadísticos se utilizarán la versión 23 del software IBM SPSS (Statistical Package for Social Sciences) - 2015, STATISTICA 12 (StatSoft, Tulsa, OK 74104) - 2014 y la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2016.

Para el presente análisis, se realizó una evaluación con los metales totales para las quebradas Agua Blanca, Kirishari, Solitario, Santariani, Cajonari, Lorenzo, Kimpirari y Sin nombre, y el río Pichis. Dentro de los criterios a seguir: en primer lugar, se consideró aquellos parámetros con porcentajes de concentraciones por debajo del límite de detección fueron menores o iguales al 30 %.

Luego de establecer los parámetros, se realizó la prueba del test de KMO para el cual debe tener un valor mayor a 0,6 (ordinario) con el máximo porcentaje de varianza explicada posible (>75 %). Seguido se establece el número de los factores con eigenvalor mayor a 1 (criterio de Kaiser) y calcula las puntuaciones (scores) de los puntos de muestreo y las cargas (loadings) de las variables o parámetros²² para graficarlos en un diagrama biplot.

En dicho diagrama biplot se agruparon los parámetros, cuyas cargas fueron mayores a 0,7 (Anexo 10), en función del factor (normalmente los dos primeros) y cuyo grado de influencia - de manera positiva o negativa - está directamente relacionado a los mayores valores de las puntuaciones de los puntos de muestreo en cada uno de los factores.

1 Manejo de datos por debajo del límite de cuantificación

Los resultados de algunos parámetros de calidad de agua en las evaluaciones ambientales tienden a estar por debajo del límite de detección o cuantificación del procedimiento analítico. Estos datos desconocidos son generalmente descritos como no detectados en lugar de reportarlos como ceros o ausentes, con la descripción «< Límite». En los casos donde se describe los valores no detectables, la concentración es desconocida, aunque se encuentre entre cero y el valor del límite, considerándose parámetros censurados los que incluyen datos detectados como los no detectados (EPA, 2006).

La condición más importante para llevar a cabo el análisis multivariado es que la matriz de datos obtenida se encuentre completa, debido a que una matriz incompleta produce resultados inconclusos o erróneos, siendo necesario eliminar o rellenar los espacios vacíos de alguna manera (Ramis Ramos G., 2001).

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos - *Environmental Protection Agency* (EPA, en sus siglas en inglés) del 2006 (EPA, 2006), sugiere que para

22

El valor de la carga de cada parámetro de cada factor se multiplicó por la raíz cuadrada del eigenvalor respectivo para poder graficarlo junto con las puntuaciones en el diagrama biplot, que para el presente estudio tendrá el valor original.

porcentaje de valores no detectables menores al 15 %, los valores se reemplacen de la siguiente manera: cero, mitad del valor, el mismo valor o establecer por el método de Cohen.

En tanto, para porcentaje de valores no detectables mayores al 15 % y menores a 50% se establezca los siguientes métodos analíticos: media recortada (*trimmed*), método de Cohen, media winsorizada (Winsorized) y la desviación estándar.

Mientras que para Dennis R. Hesel (Helsel, 2012), para porcentaje de valores no detectable menores a 50 % se establece el método de imputación o Kaplan-Meier/Turnbull y para valores mayores a 50 % y menores a 80 % se establece métodos robustos o imputación múltiple.

De otro lado, el estudio realizado por Farnham *et al.* (2002) indica que sustituir valores por debajo del límite de detección «<LD» por la mitad (LD/2) es superior que la sustitución por 0 o el mismo valor del límite LD, lo cual es efectivo para porcentajes de los valores no detectables menores al 30 %.

De esa manera, tomando en cuenta los criterios indicados anteriormente, para la presente evaluación se estableció que los parámetros cuyos valores no detectables menores o iguales al 30 % fueran considerados en el análisis multivariado, tomando los valores del límite de detección o cuantificación para aquellas concentraciones no detectables, puesto que no hubo diferencias en los resultados en cuanto a sustituir por la mitad del citado límite.

2 Estadísticos para la viabilidad del análisis multivariado

Para verificar la idoneidad de la estructura de la matriz de correlaciones y, en consecuencia, la viabilidad del análisis multivariado, se aplicará el siguiente estadístico:

• Test de Kaiser-Mayer-Olkin (KMO)

La prueba o medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) mide la idoneidad de los datos para realizar un análisis factorial. Esta prueba permite comparar la magnitud de los coeficientes de correlación observados con la magnitud de los coeficientes de correlación parcial.

Los resultados de la evaluación del análisis multivariado son excelentes si la medida KMO de adecuación muestral está comprendido entre 0,9 y 1; buenos, si está comprendido entre 0,8 y 0,9; aceptables, si se encuentra entre 0,7 y 0,8; mediocres o regulares, cuando resulte entre 0,6 y 0,7; malos, si está entre 0,5 y 0,6; e inaceptables o muy malos cuando sea menor que 0,5 y que no debe usarse el Análisis Factorial.

El número de parámetros de agua superficial elegidos en el presente estudio está relacionado al mayor valor de KMO obtenido posible (> 0,70), sin que la eliminación del parámetro disminuya la comprensión final del análisis multivariado.

3. Análisis de factor (AF)

Dentro de los diversos métodos o técnicas de análisis multivariado, se utilizó el análisis de factor (AF), el cual ha sido aplicado en diversos estudios de investigación para caracterizar y evaluar los resultados de los cuerpos de agua superficial continental (agua dulce) y marina.

El objetivo del AF es extraer la información significativa (Wang YB, 2015) y reducir la complejidad de los grupos de datos obtenidos (matriz de datos) de los parámetros en agua

superficial, para ofrecer una mejor interpretación y entendimiento de los resultados (Prakash, 2007; Shrestha y Kazama, 2007).

Para el análisis de factor se cuenta con los siguientes análisis: método de extracción mediante componentes principales, rotación de factores mediante la rotación ortogonal varimax, y los rangos de valores de importancia de las cargas (loadings) para las variables (parámetros) y puntuaciones (scores) para las observaciones (puntos de muestreo).

El número de factores considerados se estableció de acuerdo con el criterio de Kaiser o eigenvalor (autovalor) > 1. Cabe indicar que la suma de todos los eigenvalores es igual al número de parámetros; por lo que cada factor debe explicar al menos un parámetro ambiental, ya que dichos factores son considerados importantes u óptimos (Kannel, Lee, Kanel, y Khan, 2007; Kowalkowski, Zbytniewski, Szpejna, y Buszewski, 2006).

De acuerdo a estudio realizado por Paul Geladi (Geladi, Manley, y Lestander, 2003), se puede extraer mayor información si las cargas y puntuaciones pueden ser visualizadas a través de un diagrama biplot, las cuales deben cumplir ciertas reglas importantes.

Asimismo, el estudio indica que en aquellos casos donde existan resultados diferentes, considerados como atípicos u outliers y donde no se pueda visualizar claramente la distribución de puntos debido a que las cargas y puntuaciones tienen diferentes escalas, entre otros criterios como no considerarlos, estos valores se estandarizan de la siguiente manera:

El valor de la carga de cada parámetro de cada factor se multiplica por la raíz cuadrada del eigenvalor respectivo, y el valor de la puntuación de cada punto de muestreo de cada factor se dividirá por la raíz cuadrada del eigenvalor respectivo.

7.1.7. Criterios de evaluación

Los resultados de agua superficial (quebradas y río Pichis) fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua categoría 4: conservación del ambiente acuático para ríos de selva (en adelante, ECA para Agua Cat4), aprobados mediante Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, vigente al momento de la aprobación de los IGA del administrado (EIA de Perforación de 12 pozos²³, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 292-2010-MEM/AAE, el PMA para la reubicación de 4 Plataformas²⁴ aprobado mediante Resolución Directoral N.º 306-2013-MEM/AAE y el EAI-sd de Perforación de hasta 8 pozos²⁵ aprobado mediante Resolución Directoral N.º 071-2017-MEM/AAE del proyecto Lote 107).

Asimismo, los resultados de agua superficial fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (en adelante, ECA para Agua) aprobados por el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Perforación de hasta 12 Pozos entre Exploratorio y Confirmatorios desde las Plataformas 26A, 26B, 28A, 28B, 32A y 32B – Lote 107.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la Reubicación de 04 Plataformas del Proyecto de Perforación de 12 Pozos en la Fase Exploratoria (6 Exploratorios y 6 Confirmatorios) desde las Plataformas 26 A, 26 B, 28 A, 28 B, 32 A y 32 B.

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 8 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107».

Según la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA^{26,} «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales», el río Pichis (U.H. 49924) está clasificada como categoría 4: «Conservación del ambiente acuático», en la subcategoría E2 «Ríos de selva», (en adelante, Cat4E2).

Mientras, el cuerpo de agua principal de la microcuenca de la quebrada Lorenzo que toma los nombres de: Agua Blanca, Kirishari y Lorenzo, y sus tributarios: Solitario, Santariani, Cajonari y Lorencillo II, junto con la quebrada Kimpirari y su tributario sin nombre no se encuentran clasificados en la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA, por lo que asumieron la categoría del río Pichis.

Lo anterior está establecido en la tercera disposición complementaria transitoria de los ECA para Agua, la cual menciona que: «... En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del recurso hídrico al cual tributa, previo análisis de dicha autoridad».

Cabe señalar que los parámetros que no constan en los ECA para Agua se han considerado como información característica de cada cuerpo de agua en la temporada evaluada dentro del rango de resultados obtenidos del laboratorio acreditado.

7.2. Sedimento

En la presente sección se muestra la metodología desarrollada para evaluar la calidad del componente sedimento, el cual comprende el procedimiento para la toma de muestras, la ubicación de los puntos de muestreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad y criterios de comparación.

7.2.1. Guías utilizadas para la evaluación

Debido a que no se cuenta con un protocolo nacional para la toma de muestra de sedimento continental, se utilizaron como referencia los manuales indicados en la Tabla 7.7

Tabla 7.7. Referencias para el muestreo de sedimento

Referencia	Sección/c apítulo	País	Institución	Año de aprobación
Manual de métodos de muestreo y preservación de muestras de las sustancias prioritarias para las matrices prioritarias del PRONAME	Sección 3.4.6.	México	Instituto nacional de ecología y cambio climático (INECC-CCA)	2010
Manual técnico Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimento para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos (Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001)	Capítulo 4	Estados Unidos	Agencia de Protección Ambiental	2001
Procedimiento de Operación Estándar – Standard Operating Procedure (SOP). #EH-02, Muestreo de Sedimento, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, adaptado del ERT/EAC SOP # 2016 ²⁷	Capítulo 11		(EPA)	2003

Nota: Cabe señalar que también se consideraron los requerimientos establecidos por el laboratorio acreditado encargado de la analítica.

Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA. «Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales». Aprobada el 13 de febrero de 2018.

Environmental Protection Agency (EPA). Technical Standard Operating Procedure #EH-02, Sediment Sampling. Enlace de descarga: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/r8-src_eh-02.pdf

La mayoría de los sedimentos se colectaron en el centro del lecho de las quebradas y en el río Pichis cuando se tuvo acceso y la cantidad de muestra necesaria. En otros casos, se colectó cerca al centro en áreas de playas en ambas márgenes de los cuerpos de agua.

7.2.2. Ubicación de puntos de muestreo

Las muestras de sedimento fueron colectadas en los mismos puntos de muestreo de agua superficial que presentaron condiciones para su colecta, con un total de 23 puntos, el cual 21 corresponden a puntos de muestreo en quebradas y 2 en río. Para la codificación se adicionó el prefijo «SED» a la codificación de los puntos de muestreo de agua. En la Tabla 7.8 se presentan los puntos de muestreo de sedimentos y en el Anexo 1 se muestra su mapa de ubicación.

Tabla 7.8. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos

Tabla 7.8.	bla 7.8. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos				
		Coordenadas UTM			
Nombre	Código	WGS 84 -	Zona 18 L	Descripción	
		Este (m)	Norte (m)		
				Quebradas	
Quebrada Agua	SED- QAgBl1*	486533	8880159	Quebrada Agua Blanca, en su tramo inicial y a 200 m aproximadamente al suroeste de la plataforma Osheki y 200 m aguas arriba del punto de captación de agua para consumo.	
Blanca	SED- QAgBl2*	486581	8880696	Quebrada Agua Blanca, a 170 m aproximadamente al noroeste de la plataforma Osheki y 400 m aguas abajo del punto de captación de agua para consumo.	
	SED-QAgBI3	487262	8882132	Quebrada Agua Blanca, a 1700 m aproximadamente al noreste de la plataforma Osheki y 260 m en recta perpendicular al oeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki	
Quebrada Agua Blanca	SED-QAgBI4	488059	8883287	Quebrada Agua Blanca, a 1750 m aguas abajo de QAgBl3 y 50 m en recta perpendicular al noroeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki	
	SED-QAgBI5	488620	8884206	Quebrada Agua Blanca, en su tramo final a 30 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Kirishari en QKiri1 y 135 m al oeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki.	
Quebrada Kirishari	SED-QKiri1	488542	8884222	Quebrada Kirishari, en su tramo inicial a 35 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Agua Blanca.	
Quebrada Solitario	SED-QSoli1	489336	8885123	Quebrada Solitario, en su tramo final a 5 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Kirishari	
Quebrada Kirishari	SED-QKiri2	489570	8885077	Quebrada Kirishari, a 250 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Solitario y a 1100 m aguas arriba del cruce con la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki.	
	SED-QKiri3	492778	8883735	Quebrada Kirishari, a 90 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Santariani.	
Quebrada	SED-QKiri4	493051	8883602	Quebrada Kirishari, a 150 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Santariani.	
Kirishari	SED-QKiri5	494332	8883967	Quebrada Kirishari, a 430 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cajonari que da origen a la quebrada Lorenzo.	
Quebrada Santariani	SED-QSant1	492890	8883633	Quebrada Santariani, en su tramo final a 160 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Kirishari.	
Quebrada Cajonari	SED-QCajo1	494636	8883501	Quebrada Cajonari, a 630 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Kirishari que da origen a la quebrada Lorenzo.	
	SED-QLore1	495205	8884242	Quebrada Lorenzo, a 600 m aproximadamente aguas abajo de la naciente (confluencia de las quebradas Kirishari y Cajonari).	
Quebrada	SED-QLore2	497697	8887219	Quebrada Lorenzo, a 370 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lorencillo-II.	
Lorenzo	SED-QLore3	497991	8887137	Quebrada Lorenzo, a 240 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Lorencillo-II.	
	SED-QLore4	500725	8886156	Quebrada Lorenzo, a 1100 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia al río Pichis.	

		Coordenadas UTM		
Nombre	Código	WGS 84 -	Zona 18 L	Descripción
		Este (m)	Norte (m)	
Quebrada Lorencillo II	SED-QLore-II	497702	8887541	Quebrada Lorencillo-II, en su tramo final a 400 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Lorenzo.
Quebrada Kimpirari	SED- QKimp1*	496218	8891163	Quebrada Kimpirari, a 10 m aproximadamente de la carretera Fernando Belaunde Terry y 50 m noroeste del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.
Kiiripiran	SED-QKimp3	496707	8890965	Quebrada Kimpirari, en el puente de madera a 1 m al sureste del límite del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.
Quebrada Sin Nombre 1	SED-Qs/n-1	496560	8891208	Quebrada sin nombre 1, a 100 m aproximadamente de la afluencia a la quebrada Kimpirari y a 10 m al este del límite del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.
				Río
Río Pichis	SED-RPich1	501619	8885404	Río Pichis, a 1400 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lorenzo.
RIOFICIIS	SED-RPich2	501016	8887621	Río Pichis, a 1100 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Lorenzo.

^{*}No se colectaron muestras de sedimentos debido a que el tamaño de muestra fue muy grueso para mandar ser analizadas por el laboratorio (mayores a 7,1 mm).

Fuente: Anexo 3(Reporte de campo N.º146-2019-SSIM y anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM)

7.2.3. Parámetros y métodos de análisis

Para la selección de los parámetros a analizar se consideraron los estándares establecidos en la Guía de calidad ambiental de Canadá (Canadian Environmental Quality Guidelines [CEQG]) del año 2001 y que fue modificada en el año 2011. Los parámetros considerados para la evaluación de la calidad de sedimento están en relación con la actividad desarrollada en el entorno de las lagunas, y que puede afectar a los cuerpos de agua y la vida acuática evaluada. En la Tabla 7.9 se presenta el parámetro analizado y método de análisis.

Tabla 7.9. Parámetros y cantidad de puntos de muestreo de sedimento considerados para la evaluación

N°	Parámetros (mg/kg)	Método de ensayo de referencia	Laboratorio de ensayo acreditado
1	Granulometría	PEC-018 (Densitometría) PE-4039	AGQ PERU S.A.C
2	Metales	EPA Method 3050 B / EPA Method 6010 D, Rev. 5 July. 2018 ICP- OES	
3	Mercurio	EPA 7471 B, Rev. 2, February 2007 Vapor Frío	ALC LO DEDLLO A C
4	Fracción 1 TPH (C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 (Validad 2018) GC/MS	ALS LS PERU S.A.C.
5	Fracción 2 TPH (C10-C28)	EPA METHOD 8015 C,	
6	Fracción 3 TPH (C28-C40)	Rev. 3 2007 GC	

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio de AGQ PERU S.A.C y ALS LS PERÚ S.A.C. (Anexo 5)

7.2.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de sedimento se utilizaron materiales como cucharón y bandeja; adicionalmente se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el registro de cada punto evaluado. El detalle de los equipos utilizados en agosto de 2019 se encuentra en el Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

7.2.5. Aseguramiento de la calidad

Respecto al aseguramiento de calidad del muestreo de sedimento, no hay actividades específicas respecto al control de calidad; sin embargo, se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Toda la data recopilada en campo fue documentada en las hojas de campo del muestreo.
- Todos los instrumentos fueron operados de acuerdo con las instrucciones provistas por el proveedor.

Durante la toma de muestra, la cantidad colectada fue de acuerdo con las especificaciones del laboratorio de ensayo encargado de la analítica.

7.2.6. Procesamiento de datos

Todos los resultados obtenidos fueron digitalizados y ordenados en una sola base de datos (hojas de cálculo), para luego ser comparados referencialmente mediante el uso de líneas en gráficos de barra para la comparación con los resultados del administrado. Para toda el área de evaluación (microcuenca de la quebrada Lorenzo) se determinó los siguientes análisis:

7.2.6.1 Análisis granulométrico

El comportamiento de los sedimentos en un río depende de la distribución granulométrica (Ryan y Porth, 1999). Los resultados de dichos análisis se presentarán como curvas de distribución acumulativa de frecuencias de tamaños, en las que se grafica el tamaño versus la fracción de porcentaje en peso de un sedimento que es mayor o menor a un determinado tamaño (Figura 7.5).

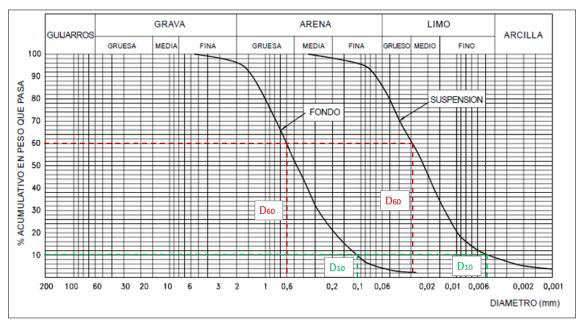


Figura 7.5. Curva granulométrica acumulada continua

Fuente: Modificado de Rocha (1998, p.92)

La interpretación de una curva granulométrica puede proporcionarnos información acerca del comportamiento del sedimento. Cuando las curvas presentan picos y tramos planos, evidencia que la variación de tamaños es escasa lo que correspondería a sedimentos mal gradados. En cambio, cuando la curva adopta una disposición continua se le denomina bien gradado. Uno de los parámetros para determinar numéricamente el grado de uniformidad es el coeficiente de uniformidad (C_u), dado por la relación entre aberturas de tamices por

donde pasan el 60 % y el 10 % en peso de la totalidad de la muestra. El coeficiente de uniformidad (C_{ij}) está dada por la siguiente relación:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \tag{7.4}$$

Si el sedimento arroja valores inferiores a 4 se considera muy uniforme (mal gradado), mientras que un C_u entre 4 y 5 define un sedimento uniforme (pobremente gradado) y si arroja valores mayores a 5 se considera un sedimento no uniforme (bien gradado) (Blázquez y García, 2000; CVC, 2004).

7.2.6.2 Análisis multivariado

Este análisis para sedimento tuvo los mismos criterios indicados en el análisis multivariado para agua superficial. La única diferencia fue que si se consideró todos los parámetros cuyos valores no detectables fueron menores o iguales al 30 %, puesto que se obtuvo un valor de KMO adecuado (> 0,75).

Para el presente análisis, se consideró los siguientes criterios establecidos también en el análisis de agua:

- Analizar con parámetros con porcentajes de concentraciones por debajo del límite de detección fueron menores o iguales al 30 %.
- Prueba de test de KMO con valor mayor a 0,6 (ordinario) y el máximo porcentaje de varianza posible (> 75 %).
- Número de factor con eigenvalor mayor a 1 (criterio de Kaiser)
- Calculo de las puntuaciones (scores) de los puntos de muestreo y cargas (loadings) de los parámetros.

7.2.6.3 Diagrama de caja y bigotes

El gráfico de caja y bigotes se emplea como representación gráfica de variables cuantitativas. Permite resumir, describir y analizar aspectos generales y particulares del indicador. Su preferencia se debe a que es, simultáneamente, una herramienta sencilla y rigurosa de exploración análisis de una distribución cuantitativa y, porque, además, permite establecer, en el mismo gráfico, comparaciones entre subgrupos (Ballesteros, 2015).

El gráfico de caja se construye en base a 5 medidas estadísticas: el valor mínimo, el valor máximo, la media (Q2), el primer cuartil (Q1) y el tercer cuartil (Q3) de los datos²⁸. Lo más importante del gráfico es la «caja», esta se define a partir del rango intercuartílico (IQR, en sus siglas en inglés)²⁹. De manera que el cuadrado o rectángulo contiene el 50 % de los valores centrales, mientras que de la caja se prolongan 2 segmentos (superior e inferior) denominados por John W. Tukey como bigotes (*whisker*)³⁰ (Figura 7.6).

Los valores de Q₁ y Q₃ contienen el 25 % y 75 % de los datos respectivamente.

²⁹ El IQR es la diferencia entre el valor del tercer cuartil y el valor del primer cuartil (IQR = Q3 - Q1).

Los bigotes también señalan el límite superior (Q3 + 1,5*IQR) e inferior (Q1 – 1,5*IQR), de modo que cualquier dato fuera del rango de los bigotes son considerados como valores atípicos (outliers).

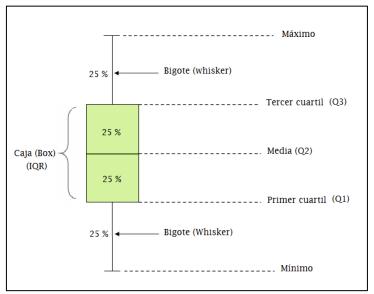


Figura 7.6. Diagrama de cajas y bigotes

Fuente: Modificado de Barua, B (2018)

7.2.7. Criterios de evaluación

Debido a que en la actualidad no se cuenta con normativa nacional, se tomó de manera referencial los Estándares de la Guía de Calidad Ambiental de Canadá–CEQG (*Canadian Environmental Quality Guidelines. Sediment Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life of Freshwater* – CEQG-SQG, 2002) ³¹ del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME, en sus siglas en inglés) para sedimentos de agua dulce, que tienen valores para 7 metales: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc. La guía de calidad ambiental canadiense para sedimentos de aguas continentales de los metales define 2 valores límites indicados en la Tabla 7.10, y descritos a continuación:

- Interim Sediment Quality Guidelines ISQG (valores guía provisional de calidad de sedimento): representa el nivel por debajo del cual no se esperan efectos biológicos adversos en los macroinvertebrados bentónicos.
- Probable Effect Level PEL (valores guía provisional de calidad de sedimento): representa el nivel de concentración química por encima del cual —usualmente o siempre — está asociado a efectos biológicos adversos en los macroinvertebrados bentónicos.

Tabla 7.10. Valores de referencia para metales pesados en sedimentos

Guía o normativa referencial	Metal	Unidad	Norma Canadiense (CEQG-SQG)		
Guia o normativa referencial	Metal	Unidad	ISQG	PEL	
	Arsénico		5,9	17	
Canadian Environmental Quality	Cadmio		0,6	3,5	
Guidelines. Sediment Quality	Cobre		35,7	197	
Guidelines for Protection of	Cromo	mg/kg PS	37,3	90	
Aquatic Life	Mercurio		0,17	0,486	
(CEQG-SQG, 2002) - Canadá.	Plomo		35	91,3	
(= ====, ====,	Zinc		123	315	

PS: Peso seco

Las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) en sedimento fueron comparadas referencialmente ¡Error! Marcador no definido. con el valor establecido en la G

Disponible en: https://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/. Consultado el 10 de noviembre de 2019.

uía «Atlantic RBCA (Risk – Based Corrective Actions) for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada version 3 – User Guidance, 2015», emitida por el Atlantic PIRI³² (Partners In RBCA Implementation) y aceptada por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente, institución gubernamental especializada en temas ambientales; cuya aplicación es admitida por el MINAM³³ (Anexo 6: Oficio N.º121-2018-MINAM/VMGA). Esta guía establece el Ecological Screening Level (ESL), que representa el valor máximo de detección de TPH modificado³⁴, que es análogo a un valor límite de gestión.

Tabla 7.11. Valor de referencia para TPH en sedimentos

Table 111 11 Valor de l'ordrenola para 11 11 ori	Coaminone	00
		Valor referencial
Guía o normativa referencial	Unidad	ESL (Ecological Screening Level)
		o Valor Máximo para sedimento35
Appendix 2 - Atlantic RBCA Version 3 (Risk – Based		
Corrective Actions) - Ecological Screening Protocol	mg/kg PS	500
for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada		

PS: Peso seco.

EL ESL fue desarrollado con base en estudios ecotoxicológicos validados por ensayos de laboratorio, datos de campo, y el desarrollo de un modelo estadístico³⁶ para la determinación de la toxicidad de hidrocarburos sobre diversas especies de macroinvertebrados bentónicos, algas y peces. Se aplica para una evaluación ecológica³⁷, donde se consideran a los sedimentos como hábitats de ecosistemas acuáticos sensibles tanto de agua dulce³⁸, marino o estuarino con importancia para la protección de la vida, como es el caso del área de estudio, en donde se ubica parte del Bosque de Protección San Matías San Carlos.

Atlantic PIRI es un grupo de múltiples partes interesadas que supervisa el proceso de implementación del Atlantic RBCA (Risk-Based Corrective Action) en Nueva Escocia, Nuevo Brunswick, la Isla del Príncipe Eduardo y Terranova y Labrador; en la costa Atlántica de Canadá.

³³ Mediante Informe N.º 00242-2018-MINAM/VMGA/DGCA/DCAE remitido al OEFA mediante Oficio N.º 121-2018-MINAM/VMGA del 7 de setiembre de 2018, el Ministerio del Ambiente señala:

[«]Numeral 2.22 (...) se debe entender que las instituciones de Derecho Internacional Público señaladas en la Segunda Disposición Transitoria, Complementaria y Final de la Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente, pueden incluir no solo a las organizaciones internacionales que aprueban estándares internacionales para su aplicación por un conjunto de países, sino también a las instituciones gubernamentales especializadas en temas ambientales, en tanto estas emiten estándares ambientales que pueden ser utilizados como referencia por otros Estados (entre ellas, por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente)».(subrayado agregado)

TPH modificado es igual a todas las formas de TPH (C6 – C32) menos Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno.

Apéndice 2. Parte III Tabla 4. *Tier 1 Sediment Ecological Screening Levels for the Protection of Freshwater and Marine Aquatic Life* del *«Atlantic Canada User Guidance Versión 3. 2015»*. Disponible en: http://atlanticrbca.com/document/atlantic-rbca-user-guidance-revised-january-2015/

El modelo PETROTOX, es un modelo de relación de actividad de estructura cuantitativa (QSAR) diseñado para imitar pruebas de toxicidad acuática que es utilizada para investigar la carga de producto de hidrocarburo de petróleo o la concentración de fracciones de hidrocarburos de petróleo responsables de provocar efectos agudos o crónicos en un organismo acuático. Mayor información en el artículo de Redman A., 2012.

En el ítem 2.3 Ecological Screening, del «Atlantic Canada User Guidance Versión 3. 2015» se señala que el objetivo es evaluar los riesgos potenciales para la salud humana, y el Apéndice 2, Ecological Screening Protocol For Petroleum Impacted Sites In Atlantic Canada, proporciona un marco de toma de decisiones para determinar si el sitio evaluado representa o no un riesgo para los receptores o hábitats. El Ecological Screening o Nivel I (Nivel de proyección de riesgos) además es el nivel (valor ESL) de detección ecológica al que el sitio debe ser remediado. El Nivel I se basa en la protección de la salud humana y los receptores ecológicos.

El Apéndice 2. Parte I. ítem 5 (*Ecological Screening - Sediment*) del RBCA define a los sedimentos como «típicos» y «otros». Típicos, definidos como hábitats para componentes sensibles de ecosistemas acuáticos con importancia para su conservación (tales como humedales, hábitats de importancia para el desove de peces y albergue de la vida silvestre, hábitats de especies protegidas, áreas bajo acuerdos de conservación o áreas establecidas como ecológicamente sensibles, etc.). Y «otros» sedimentos, como zanjas [o canales], áreas de recepción con influencia industrial, como puertos urbanos, etc., para los que se recomienda que los sedimentos sean analizados como sedimentos «típicos» cuando se justifique su importancia.

El ESL para TPH es un valor de concentración a partir del cual se consideran efectos perjudiciales para organismos acuáticos³⁹; además, este valor es análogo a un límite de gestión⁴⁰; es decir, que a partir de su excedencia se hace necesaria la adopción de acciones para el manejo de los riesgos ecológicos o la remediación⁴¹. En el mismo sentido, si las concentraciones de TPH no superan el valor ESL, no significa que el riesgo ecológico sea nulo⁴¹; sino que debería ser materia de acciones (investigaciones) adicionales⁴².

7.3.Suelo

A continuación, se muestra la metodología desarrollada para evaluar la calidad del componente suelo, el cual comprende el procedimiento para la toma de muestras, la ubicación de los puntos de muestreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad y criterios de comparación.

7.3.1. Guías utilizadas para la evaluación

Para el muestreo de suelo se tomó en consideración los tipos de muestreo (sección 1.3), técnicas de muestreo (sección 2), determinación de puntos de muestreo (sección 5) y el Anexo II (patrones de muestreo para definir la localización de puntos de muestreo en suelos contaminados) de la Guía para muestreo de suelos. Asimismo, se consideró lo establecido en el Anexo III (claves Interpretativas) y Anexo IV (guía de clasificación de los parámetros edáficos y de vegetación) del reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor.

7.3.2. Ubicación de puntos de muestreo

Para determinar las áreas de potencial afectación (APA) y la cantidad de puntos de muestreo de suelo en estas se llevó a cabo una evaluación preliminar de la zona de estudio, el cual consistió en realizar investigación histórica, el levantamiento técnico del sitio y el modelo conceptual inicial; adicionalmente, se tomo en consideración la clasificación de suelos establecidas en los IGA del administrado.

Las APA consideradas para la presente evaluación fueron: Campamento Base Logístico (CBL), que comprende 5 puntos de muestreo, Locación Osheki cque comprende 25 puntos de muestreo, futura Línea de Flujo con 15 puntos de muestreo y el PAL A con 10 puntos de muestreo. Adiconalmente, con la finalidad de obtener mayor información sobre el estado la

Según el «Atlantic RBCA (Risk-Based Corrective Action). Version 3. 2012 – Scientific Rationale to support the Adoption/Development of Tier 1 Ecological Screening Levels for Soil, Surface Water, Groundwater and Sediment» los valores de detección ecológica (ESL) para sedimento se basan en puntos de referencia de niveles de toxicidad (letal concentración – LC50, chronic hazardous – HC5, y entre otros) sobre especies acuáticas sensibles, resultantes de estudios ecotoxicológicos, complementados y derivados del modelo PETROTOX.

Según se indica en el ítem 2.3. Parte I, Parte III y la Tabla 4. Tier 1 Sediment Ecological Screening Levels for the Protection of Freshwater and Marine Aquatic Life del «Atlantic Canada User Guidance Versión 3. 2015»

En el Anexo 2.3 Ecological Screening, Ecological Screening (Nivel I) del «Atlantic Canada User Guidance Versión 3. 2015» se establecen valores numéricos estándar (valores ESL) basados en el riesgo ecológico para la protección de los receptores ecológicos, que al ser superado deben adoptarse medidas complementarias como: (1) La identificación del ámbito de influencia de la zona afectada (Nivel II), y (2) Examinar las posibles vías de exposición presentes en el sitio donde los hidrocarburos de petróleo tienen el potencial de influir en los receptores y hábitats ecológicos identificados (Nivel III); para el manejo de los riesgos ecológicos o la remediación hasta el valor del Nivel I (ecological screening level – ESL), indicando que, cuando las concentraciones que están por debajo de los ESL, no se requiere ninguna otra acción a menos que el juicio profesional basado en las condiciones específicas del sitio apoye la acción en sentido contrario.

Según se expone en el ítem 5.6 Sediment Toxicity Testing de la guía «Atlantic RBCA (Risk-Based Corrective Action). Version 3. 2012 – Scientific Rationale to support the Adoption/Development of Tier 1 Ecological Screening Levels for Soil, Surface Water, Groundwater and Sediment».

de la calidad del suelo, se realizaron 3 calicatas, las cuales estan ubicadas en la 3 ultimas APA mencionas.

A continuación, en la Tabla 7.12 se detalla la ubicación de los puntos de muestreo establecidas en la APA.

Tabla 7.12. Ubicación de los puntos de muestreo de suelos

Ia	Abia 7.12. Ubicación de los puntos de muestreo de suelos Coordenadas UTM						
N°	APA	Cádigo OEEA		- Zona 18 L	Altitud	Descripción de la ubicación de les nuntes de muestros	
IN	VI.V	Código OEFA	Este (m)	Norte (m)	(m s. n. m.)	Descripción de la ubicación de los puntos de muestreo	
1		CBL-SUE-01	496293	8891166	253	Punto ubicado aproximadamente a 40 m al norte del futuro patio de combustibles del Campamento Base Logístico.	
2	o base	CBL-SUE-02	496656	8891161	255	Punto ubicado aproximadamente a 90 m al norte de la futura plataforma de carga del Campamento Base Logístico.	
3	Campamento base Logístico	CBL-SUE-03	496702	8890920	251	Punto ubicado aproximadamente a 150 m al sur de la futura plataforma de carga del Campamento Base Logístico.	
4	Camp	CBL-SUE-04	496512	8890893	270	Punto ubicado aproximadamente a 100 m al sur del futuro helipuerto 1 (HP 1) del Campamento Base Logístico.	
5		CBL-SUE-05	496312	8890896	262	Punto ubicado aproximadamente a 70 m al suroeste del futuro helipuerto 2 (HP 2) del Campamento Base Logístico.	
6		NF-OSH-SUE-01	486792	8880225	554	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al suroeste del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
7		NF-OSH-SUE-02	486718	8880159	551	Punto ubicado aproximadamente a 120 m al suroeste del futuro helipuerto de la Locación Osheki.	
8		NF-OSH-SUE-03	486695	8880279	536	Punto ubicado aproximadamente a 30 m al suroeste del área de campamento en la Locación Osheki.	
9		NF-OSH-SUE-04	486638	8880331	502	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al oeste de la futura área de campamento de la Locación Osheki.	
10		NF-OSH-SUE-05	486594	8880388	489	Punto ubicado aproximadamente a 100 m al oeste de la futura área de tanques de almacenamiento de lodos (tanques australianos) en la Locación Osheki.	
11		NF-OSH-SUE-06	486543	8880457	493	Punto ubicado aproximadamente a 170 m al noroeste de la futura área de tanques de almacenamiento de lodos (tanques australianos) en la Locación Osheki.	
12		NF-OSH-SUE-07	486568	8880542	475	Punto ubicado aproximadamente a 60 m al oeste de la futura poza de contingencia en la Locación Osheki.	
13		NF-OSH-SUE-08	486646	8880578	482	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al norte de la futura poza de contingencia en la Locación Osheki.	
14		NF-OSH-SUE-09	486722	8880642	479	Punto ubicado aproximadamente a 110 m al noroeste de la futura poza de quema en la Locación Osheki.	
15	sheki	NF-OSH-SUE-10	486764	8880592	483	Punto ubicado aproximadamente a 90 m al noreste de la futura poza de quema en la Locación Osheki.	
16	ocación Osheki	NF-OSH-SUE-11	486822	8880516	494	Punto ubicado aproximadamente a 60 m al este de la fura fosa temporal de cortes en la Locación Osheki.	
17	Loca	NF-OSH-SUE-12	486855	8880415	522	Punto ubicado aproximadamente a 100 m al este del futuro pozo de perforación Osheki en la Locación Osheki.	
18		NF-OSH-SUE-13	486924	8880336	571	Punto ubicado aproximadamente a 90 m al este del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
19		NF-OSH-SUE-14	486887	8880229	608	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
20		NF-OSH-SUE-15	486959	8880171	628	Punto ubicado aproximadamente a 170 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
21		NF-OSH-SUE-16	487023	8880123	650	Punto ubicado aproximadamente a 255 m al sureste del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
22		NF-OSH-SUE-17	486978	8880092	638	Punto ubicado aproximadamente a 244 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
23		NF-OSH-SUE-18	486915	8880098	616	Punto ubicado aproximadamente a 200 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
24		NF-OSH-SUE-19	486850	8880147	615	Punto ubicado aproximadamente a 150 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
25		NF-OSH-SUE-20	486865	8880291	598	Punto ubicado aproximadamente a 30 m al suroeste del helipuerto en la Locación Osheki.	
26		NF-OSH-SUE-21	487002	8880374	600	Punto ubicado aproximadamente a 175 m al este del futuro helipuerto en la Locación Osheki.	
27		NF-OSH-SUE-22	487028	8880298	603	Punto ubicado aproximadamente a 85 m al sur del punto de muestreo NF-OHS-SUE-21.	

						Punto ubicado aproximadamente a 80 m al sur del punto de
28		NF-OSH-SUE-23	487058	8880220	626	muestreo NF-OHS-SUE-22.
29		NF-OSH-SUE-24	486997	8880460	598	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al norte del punto de muestreo NF-OHS-SUE-21.
30		NF-OSH-SUE-25	486967	8880539	570	Punto ubicado aproximadamente a 80 m al norte del punto de muestreo NF-OHS-SUE-22.
31		NF-LD-SUE-01	486973	8880925	375	Punto ubicado aproximadamente a 15 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 370 m al norte del punto NF-OSH-SUE-09.
32		NF-LD-SUE-02	487095	8881210	368	Punto ubicado aproximadamente a 13 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 310 m al norte del punto NF-LD-SUE-01.
33		NF-LD-SUE-03	487318	8881672	336	Punto ubicado aproximadamente a 14 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 490 m al norte del punto NF-LD-SUE-02.
34		NF-LD-SUE-04	487543	8882084	310	Punto ubicado aproximadamente a 16 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 470 m al norte del punto NF-LD-SUE-03.
35		NF-LD-SUE-05	487652	8882393	286	Punto ubicado aproximadamente a 18 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 320 m al norte del punto NF-LD-SUE-04.
36		NF-LD-SUE-06	487762	8882650	278	Punto ubicado aproximadamente a 23 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 280 m al noreste del punto NF-LD-SUE-05.
37		NF-LD-SUE-07	487884	8882812	281	Punto ubicado aproximadamente a 13 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 210 m al noreste del punto NF-LD-SUE-06.
38		NF-LD-SUE-08	488053	8883041	264	Punto ubicado aproximadamente a 40 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 280 m al noreste del punto NF-LD-SUE-07.
39	stico	NF-LD-SUE-09	488311	8883378	264	Punto ubicado aproximadamente a 20 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 420 m al noreste del punto NF-LD-SUE-08.
40	poyo Log	NF-LD-SUE-10	488762	8883785	260	Punto ubicado aproximadamente a 15 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 580 m al noreste del punto NF-LD-SUE-09.
41	unto de A	NF-LD-SUE-11	488734	8884293	256	Punto ubicado aproximadamente a 70 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 580 m al noroeste del punto NF-LD-SUE-10.
42	Línea de Flujo - Punto de Apoyo Logístico	NF-LD-SUE-12	489052	8884416	253	Punto ubicado aproximadamente a 15 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 340 m al noreste del punto NF-LD-SUE-11.
43	Línea de	NF-LD-SUE-13	489222	8884729	256	Punto ubicado aproximadamente a 75 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 355 m al norte del punto NF-LD-SUE-12.
44		NF-LD-SUE-14	489303	8885016	253	Punto ubicado aproximadamente a 140 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 340 m al norte del punto NF-LD-SUE-13.
45		NF-LD-SUE-15	489771	8885083	243	Punto ubicado aproximadamente a 120 m de la margen izquierda de la futura línea de flujo y aproximadamente a 470 m al norte del punto NF-LD-SUE-13.
46		NF-PAL-SUE-01	490256	8885408	253	Punto ubicado aproximadamente a 130 m al noroeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
47		NF-PAL-SUE-02	490261	8885282	256	Punto ubicado aproximadamente a 30 m al oeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
48		NF-PAL-SUE-03	490129	8885229	265	Punto ubicado aproximadamente a 150 m al suroeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
49		NF-PAL-SUE-04	490100	8885141	255	Punto ubicado aproximadamente a 230 m al suroeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
50		NF-PAL-SUE-05	489972	8885103	251	Punto ubicado aproximadamente a 300 m al sureste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.
51		NF-PAL-SUE-06	490070	8885023	250	Punto ubicado aproximadamente a 210 m al sureste de los futuros tanques de almacenamiento de agua para transporte a la Locación Osheki y para uso contra incendios.
52		NF-PAL-SUE-07	490236	8884815	254	Punto ubicado aproximadamente a 250 m al suroeste de la futura planta de separación de cortes tratados.
53		NF-PAL-SUE-08	490426	8884902	253	Punto ubicado aproximadamente a 180 m al sureste de la futura planta de separación de cortes tratados.
54		NF-PAL-SUE-09	490280	8884928	260	Punto ubicado aproximadamente a 150 m al suroeste de la futura planta de separación de cortes tratados.

55		NF-PAL-SUE-10	490259	8885092	250	Punto ubicado aproximadamente a 20 m al sur de los futuros tanques de almacenamiento de agua para transporte a la Locación Osheki y para uso contra incendios.
56		OSH-CAL-01	486873	8880236	601	Calicata ubicada aproximadamente a 65 m al sur del futuro helipuerto en la Locación Osheki.
57	Calicatas	LD-CAL-02	488761	8883772	264	Calicata ubicada aproximadamente a 15 m de la margen derecha de la futura línea de flujo y aproximadamente a 580 m al noreste del punto NF-LD-SUE-09.
58		PAL-CAL-03	490258	8885401	257	Calicata ubicada aproximadamente a 120 m al noroeste de los futuros tanques de almacenamiento de Lodos de perforación.

Fuente: Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

Cabe resaltar que los 55 puntos de muestreo de suelo determinados para las APA se realizaron a una profundidad de 0,30 m. El tipo de muestra de suelo fue compuesta (cada 3 submuestras) utilizando el modelo de distribución en forma de triángulo con espacios de 15 m entre las tres muestras (Figura 7.7). Asimismo, para las calicatas se tomarón muestras en 3 profundidades, las cuales estuvieron determinadas según el cambio de perfil observado por el especialista de campo.

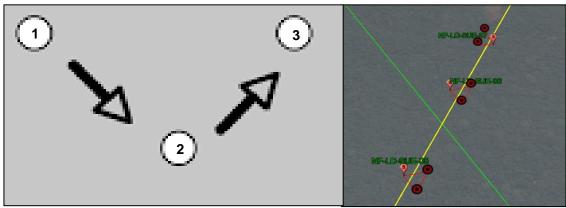


Figura 7.7. Distribución de los puntos de muestreo en forma de triangular

7.3.3. Parámetros y métodos de análisis

Para el presente estudio se consideró en el suelo la determinación de la concentración de metales considerando métodos de análisis de laboratorio acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), los cuales son presentados en la Tabla 7.13.

Tabla 7.13. Parámetros evaluados para el componente suelo

	Parámetro	Método de Análisis	Laboratorio	
Meta	les (incluido mercurio)	EPA Method 3050 B / EPA Method 6010 D, Rev. 5 July. 2018 ICP- OES EPA 7471 B, Rev. 2, February 2007 Vapor Frio		
Fracción Hidrocarburos – F1 (C6-C10)		EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 (Validad 2018) GC/MS	ALS LS PERÚ S.A.C	
Fracción Hi	drocarburos - F2 (C10-C28)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007 GC		
Fracción Hi	drocarburos - F3 (C28-C40)	EPA METHOD 8013 C, Rev. 3 2007 GC		
	рН	Potenciométrico		
	C.E.	Medida del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1	CERTIFICACIONES	
Salinidad CaCO ₃		Método gasto-volumétrico en calcímetro	DE L PERÚ S.A. CERPER	
	Materia orgánica	Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio		

Parámetro	Método de Análisis	Laboratorio
Clase textural	Método del hidrómetro	
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Saturación con acetato de amonio	
Cationes cambiables (Ca ⁺² , Mg ⁺² , K ⁺ , Na ⁺)	Reemplazamiento con acetato de amonio, cuantificación a pH 7.0 por fotometría de llama y/o absorción atómica	
Cationes cambiables (Al ⁺³ , H ⁺)	Método de Yuan, extracción con KCl y N	
Microelementos disponibles	Extracción con solución de Hunter (solución con EDTA y Bicarbonato de Sodio) y posterior cuantificación de los elementos por Espectrofotometría de Absorción Atómica	
Microelementos totales	Digestión de la muestra con mezcla de ácidos nítrico y perclórico para su posterior cuantificación de elementos por Espectrofotometría de Absorción Atómica	

Fuente: Anexo 3. Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM (agua, sedimento, suelo e hidrobiología – temporada seca).

7.3.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de suelos se utilizaron materiales como el *kit* de suelos, barrenos de acero inoxidable y bandejas; adicionalmente se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el registro de cada punto evaluado. El detalle de los equipos utilizados en agosto 2019 se encuentra en el Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

7.3.5. Aseguramiento de la calidad

Para el aseguramiento de la calidad se tomó como referencia la sección 1.3.1. de la Guía de muestreo de suelos⁴³; es decir, se debe duplicar el 10 % de las muestras a ser analizadas para sitios con superficies menores o igual a 20 ha, y 5 % para superficies mayores a 20 ha. Para este caso, se tomaron 58 muestras de suelo, por lo tanto, se tomó adicionalmente 5 muestras duplicadas, uno por cada 10 muestras.

7.3.6. Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos del muestreo de las áreas de potencial afectación (APA) fueron digitalizados y ordenados en hojas de datos por cada parámetro evaluado y se utilizarón graficas de barras, mapas, etc., para los parámetros que superaron los estándares de comparación.

Los resultados de metales totales fueron digitalizados en el programa Excel y se presentan en gráficos de puntos que tienen por objeto mostrar una medida resumen de un conjunto de datos y no valores individuales, representando valores medios de una variable «Y» en relación con una variable cuantitativa o categórica «X».

7.3.7. Criterios de evaluación

Los resultados obtenidos del muestreo de suelo fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo (en adelante, ECA para Suelo) mediante

Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM. Guía para muestreo de suelos. En el marco del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM y el Decreto Supremo N.º 002-2013 MINAM⁴⁴ según el uso que corresponda.

En caso de metales en suelos, se compara con valores establecidos en la Tabla 7.14.

Tabla 7.14. Estándares de comparación nacional para metales en suelos

Parámetros	Estándares de Calidad Ambiental para Suelos (D.S. N.° 011-2017 MINAM y D.S. N.° 002-2013 MINAM)
	Suelo de uso agrícola (mg/kg PS)
Mercurio (Hg)	6,6
Arsénico (As)	50
Bario (Ba)	750
Cadmio (Cd)	1,4
Plomo (Pb)	70

En caso del TPH; los números de carbonos de las fracciones de hidrocarburos fueron comparados con el actual ECA para suelos (D.S. N.º 011-2017 MINAM) y el ECA (D.S. N.º 002-2013 MINAM) para suelos derogado (que sufrió algunas modificaciones las que se muestran en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15. Comparación del número de carbonos de las fracciones de hidrocarburos entre el ECA actual y el derogado

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

En el caso de aquellas sustancias que no se encuentren reguladas en los ECA para suelo, se aplicaron estándares internacionales conforme a lo dispuesto en la guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, aprobada mediante Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM.

7.4. Hidrobiología

En los apartados siguientes se muestra la metodología desarrollada para evaluar las comunidades hidrobiológicas, comprende la guía y protocolo utilizado, la ubicación de puntos de muestreo, los parámetros y métodos de análisis, los equipos utilizados y el procesamiento de datos de la evaluación de comunidades hidrobiológicas (perifiton, macrobentos y peces), realizado en abril y agosto de 2019.

7.4.1. Guías utilizadas para la evaluación

La Tabla 7.16 se presenta la guía de referencia nacional para el muestreo de comunidades hidrobiológicas en ambientes lóticos, donde se describen las diferentes técnicas de muestreo, aplicadas para el área de influencia del proyecto Lote 107.

^{. .}

Estándar aprobado para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-SD) Proyecto de «Perforación de hasta 8 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107».

Tabla 7.16. Guías utilizadas para la evaluación de comunidades hidrobiológicas

Matriz	Autoridad emisora	País	Dispositivo legal	Referencia	Año	Métodos
Hidrobiología	Ministerio del Ambiente (Minam)	Perú	-	Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú	2014	4.1.2 Técnicas de colecta – perifiton 5.1.2.2 Métodos de recolección cuantitativos – bentos (macroinvertebrados) 6.1.2 Diseño del monitoreo – necton (peces)

En la mencionada guía de la Tabla 1.1, se establecen los criterios técnicos y lineamientos generales a aplicarse, como la logística mínima necesaria, establecimiento de los puntos de muestreo, preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección, procedimiento para la toma de muestras, preservación, almacenamiento, conservación y transporte de muestras, entre otros; teniendo en cuenta lo siguiente:

- i. **Perifiton:** Para la colecta de muestras de perifiton se realizaron raspados superficiales en canto rodado principalmente, tallos y ramas sumergidas en un área de 25 cm². Para tal fin, se delimitaron 3 réplicas cada área de 2 cm por 4 cm, 2 cm por 4 cm y de 3 cm por 3 cm, ayudados con una espátula y una piseta con agua destilada, se obtuvo un raspado (muestra) en un recipiente de 250 mL. La muestra final fue preservada con formol al 4% con la ayuda de una jeringa, y etiquetada para su posterior análisis por los taxónomos del OEFA.
- ii. **Macrobentos:** Para la colecta de muestras de macrobentos en todos los microhábitas disponibles de los puntos de muestreo evaluados se utilizó una red surber con un marco cuadrado de 30 cm por 30 cm, realizando 3 réplicas y obteniendo un área total de 0,27 m². La muestra final fue vertida en recipientes de 500 mL, preservada con etanol al 70 % y etiquetada para su posterior análisis cualitativo y cuantitativo por les taxónomos contratado por el OEFA.
- iii. Peces (Necton): Para la colecta de peces se utilizó una red de arrastre en la mayoría de los puntos de muestreo 10 intentos de esfuerzo de pesca. También se usó una red de espera o agallera de 3" de abertura de malla y 20 metros de largo ubicadas en zonas estratégicas del río Pichis, y dejándolas por un periodo de 3 horas aproximadamente; y red de mano (cal cal) con 10 intentos de esfuerz o de pesca. Los ejemplares colectados fueron fijados inmediatamente en formol al 10% por un periodo de 24 a 48 horas. Posteriormente, se enjuagaron con agua destilada, fueron envueltos en gasa y preservados con una solución de alcohol al 70 % dentro de bolsas herméticas, debidamente etiquetados con los datos de los puntos de muestreo (código de campo, nombre del hábitat, fecha y nombre del colector, etc.).
- iv. **Metales totales e hidrocarburos totales de petróleo en peces:** Para el caso de la coleta de tejido se realizó la selección de peces, estos fueron fotografiados y separados por grupos tróficos para luego ser medidos, pesados y fileteados; finalmente, el tejido muscular fue congelado para su traslado a ALS LS PERÚ S.A.C donde se realizaron los análisis correspondientes de metales totales.

7.4.2. Ubicación de puntos de muestreo

Se evaluaron en total 23 puntos de muestreo, ubicados en ambientes lóticos: Quebrada Agua Blanca (QAgBI), quebrada Kirishari (QKiri), quebrada Solitario (QSoli), quebrada

Santariani, quebrada Cajonari, quebrada Lorenzo, quebrada Lorencillo-II, quebrada Kimpirari (QKimp), quebrada S/N (Qs/n) y río Pichis (RPich). Para la codificación se adicionó el prefijo «HID» a la codificación de los puntos de muestreo de agua. En la Tabla 7.17 se presentan, los códigos, coordenadas y la descripción de los puntos de muestreo evaluados en el área de influencia del Lote 107.

Tabla 7.17. Ubicación de los puntos de muestreo para comunidades hidrobiológicas

			adas UTM		numades marobiologicas	
N°	Código OEFA del punto de muestreo		Zona 18 L	Altitud (m s. n. m.)	Descripción	
	punto de muestreo	Este (m)	Norte (m)	(111 3. 11. 111.)		
1	HID-QAgBI1	486533	8880159	449	Quebrada Agua Blanca, en su tramo inicial y a 200 m aproximadamente al suroeste de la plataforma Osheki y 200 m aguas arriba del punto de captación de agua para consumo.	
2	HID-QAgBl2	486581	8880696	394	Quebrada Agua Blanca, a 170 m aproximadamente al noroeste de la plataforma Osheki y 400 m aguas abajo del punto de captación de agua para consumo.	
3	HID-QAgBl3	487262	8882132	279	Quebrada Agua Blanca, a 1700 m aproximadamente al noreste de la plataforma Osheki y 260 m en recta perpendicular al oeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki	
4	HID-QAgBI4	488059	8883287	259	Quebrada Agua Blanca, a 1750 m aguas abajo de QAgBI3 y 50 m en recta perpendicular al noroeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki	
5	HID-QAgBI5	488620	8884206	257	Quebrada Agua Blanca, en su tramo final a 30 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Kirishari en QKiri1 y 135 m al oeste de la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki.	
6	HID-QKiri1	488542	8884222	255	Quebrada Kirishari, en su tramo inicial a 35 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Agua Blanca.	
7	HID-QSoli1	489336	8885123	253	Quebrada Solitario, en su tramo final a 5 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Kirishari	
8	HID-QKiri2	489570	8885077	251	Quebrada Kirishari, a 250 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Solitario y a 1100 m aguas arriba del cruce con la línea de flujo que proviene del PAL hacia la locación de Osheki.	
9	HID-QKiri3	492778	8883735	241	Quebrada Kirishari, a 90 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Santariani.	
10	HID-QKiri4	493052	8883602	240	Quebrada Kirishari, a 150 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Santariani.	
11	HID-QKiri5	494332	8883967	235	Quebrada Kirishari, a 430 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Cajonari que da origen a la quebrada Lorenzo.	
12	HID-QSant1	492890	8883633	241	Quebrada Santariani, en su tramo final a 160 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Kirishari.	
13	HID-QCajo1	494636	8883501	235	Quebrada Cajonari, a 630 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Kirishari que da origen a la quebrada Lorenzo.	
14	HID-QLore1	495205	8884242	235	Quebrada Lorenzo, a 600 m aproximadamente aguas abajo de la naciente (confluencia de las quebradas Kirishari y Cajonari).	

N°	Código OEFA del punto de muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 18 L		Descripción	
	punto de muestreo	Este (m)	Norte (m)	(m s. n. m.)		
15	HID-QLore2	497697	8887219	230	Quebrada Lorenzo, a 370 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lorencillo-II.	
16	HID-QLore3	497991	8887137	229	Quebrada Lorenzo, a 240 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Lorencillo-II.	
17	HID-QLore4	500725	8886156	228	Quebrada Lorenzo, a 1100 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia al río Pichis.	
18	HID-QLore-II	497702	8887541	229	Quebrada Lorencillo-II, en su tramo final a 400 m aproximadamente aguas arriba de la afluencia a la quebrada Lorenzo.	
19	HID-RPich1	501619	8885404	228	Río Pichis, a 1400 m aproximadamente aguas arriba de la confluencia con la quebrada Lorenzo.	
20	HID-RPich2	501016	8887621	227	Río Pichis, a 1100 m aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la quebrada Lorenzo.	
21	HID-QKimp1	496218	8891163	243	Quebrada Kimpirari, a 10 m aproximadamente de la carretera Fernando Belaunde Terry y 50 m noroeste del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.	
22	HID-QKimp3	496707	8890965	242	Quebrada Kimpirari, en el puente de madera a 1 m al sureste del límite del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.	
23	HID-Qs/n-1	496560	8891208	240	Quebrada sin nombre 1, a 100 m aproximadamente de la afluencia a la quebrada Kimpirari y a 10 m al este del límite del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.	

Fuente: Anexo 3 (Reporte de campo N.°146-2019-SSIM y Anexo 4 (Reporte de campo N.° 431-2019-SSIM)

7.4.3. Parámetros y métodos de análisis

Las comunidades hidrobiológicas evaluadas y los métodos de análisis empleados se presentan en la Tabla 7.18. Los resultados de OEFA se encuentran en el Anexo 5 y Anexo 12; y del laboratorio ALS LS PERU S.A.C. del monitoreo en el 2019 se encuentran en el Anexo 5.

Para la identificación de las especies de perifiton se procuró identificar hasta el menor nivel taxonómico utilizando claves taxonómicas y descripciones detalladas de los principales grupos, a detalle se describe en el Anexo 5 Resultados del análisis N.º PE 011-2019-OEFA/DEAM y Anexo 14 Resultados del análisis N.º PE 038-2019-OEFA/DEAM.

Para la identificación de las morfoespecies de macrobentos con revisiones bibliográficas referidos al campo de la taxonomía de invertebrados de agua dulce em América del Sur (Domínguez y Fernández, 2009; Domínguez *et al.*, 2006). La identificación se realizó hasta el menor nivel taxonómico; siendo en muchos casos el nivel de género, debido a la insuficiente información que generan las etapas inmaduras (larvas o ninfas) de los insectos. La lista de especies se encuentra en el Anexo 5 Resultados del análisis N° MIB 010-2019-OEFA/DEAM y N° MIB 045-2019- OEFA/DEAM.

Para la identificación de las especies de peces se consideraron aspectos morfológicos, morfométricos y merísticos, procurando identificar hasta el menor nivel taxonómico utilizando claves taxonómicas y descripciones detalladas de los principales grupos. En el caso de peces la clasificación de Orden y Familia se realizó de acuerdo a Ortega *et al.*, 2012 y las actualizaciones de las especies fue siguiendo la establecida por la Academia de

Ciencias de California (Eschmeyer y Fong, 2017). Mayor detalle se describe en el Anexo 5 Resultados de análisis N.º IC010-2019-2019- OEFA/DEAM y Anexo 14 Resultados de análisis N.º IC018-2019-2019- OEFA/DEAM. Además, las especies fueron depositadas en la Colección de peces del Departamento de Ictiología del Museo de Historia Natural con número de Ingreso (ICTIOLOGIA 15-2019).

Tabla 7.18. Parámetros evaluados y métodos de análisis de comunidades hidrobiológicas

N.°	Parámetros	Método de ensayo de referencia	Laboratorio
1	Perifiton (microalgas y microorganismos)	SMEWW 10300C Sampling analysis y 10300E Interpreting and Reporting Results. 23rd. Ed. 2017 EPA 841-B-99-002	
2	Macrobentos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500 C.1, 2, 22nd Ed. 2012. Benthic Macroinvertebrates Sample Processing and Analysis	OEFA (*)
3	Peces	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10600 C.1, 2, 22nd Ed. 2012. Fishes Sample Processing and Analysis.	
4	Metales Totales en Peces	EPA Method 200.3 Rev. 1 April (1991) / EPA Method 6010 D Rev. 5 July (2018) (Validado Modificado, 2019)	ALS LS PERU S.A.C.

^(*) Las muestras fueron identificadas por taxónomos de la Dirección de Evaluación Ambiental del OEFA. Fuente: Anexo 3 (Reporte de campo N.º146-2019-SSIM y Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

7.4.4. Equipos utilizados

Para el muestreo de comunidades hidrobiológicas se utilizaron equipos como red Surber para el muestreo de macrobentos en una superficie total de 0,27 m², red de espera para la colecta de peces en el río Pichis, red de mano o cal cal y red de arrastre para colecta de peces en los diferentes ríos y quebradas evaluados; adicionalmente, se utilizaron cámaras fotográficas y GPS para el registro de cada punto evaluado. El detalle de los equipos utilizados en abril 2019 se encuentra en el en el Anexo 3 (Reporte de campo N.º 146-2019-SSIM) y de los equipos utilizados en agosto 2019 se encuentran en el Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

7.4.5. Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad en la colecta de las comunidades hidrobiológicas y su posterior análisis se basa en las indicaciones descritas en la publicación «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú», de las secciones 4.3 Aseguramiento de la calidad (perifiton) y 5.3 Aseguramiento de la calidad (macroinvertebrados bentónicos).y 6.3 Comprobación de la calidad (peces).

7.4.6. Procesamiento de datos

Para el análisis de los resultados obtenidos en la evaluación de comunidades hidrobiológicas, se procedió a caracterizar las comunidades de perifiton, macrobentos y peces, teniendo en cuenta lo presentado a continuación.

7.3.6.1 Composición, riqueza y abundancia

Se representó la clasificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia y especie) de las comunidades de perifiton (microalgas y microorganismos), de macrobentos y peces

evaluados en los cuerpos de agua lóticos correspondiente a 2 periodos hidrológicos: Temporada húmeda (abril) y temporada seca (agosto), anexos 5 y 12 (perifiton y peces en temporada seca).

La evaluación de la riqueza y densidad (abundancia) de las comunidades de perifiton (microalgas y microorganismos) se desarrollaron en base a la categoría taxonómica phylum, familia y especies. La evaluación de la riqueza y la abundancia de la comunidad de macrobentos y de peces se desarrollaron en base a la categoría taxonómica de orden, familia y especies.

Es necesario indicar que los resultados de abundancia se analizaron en base a la densidad de la muestra, representándose los resultados para perifiton (microalgas y microorganismos) en organismos/cm², para macrobentos en organismos/ m² y peces en número de individuos.

Estructura comunitaria: La estructura comunitaria está conformada por las especies dominantes (frecuentes y abundantes; representan el 90 % de la abundancia total) y las especies raras (infrecuentes o escasas; generalmente con un solo ejemplar) en peces basado en Valenzuela-Mendoza, 2018.

Para el caso de peces, también se determinó:

- **Composición Trófica:** Categoría trófica en relación con los hábitos alimenticios de la especie: Detritívoro, carnívoro, omnívoro.
- Caracterización funcional: La determinación de grupos funcionales se basó en la asignación de algunos criterios básicos como la forma del cuerpo del pez, el uso del hábitat, las adaptaciones morfológicas y/o comportamentales. Se calculó la presencia (%) de cada grupo funcional por punto de muestreo, ver Tabla 7.19.

Tabla 7.19. Criterios usados para definir los grupos funcionales de los peces

Grupo funcional	Tamaño del cuerpo	Forma del cuerpo	Adaptaciones morfológicas y/o comportamentales	Hábitat
Peces de torrente	Peces de torrente Pequeño a Deprimido		Presentan vejiga gaseosa reducida que les permite adherirse a las rocas y moverse río arriba en corrientes rápidas. Además, boca a manera de ventosa, odontodes u otros apéndices que les permite sujetarse al sustrato.	Rápidos y aguas de torrente
Peces bentónicos de no torrente	Mediano a grande	Deprimido	Presentan boca a manera de ventosa, barbillas bien desarrolladas y vejiga natatoria reducida que les permite vivir sobre el sustrato. Algunas especies tienen diferentes tipos de migraciones.	Lecho del río
Peces de pozas Pequeño a mediano Co		Comprimido	Presentan vejiga natatoria bien desarrollada y viven en bancos de arena.	Remansos, pozas
Peces pelágicos	Amplio rango de tamaño	Fusiforme con forma hidrodinámica	No realizan migraciones.	Columna de agua de corrientes rápidas y pozas
Peces reofílicos	Peces reofílicos Mediano a deprimido con grande forma hidrodinámica Realiza mi		Realiza migraciones medianas y largas.	Columna de agua de corrientes rápidas y pozas

Fuente: Valenzuela-Mendoza, 2018

7.3.6.2 Diversidad alfa

La diversidad alfa está relacionada al número de especies de un grupo indicador que se encuentra en una determinada estación 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 y Halffter, 2000).

Números de Hill (diversidad verdadera)

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).

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-Wiener (H') (Jost, 2006) que tiene como fórmula:

$$N1 = exp(H') \tag{7.5}$$

Donde:

H': índice de Shannon-Wiener

Números 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). Su fórmula es la que se indica a continuación:

$$J' = \frac{H'}{H'max} \tag{7.6}$$

Donde:

J': índice de equidad de Pielou

H': índice de diversidad de Shannon-Wiener

H' max: Ln(S)

S: número de especies

Dominancia de Simpson

<u>Índice de diversidad de Simpson (1-D)</u>

Es uno de los parámetros que nos permiten cuantificar la biodiversidad de un hábitat a partir de la distribución proporcional de organismos en una comunidad, tomando en cuenta el número de grupos taxonómicos en el sitio, así como la abundancia de cada uno de ellos.

Los valores oscilan entre 0 a 1 ver Tabla D3.5-3. Un valor cercano a 0 indica que la comunidad tiene muy pocos grupos taxonómicos o un gran número de grupos taxonómicos, pero la mayoría de ellos son raros.

$$D = \sum \left(\frac{n}{N}\right)^2 \tag{7.7}$$

Donde:

N = total de organismos presentes; n = número de ejemplares por especie

Este índice representa la dominancia, a medida que el índice aumenta la diversidad decrece.

7.3.6.3 Diversidad beta

Para la evaluación de diversidad beta se utilizó el coeficiente de similitud de Bray Curtis en base a la similitud de especies entre puntos de muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Para determinar el índice de Bray Curtis se empleó la fórmula:

$$B = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{S} |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^{S} [X_{ij} + X_{ik}]}$$
(7.8)

Donde:

B: medida de Bray Curtis entre las muestras j y k Xij: número de individuos de la especie i en la muestra j Xik: número de individuos de la especie i en la muestra k S: número de especies

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, 1958; Crisci y López, 1983) utilizando el programa estadístico PAST (Hammer *et al.*, 2001). Esa gráfica resume la similitud de las especies entre dos puntos de muestreo.

7.3.6.4 Evaluación visual quebradas

Se realizó la evaluación visual de quebradas (SVAP) para determinar el estado de conservación de los cuerpos de agua evaluados. El protocolo SVAP se basa principalmente en las características físicas del ambiente para determinar el estado de conservación de los cuerpos de agua. Se usó por primera vez en Estados Unidos para quebradas y la primera adaptación para ríos del hemisferio sur fue dada por Oyague (2006) en el río Ponasa en el departamento San Martín. Consiste en la calificación de 12 criterios físicos del ambiente (Tabla 7.20) donde la puntuación depende de la intensidad que presentó cada atributo con valores de: 1, 3, 5, 7 ó 10 (Anexos 3 y 4 Reportes de campo). El puntaje de evaluación final para cada punto se obtiene de la suma de los valores dados a cada criterio.

Tabla 7.20. Criterios del Protocolo de evaluación visual de quebradas (SVAP)

	abla 11201 Cittorio del 11 ottobbio de Citalia del Citalia de Catalia de Cata					
Medida	Criterios	Puntaje				
1	Zona ribereña	1				
2	Estabilidad de la orilla	1				
3	Apariencia del agua	1				
4	Aumento de nutrientes	1				
5	Cobertura para peces	1				
6	Régimen de velocidad y profundidad	1				
7	Variabilidad de pozas	1				
8	Hábitat de macroinvertebrados	1				
9	Presión de pesca	1				
10	Rápidos pequeños con sustrato atascado	1				
11	Presencia de estiércol	1				

Medida	Criterios	Puntaje
12	Presencia de basura	1

Fuente: Meza-Vargas, 2014

Finalmente se obtiene la calificación de conservación de acuerdo con los rangos que figuran en la Tabla 7.19.

Tabla 7.21. Calificación del estado de conservación de los cuerpos de agua en SVAP

Calificación	Valores
Pobre	< 6.0
Regular	6.1-7.4
Bueno	7.5-8.9
Excelente	> 9.0

Fuente: Meza-Vargas, 2014

7.3.6.5 Índice biótico BMWP/Col

La calidad de los hábitats acuáticos de la zona evaluada se realizó a través del índice biótico *Biological Monitoring Working Party* adaptado para Colombia (BMWP/Col) de acuerdo con Roldan (2003). Se decidió emplear la adaptación colombiana de este índice, por considerarse que existen más similitudes biogeográficas con Colombia en términos de altitud, latitud y diversidad de familias taxonómicas de macroinvertebrados bentónicos, respecto a otros países donde también se realizaron adaptaciones de este índice. El detalle de los puntajes asignados a las familias que integran dicho índice es presentado a continuación (Tabla 7.22).

Tabla 7.22. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectidae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, 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.

La puntuación obtenida mediante el índice BMWP/Col se comparó con una escala de clases de calidad de agua, en la cual las puntuaciones más bajas corresponden a aguas de mala

calidad y, las más altas, a aguas de buena calidad. La escala de clasificación de calidad de agua es presentada a continuación (Tabla 7.23).

Tabla 7.23. Calidad de las aguas de acuerdo con la valoración del índice BMWP/Col

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

Fuente: Roldan, 2003.

7.3.6.6 Índice de Integridad biótica (IBI)

El Índice de Integridad biótica (IBI), es un sistema de calificación del hábitat que evalúa la condición de los cuerpos de agua, basado en la comunidad de peces (Ortega *et al.*, 2007). Este índice fue diseñado inicialmente para regiones templadas por Karr (1981) y perfeccionado por Karr (1991), posteriormente fueron desarrolladas y adaptadas a otras regiones y ecosistemas. Ortega *et al.* (2007) modificaron y adaptaron este índice a los ecosistemas acuáticos tropicales de Perú (Valenzuela, 2014). El IBI está diseñado y adaptado a partir de tres categorías básicas de las comunidades de peces: riqueza y composición de especies, estructura trófica y, condición y abundancia de los peces (Tabla 7.24).

Tabla 7.24. Puntuación utilizada en la determinación del Índice de Integridad Biológica (IBI) para comunidades de peces

Catagorío (Mátrico		Puntuación		
Categoría/Métrica	5	3	1	
Riqueza y composición de especies				
1. Número de especies	> 80	40 - 80	< 40	
2. Número de Characiformes	> 16	<10 - 16>	< 10	
3. Número de Siluriformes	> 13	<8 - 13>	< 8	
4. Número de Gymnotiformes	> 22	13 - 22	< 13	
5. Otros	0	1 - 16%	16%	
6. Presencia de especies tolerantes	0	1	> 2	
Composición trófica de las especies	·			
7. Omnívoros	< 20%	20 - 45%	> 45%	
8. Detritívoros	> 2%	1%	0%	
9. Carnívoros	> 3%	1 - 2%	0%	
Abundancia y condición de los peces	·			
10. Número de individuos	> 80	48 - 80	< 48	
11. Saludables	> 6%	1 - 6%	0%	
12. Lesionados	0%	1 - 2%	> 3%	

Fuente: Ortega et al., 2007, Valenzuela-Mendoza, 2018

La calificación del estado de conservación del ambiente acuático en base al IBI depende del valor de la puntuación total obtenida al evaluar cada categoría, la puntuación mínima es de 12 y corresponde a un ambiente de conservación «pobre», el máximo valor a obtener es 60

e indica que el ambiente se encuentra en «excelente estado de conservación» (Tabla 7.25). De manera complementaria se debería también considerar otros índices o bioindicadores para un mejor análisis de los resultados.

Tabla 7.25 Calificación del estado de conservación del ambiente acuático en base a la puntuación obtenida con el IBI

paritadolori obterilad oori e										
Índice De Integridad Biológica (IBI)										
Puntuación	Estado de Conservación									
(12-24)	Pobre									
(25-36)	Regular									
(37-48)	Bueno									
(49-60)	Excelente									

Valenzuela-Mendoza, 2018

8. RESULTADOS Y ANALISIS

En este capítulo se analiza los resultados obtenidos durante la EAT en el área de influencia del proyecto Lote 107, de las matrices evaluadas: agua superficial (quebradas y río Pichis), sedimentos, suelos e hidrobiología, y los resultados de los estudios especializados de nivel de fondo de suelos (Anexo 8) y flora y fauna silvestre (Anexo 9).

Los resultados y análisis inician con la comparación con las normas ambientales aprobadas en los IGAs (EIA de Perforación de 12 pozos⁴⁵, PMA para la reubicación de 4 Plataformas⁴⁶ y el EAI-sd de Perforación de hasta 8 pozos⁴⁷), normas vigentes, y comparación con referencias internacionales, y finalmente se llevan a cabo otros análisis como la relación de parámetros, granulometría, análisis hidroquímicos y multivariados.

8.1 Agua superficial

Los resultados se exponen mediante representaciones gráficas de barras, de aquellos parámetros que excedieron los ECA para Agua Cat4 (2008, 2015 y 2017), y que presentaron algún comportamiento en particular. En el Anexo 5 (Reporte de resultados N.º 434-2019-SSIM) se encuentra el detalle de los resultados de calidad de agua superficial de todos los parámetros evaluados en el 2019.

8.1.1 Resultados y su comparación con las normas aprobadas en los IGA

En abril 2019 (temporada húmeda), la quebrada Solitario (QSoli1) registró valor de pH que estuvo por debajo del rango de los ECA para Agua Cat4 (2008), mientras que en agosto de 2019 (temporada seca), el río Pichis (RPich2) tuvo valor de pH que estuvo por encima del rango de los ECA para Agua Cat4 (2008). Respecto a los demás puntos de muestreo, todos estuvieron dentro del rango de los ECA para Agua Cat4 (Figura 8.1).

Con relación a los metales, solo el plomo en abril 2019 registró concentraciones mayores al valor de los ECA para Agua Cat4 (2008), en la quebrada Kirishari (QKiri3) y el río Pichis

Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Perforación de hasta 12 Pozos entre Exploratorio y Confirmatorios desde las Plataformas 26A, 26B, 28A, 28B, 32A y 32B – Lote 107.

Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la Reubicación de 04 Plataformas del Proyecto de Perforación de 12 Pozos en la Fase Exploratoria (6 Exploratorios y 6 Confirmatorios) desde las Plataformas 26 A, 26 B, 28 A, 28 B, 32 A y 32 B

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 8 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107».

(RPich1 y RPich2); mientras que, en agosto de 2019, todos los puntos de muestreo tuvieron concentraciones de plomo menores al valor de los ECA para Agua Cat4 (2008) (Figura 8.2).

8.1.2 Resultados y su comparación con la norma vigente/referencial

En abril 2019 (temporada húmeda), la quebrada Solitario (QSoli1) registró valor de pH que estuvo por debajo del rango de los ECA para Agua Cat4E2 (2017); mientras que, en agosto de 2019 (temporada seca), el río Pichis (RPich2) tuvo valor de pH que estuvo por encima del rango de los ECA para Agua Cat4E2 (2017). Respecto a los demás puntos de muestreo, todos estuvieron dentro del rango de los ECA para Agua Cat4E2 (2017) (Figura 8.3).

Con relación a los metales, solo el plomo en abril 2019 registró concentraciones mayores al valor de los ECA para Agua Cat4E2 (2017), en el río Pichis (RPich2); mientras que, en agosto de 2019, todos los puntos de muestreo tuvieron concentraciones de plomo menores al valor de los ECA para Agua Cat4E2 (2017) (Figura 8.6). Cabe mencionar que también se comparó con los ECA para Agua Cat4E2 (2015), el cual tiene los mismos valores de los estándares y por ende los mismos resultados que los ECA para Agua Cat4E2 (2017).

En la Tabla 8.1 se muestra el resumen de los parámetros con valores que excedieron los ECA para Agua (2008, 2015 y 2017), de la categoría 4.

Tabla 8.1. Parámetros con valores que excedieron de los ECA para Agua

	Abril 2019	(temporada húme	eda)	Agosto 2019 (temporada seca)								
Punto de	ECA 2008	ECA 2015	ECA 2017	ECA 2008	ECA 2015	ECA 2017						
muestreo	Ríos de selva	Subcate	goría E2	Ríos de selva	Subcategoría E2							
	Rios de selva	(ríos de	selva)	Rios de selva	(ríos de selva)							
QSoli1	рН	pН	pН	=	-	-						
RPich1	Plomo	-	-	=	-	-						
RPich2	Plomo	Plomo	Plomo	рН	рН	рН						
QKiri3	Plomo	-	-	-	-	-						

^{-:} no excede los ECA para Agua Cat4.

Respecto a otros resultados, se mencionan los siguientes cambios de temporalidad:

La Figura 8.5 muestra que las concentraciones de sólidos totales disueltos en agosto de 2019 (temporada seca) es mayor que abril 2019 (temporada húmeda), excepto para el punto de muestreo de Agua Blanca (QAgBI4). Caso contrario con los sólidos totales suspendidos (Figura 8.6), que en agosto de 2019 reportó menor concentración que abril 2019, excepto para 6 puntos de muestreo cuyas diferencias son pequeñas comparadas con el río Pichis y las quebradas Lorenzo y Kirishari. Cabe mencionar que, dichos sólidos totales fueron menores a los valores de los ECA para Agua Cat4 (2008) y Cat4E2 (2015 y 2017).

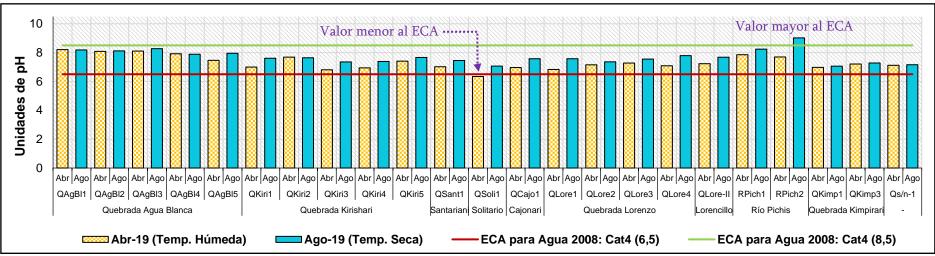


Figura 8.1. Valores de pH (abril y agosto 2019) comparados con los ECA para agua Cat4 (2008)

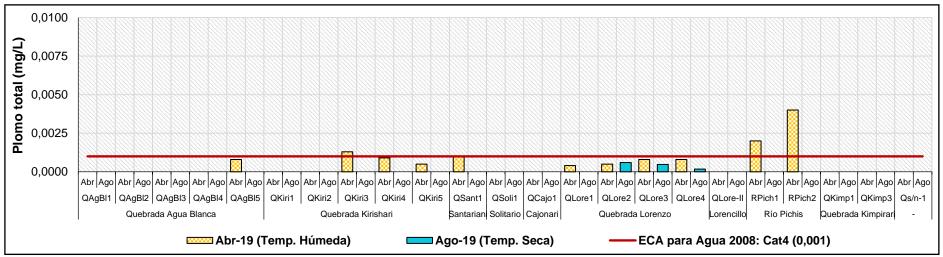


Figura 8.2. Concentraciones de plomo total (abril y agosto 2019) comparadas con los ECA para Agua Cat4 (2008)

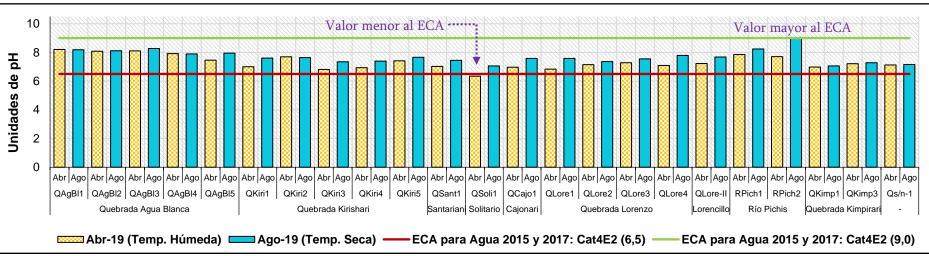


Figura 8.3. Valores de pH (abril y agosto 2019) comparado con los ECA para Agua Cat4E2 (2015 y 2017)

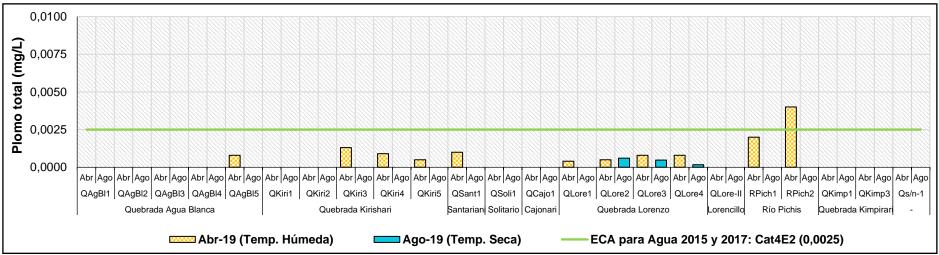


Figura 8.4. Concentraciones de plomo total (abril y agosto 2019) comparada con los ECA para Agua Cat4E2 (2015 y 2017)

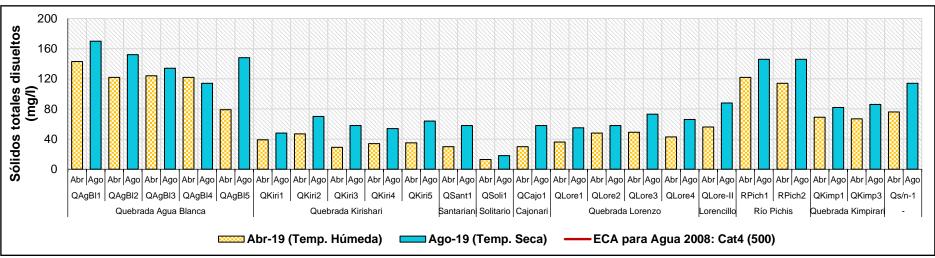


Figura 8.5. Concentración de sólidos totales disueltos (abril y agosto 2019) comparada con los ECA para para Agua Cat4 (2008)

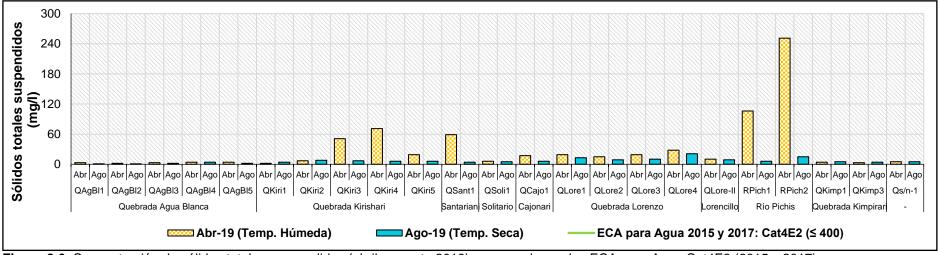


Figura 8.6. Concentración de sólidos totales suspendidos (abril y agosto 2019) comparada con los ECA para Agua Cat4E2 (2015 y 2017)

8.1.3 Relación de parámetros

En esta sección, se presenta los gráficos de dispersión en los que se muestra la relación lineal de las concentraciones de la conductividad y la suma de aniones y cationes con los sólidos disueltos totales (SDT) de todos los puntos de muestreo para ambas temporadas. Asimismo, se muestra en tablas los porcentajes de los metales disueltos con respecto a los metales totales.

8.1.3.1. Relación entre la conductividad y los sólidos disueltos totales

Esta relación es calculada por el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson o coeficiente de determinación (R²), para lo cual se consideró un valor de R² mayor a 0,95 como un indicador de buena correlación entre los parámetros.

De esa manera, en la Figura 8.7 se muestra la relación lineal entre la conductividad y los SDT en los cuerpos de agua evaluados con un R^2 de 0,9958 y una pendiente (K) en la temporada húmeda y un R^2 de 0,00957 y un K de 0,6817, por lo que se puede observar una diferente y buena correlación entre los parámetros para ambas temporadas ($R^2 > 0,95$), además de un cambio de K.

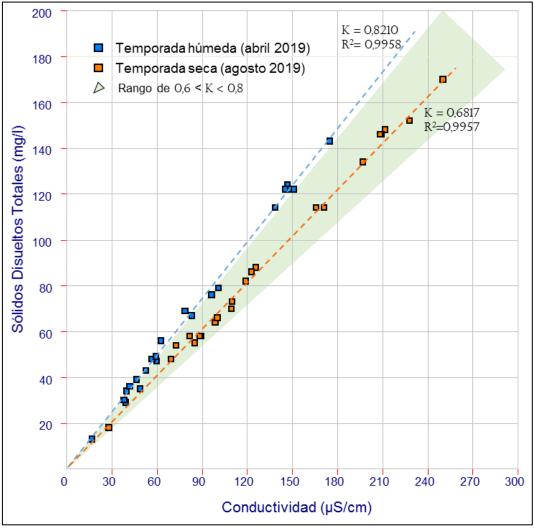


Figura 8.7. Relación lineal entre la conductividad y los sólidos disueltos totales (SDT) de los puntos de muestreo evaluados en temporada húmeda (abril 2019) y seca (agosto 2019)

8.1.3.2. Relación entre la conductividad y suma de aniones y cationes

Para el caso de la relación lineal entre la conductividad y la suma de cationes⁴⁸ para ambas temporadas, se obtuvo la Ecuación 8.1 de acuerdo con la relación línea indicada en la Figura 8.8 (R² de 0,9681).

Conductividad (
$$\mu S/cm$$
) = 0,0100 * Suma de cationes $\left(\frac{meq}{L}\right)$ (8.1)

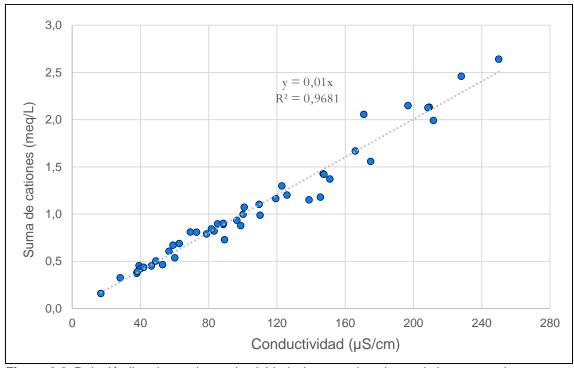


Figura 8.8. Relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones de los puntos de muestreo evaluados en temporada húmeda (abril 2019)

Para el caso de la relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones⁴⁹ para ambas temporadas, se obtuvo la Ecuación 8.2 de acuerdo con la relación línea indicada en la Figura 8.9 (R² de 0,9544).

Conductividad (
$$\mu S/cm$$
) = 0,0098 * Suma de cationes $\left(\frac{meq}{L}\right)$ (8.2)

La pendiente de las relaciones de cationes con la conductividad, con un R² mayor a 0,95, con valor de 0,010 se encuentra en el rango de 0,009 – 0,011 de acuerdo con la Ecuación 8.2 de la APHA, por lo que sugieren una buena relación entre dichos parámetros. Con respecto a la relación de aniones con la conductividad, el R² es mayor a 0,95; no obstante, la pendiente es mayor a la ecuación establecida por la APHA con 0,0121, por lo que no tiene una buena relación entre los citados parámetros.

Para la suma de cationes, en adición a los principales: calcio (Ca²+), magnesio (Mg²+), sodio (Na+) y potasio (K+), se consideraron los iones hidronio del pH (H₃O+) y los iones de los metales disueltos: aluminio (Al³+), hierro (Fe²+), manganeso (Mn²+), bario (Ba²+), boro (B³+), estroncio (Sr²+) y litio (Li+).

Los aniones considerados son: cloruros (Cl⁻), sulfatos, (SO₄⁻) y bicarbonatos (HCO₃).

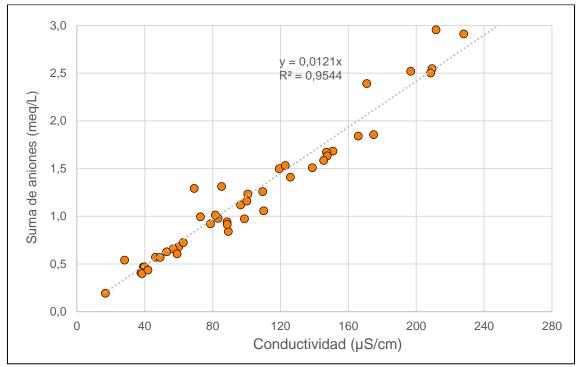


Figura 8.9. Relación lineal entre la conductividad y la suma de aniones de los puntos de muestreo evaluados en temporada seca (agosto 2019)

8.1.3.3. Porcentaje de metales disueltos

Los porcentajes de metales disueltos con respecto a los metales totales para cada cuerpo de agua: quebradas y río Pichis en ambas temporadas (húmeda y seca). De los resultados obtenidos, se resaltaron aquellos metales cuyos porcentajes fueron predominantes (mayores al 50 %). De acuerdo con los resultados indicados en las Tablas 8.2 y 8.3, se tiene los siguientes resultados:

Predominancia disuelta:

Todos los puntos de muestreo

- Estroncio (Sr), sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca) y bario (Ba) para ambas temporadas.
- Arsénico (As), excepto QKiri1 y QSoli1 con valores menores al límite de detección, para la temporada húmeda.
- Litio (Li) y boro (B), excepto QSant1 y QSoli1 con valores menores al límite de detección, para la temporada seca.

Mayoría de puntos de muestreo

- Potasio (K) para ambas temporadas.
- Silicio (Si) y manganeso (Mn) para la temporada húmeda.
- Arsénico (As), fosforo (P), molibdeno (Mo) y titanio (Ti) para la temporada seca.

Tabla 8.2. Porcentaje de metales disueltos de los puntos de muestreo en temporada húmeda (abril 2019)

Tab	Tabla 8.2. Porcentaje de metales disueltos de los puntos de muestreo en temporada húmeda (abril 2019)																								
N.°	Punto de muestreo	В	Cr	Sb	U	Zn	Ni	Co	Cu	Pb	Ti	Li	Р	Al	Fe	V	Mn	K	Si	As	Ва	Ca	Mg	Na	Sr
IN.	Punto de muestreo													%											
1	QAgBl1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,3	51,7	19,4	35,8	78,6	75,1	82,4	90,9	94,3	84,8	92,7	90,6	94,3	88,8
2	QAgBl2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83,3	34,1	36,8	69,7	83,3	100,0	87,3	82,9	96,0	81,2	92,0	90,2	93,6	89,4
3	QAgBl3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,7	33,3	39,5	98,5	75,0	9,3	85,9	93,2	95,7	82,3	92,1	90,9	93,6	92,4
4	QAgBl4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,0	57,7	29,8	59,7	100,0	91,4	100,0	98,5	97,8	89,5	100,0	98,2	100,0	98,3
5	QAgBI5	-	-	-	-	38,8	-	2,2	1	25,0	-	86,4	34,1	18,8	36,3	70,0	60,0	86,1	98,6	97,8	87,6	99,1	96,0	100,0	99,9
6	QKiri1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	9,1	37,5	34,6	58,6	66,7	69,7	81,5	81,8	-	89,4	88,1	96,8	100,0	94,7
7	QKiri2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4,9	7,7	46,9	24,5	50,3	62,5	62,1	88,7	84,7	100,0	85,2	96,0	95,8	100,0	93,8
8	QKiri3	1	-	1	-	-	33,3	1,3	97,6	30,8	1,8	4,3	36,6	20,5	29,4	36,4	37,6	64,2	73,7	95,6	65,3	98,6	70,6	97,4	85,0
9	QKiri4	1	-	-	-	-	40,0	1,8	64,7	33,3	2,1	5,0	44,1	16,3	29,1	36,8	45,4	63,9	75,0	97,2	75,9	93,6	74,3	98,2	93,9
10	QKiri5	-	-	-	-	-	-	3,3	1	100,0	2,4	7,7	45,5	18,0	45,7	50,0	63,5	86,0	80,6	94,6	84,7	99,7	96,3	100,0	95,7
11	QSant1	1	-	-	-	-	38,5	1,5	97,3	30,0	1,9	4,5	38,5	15,7	23,0	26,3	30,6	59,5	61,5	91,7	64,4	89,2	68,0	97,2	89,0
12	QSoli1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	-	-	16,3	36,8	42,9	52,7	70,6	79,5	-	75,2	87,8	81,6	96,2	93,3
13	QCajo1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	7,7	53,6	14,7	53,2	36,4	100,0	85,2	71,7	100,0	80,5	99,8	93,7	100,0	97,4
14	QLore1	-	-	-	-	-	83,3	3,0	76,9	50,0	2,0	100,0	70,0	13,4	98,7	33,3	98,9	82,5	100,0	94,3	70,9	97,6	89,5	100,0	90,9
15	QLore2	71,4	-	-	-	-	100,0		95,0	40,0	2,1	6,7	50,0	11,3	34,4	38,5	54,2	79,7	83,1	90,4	74,1	95,0	87,4	100,0	92,7
16	QLore3	-	-	-	-	-	75,0	2,6	85,5	100,0	-	6,3	100,0	27,1	92,7	84,6	98,2	81,4	80,3	92,7	94,1	96,7	88,0	94,9	100,0
17	QLore4	-	-	-	-	-	28,6	2,2	4,3	25,0	2,9	6,3	27,3	13,5	29,4	35,7	36,4	64,3	86,3	93,8	73,2	88,8	79,6	92,0	92,5
18	QLore-II	-	-	10,8	-	-	-	-	100,0	-	4,7	80,0	57,7	22,7	49,4	50,0	58,6	85,2	85,7	100,0	87,9	98,5	92,1	99,7	93,3
19	RPich1	-	5,9	-	-	-	11,1	1,1	20,9	20,0	0,8	4,3	17,9	9,7	12,5	17,2	17,9	45,6	56,9	84,2	63,1	82,3	74,2	84,6	84,0
20	RPich2	-	3,4	-	0,8	62,5	6,1	0,5	23,8	22,5	0,4	31,7	9,7	9,3	11,5	17,9	24,6	36,6	39,8	59,2	59,4	85,7	65,7	97,5	84,4
21	QKimp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,5	66,9	75,0	74,7	100,0	93,7	98,4	90,8	100,0	100,0	100,0	99,5
22	QKimp3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47,6	65,8	60,0	87,6	96,9	95,3	96,8	88,2	100,0	96,3	100,0	95,6
23	Qs/n-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,6	45,8	63,6	74,9	86,4	93,3	87,0	79,8	94,6	92,8	94,6	95,2

B: Boro, Cr. Cromo, Sb: Antimonio, U: Uranio, Zn: Zinc, Ni: Níquel, Co: Cobalto, Cu: Cobre, Pb: Plomo, Ti: Titanio, Li: Litio, P: Fósforo, Al: Aluminio, Fe: Hierro, V: Vanadio, Mn: Manganeso, K; Potasio, Si: Silicio, As: Arsénico, Ba: Bario, Ca: Calcio, Mg: Magnesio, Na: Sodio y Sr: Estroncio.

^{-:} Porcentaje no calculado debido a que su concentración fuer menor al límite de detección.

[:] Porcentaje de la forma disuelta del metal mayor al 50 % del total.

[:] Porcentaje de la forma disuelta del metal menor al 50 % del total.

[:] Porcentaje de forma disuelta igual al 50 % del total.

Tabla 8.3. Porcentaje de metales disueltos de los puntos de muestreo en temporada seca (agosto 2019)

Tabi	a 8.3. Porcentaje	Cr	netaie Ni	Sb	Zn	Pb	s punt	Co Co	Cu	Mo	Ti	Fe	a sec	a (ago Mn	Al	2019) As	Р	K	В	Ва	Ca	Li	Ma	Na	Sr
N.°	Punto de muestreo	Ci	INI	Sb	211	PD	U	Co	Cu	IVIO	11	re			AI	AS	Р	, N	В	Ба	Ca	LI	Mg	iva	SI
1	QAgBI1	-	-	T -	100,0	l -	91,7	-	-	84,6	l -	-	14,9	11,2	53,3	94,7	100,0	96,7	100,0	93,6	95,5	92,7	97,7	98,0	92,3
2	QAgBl2	-	-	-	-	-	88,9	-	-	82,8	-	-	39,3	40,8	80,0	83,6	80,2	100,0	83,3	87,8	100,0	93,8	99,7	100,0	92,3
3	QAgBl3	33,3	11,0	-	-	-	100,0	-	-	77,3	-	-	17,6	22,0	34,3	99,0	86,6	91,8	100,0	98,6	97,1	85,3	97,6	93,9	92,6
4	QAgBI4	-	-	-	-	-	100,0	-	-	77,8	-	-	24,6	32,2	92,3	77,1	75,0	4,7	88,9	99,4	97,0	89,3	96,0	95,5	92,6
5	QAgBl5	-	-	-	-	-	100,0	-	-	82,4	85,7	46,7	8,5	46,6	80,0	84,2	82,9	100,0	100,0	99,1	100,0	92,0	96,5	100,0	93,9
6	QKiri1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85,7	50,0	10,3	28,4	54,5	72,2	72,7	90,9	100,0	97,2	100,0	88,9	96,1	96,3	94,1
7	QKiri2	-	-	-	-	-	-	-	75,0	75,0	77,8	47,4	21,6	76,0	37,7	72,5	83,9	94,9	100,0	92,6	94,1	92,3	95,5	100,0	93,3
8	QKiri3	-	-	-	-	-	-	-	75,0	-	25,0	40,0	10,0	37,8	31,8	72,1	74,4	95,3	100,0	99,5	100,0	81,8	92,4	96,0	91,6
9	QKiri4	-	-	-	-	-	-	100,0		1	75,0	42,0	11,8	29,5	40,0	71,2	59,5	97,3	100,0	96,4	91,7	80,0	93,5	96,6	94,3
10	QKiri5	-	-	-	-	-	-	100,0	60,0		77,8	37,7	9,8	24,7	38,8	56,2	64,4	94,9	100,0	97,9	92,3	90,0	97,2	96,8	97,2
11	QSant1	-	-	20,0	-	-	-	-	21,4		-	42,5	12,1	32,4	63,9	92,4	77,1	89,9	•	98,5	93,8	87,5	95,9	100,0	94,3
12	QSoli1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87,5	36,7	11,4	68,1	47,1	29,8	94,4	94,8	-	97,5	92,5	83,3	89,1	100,0	96,2
13	QCajo1	-	-	-	-	-	-	42,9	-	-	70,0	37,7	12,1	23,8	58,8	66,2	44,4	83,5	100,0	95,6	90,9	90,9	93,4	100,0	97,6
14	QLore1	-	-	16,7	-	-	-	25,0	50,0	100,0	47,1	35,4	18,2	15,0	20,3	69,9	61,0	96,1	75,0	98,0	91,7	81,8	94,1	97,8	97,0
15	QLore2	-	-	-	-	10,0	-	30,0	100,0	50,0	53,3	35,9	17,4	36,0	30,3	80,5	58,1	88,1	100,0	91,6	91,7	90,0	91,7	95,8	99,1
16	QLore3	-	-	-	-	12,5	-	37,5	100,0	75,0	50,0	34,9	11,8	29,5	29,3	87,7	62,5	96,2	100,0	96,2	92,9	83,3	95,4	97,7	99,1
17	QLore4	-	-	-	-	35,3	-	21,4	50,0	-	66,7	36,6	14,3	25,7	21,0	47,6	70,0	94,3	80,0	89,6	92,9	75,0	93,0	95,6	98,7
18	QLore-II	-	-	-	-	-	-	-	80,0	60,0	87,5	44,8	21,1	25,8	57,6	97,5	87,5	97,6	80,0	93,4	94,7	92,9	98,7	97,0	98,6
19	RPich1	-	-	-		-	100,0	-	80,0	91,3	85,7	36,4	32,4	83,8	44,3	78,4	47,1	100,0	83,3	99,8	93,9	93,3	96,2	100,0	99,2
20	RPich2	-	-	-		-	91,7	-	50,0	83,3	54,5	71,4	16,7	86,2	31,4	72,6	56,3	100,0	83,3	98,5	93,9	81,3	94,6	94,4	98,0
21	QKimp1	-	-	-	100,0	-	-	-	-	15,8	-	31,7	-	34,1	6,1	79,3	72,7	91,7	100,0	98,7	94,4	100,0	97,3	97,4	93,1
22	QKimp3	-	-	-	-	-	-	-	-	75,0	-	34,7	14,8	27,5	37,5	78,4	47,1	100,0	75,0	94,2	100,0	100,0	94,5	97,6	92,5
23	Qs/n-1	-	-	-	-	-	-	-	75,0	85,7	85,7	31,5	11,4	15,9	17,8	63,0	66,7	100,0	100,0	96,0	95,8	88,9	96,9	97,1	93,4

Cr. Cromo, Ni: Níquel, Sb: Antimonio, Zn: Zinc, Pb: Plomo, U: Uranio, Co: Cobalto, Cu: Cobre, Mo: Molibdeno, Ti: Titanio, Fe: Hierro, Se: Selenio, Mn: Manganeso, Al: Aluminio, As: Arsénico, P: Fósforo, K: Potasio, B: Boro, Ba: Bario, Ca: Calcio, Li: Litio, Mg: Magnesio, Na: Sodio y Sr: Estroncio.

^{-:} Porcentaje no calculado debido a que su concentración fuer menor al límite de detección.

[:] Porcentaje de la forma disuelta del metal mayor al 50 % del total.

[:] Porcentaje de la forma disuelta del metal menor al 50 % del total.

[:] Porcentaje de forma disuelta igual al 50 % del total.

Predominancia no disuelta:

Todos los puntos de muestreo

 Aluminio (Al) en la temporada húmeda y selenio (Se), excepto en el punto de muestreo QKimp1 con valor menor al límite de detección, en la temporada seca.

Mayoría de puntos de muestreo

- Titanio (Ti), litio (Li), fósforo (P) en la temporada húmeda.
- Aluminio (Al) y manganeso (Mn) en la temporada seca.
- Hierro (Fe) en ambas temporadas.

El cambio más representativo en la predominancia de mayoría de puntos de muestreo seda en el metal litio (Li) y el no metal fósforo (P) de la forma suspendida a disuelta y el manganeso (Mn) de la forma disuelta a suspendida, de la temporada a húmeda a seca respectivamente

Mientras que los parámetros que se mantienen en la forma disuelta fueron: arsénico (As), estroncio (Sr), sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca), bario (Ba) y potasio (K); y en la forma suspendida fueron: aluminio (Al) y hierro (Fe).

8.1.4 Evaluación hidroquímica

Previa a la evaluación hidroquímica mediante los diagramas de Piper y Stiff, se evaluó el error de balance iónico (EBI) de todas las quebradas y el río Pichis para ambas temporadas. En caso de que la concentración de un ión sea menor al límite de cuantificación, el nuevo valor es la mitad de dicho límite.

8.1.4.1. Error de balance iónico (EBI)

La evaluación registró valores de EBI menores al 10 % en 17 y 16 puntos de muestreo en la temporada húmeda y seca respectivamente (Anexo 10), los cuales junto con los EBI mayores al 10 % se comparó con el EBI teórico de acuerdo con la ecuación obtenida (Ecuación 8.3), el cual se establece mediante la curva potencial (Figura 8.10) con un R² de 0,9631.

Error de Balance Iónico (EBI) = 207,55 (Conductividad)
$$^{-0,529}$$
 (8.3)

Al respecto, las diferencias (Dif.) (EBI teórico > |EBI| calculado $|^{50}$) fueron positivas, excepto para QAgBI5 y QKiri1 en la temporada seca con -7,25 % y -0,90 % respectivamente.

58

⁵⁰ |EBI calculado|: valor absoluto del EBI calculado.

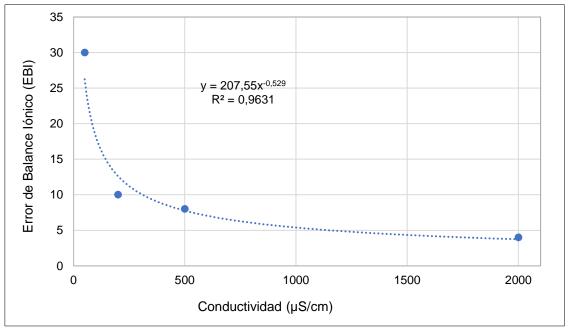


Figura 8.10. Curva potencial obtenida de la relación de conductividad y EBI establecida por Custodio y Llamas, 1976

8.1.4.2. Diagramas hidroquímicos

Los diagramas hidroquímicos visualizan la relación entre los sólidos disueltos totales y los principales aniones (SO₄²⁻, Cl⁻ y HCO₃⁻) y cationes (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ y Na⁺) principalmente mediante gráficos que se proyectan en 2 dimensiones en diferentes formas geométricas como el triangular para el Piper y en ejes paralelos como los diagramas de Stiff, entre otros.

Los cálculos de las facies hidroquímicas en la temporada húmeda (abril 2019) y seca (agosto 2019) fueron obtenidos con el programa Diagrammes 6.51 y se encuentran en el Anexo10. A continuación, se presentan los diagramas hidroquímicos.

8.1.4.2.1. Diagrama de Piper

El diagrama de Piper modificado que se presenta en la Figura 8.11 muestra que las quebradas (Agua Blanca, Kirishari, Solitario, Santariani, Cajonari, Lorenzo, Kimpirari, Sin nombre) y río Pichis tuvieron las mismas facies bicarbonatadas cálcicas (HCO3-Ca) para ambas temporadas (húmeda y seca) con poco cambio dentro de cada uno de los porcentajes de aniones y cationes sin que esto cambie la facie.

8.1.4.2.2. Diagrama de Stiff

De acuerdo con los resultados del diagrama de Stiff (Figura 8.12) y mapas hidroquímicos de ambas temporadas (Anexo 2), se clasificaron los puntos de muestreo en relación con las diferencias de concentraciones en meq/L de los bicarbonatos (HCO3), obteniendo los siguientes rangos de incremento de bicarbonatos de la temporada húmeda (abril 2019) a temporada seca (agosto 2019):

HCO₃ de entre 2 meq/L y 1 meq/L a > 2 meq/L

• Quebrada Agua Blanca (QAgBl1 a QAgBl5) y río Pichis (RPich1 y RPich2)

HCO₃ de menores a 1 meq/L a entre 2 meq/L y 1 meq/L

Quebradas Kirishari (QKiri1 y QKiri2), Lorenzo (QLore1 y QLore4), Lorencillo (QLore-II), Kimpirari (QKimp1 y QKimp3) y sin nombre (Qs/n-1).

HCO3 menores a 1 meq/L

• Quebrada Kirishari (QKiri3, QKiri4 y QKiri5), Santariani (QSant1), Solitario (QSoli1), Cajonari (QCajo1), Lorenzo (QLore2 y QLore3).

El cambio temporal (incremento) más resaltante de las facies hidroquímicas ocurrió en la quebrada Agua Blanca (cabecera de la microcuenca de la quebrada Lorenzo) y el río Pichis y el menor incremento pasó en la quebrada Solitario

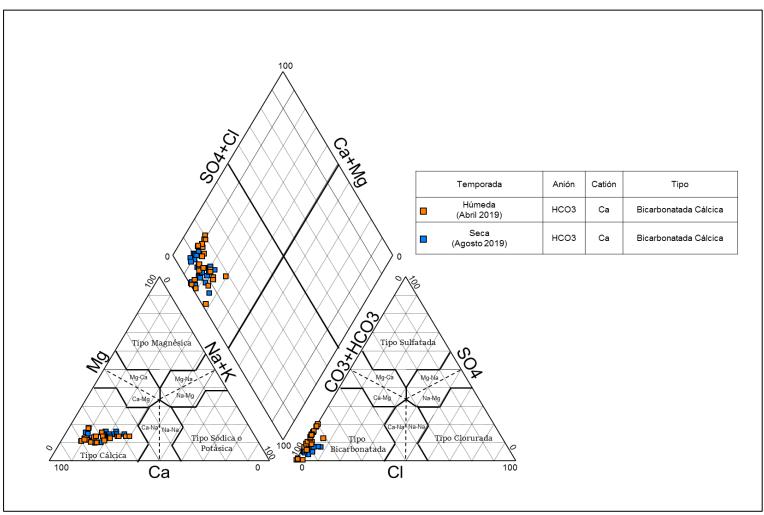


Figura 8.11. Diagrama de Piper del agua superficial en los puntos de muestreo en temporada húmeda (abril 2019) y temporada seca (agosto 2019)

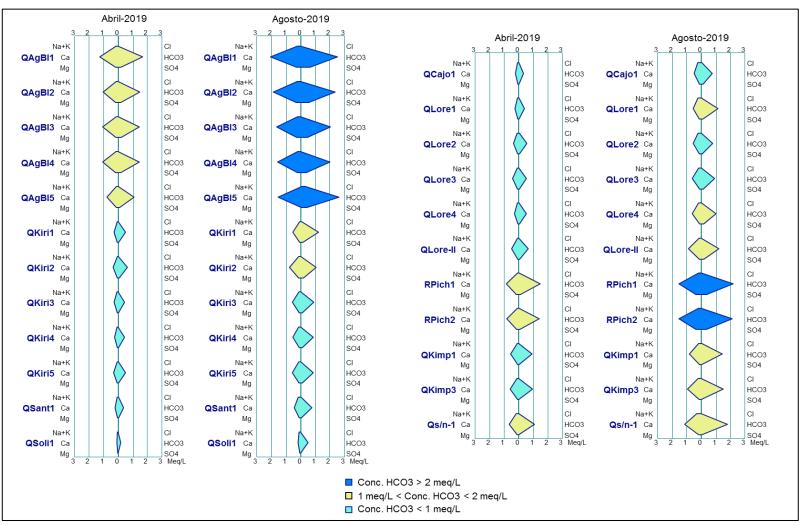


Figura 8.12. Diagrama de Stiff para el agua superficial en los puntos de muestreo en temporada húmeda (abril 2019) y temporada seca (agosto 2019)

8.1.5 Análisis multivariado

En la Figura 8.13 muestra el diagrama biplot de los 2 primeros factores que explican el 80,37 % de la varianza (Anexo 10), con los siguientes resultados:

- Factor 1 con 53,61 % de la varianza explicada agrupa a los metales alcalinos y alcalinos terreos: bario (Ba), calcio (Ca), litio (Li), magnesio (Mg) y estroncio (Sr) cuya predominancia esta en forma disuelta y relacionados con la conductividad (CE), sólidos totales disueltos (STD), bicarbonatos (HCO₃) y sulfatos (SO₄) por lo cual se le nombra como «fase disuelta»⁵¹.
- Factor 2 con 26,76 % de la varianza explicada agrupa a los metales: aluminio (AI), hierro (Fe) y manganeso (Mn) relacionado con los sólidos totales suspendidos (STS), por ende se le nombra como «fase suspendida».

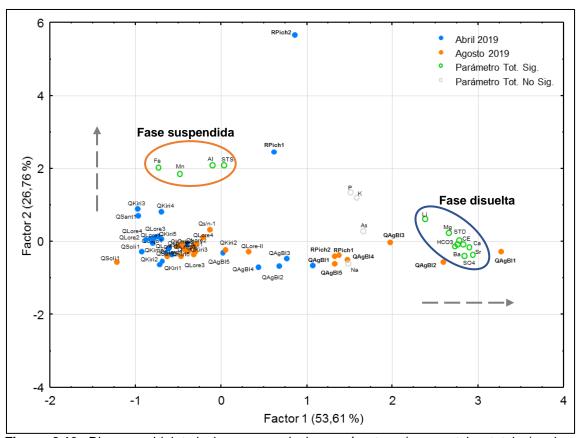


Figura 8.13. Diagrama biplot de las cargas de los parámetros (con metales totales) y las puntuaciones de los puntos de muestreo de los Factores 1 y 2

Los puntos de muestreo que tuvieron mayor influencia (puntuaciones) del factor 1 (fase disuelta) son aquellos que pertenecen al tramo inicial (3 km) de la quebrada Agua Blanca (QAgBI1 a QAgBI3) en la temporada seca (agosto 2019), para luego la fase disuelta tener menos influencia en la parte media y final de quebrada (QAgBI4 y QAgBI5) y el río Pichis (RPich1 y RPich2) en la misma temporada.

63

Los metales citados metales en su forma disuelta, excepto el litio por tener mayores concentraciones menores al límite de detección, también están relacionados a la conductividad, sólidos totales disueltos, bicarbonatos y sulfatos (Anexo 12).

En tanto, los puntos de muestreo del río Pichis (RPich1 y RPich2) están muy influenciados (puntuaciones) por el factor 2 (fase suspendida) en la temporada húmeda (abril 2019), lo cual se diferencia de la temporada seca en donde prevalece la influencia de la fase disuelta. Entre otros resultados, se puede observar que en la temporada seca predomina más la fase disuelta y en la temporada húmeda predomina la fase suspendida.

8.2 Sedimento

Los resultados se exponen mediante representaciones gráficas de barras, de aquellos parámetros que excedieron la norma de comparación aprobadas en los IGA⁵² para metales guía referencial de Canadá (CEQG-SQG, 2002) del Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME), para hidrocarburos totales de petróleo (TPH), fueron comparados de manera referencial con el valor óptimo (objetivo) de la guía de Los Países Bajos (*The New Dutchlist*, 2000) del Ministerio de Vivienda, Planificación Espacial y Medio Ambiente (VROM) - Actual Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente (IenM) (ver: https://www.government.nl/ministries/ministry-of-infrastructure-and-water-management) y que presentaron algún comportamiento en particular.

En el Anexo 5 (Reporte de resultados N.º 434-2019-SSIM) se encuentra el detalle de los resultados de calidad de sedimentos de todos los parámetros evaluados en el 2019.

Con respecto a la norma vigente/referencial usada por el OEFA, para metales fue la misma la guía referencial de Canadá (CEQG-SQG, 2002) actualizada al 2014 y para TPH es el valor ESL establecido en la Guía «Atlantic RBCA (Risk – Based Corrective Actions) for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada version 3 – User Guidance, 2015».

8.2.1. Resultados y su comparación con las normas aprobadas en los IGA y norma vigente/referencial

Ninguna concentración de TPH (C_{10} a C_{40}), con valores menores al límite de cuantificación de 13,3 kg/kg, superó el valor óptimo = 50 mg/kg de la guía de Los Países Bajos y el valor ESL = 500 mg/kg de la guía Atlantic RBCA. En relación con los metales: arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, zinc y mercurio registraron concentraciones menores a sus respectivos valores ISQG de la guía referencial CEQG-SQG, siendo las concentraciones de arsénico, cadmio y mercurio menores a los límites de detección.

8.2.2. Evaluación granulométrica

De acuerdo con los porcentajes de masa pasante de cada diámetro de partícula del sedimento realizado por gravimetría, se tuvieron las curvas granulométricas, que para una mejor visualización son mostradas de las Figuras 8.14 a 8.19. De esa manera, tenemos diferentes tipos de curvas, entre los que se destacan por su forma las quebradas Kirishari (QKiri4), Lorenzo (QLore1), Santariani (QSant1) y sin nombre (Qs/n-1).

 ⁻Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Perforación de hasta 12 Pozos entre Exploratorio y Confirmatorios desde las Plataformas 26A, 26B, 28A, 28B, 32A y 32B – Lote 107.

⁻Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la Reubicación de 04 Plataformas del Proyecto de Perforación de 12 Pozos en la Fase Exploratoria (06 Exploratorios y 06 Confirmatorios) desde las Plataformas 26 A, 26 B, 28 A, 28 B, 32 A y 32 B

⁻Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 8 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107».

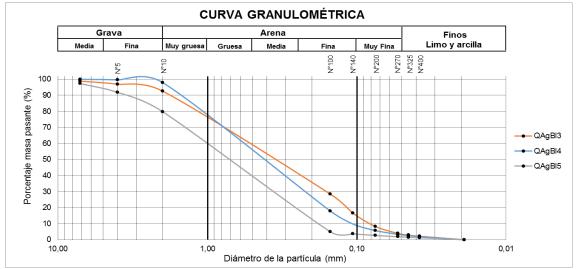


Figura 8.14. Curva granulométrica de los sedimentos de la quebrada Agua Blanca (QAgBI3 a QAgBI5)

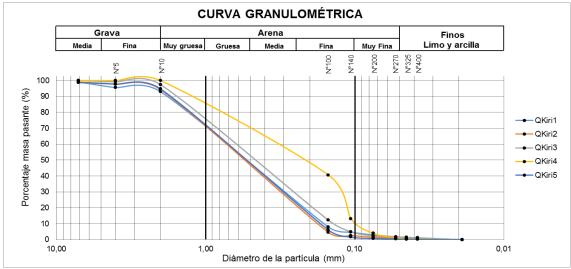


Figura 8.15. Curva granulométrica de los sedimentos de la quebrada Kirishari (QKiri1 a QKiri5)

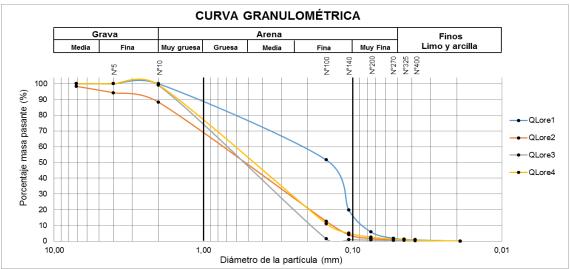


Figura 8.16. Curva granulométrica de los sedimentos de la quebrada Lorenzo (QLore1 a QLore4)

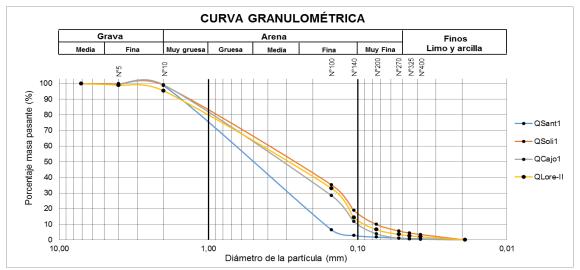


Figura 8.17. Curva granulométrica de los sedimentos de las quebradas Santariani (QSant1), Solitario (QSoli1), Cajonari (QCajo1) y Lorencillo II (QLore-II)

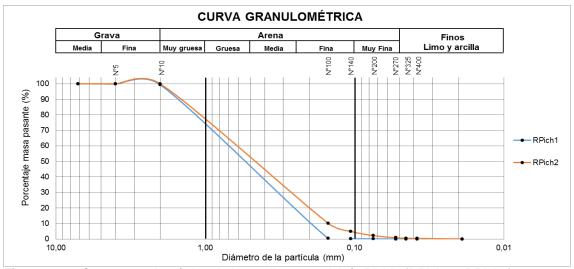


Figura 8.18. Curva granulométrica de los sedimentos del río Pichis (RPich1 y RPich2)

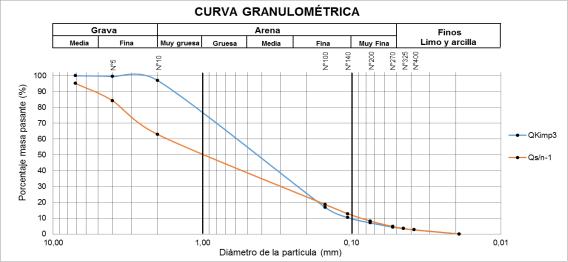


Figura 8.19. Curva granulométrica de los sedimentos de las quebradas Kimpirari (QKimp1) y sin nombre (Qs/n-1)

No obstante, para una mejor clasificación de las curvas con relación a ciertos diámetros se utilizó, entre otros parámetros derivados de la granulometría, el coeficiente de conformidad (C_u) establecido por Allen Hazen, que toma en cuenta los diámetros correspondientes a la masa pasante del 60 % (D_{60}) y 10 %⁵³ (D_{10}), y definido de acuerdo con la ecuación 7.4. Los resultados del coeficiente de uniformidad se muestran en la Tabla 8.4, en donde se categorizó en 3 rangos de valores de C_u (Blázquez y García, 2000; CVC, 2004).

Tabla 8.4. Coeficiente de uniformidad (C_u) de sedimento de los puntos de muestreo

Tubiu Oi II Coomoid	muaaa	(Ou) de sedimento de los pantos de maestreo							
Cuerpo de agua	Punto de muestreo	d ₁₀	d ₆₀	Cu	Grava	Arena	Limo+ Arcilla	Clase textural	
	muestreo	m	m		%	6 masa pa	sante		
Oughrada Agus	QAgBl3	0,082	0,520	6,34	6,20	88,68	3,99	Franco-Arenoso	
Quebrada Agua Blanca	QAgBI4	0,110	0,560	5,09	1,98	94,63	3,39	Areno-Francosa	
Dianca	QAgBI5	0,185	1,000	5,41	17,45	77,97	1,89	Franco-Arenoso	
	QKiri1	0,170	0,710	4,18	6,09	91,19	1,83	Franco-Arenoso	
	QKiri2	0,180	0,720	4,00	4,22	93,47	0,96	Areno-Francosa	
Quebrada Kirishari	QKiri3	0,150	0,620	4,13	2,54	96,03	1,43	Arenosa	
	QKiri4	0,099	0,320	3,23	0,01	98,58	1,41	Arenosa	
	QKiri5	0,175	0,700	4,00	4,18	94,38	0,38	Arenosa	
	QLore1	0,087	0,215	2,47	0,00	98,13	1,87	Arenosa	
Oughtada Laranza	QLore2	0,145	0,740	5,10	10,04	87,42	0,90	Arenosa	
Quebrada Lorenzo	QLore3	0,190	0,690	3,63	1,03	98,54	0,43	Arenosa	
	QLore4	0,155	0,610	3,94	0,66	98,02	1,33	Arenosa	
Quebrada Santariani	QSant1	0,175	0,660	3,77	1,34	97,49	1,17	Arenosa	
Quebrada Solitario	QSoli1	0,075	0,390	5,20	1,08	93,18	5,74	Franco-Arenoso	
Quebrada Cajonari	QCajo1	0,100	0,460	4,60	0,74	98,14	1,13	Arenosa	
Quebrada Lorencillo II	QLore-II	0,092	0,435	4,73	4,62	91,85	3,54	Areno-Francosa	
Río Pichis	RPich1	0,195	0,795	4,08	0,67	99,32	0,01	Arenosa	
RIO PICIIIS	RPich2	0,160	0,710	4,44	0,06	99,12	0,81	Arenosa	
Quebrada Kimpirari	QKimp3	0,105	0,590	5,62	2,91	92,73	4,36	Franco-Arenoso	
Quebrada Sin nombre 1	Qs/n-1	0,087	1,975	22,7	32,23	58,27	4,70	Franco-Arenoso	

⁼ : 5 < C_u (no uniforme y bien gradado)

: $4 \le C_u < 5$ (uniforme y pobremente gradado).

: $C_u < 4$ (uniforme y mal gradado).

De acuerdo con los resultados (Tabla 8.4) en los sedimentos de la microcuenca de la quebrada Lorenzo predominan las arenas en diferentes tamaños en el rango de 58,27 % a 99,32 %, excepto en el tramo inicial del cuerpo de agua principal correspondiente a los puntos de muestreo de la quebrada Agua Blanca: QAgBl1 y QAgBl2, y en la quebrada Kimpirari (QKimp1), en donde predominaron las gravas y los cuales fueron indicados en el reporte de de resultados (Anexo 5).

De otro lado, en dirección del flujo de agua de la quebrada principal (Agua Blanca-Kirishari-Lorenzo), la tendencia es el cambio de un sedimento no uniforme (bien gradado) a uno uniforme (mal gradado), en donde la clase textural es arenosa desde la parte media en la quebrada Kirishari (QKiri4) hasta la parte final en la quebrada Lorenzo (QLore4). En cuanto a los 4 tributarios del cuerpo de agua principal, la quebrada Solitario fue no uniforme y las otras 3 (Santariani, Cajonari y Lorencillo II) fueron uniformes. Con relación al río Pichis, el sedimento fue uniforme de clase textural arenosa, caso contrario de la quebrada Kimpirari y quebrada sin nombre que fueron no uniformes con clase textural franco arenoso

En general, los puntos de muestreo que tienen un $C_u > 5$ son aquellos cuyo porcentaje de masa pasante de arena fue menor al 95 %, en donde el valor más alto con $C_u = 22,7$

El diámetro de partícula (en mm) para el d_{60} y d_{10} se realizó de manera directa de la curva granulométrica de cada punto de muestreo, y que es aproximado debido a la linealidad de la curva entre el diámetro de partícula de 2 mm a 0,15 mm.

corresponde a la quebrada sin nombre 1 (Qs/n-1) con un 58,27 % de arena (porcentaje más bajo registrado). Mientras el valor más bajo de C_u fue 2,47 en la quebrada Lorenzo (QLore1) – sedimento más uniforme de clase textural arenosa, que no registró porcentaje de grava.

8.2.3. Análisis multivariado

En las Figuras 8.20 y 8.21 muestran los diagramas de cargas de los 3 factores que explican el 87,67 % de la varianza (Anexo 10), con los siguientes resultados:

- Factor 1 con 77,42 % de la varianza explicada esta en dirección positiva hacia los metales de valor de carga > 0,8: zinc (Zn), titanio (Ti), potasio (K), cromo (Cr) y magnesio (Mg).
- Factor 2 con el 8,95 % de la varianza explicada esta en dirección hacia el contenido de grava (puntuación > 0,9).
- Factor 3 esta en dirección tambien con los metales pero con metales de valor de carga > 0,7: calcio (Ca), manganeso (Mn), vanadio (V) y silicio (Si).

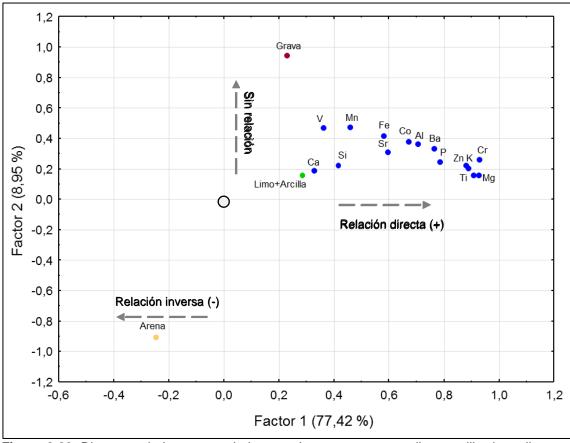


Figura 8.20. Diagrama de las cargas de los metales, grava, arena y limo+arcilla de sedimento de los Factores 1 y 2

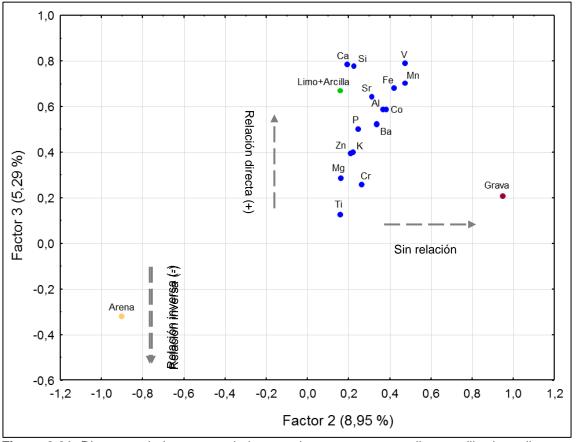


Figura 8.21. Diagrama de las cargas de los metales, grava, arena y limo+arcilla de sedimento de los Factores 2 y 3

Al respecto, la grava - que corresponde al Factor 3- no tiene relación con los metales al ser independiente de los Factores 1 y 2. Mientras que el limo+arcilla esta relacionado de manera directa (carga positiva) con los metales de los Factores 1 y 2, caso contración a la relación inversa que tiene la arena con los citados factores (carga negativa). Tomando en cuenta la relación directa que tiene la arcilla+limo y e inversa de la arena con respecto a los metales, se realiza el análisis multivariado de la matriz de puntos de muestreo y los metales.

De esa manera, la Figura 8.22 muestra el diagrama de cargas de los metales de los factores 1 y 2 que explican el 92,7 % de la varianza. Este diagrama indica que la influencia de metales esta en dirección a los valores positivos de las carga de los metales para ambos factores, por ende una relación directa con la concentración de metales.

En base a esta relación, la Figura 8.23 (diagrama de puntuaciones de los puntos de muestreo) muestra que la clase textural franco-arenoso y areno-francosa (mayor porcentaje de limo+arcilla) tuvieron mayor concentracion de metales que los puntos de muestreo de clase textural arenosa ubicados en la parte inferior izquierda de la Figura 8.15. De otr lado, se resalta que los 3 puntos de muestreo de la quebrada Agua Blanca (QAgBI1, QAgBI2 y QAgBI3) estan agrupadas (cercanas), siendo iguales 2 de sus clases texturales.

Además, la relación directa entre los metales y la mayor cantidad de arena se verifica tambien con la suma del orden de predominancia de los puntos de muestreo sobre cada metal considerado en el multivariado (Anexo 10), asi tenemos que la clase textural arenosa tuvo la suma de orden (Σn) en el rango de 163 a 293 y las clases texturales franco-arenoso y areno-francosa tuvieron una menor Σn en el rango de 30 a 132.

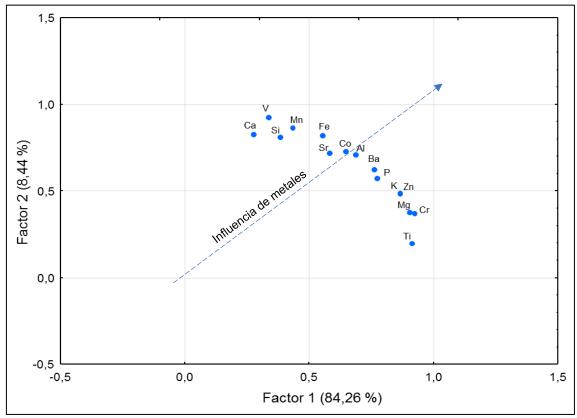


Figura 8.22. Diagrama de las cargas de los metales de sedimento de los Factores 1 y 2

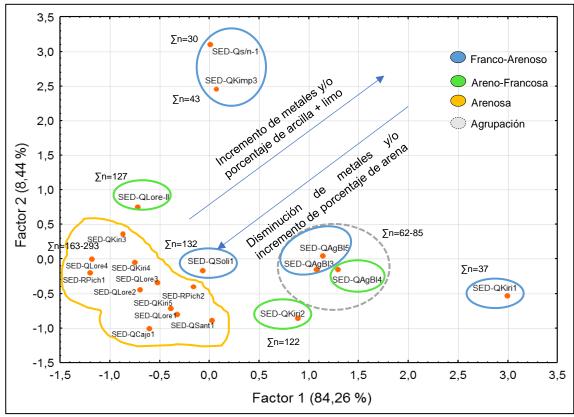


Figura 8.23. Diagrama de las puntuaciones de los puntos de muestreo de los Factores 1 y 2

La comprobación de la relación de las masas de limo+arcilla y arena con la clase textural determinadas por el análisis multivariado se puede observar mediante el diagrama de cajas y bigotes de los datos de los laboratorios (Figuras 8.24, 8.25, 8.26 y 8.27 respectivamente).

La Figura 8.24 muestra que la media o promedio de la masa de arena fueron mayores en los puntos de muestreo con clase textural arenosa que los que tienen clase textural arenofrancosa y estos tienen mayor masa de arena media que la clase franco-arenosa, mientras que el promedio de la masa limo+arcilla tiene una relación inversa (Figura 8.25).

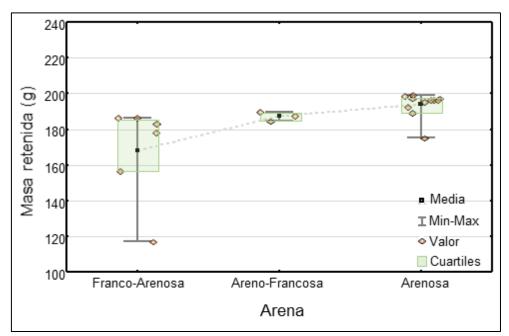


Figura 8.24. Diagrama de cajas y bigotes de la masa retenida de arena con la clase textural

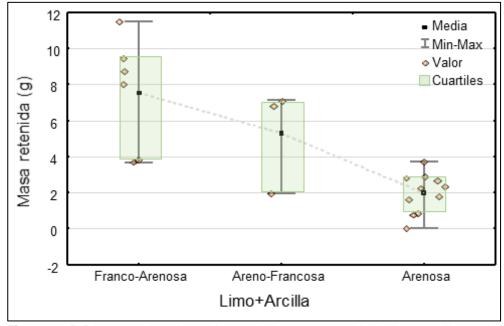


Figura 8.25. Diagrama de cajas y bigotes de la masa retenida de limo+arcilla con la clase textural

En tanto, para comprobar la relación de la concentración de metales con la clase textural, se tomó como referencia al aluminio (Figura 8.26) y zinc (Figura 8.27). En dichos gráficos se visualiza que la media o promedio de la concentración de ambos metales en los puntos de muestreo con clase textural arenosa son menores que los de clase textural arenofrancosa y estos tienen menor masa de arena promedio que la clase franco-arenosa.

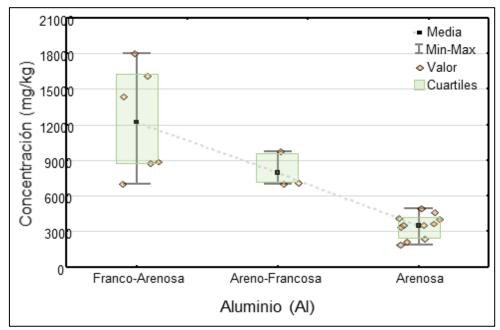


Figura 8.26. Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de aluminio con la clase textural

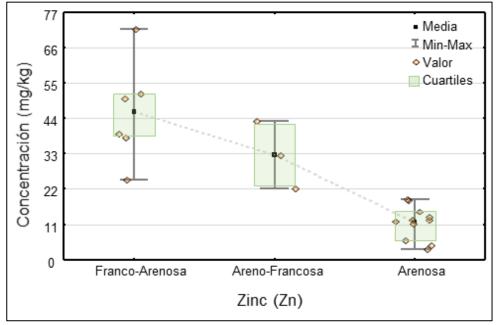


Figura 8.27. Diagrama de cajas y bigotes de la concentración de zinc con la clase textural

Con respecto a los demás metales, sus respectivos diagramas de cajas y bigotes se pueden observar en el Anexo 10, en donde tienen la misma relación o tendencia de la relación de la concentración promedio de aluminio y zinc con la clase textural.

8.3 Suelo

En ésta sección se presenta los resultados obtenidos en los puntos de muestreos determinados como áreas potencialmente afectados (APA), los cuales son: Campamento base logístico (CBL) Kimpirari, comprende 5 puntos de muestreo; luego Locación Osheki, comprende 25 puntos de muestreo; futura línea de Flujo, comprende 15 puntos de muestreo y finalmente, Punto de apoyo Logístico (PAL) A con 10 puntos de muestreo.

8.3.1. Resultados y su comparación con las normas aprobadas en el IGA

Para este caso se tiene los resultados de suelo en la temporada seca de la EAT Lote 107 en agosto de 2019 comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para suelos según D.S N.º 002-2013 MINAM.

Para el caso de los metales se evaluaron 55 puntos de muestreo distribuidos en las área de pontencial afectación(APA) del Campamento Base logístico, Locación Osheki, Línea de Flujo y Punto de apoyo Logístico, en donde se registraron concentraciones de arsénico, bario, cadmio, plomo y mercurio que no superaron el ECA para suelo de uso agrícola; igualmente para las fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3, en donde solo se analizaron 18 puntos de muestreo distribuidos entre las APA antes mencionadas, no se registraron concentraciones de las fracciones que superaron la normativa.

Cabe resaltar que para la fracción F1 todos los puntos evaluados registraron concentraciones por debajo del límite de cuantificación (< 0,053), mientras que para las fracciones F2 y F3 se registraron las mayores concentraciones en los puntos de muestreo NF-PAL-SUE-09 (15,1 mg/kg de F2) y NF-LD-SUE-02 (121,9 mg/kg de F3), ubicados la APA del punto de apoyo logístico y Línea de Flujo, respectivamente. El detalle de los resultados por puntos de muestreo se encuentra en el Anexo 5 (Reporte de resultados N.º 434-2019-SSIM).

8.3.2. Resultados y su comparación con la norma vigente

Las concentraciones en las distintas variables (parámetros) analizadas fueron comparadas de forma referencial con los ECA para suelo de uso agrícola (D. S. N.º 011-2017-MINAM); adicionalmente, se presentan el análisis de los resultados de caracterización y salinidad realizados en las calicatas para cada APA. El detalle de los resultados por puntos de muestreo se encuentra en el Anexo 5 (Reporte de resultados N.º 434-2019-SSIM).

a. Metales

De los puntos de muestreo evaluados en la APA del Campamento Base logístico, Locación Osheki, Línea de Flujo y Punto de apoyo Logístico, ninguno; cabe resaltar que el arsénico y el cadmio fueron los únicos metales que presentaron valores por bajo el límite de cuantificación.

b. Fracción de hidrocarburos (F1, F2 y F3)

Para la presente evaluación se tomaron 18 muestras de fracciones de hidrocarburo F1, F2 y F3 distribuidos en los puntos de muestreo de las APA Locación Osheki, Línea de Flujo y Punto de apoyo logístico; los resultados obtenidos registraron concentraciones de F1, F2 y

F3 que no superaron los ECA para suelo de uso agrícola en ningunas de los puntos de muestreo evaluados. Cabe resaltar que para la fracción F1 todos los puntos evaluados de suelo registraron concentraciones por debajo del límite de cuantificación, sin embargo, para la fracción F2 6 de los puntos presentaron concentraciones entre 9,5 mg/kg y 15,1 mg/kg, y para la fracción F3 puntos 14 de muestreo de suelo presentaron concentraciones entre 25,2 mg/kg a 117,6 mg/kg.

8.3.3. Caracterización fisicoquímica y edáfica de las áreas potencialmente afectadas

La caracterización fisicoquímica y edáfica para los suelos considerados en las áreas potencialmente afectadas (APA), Tabla 8.5, proporcionan una categorización a nivel taxonómico; lo que implica una serie de características naturales de las zonas evaluadas, que se constituyen como un instrumento válido de contraste a los cambios que pudieran darse por las actividades propias de las actividades extractivas y afines.

Tabla 8.5. Caracterización fisicoquímica y edáfica de las áreas potencialmente afectadas

Tabla 6.3. Caracterización hisicoquímica y edanica de las areas potencialmente arectadas									
Parámetros	Unidad	OSH- CAL- 01-1	OSH- CAL-01- 2	OSH- CAL-01- 3	LD- CAL- 02-1	LD-CAL- 02-2	LD-CAL- 02-3	PAL- CAL- 03-1	PAL- CAL- 03-2
рН	Unid. pH	3,47	4,22	4,49	4,03	4,64	4,7	4,03	4,5
Conductividad Eléctrica	ds/m	0,25	0.05	0,03	0,13	0,02	0,01	0,11	0,02
P Disponible	mg/kg	1,86	0,03	0,41	2,31	0,89	1,02	1,76	0,31
K Disponible	mg/kg	113,57	57,11	57,27	69,6	54,15	39,63	78,59	62,89
ANALISIS TEXTURAL	mg/ng	110,01	07,11	01,21	00,0	01,10	00,00	10,00	02,00
Arena	%	36	34	36	52	34	28	52	28
Limo	%	28	34	24	32	30	34	26	26
Arcilla	%	36	32	40	16	36	38	22	46
Clase Textural	-	Franco Arcillos o	Franco Arcilloso	Arcilla	Franco	Franco Arcilloso	Franco Arcilloso	Arcilla	Arcilla
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO		-		1				1	
Ca ⁺⁺	meq/L	0,17	0,16	0,16	0,69	0,2	0,22	0,16	0,16
Mg ⁺⁺	meq/L	0,18	0,14	0,11	0,27	0,14	0,14	0,13	0,11
K ⁺	meq/L	0,36	0,39	0,37	0,27	0,27	0,31	0,26	0,28
Na⁺	meq/L	0,25	0,32	0,3	0,2	0,21	0,31	0,2	0,26
Al ⁺³	meq/L	7,8	5,63	5,81	5,43	5,81	5,43	6,42	6,5
Suma de cationes	meq/L	8,75	6,64	6,75	6,86	6,62	6,4	7,17	7,31
C.I.C	meq/L	28,16	25,92	18,08	18,84	14,17	17,29	21,26	21,26
Materia orgánica	%	9,18	2,29	0,79	2,46	0,89	0,5	3,44	1,16
CO₃Ca	%	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
			SA	LINIDAD					
рН	Unid. pH	3,48	4,3	4,54	4,01	4,7	4,86	3,86	4,58
Conductividad Eléctrica	ds/m	0,56	0,16	0,07	0,32	0,05	0,04	0,26	0,23
CATIONES								•	
Ca ⁺⁺	meq/L	2,44	0,86	0,44	1,36	0,21	0,14	2,28	1,12
Mg ⁺⁺	meq/L	1,07	0,13	0,05	0,4	0,18	0,04	0,3	0,15
K ⁺	meq/L	0,6	0,1	0,05	0,16	0,07	0,03	0,2	0,06
Na⁺	meq/L	0,14	0,13	0,12	0,1	0,07	0,07	0,11	0,36
Suma de cationes	meq/L	4,25	1,22	0,66	2,02	0,53	0,28	2,89	1,69
ANIONES								•	
NO ₃ -	meq/L	3,85	0,62	0,25	2,27	0,25	0,25	1,73	0,27
CO ₃ -2	meq/L	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Cl ⁻	meq/L	0,14	0,07	0,14	0,51	0,14	0,07	0,14	0,51
HCO ₃ -	meq/L	<0,50	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2
SO ₄ ²⁻	meq/L	0,85	0,29	0,25	0,1	0,03	0,02	0,08	0,8
H ₂ PO ₄ -	meq/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Suma de aniones	meq/L	4,84	1,18	0,84	3,28	0,62	0,54	2,35	1,78
Boro	mg/l	0,05	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1
Yeso soluble	g/100g	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

Fuente: Informes de ensayo (Anexo 5: Reporte de resultados N.º 434-2019-SSIM).

Estas características al ser estables en el tiempo, permiten comparar y dilucidar el comportamiento (funcionamiento) del suelo y el ecosistema circundante, como son: la acumulación de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el drenaje, la iluviación de arcillas, entre otras.

En base a estas características fisicoquímicas y edáficas, es que se procedió a caracterizar y clasificar los perfiles modales, encontrados en cada una de las calicatas evaluadas, encontrándose los siguientes resultados:

Calicata perteneciente a la locación Osheki (OSH-CAL-01)

El suelo caracterizado en la locación Osheki (*Typic Dystrudepts*), Tabla 8.6, presenta características propias del orden inceptisol, como son el presentar un suelo con poco desarrollo, producto de procesos como la traslocación de materiales y extrema meteorización, con un desarrollo incipiente de horizontes, no presenta acumulación de materia orgánica, ni arcilla, siendo sus cationes intercambiables lavados, por las constantes precipitaciones, con altos contenidos de aluminio, presentando por ende un potencial de hidrógeno (pH) extremadamente ácido, no obstante la vegetación es abundante debido a las características fisiológicas de estas especies naturalmente adaptadas.

El alto lavado de bases intercambiables, la presencia de arcilla permite la adsorción de cationes del medio con la consiguiente capacidad de intercambio catiónico alto. Los suelos de la locación Osheki forman parte de la serie de suelos San Matías. Fisiográficamente se ubica en laderas de montaña con pendientes empinadas.

Tabla 8.6. Descripción de perfil de suelo OSH-CAL-01

Calicata YLC-01						
Clasificación Natural	Soil Taxonomy (2014): Typic Dystrudepts					
Coordenadas	0486873E - 8880236N					
Zona	18L					
Altura	601 m s. n. m.					
Fisiografía	Ladera de montaña					
Pendiente	50 - 60 %					
Relieve	Muy empinado					
Material Parental	Residual					
Drenaje	Imperfecto					
Pedregosidad	2 % gravas					
Erosión	Ninguna					
Vegetación	Shiringa, lagarto caspi, uvilla, pacay de monte, helecho, palmiche, bijao, pona, bijuco, pijuayo de monte, soga					



Figura 8.28. Perfil modal de la calicata OSH-CAL-01 y paisaje del área de Osheki

Tabla 8.7. Caracterización de la calicata OSH-CAL-01

Tabla 8.7. Caracterización de la calicata OSH-CAL-UT					
Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción			
А	0-8	Textura franco arcillosa, color pardo rojizo oscuro (2,5YR 3/4) en húmedo, estructura migajosa fina moderada, consistencia friable, extremadamente ácido (pH 3,47); alto contenido de materia orgánica (9,18 %); C.E. de 0,56 dS/m (no salino); raíces finas, medias abundantes; permeabilidad moderadamente lenta; con modificador textural (gravas 5%,). Límite de horizonte gradual al			
В	8-50	Textura franco arcillosa, color rojo oscuro (2,5YR 3/6) en húmedo, estructura bloque subangular medio moderado, consistencia friable, extremadamente ácido (pH 4,22); contenido medio de materia orgánica (2,29 %); C.E. de 0,56 dS/m (no salino); raíces finas comunes, medias pocas; permeabilidad moderadamente lenta; con modificador textural (gravas 10%,). Límite de horizonte gradual al			
ВС	50-+90	Textura arcillosa, color rojo (2.5YR 4/6) en húmedo, estructura bloque subangular medio fuerte, consistencia friable, extremadament e ácido (pH 4,49); contenido bajo de materia orgánica (0,79%); C.E. de 0,07 dS/m (no salino); raíces finas escasas; permeabilidad lenta; con modificador textural (gravas 50%,).			

Fuente: Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

Calicata perteneciente a la zona de la futura línea de flujo (LD-CAL-02)

El suelo caracterizado en la zona de la futura línea de flujo (Typic Hapludults), Tabla 8.8, presenta características propias del orden ultisol, como son el presentar un suelo de mucho desarrollo, producto de procesos como la traslocación de materiales e iluviación de arcillas, presentando un horizonte argilico con una baja saturación de bases (menor al 35 %), no

presentando acumulación de materia orgánica, siendo sus cationes intercambiables lavados, por las constantes precipitaciones, presentando un pH extremadamente ácido, siendo la vegetación abundante por sus características fisiológicas.

Los suelos del orden ultisol varían en coloración desde el púrpura – rojo a un color rojoanaranjado brillante, estos colores son el resultado de la acumulación de óxido de hierro. No obstante, el alto lavado de bases intercambiables, la presencia de arcilla a lo largo del perfil del suelo permite la adsorción de cationes del medio con la consiguiente capacidad de intercambio catiónico alto. Los suelos de la futura línea de flujo forman parte de la serie de suelos Ladera Roja fisiográficamente se ubican en colinas altas con pendientes moderadamente empinadas.

Tabla 8.8. Descripción de perfil de suelo en LD-CAL-02

	Calicata YLC-02					
Clasificación Natural	Soil Taxonomy (2003): Typic Hapludults					
Coordenadas	0488761E – 8883772N					
Zona	18L					
Altura	264 m s. n. m.					
Fisiografía	Colina alta					
Pendiente	5 - 10 %					
Relieve	Moderadamente inclinado					
Material Parental	Residual					
Drenaje	Imperfecto					
Pedregosidad	2 % gravas					
Erosión	Ninguna					
Vegetación	Chira, wicungo, lecherona, requia, helechos					



Figura 8.29. Perfil Modal de la calicata LD-CAL-02 y paisaje del área de línea de flujo

Tabla 8.9. Caracterización de la calicata YLC-02 LD-CAL-02

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
АВ	0-25	Textura franca, color pardo oscuro (7,5YR 3/4) en húmedo, estructura granular gruesa moderada, consistencia friable, extremadamente ácido (pH 4,03); contenido medio de materia orgánica (2,46 %); C.E. de 0,32 dS/m (no salino); raíces finas, medias comunes; permeabilidad moderada; sin modificador textural (gravas 0%,). Límite de horizonte gradual al
В	25-75	Textura franco arcillosa, color pardo (7,5YR 4/3) en húmedo, estructura bloque subangular medio moderado, consistencia friable, muy fuertemente ácido (pH 4,64); bajo contenido de materia orgánica (0,89%); C.E. de 0,02 dS/m (no salino); raíces finas pocas, permeabilidad moderadamente lenta; sin modificador textural (gravas 0%). Límite de horizonte gradual al
С	75 - +110	Textura franco arcillosa, color pardo (7,5YR 4/3) en húmedo, estructura masiva, consistencia friable, muy fuertemente ácido (pH 4,7); contenido bajo de materia orgánica (0,5 %); C.E. de 0,01 dS/m (no salino); sin presencia de raíces; permeabilidad lenta; sin modificador textural (gravas 0%).

Fuente: Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

Calicata de la zona del punto de apoyo logístico A (PAL-CAL-03)

El suelo caracterizado en la zona del punto de apoyo logístico (Typic Hapludults), Tabla 8.10, presenta características propias del orden Ultisol, similares a las encontradas en la zona de la futura línea de flujo; como son el presentar un suelo de mucho desarrollo, producto de procesos como la traslocación de materiales e iluviación de arcillas, horizonte argilico con una baja saturación de bases (menor al 35 %), sin acumulación de materia orgánica y sus cationes intercambiables lavados por las constantes precipitaciones en un pH extremadamente ácido, siendo la vegetación abundante por sus características fisiológicas. Los suelos del orden Ultisol varían en coloración desde el púrpura – rojo a un color rojoanaranjado brillante, estos colores son el resultado de la acumulación de óxido de hierro.

No obstante, el alto lavado de bases intercambiables, la presencia de arcilla a lo largo del perfil del suelo, permite la adsorción de cationes del medio con la consiguiente capacidad de intercambio catiónico alto. Los suelos en el ámbito del punto de apoyo logistico A forman parte de la serie de suelos Ladera Roja fisiográficamente se ubican en lomadas con pendientes ligeramente inclinadas.

Tabla 8.10. Descripción de perfil de suelo en PAL-CAL-03

	Calicata YLC-02						
Clasificación Natural	Soil Taxonomy (2003): Typic Hapludults						
Coordenadas	0490258E - 8885401N						
Zona	18L						
Altura	257 m s. n. m						
Fisiografía	Lomada						
Pendiente	2 - 5 %						
Relieve	Ligeramente inclinado						
Material Parental	Residual						
Drenaje	Imperfecto						
Pedregosidad	2 % gravas						
Erosión	Ninguna						
Vegetación	Bobinzana, caimitillo, helecho, requia						



Figura 8.30. Perfil Modal de la calicata PAL-CAL-03 y paisaje del área de línea de flujo

Tabla 8.11. Caracterización de la calicata PAL-CAL-03

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
АВ	0-28	Textura arcillosa, color pardo rojizo (5YR 4/3) en húmedo, estructura bloque subangular medio moderado; consistencia friable, extremadamente ácido (pH 4,03); contenido medio de materia orgánica (3,44%); C.E de 0,26 dS/m (no salino); raíces finas, medias y gruesas comunes; permeabilidad lenta; sin modificador textural (gravas 0%). Límite de horizonte gradual al
В	28 - +100	Textura arcillosa, color pardo rojizo (5YR 4/4) en húmedo, estructura bloque subangular medio moderado, consistencia firme, muy fuertemente ácido (pH 4,50); contenido bajo de materia orgánica (1,16%); C.E de 0,23 dS/m (no salino); raíces finas, medias pocas; sin modificador textural (gravas 0%).

Fuente: Anexo 4 (Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM).

8.4 Hidrobiología

De los 23 puntos evaluados se presentan los resultados de las comunidades hidrobiológicas.

8.4.1. Perifiton

a. Composición y riqueza

En abril (temporada húmeda) y agosto (temporada seca) de 2019 se registraron 175 especies de perifiton vegetal, distribuidos en 8 phyla. El phylum Bacillariophyta fue el más

diverso con 119 especies (68 %), seguido de Cyanobacteria con 26 especies (15 %), Chlorophyta con 14 especies (8 %), Charophyta con 14 especies (8 %), Cryptophyta con 14 especies (8 %), Euglenozoa con 14 especies (8 %), Ochrophyta con 14 especies (8 %) y Rhodophyta con 26 especies (15 %). El phylum Bacillariophyta conforma el 68 % del número total de especies registradas, de los cuales Navicula representó la mayor riqueza con 15 especies (9 %), seguido de Nitzschia y Gomphonema con el 7 % cada una (Figura 31). En los Anexos 5 y 12 se muestra a detalle.

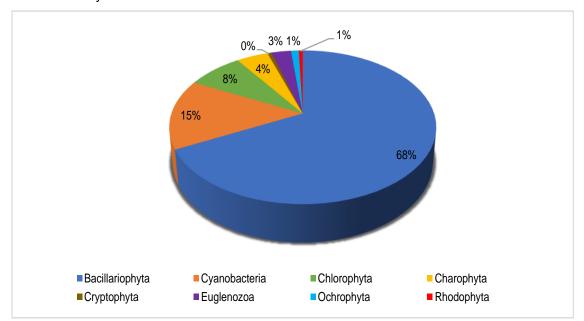


Figura 8.31. Riqueza absoluta de especies de perifiton según orden en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada

El punto de muestreo con el mayor número de especies (47) fue HID-QKiri4 (quebrada Kirishari) y las de menor riqueza corresponden a 2 puntos de muestreo: HID-QLore3 (quebrada Lorenzo) y HID-QLore-II (quebrada Lorencillo), con 14 especies cada uno.

En la Figura 8.32 se comparó la riqueza de especies de perifiton vegetal con la distribución altitudinal de los puntos de muestreo evaluados y no se encontraron diferencias; por lo que, los ríos y quebradas evaluados están asociados a los aportes bióticos y abióticos de la zona ribereña y esto condiciona el desarrollo de las comunidades acuáticas.

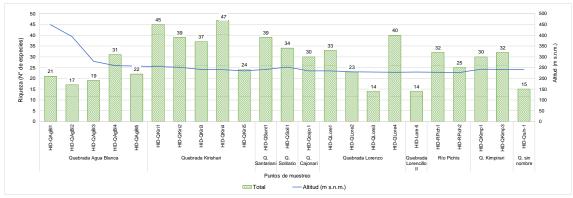


Figura 8.32. Número de especies en relación con el gradiente altitudinal por punto de muestreo

En todos los puntos de muestreo se evidenció la dominancia del phylum Bacillariophyta sobre los demás phyla, seguido está el phylum Cyanobacteria y ocasionalmente aparecen los demás phyla (Figura 8.33).

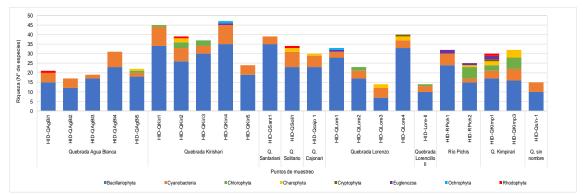


Figura 8.33. Riqueza de especies de perifiton vegetal por phylum en los puntos de muestreo

En temporada húmeda se encontraron un total de 144 especies, la riqueza varió de 4 especies en el punto de muestreo HID-QLore-II (quebrada Lorenzo) hasta 36 especies en el punto de muestreo HID-QKiri4 (quebrada Kirishari). Por otro lado, en la temporada seca se registraron 24 especies menos; es decir, 120 especies donde la mayor riqueza se observó y en el punto HID-QKiri3 (quebrada Kirshari) con 31 especies y la menor riqueza en la quebrada Agua Blanca el punto de muestreo HID-QAgBI2 (Figura 8.34).

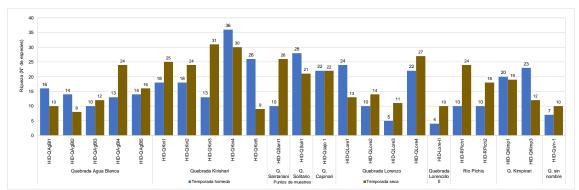


Figura 8.34. Riqueza de especies de perifiton en abril y agosto 2019

En la temporada húmeda, la riqueza de especies fue comparada con la conductividad y se encontró cierta relación con este parámetro. En la quebrada Agua Blanca la riqueza de especies varió entre 10 y 16 especies y la conductividad eléctrica (CE) estuvo por encima de los 100,8 μ S/cm; mientras que, en el punto de muestreo HID-QKiri1 (quebrada Kirishari) cuando la conductividad disminuyó (46,6 μ S/cm y) la riqueza del perifiton vegetal fue favorecida incrementándose hasta 36 especies. Asimismo, en los puntos de muesteo HID-RPich1 y HID-RPich2 (ubicados en el río Pichis) se observó el mismo comportamiento (Figura 8.35A).

En la temporada seca, en la quebrada Agua Blanca la riqueza varió de 8 a 24 especies mientras que la conductividad eléctrica (C.E.) varió de 196,8 μS/cm hasta 250 μS/cm; además, se observó que en los puntos de la quebrada Kirishari; mientras que la CE aumentó la riqueza de especies del perifiton vegetal disminuyó (Figura 8.35B).

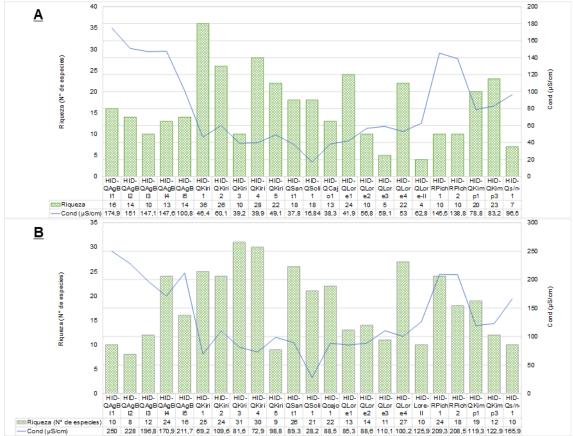


Figura 8.35. Riqueza de especies de perifiton vegetal en relación con la conductividad eléctrica en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSoI), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis: A. Temporada húmeda (abril 2019). B. Temporada seca (agosto 2019)

b. Abundancia

La abundancia total entre ambas temporadas fue de 236363 organismos pertenecientes a los phyla Bacillariophyta (158835 organismos; 67 %), Cyanobacteria (66048 organismos; 28 %), Chlorophyta (7018 organismos; 3 %), Charophyta (2188 organismos), Euglenozoa (1286 organismos), Rhodophyta (330 organismos), Ochrophyta (329 organismos) y Cryptophyta (329 organismos), Figura 8.38 y Anexos 5 y 12.

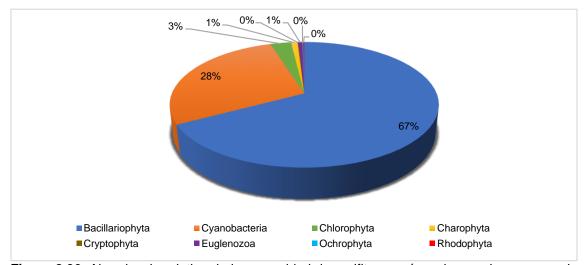


Figura 8.36. Abundancia relativa de la comunidad de perifiton según orden en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada

El punto de muestreo con mayor densidad fue HID-QKiri1 (quebrada Kirishiri), con 27070 organismos/cm²; mientras que, el menor número de organismos se registró en el punto de muestreo HID- QLore-II (quebrada Lorencillo-II) con 1497 organismos/cm² (Figura 8.37).

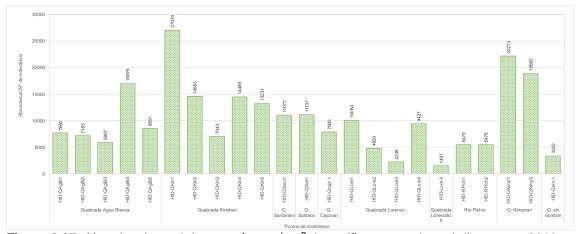


Figura 8.37. Abundancia total de organismos/cm² de perifiton vegetal en abril y agosto 2019

En la mayoría de los puntos de muestreo se evidenció la dominancia del phylum Bacillariophyta sobre los demás phyla, excepto en los puntos de muestreo de las quebradas HID-QAgBl4 (Agua Blanca), HID-QLore3 (Lorenzo) y HID-Qs/n-1(s/nombre) donde destacó el número de individuos del phylum Cyanobacteria (Figura 8.38).

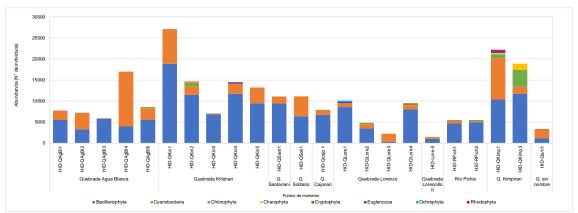


Figura 8.38. Abundancia de perifiton vegetal

En la Figura 8.39 se observa que la temporalidad influyó en la abundancia del perifiton vegetal. En temporada húmeda se encontraron un total de 214122 organismos/cm². La abundancia fluctuó entre 987 organismos/cm² en el punto HID-QLore-II y 25444 organismos/cm² en el punto HID-QKiri1. Por otro lado, en la temporada seca la abundancia fue mucho menor con 22141 organismos/cm², registrándose la menor abundancia en el punto de muestreo HID-QAgBI2 con 300 organismos/cm² y la mayor abundancia en el punto de muestreo HID-QKimp1 con 2276 organismos/cm² (Figura 8.39).

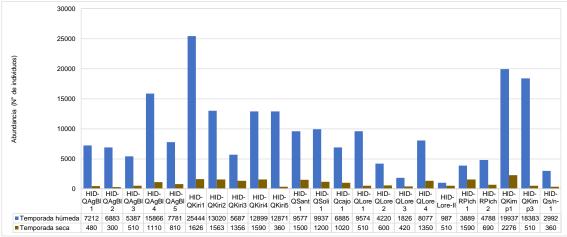


Figura 8.39. Abundancia de perifiton vegetal en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis en abril y agosto 2019

c. Estructura trófica

De las 144 especies identificadas, el phylum Bacillariophyta fue el dominante en ambas temporadas. En la temporada húmeda 98 especies pertenecen al phylum Bacillariophyta y esta representado por 141858 organismos; además, del total de especies, se tomaron 55 especies que tuvieron hasta 1 % de la abundancia relativa encontrándose a la especie *Tapinothrix varians* (Cyanobacteria) como la más abundante con 24252 organismos y 11 % del total. Por otro lado, en la temporada seca 84 especies pertenecen al phylum Bacillariophyta con 16977 organismos; y 57 especies del total tuvieron hasta 1 % de la abundancia relativa encontrándose a la especie *Navicula cf. podzorskii* como la mas abundante (1680 organismos, 8 %), ver Tabla 8.12.

En la la temporada húmeda se registraron 60 especies raras (presentes en un solo punto de muestreo), siendo las más abundantes *Nitzschia acicularis* con 1497 organismos y *Dicellula geminata* y *Crucigenia fenestrata* ambas Chlorophyta con 1198 organismos cada una; mientras que, en la temporada seca se reportaron 33 especies raras, siendo la mas abundante *Achnanthidium minutissimum* con 329 organismos, ver Anexo 5 y Anexo 12.

Tabla 8.12. Abundancia relativa de microalgas identificadas en la zona de estudio en ambas temporadas

T. Húmeda			tal	a:		T. Seca	Total	نم
N°	Phylum	Especie	Total	A.R.	Phylum	Phylum Especie		A.R.
1	Cyanobacteria	Tapinothrix varians	24252	11	Bacillariophyta	Navicula cf. podzorskii	1680	8
2	Bacillariophyta	Navicula cf. podzorskii	6585	3	Bacillariophyta	Nitzschia palea	990	4
3	Bacillariophyta	Gomphonema cf. potaroense	5987	3	Cyanobacteria	Tapinothrix varians	929	4
4	Cyanobacteria	Leptolyngbya sp. 1	5688	3	Bacillariophyta	Navicula symmetrica	750	3
5	Bacillariophyta	Ulnaria ulna	5688	3	Bacillariophyta	Encyonema tropicum	660	3
6	Bacillariophyta	Gomphosphenia lingulatiformis	4789	2	Cyanobacteria	Phormidiochaete crustacea	630	3
7	Cyanobacteria	Pseudanabaena catenata	4491	2	Cyanobacteria	Leptolyngbya voronichiniana	600	3
8	Cyanobacteria	Pseudanabaena sp. 2	4491	2	Bacillariophyta	Gyrosigma sp. 2	570	3
9	Bacillariophyta	Nitzschia palaceae	3892	2	Bacillariophyta	Nupela cf. lapidosa	480	2
10	Bacillariophyta	Navicula cf. lohmanii	3890	2	Cyanobacteria	Pseudanabaena catenata	480	2
11	Bacillariophyta	Pinnularia pisciculus	3890	2	Bacillariophyta	Navicula lanceolata	450	2
12	Cyanobacteria	Leptolyngbya voronichiniana	3593	2	Cyanobacteria	Leptolyngbya sp. 1	450	2
13	Bacillariophyta	Nitzschia gracilis	3592	2	Bacillariophyta	Nitzschia gracilis	449	2
14	Bacillariophyta	Gomphonema cf. pumilum	3592	2	Bacillariophyta	Navicula cf. cryptotenella	390	2
15	Bacillariophyta	Encyonema tropicum	3591	2	Bacillariophyta	Navicula cf. angusta	390	2
16	Bacillariophyta	Achnanthidium sp. 1	3294	2	Bacillariophyta	Nitzschia cf. filiformis	330	1
17	Bacillariophyta	Gomphonema minutum	3293	2	Bacillariophyta	Gomphonema cf. potaroense	330	1
18	Bacillariophyta	Cocconeis placentula	3292	2	Bacillariophyta	Placoneis cf. peraelginensis	330	1
19	Bacillariophyta	Navicula cf. angusta	3291	2	Cyanobacteria	Kamptonema formosum	330	1
20	Cyanobacteria	Phormidiochaete crustacea	2994	1	Bacillariophyta	Achnanthidium minutissimum	329	1
21	Cyanobacteria	Pseudanabaena sp. 1	2994	1	Bacillariophyta	Synedra sp.1	329	1
22	Bacillariophyta	Encyonema minutiforme	2993	1	Bacillariophyta	Gomphonema parvulum	300	1
23	Bacillariophyta	Nupela cf. astartiella	2993	1	Bacillariophyta	Navicula rostellata	300	1
24	Bacillariophyta	Navicula symmetrica	2993	1	Bacillariophyta	Cocconeis placentula	270	1
25	Bacillariophyta	Pinnularia microstauron	2992	1	Bacillariophyta	Gomphonema aff. apicatum	270	1
26	Cyanobacteria	Kamptonema formosum	2693	1	Cyanobacteria	Kamptonema animale	270	1
27	Bacillariophyta	Planothidium lanceolatum	2395	1	Bacillariophyta	Nitzschia dissipata	240	1
28	Bacillariophyta	Achnanthidium cf. pyrenaicum	2096	1	Bacillariophyta	Gomphonema tenuissimum	240	1
29	Bacillariophyta	Nitzschia palea	2095	1	Bacillariophyta	Amphipleura sp.	240	1
30	Bacillariophyta	Nitzschia cf. filiformis	2095	1	Bacillariophyta	Navicula cf. lohmanii	240	1
31	Bacillariophyta	Gomphonema tenuissimum	2095	1	Bacillariophyta	Pinnularia subcapitata	240	1
32	Bacillariophyta	Nupela cf. lapidosa	2095	1	Bacillariophyta	Planothidium frequentissimum	210	1
33	Bacillariophyta	Luticola goeppertiana	2095	1	Bacillariophyta	Cymbella cf. turgidula	210	1
34	Bacillariophyta	Navicula cf. capitatoradiata	2095	1	Bacillariophyta	Encyonema silesiacum	210	1
35	Cyanobacteria	Heteroleibleinia sp.	1796	1	Bacillariophyta	Navicula veneta	210	1

T. Húmeda			A A Total			T. Seca	tal	~:
N°	Phylum	Especie	P	٧	Phylum	Especie	Total	Ą
36	Bacillariophyta	Humidophila contenta	1796	1	Bacillariophyta	Pinnularia microstauron	210	1
37	Cyanobacteria	Microcoleus autumnalis	1795	1	Bacillariophyta	Sellaphora pupula	210	1
38	Cyanobacteria	Homoeothrix sp.	1497	1	Bacillariophyta	Surirella sp. 1	210	1
39	Bacillariophyta	Nitzschia acicularis	1497	1	Bacillariophyta	Ulnaria ulna	210	1
40	Bacillariophyta	Navicula cf. cryptotenella	1497	1	Cyanobacteria	Microcoleus autumnalis	210	1
41	Bacillariophyta	Navicula cf. cryptofallax	1497	1	Bacillariophyta	Nitzschia clausii	180	1
42	Bacillariophyta	Fragilaria capuccina	1497	1	Bacillariophyta	Placoneis conveniens	180	1
43	Bacillariophyta	Planothidium frequentissimum	1496	1	Bacillariophyta	Pinnularia subgibba	180	1
44	Bacillariophyta	Nitzschia fonticola	1496	1	Bacillariophyta	Lemnicola exigua	150	1
45	Bacillariophyta	Pinnularia subgibba	1496	1	Bacillariophyta	Geissleria cf. schmidiae	150	1
46	Bacillariophyta	Synedra goulardii	1496	1	Bacillariophyta	Luticola goeppertiana	150	1
47	Chlorophyta	Dicellula geminata	1198	1	Bacillariophyta	Navicula cf. capitatoradiata	150	1
48	Chlorophyta	Crucigenia fenestrata	1198	1	Bacillariophyta	Navicula cf. cryptofallax	150	1
49	Bacillariophyta	Navicula cf. insulsa	1198	1	Bacillariophyta	Pinnularia cf. rhombofasciata	150	1
50	Chlorophyta	Monoraphidium convolutum	1197	1	Bacillariophyta	Surirella cf. tenera	150	1
51	Bacillariophyta	Gomphonema cf. gracile	1197	1	Charophyta	Closterium lunula	150	1
52	Bacillariophyta	Navicula lanceolata	1197	1	Bacillariophyta	Adlafia brockmannii	120	1
53	Bacillariophyta	Pinnularia pisciculus var. angusta	1197	1	Bacillariophyta	Gomphonema neonasutum	120	1
54	Bacillariophyta	Synedra sp.1	1197	1	Bacillariophyta	Eunotia cf. monodon	120	1
55	Bacillariophyta	Gyrosigma sp. 1	1196	1	Bacillariophyta	Surirella cf. linearis	120	1
56					Bacillariophyta	Surirella splendidoides	120	1
57					Cyanobacteria	Heteroleibleinia sp.	120	1

A.R.: Abundancia relativa

: Phylum Cyanobacteria, ____: Phylum Bacillariophyta

d. Diversidad alfa

En el perifiton vegetal, la dominancia de Simpson varió de 0,7 a 1 dando valores altos, que indican la presencia de pocas especies dominantes. El número de Hill (N1) varió de 3,7 especies efectivas (en la quebrada Lorencillo-II en el punto de muestreo HID-QLore-II en la temporada húmeda) a 26,5 especies efectivas en la quebrada Kirishiri en el punto de muestreo HID-QKiri3 en la temporada seca.

Asimismo, los valores de equidad de Pielou fluctuaron de 0,7 a 1,00 en temporada húmeda, y de 0,9 a 1,0 en temporada seca; es decir, la comunidad del perifiton vegetal en los puntos de muestreo presentó una distribución poco homogénea (Tablas 8.13 y 8.14).

Tabla 8.13. Índice de diversidad de perifiton en la evaluación de abril 2019 (temporada húmeda)

. abia or . or	Table 91191 maios de diversidad de permient en la evaluación de abin 2016 (temperada nameda)								
Punto de muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (1-Lambda')	Número de Hill (N1)				
HID-QAgBI1	16	7212	0,9	0,9	13,6				
HID-QAgBI2	14	6883	0,9	0,9	11,7				
HID-QAgBI3	10	5387	0,9	0,9	8,2				
HID-QAgBI4	13	15866	0,7	0,7	5,7				
HID-QAgBI5	14	7781	0,9	0,8	9,6				

Punto de muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (1-Lambda')	Número de Hill (N1)
HID-QSant1	36	25444	0,9	0,9	25,3
HID-QSoli1	26	13020	0,9	0,9	20,1
HID-QCajo1	10	5687	0,9	0,9	8,4
HID-QKiri1	28	12899	1,0	1,0	24,7
HID-QKiri2	22	12871	1,0	0,9	19,4
HID-QKiri3	18	9577	1,0	0,9	15,7
HID-QKiri4	18	9937	0,9	0,9	15,0
HID-QKiri5	13	6885	1,0	0,9	12,0
HID-QLore1	24	9574	1,0	0,9	21,9
HID-QLore2	10	4220	0,9	0,9	8,4
HID-QLore3	5	1826	0,9	0,7	4,0
HID-QLore4	22	8077	1,0	0,9	20,5
HID-QLore-II	4	987	0,9	0,7	3,7
HID-RPich1	10	3889	1,0	0,9	9,1
HID-RPich2	10	4788	0,9	0,8	8,1
HID-QKimp1	20	19937	0,8	0,8	10,4
HID-QKimp3	23	18383	0,9	0,9	18,4
HID-Qs/n-1	7	2992	0,9	0,8	6,3

Tabla 8.14. Índice de diversidad de perifiton en la evaluación de agosto 2019 (temporada seca)

Punto de muestreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (1-Lambda')	Número de Hill (N1)
HID-QAgBI1	10	480	0,9	0,9	8,7
HID-QAgBI2	8	300	1,0	0,9	7,6
HID-QAgBI3	12	510	1,0	0,9	11,3
HID-QAgBI4	24	1110	1,0	0,9	20,4
HID-QAgBI5	16	810	0,9	0,9	12,7
HID-QKiri1	25	1626	0,9	1,0	20,8
HID-QKiri2	24	1563	0,9	0,9	18,6
HID-QKiri3	31	1356	1,0	1,0	26,5
HID-QKiri4	30	1590	1,0	1,0	26,5
HID-QKiri5	9	360	1,0	0,9	8,1
HID-QSant1	26	1500	1,0	1,0	23,3
HID-QSoli1	21	1200	1,0	0,9	18,3
HID-QCajo1	22	1020	1,0	0,9	19,1
HID-QLore1	13	510	1,0	0,9	11,9
HID-QLore2	14	600	1,0	0,9	12,9
HID-QLore3	11	420	1,0	0,9	10,4
HID-QLore4	27	1350	1,0	1,0	24,4
HID-QLore-II	10	510	1,0	0,9	9,3
HID-RPich1	24	1590	0,9	0,9	18,1
HID-RPich2	18	690	0,9	0,9	13,7
HID-QKimp1	19	2276	0,9	0,9	13,9
HID-QKimp3	12	510	1,0	0,9	11,3
HID-Qs/n-1	10	360	1,0	0,9	9,5

8.4.2. Macrobentos

a. Composición taxonómica y riqueza

De los 23 puntos de muestreo evaluados en temporada húmeda (abril) y seca (agosto) de 2019 se registraron 106 morfoespecies de macrobentos, distribuidos en 4 phyla, 7 clases, 18 órdenes, 45 familias y 70 géneros (Tabla 8.15). En el Anexo 5 se muestra el detalle de la composición taxonómica y riqueza.

Tabla 8.15. Resumen de las categorías registradas del macrobentos en el área de influencia de la EAT Lote 107

Categoría	Total		
Phylum	4		
Clase	7		
Orden	18		
Familia	45		
Género	70		
Morfo especies	106		

En la Figra 8.40 dentro de los 18 órdenes regitsrados, el orden Dipetra fue el que registró la mayor cantidad de especies con 25 %, seguido e Coleoptera con 19 % y Trichoptera y Ephemeroptera con 14 % cada una, los demás ordenes presentaron menos del 10 % y en conjunto sumaron 29 %.

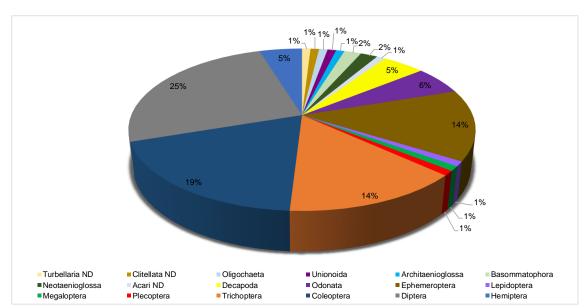


Figura 8.40. Riqueza absoluta de macrobentos según Orden en los cuerpos de agua evaluados en área de estudio

El mayor número de morfoespecies (41) se registró en el punto de muestreo HID-QKiri1 (quebrada Kirishiri) y la de menor riqueza corresponde al punto de muestreo HID-QLore1(quebrada Lorenzo) con 8 morfoespecies. A lo largo de un gradiente de elevación, los cuerpos de agua cambian de muy rápido, turbulento, frío y muy oxigenado en las partes altas, a menos turbulento y oxigenado, mayor turbidez y mayor temperatura en las partes bajas (Vannote et al., 1980; Minshall et al., 1985); variando con ello la riqueza y composición de las especies de macrobentos, por lo que en el presente estudio también se reflejan estos resultados.

En la Figura 8.41 se comparó la riqueza de morfoespecies de macrobentos con la distribución altitudinal de los puntos de muestreo evaluados considerándose 2 grupos, así tenemos que los puntos de muestreo HID-QAgBI1 y HID-QAgBI2 de la quebrada Agua Blanca conformaron el primer grupo comprendido desde los 449 m s. n. m. hasta los 279 m s. n. m.; el segundo grupo estuvo conformado por los 20 puntos de muestreo restantes de las quebrada evaluadas y del río Pichis cuyas altitudes fluctuaron desde259 m s. n. m. hasta los 227 m s. n. m.

En el primer grupo (449 – 279 m s.n.m.) en la quebrada Agua Blanca se registraron 3 morfoespecies particulares: *Byrsopteryx* sp. (Trichoptera: Hydroptilidae) en los puntos de muestreo HID-QAgBI1 y HID-QAgBI2, *Disersus* sp. (Coleoptera: Elmidae) en el punto de muestreo HID-QAgBI2 y *Stictocladius* sp. (Diptera: Chironomidae) en el punto de muestreo HID-QAgBI2; estas morfoespecies están asociadas a pequeñas cascadas y en rocas en pequeños arroyos y las larvas se alimentan eliminando diatomeas y perifiton del sustrato. Por el contrario, se encontraron morfoespecies comunes como *Macrobrachium* sp., *Baetodes* sp., *Leptohyphes* sp., *Leptonema* sp., *Smicridea* sp., *Macrelmis* sp. y 2 morfoespecies no determinadas que corresponden a las familias Ptilodactylidae y Glossosomatidae.

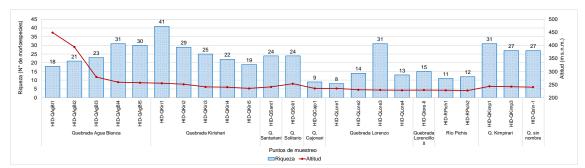


Figura 8.41. Riqueza de morfoespecies de macrobentos por punto de muestreo con relación a la distribución altitudinal

En la temporada húmeda se registraron 32 morfoespecies, distribuidos en 3 phyla: Annelida, Mollusca y Arthropoda siendo este último, el mejor representado con 30 morfoespecies (93,8 % del total); y la temporada seca estuvo compuesta de 88 morfoespecies, encontrándose adicionalmente la presencia del phylum Platyhelminthes y un mayor número de especies en los phyla Arthropoda y Mollusca, siendo Arthropoda el mejor representado con 80 especies y representa el 90,9 % del total (Figura 8.42).

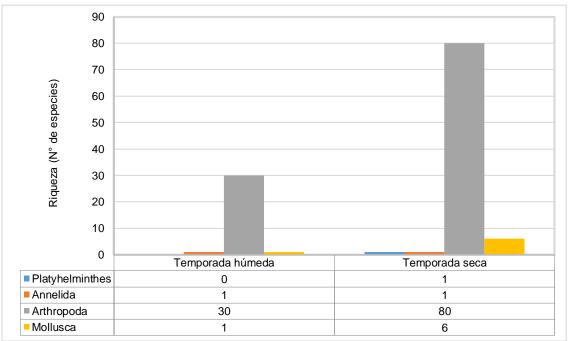


Figura 8.42. Riqueza de macrobentos a nivel Phylum en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada

En todos los puntos de muestreo de las quebradas y río evaluado estuvieron presentes los órdenes Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera y Trichoptera; mientras que los órdenes Decapoda y Plecoptera se registraron en más de 10 puntos de muestreo y los órdenes restantes aparecieron ocasionalmente en algunos puntos de muestreo relacionados con las condiciones del hábitat acuático (Figura 8.43).

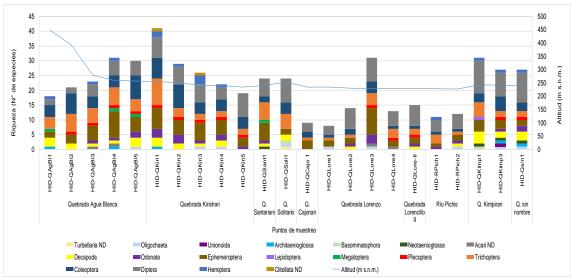


Figura 8.43. Riqueza de morfoespecies de macrobentos según Orden

En temporada húmeda la riqueza varió de 0 especies la en quebrada Lorenzo en el punto de muestreo HID-QLore1 hasta 25 especies en la quebrada Kimpirari en el punto HID-QKimp1. En los puntos de muestreo HID-QSant-1 (quebrada Santariani) y HID-QLore-II (quebrada Lorencillo-II) se registró una sola especie, en el primer punto la especie *Callibaetis* sp. y en el otro una especie no identificada que corresponde a la familia Chironomidae. Por

otro lado, en la temporada seca la mayor riqueza se registró en el punto de muestreo HID-QKiri1 (quebrada Kirishari) con 35 morfoespecies y la menor riqueza en la quebrada CAjorani en el punto de muestreo HID-QCajo (Figura 8.44).

Respecto a la temporalidad de colecta, es evidente que la riqueza fue mayor en la temporada seca en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto en el punto de muestreo HID-QCajo1 que registró, 5 morfoespecies en ambas temporadas, que podría estar asociado al tipo de sustrato registrado arenoso lo cual dificulta el asentamiento de algunos grupos de macrobentos. En cuanto a los demás puntos de muestreo, la poca riqueza en la temporada húmeda podría relacionarse a los eventos de lluvia que por la fuerza del caudal pudieron ser arrastrados.

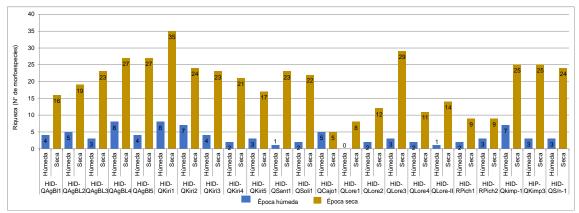


Figura 8.44. Riqueza de morfoespecies de macrobentos en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis en la temporada húmeda (abril 2019) en abril y agosto de 2019

La distribución y composición de los macroinvertebrados acuáticos está en función de la estacionalidad; al parecer ante estos cambios estacionales, los organismos evolucionaron en diversas estrategias de vida para poder afrontarlos de la mejor manera (Ortiz, 2012).

En la temporada húmeda se observó que en el punto HID-QAgBI1 ubicado en la parte alta de la quebrada Agua Blanca tiene la presencia de los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera y Decapoda considerados como grupos sensibles y facultativos. A lo largo del trancurso de la quebrada Agua Blanca en los puntos de muestreo HID-QAgBI2, HID-QAgBI3, HID-QAgBI4 y HID-QAgBI5 se registró los órdenes Plecoptera, Diptera, Coleóptera, Megaloptera, Odonata y Architaenioglossa.

El primer punto de muestreo evaluado en la quebrada Kirishari (HID-QKiri1) fue el que aportó la mayor composición de taxones que podría estar asociado al aporte de nutrientes de la parte terrestre y el tipo de sustrato registrado «canto rodado» que favorece el asentamiento de estos grupos de macrobentos; sin embargo, en los puntos de muestreo evaluados en el río Pichis (HID-RPich1 y HID-RPich2) se registraron solo 3 órdenes, esta poca representatividad podría estar asociada a los eventos de lluvia que ocurrieron los días previos a la colecta de muestra, donde se evidenció el arrastre de los posibles sustratos (hojarasca y canto rodado) para el asentamiento de estos organismos.

En el punto de muestreo HID-QKimp1 aguas arriba del campamento Kimpirari se observó la presencia de los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera y Decapoda y aguas debajo del campamento solo están presentes los órdenes Coleptera, Decapoda y Architaenioglossa, de los cuales se conoce que son tolerantes a los cambios en el ambiente (Figura 8.45).

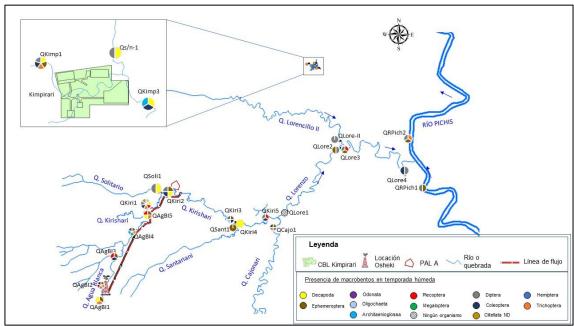


Figura 8.45. Presencia de macrobentos a nivel de orden en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis en la temporada húmeda (abril 2019)

En la temporada seca, se observó un incremento de 6 órdenes con respecto a la temporada húmeda. A lo largo del trancurso de la quebrada Agua Blanca en los puntos HID-QAgBI2, HID-QAgBI3, HID-QAgBI4 y HID-QAgBI5; quebrada Kirishiari (HID-QKiri1, HID-QKiri2, HID-QKiri3, HID-QKiri4 y HID-QKiri5,) y quebrada Lorenzo (HID-QLore1, HID-QLore2, HID-QLore3 y HID-QLore4) se evidenció una gran diversidad de taxones que llegan hasta el río Pichis en el punto de muestreo HID-Pich1. Asimismo, todas las quebradas aportantes, también contribuyeron en la riqueza de taxones, el punto de muestreo HID-QCajo1 solo aportó 3 órdenes: Ephemeroptera, Coleóptera y Diptera, que estaría asociado a los habitats registrados en este punto de muestreo como el sustrato de roca madre.

En el punto de muestreo HID-QKimp1 aguas arriba del campamento Kimpirari se observó la presencia de los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera, Diptera, Coleoptera y Decapoda y aguas debajo del campamento se incrementaron órdenes conocidos como tolerantes a los cambios en el ambiente como Plecopera, Architaenioglossa y Unionoida, entre otros (Figura 8.48).

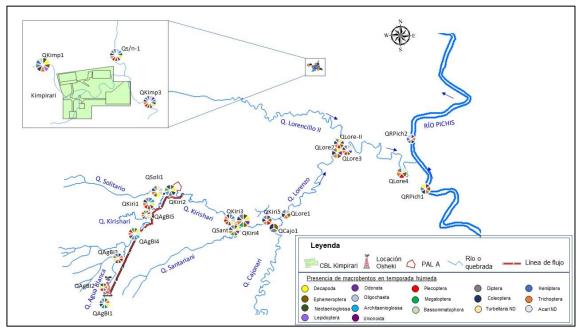


Figura 8.46. Presencia de macrobentos en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis evaluados en la temporada seca (agosto 2019)

En la Figura 8.47 se muestra la riqueza de morfoespecies de acuerdo con la temporalidad. En la temporada húmeda en los puntos de muestreo HID-QAgBI1, HID-QAgBI2, HID-QAgBI3, HID-QAgBI4 y HID-QAgBI5 ubicados en la quebrada Agua Blanca predominó el orden Ephemeroptera con 6 especies: *Callibaetis* sp., *Andesiops* sp., *Baetodes* sp., *Leptohyphes* sp., *Thraulodes* sp. y *Traverella* sp. En el transcurso de la quebrada en los puntos HID-QKiri1, HID-QKiri2 y HID-QKiri5 ubicados en la quebrada Kirishari predominó el orden Diptera, registrándose 3 especies de la familia Chironomidae, 1 especie de la familia Simulidae y Tipula sp. Asimismo, en la quebrada Lorenzo y río Pichis también se encuentran los órdenes Diptera, Ephemeroptera, Coleoptera y Plecoptera.

En la temporada seca el orden Trichoptera estuvo presente en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto en el punto HID-QCajo1 donde estuvieron presentes los órdenes Ephemeroptera con 2 especies *Leptohyphes* sp. y *Terpides* sp. y, Diptera con 2 especies no determinadas que corresponden a la familia Chironomidae. El orden Coleoptera también estuvo presente en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto en el punto de muestreo HID-QLore4 donde se registraron los órdenes Diptera, Coleoptera, Plecoptera y Ephemeroptera. Por otro lado, el orden Diptera estuvo presente en todos los puntos de muestreo evaluados.

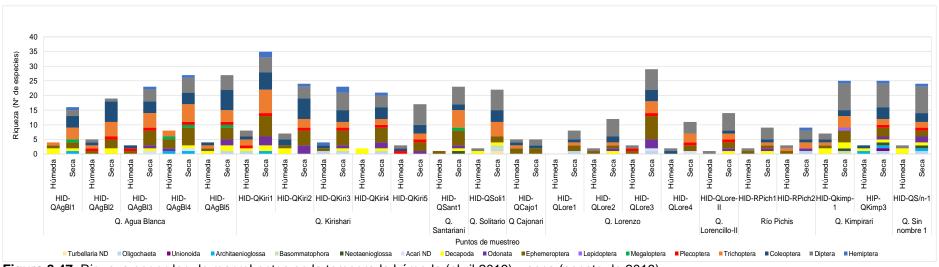


Figura 8.47. Riqueza por orden de macrobentos en la temporada húmeda (abril 2019) y seca (agosto de 2019)

b. Abundancia

La abundancia total de macrobentos fue de 3336 organismos/0,27 m² que corresponden a los órdenes Diptera (851 organismos/0,27 m²; 26%), Ephemeroptera (735 organismos/0,27 m²; 22%), Trichoptera (683 organismos/0,27 m²; 20%), Coleoptera (506 organismos/0,27 m²; 15%), Decapoda (213 organismos/0,27 m²; 6%), Plecoptera y Odonata con 3 % y; 106 y 88 organismos/0,27 m². Ver Figura 8.48.

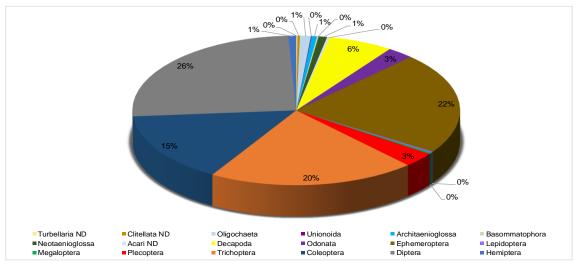


Figura 8.48. Abundancia relativa de macrobentos según Orden en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada

El punto de muestreo con mayor densidad fue HID-QKimp1, con 554 organismos; mientras la de menor número de organismos fue HID-QLore1 con 17 organismos.

Al igual que la riqueza, los órdenes Trichoptera, Diptera, Coleoptera y Ephemeropra son los más frecuentes en todos los puntos de muestreo. En los puntos correspondientes a la quebrada Agua Blanca (QAgBI), se observó que al ir descendiendo altitudinalmente ocurrió un incremento en la abundancia de macrobentos, de 87 organismos en el punto de muestreo HID-QAgBI1 a 264 organismos en el punto de muestreo HID-QAgBI5, situación similar a lo mostrado con la riqueza de especies (Figura 8.49).

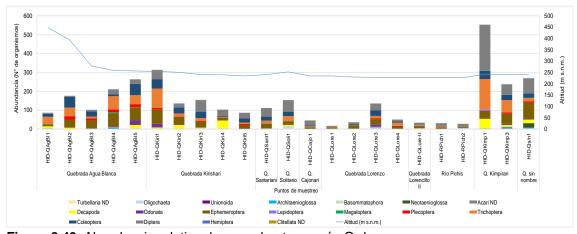


Figura 8.49. Abundancia relativa de macrobentos según Orden

En temporada húmeda la abundancia varió de 0 especies en el punto de muestreo HID-QLore1 hasta 78 organismos /0,27 m² en el punto de muestreo HID-QKimp1. En los puntos

de muestreo HID-QSant-1 y HID-QLore-II se registró poca abundancia menor a 10 organismos/0,27 m². Por otro lado, en la temporada seca la mayor abundancia también se registró en el punto de muestreo HID-QKimp1 con 476 organismos/0,27 m² y la menor abundancia en el punto de muestreo HID-RPich1 con 13 organismos/0,27 m² (Figura 8.50).

En la mayoría de los puntos de muestreo se evidenció una marcada diferencia de organismos registrados en la temporada húmeda y seca; sin embargo, en los puntos de muestreo HID-QLore1, HID-QLore2, HID-QLore4, HID-QLore-II, HID-RPich1 y HID-RPich2 la abundancia fue similar lo que podría estar relacionado al tipo de sustrato registrado en estos puntos de muestque estuvo conformado principalmente por arena.

De acuerdo con el orden, Diptera fue el que presentó la mayor abundancia (851 organismos/0,27 m²), seguido por el orden Ephemeroptera (735 organismos/0,27 m²), Trichoptera (683 organismos/0,27 m²) y Coleoptera (506 organismos/0,27 m²) que representan el 83,2 % del total. Además, en el punto de muestreo HID-QKimp1 (aguas arriba del campamento Kimpirari) se observó una mayor abundancia de los órdenes Diptera (233 organismos/0,27 m²) y Trichoptera (156 organismos/0,27 m²) con respecto al punto HID-QKimp3 (aguas abajo del campamento base logístico Kimpirari), Figura 8.50.

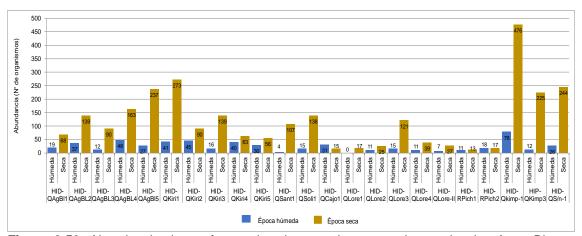


Figura 8.50. Abundancia de morfoespecies de macrobentos en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSoI), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis por punto de muestreo la temporada húmeda (abril de 2019) y seca (agosto de 2019)

En la Figura 8.51 se muestra la densidad de morfoespecies de acuerdo con la temporalidad. En la temporada húmeda dominaron los órdenes Ephemeroptera y Diptera con 17 organismos/0,27 m² cada uno. En la quebrada Kirishari dominó la especie *Macrobrachium amazonicum* que está asociada a pequeñas quebradas y con alguna vegetación acuática.

En la temporada seca los órdenes Diptera y Ephemeroptera dominaron con 730 organismos/0,27 m² y 646 organismos/0,27 m², respectivamente; y estuvieron presentes en la mayoría de los puntos de muestreo, excepto en el punto de muestreo HID-QCajo1 y HID-QLore-II, Figura 8.51.

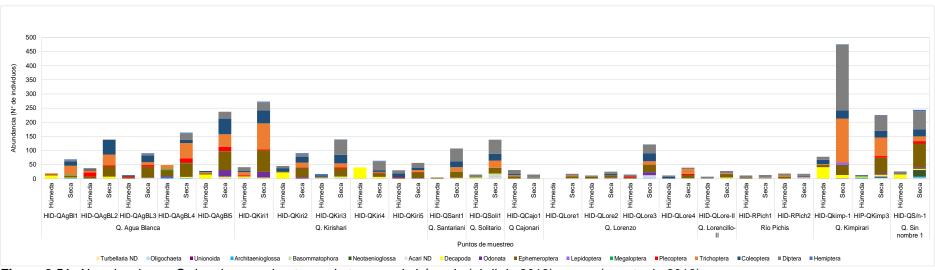


Figura 8.51. Abundancia por Orden de macrobentos en la temporada húmeda (abril de 2019) y seca (agosto de 2019)

c. Diversidad alfa

Según los índices de diversidad analizados, el mayor valor de diversidad verdadera según los números de Hill (N1) fue en el punto HID-QKiri1 (temporada seca) con 20,64 especies efectivas y fue menor en temporada húmeda en los puntos HID-QSant1, HID-QLore1 y HID-QLore-II; con 1 especie efectiva.

Respecto a la dominancia de Simpson (D), el punto HID-QLore3 (temporada seca) presentó el máximo valor de 0,94, debido a la dominancia de una sola especie, mientras que en el punto HID-Kiri4 (temporada húmeda) registró el valor de 0,30 este valor nos indicó que no hay especie predominante en la muestra. Estos datos fueron inversos a los obtenidos en el índice de equidad de Pielou (J'), donde se registró valores de 1,0 en el punto HID-QKimp3; es decir, la comunidad de macrobentos es más homogénea en este punto de muestreo. ver Tabla 8.16.

Tabla 8.16. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en la zona de evaluación

zona de evaluaci			Índ	lices de Diversidad	
Cuerpo de agua	Puntos de muestreo	temporada	Índice de Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (D)	Diversidad verdadera (N1)
	HID-QAgBI1	Húmeda	0,98	0,77	3,87
	TIID-QAGBIT	Seca	0,89	0,90	11,71
	HID-QAgBL2	Húmeda	0,92	0,76	4,38
	TIID-QAGBLZ	Seca	0,88	0,92	13,38
Q. Agua Blanca	HID-QAgBL3	Húmeda	1,00	0,73	3,00
Q. Ayua Bianca	TIID-QAGBL3	Seca	0,87	0,92	15,27
	HID-QAgBL4	Húmeda	0,97	0,87	7,45
	HID-QAGBL4	Seca	0,89	0,94	18,51
	HID-QAgBI5	Húmeda	0,85	0,65	3,24
	пір-QАувіз	Seca	0,86	0,92	16,98
	HID-QKiri1	Húmeda	0,98	0,89	7,70
	HID-QKIIII	Seca	·		20,64
	HID-QKiri2	Húmeda	0,93	0,83	6,08
	HID-QKIIIZ	Seca	0,92	0,94	18,41
Q. Kirishari	HID-QKiri3	Húmeda	1,00	0,80	4,00
Q. Kilistiali		Seca	0,90	0,93	16,59
	HID-QKiri4	Húmeda	0,67	0,30	1,59
	HID-QKIII4	Seca	0,84	0,90	12,77
	HID-QKiri5	Húmeda	0,89	0,62	2,67
	HID-QKIIIS	Seca	0,93	0,93	13,96
O Contorioni	LID Occupts	Húmeda	***	0,00	1,00
Q. Santariani	HID-QSant1	Seca	0,87	0,92	15,32
Q. Solitario	HID-QSoli1	Húmeda	0,84	0,42	1,79
Q. Solitano	HID-Q30III	Seca	0,90	0,92	16,19
O Cajanari	HID-QCajo1	Húmeda	0,87	0,72	4,09
Q Cajonari	HID-QCaj01	Seca	0,76	0,68	3,42
	LID OI oro1	Húmeda	***	***	****
	HID-QLore1	Seca	0,84	0,82	5,79
	HID-QLore2	Húmeda	0,95	0,51	1,93
Q. Lorenzo	HID-QL0162	Seca	0,87	0,88	8,72
	HID-QLore3	Húmeda	0,97	0,69	2,89
	HID-QLote3	Seca 0,89 0,94		0,94	20,17
	HID-QLore4	Húmeda	0,95	0,51	1,93

			Índ	lices de Diversidad		
Cuerpo de agua	Puntos de muestreo	temporada	Índice de Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (D)	Diversidad verdadera (N1)	
		Seca	0,80	0,82	6,82	
Q. Lorencillo-II	LID OL oro II	Húmeda	***	***	***	
Q. Lorendiio-ii	Lorencillo-II HID-QLore-II		0,88	0,90	10,27	
	HID-RPich1	Húmeda	0,95	0,51	1,93	
Río Pichis	HID-REICHT	Seca	0,89	0,87	7,00	
KIO FICIIIS	HID-RPich2	Húmeda	0,97	0,69	2,91	
	HID-RFICIIZ	Seca	0,90	0,89	7,29	
	HID-Qkimp-1	Húmeda	0,90	0,81	5,79	
Q. Kimpirari	HID-QKIIIP-1	Seca	0,69	0,82	9,15	
Q. Kimpiran	LID Okimpa	Húmeda	1,00	0,73	3,00	
	HIP-QKimp3	Seca	0,80	0,88	13,33	
Q. Sin nombre 1	HID-QS/n-1	Húmeda	0,92	0,64	2,76	
Q. SIII HOMbre 1	LID-02/II-1	Seca	0,80	0,89	12,89	

d. Estructura comunitaria

De las 105 morfoespecies identificadas, las especies Smicridea sp., especie no identificada de la sub familia Tanytarsinii, *Thraulodes* sp., *Farrodes* sp., *Microcylloepus* sp., *Americabaetis* sp. *Onconeura* sp., *Anacroneuria* sp., *Macrobrachium amazonicum* y *Helicopsyche* sp. tuvieron la abundancia mayor a 100 organismos y dominaron la estructura registrándose un 49,8 % que evidencia la mayor abundancia de los órdenes Trichoptera, Decapoda, Plecoptera, Diptera, Ephemeroptera y Coleoptera basa principamente por la presencia de *Smicridea* sp. (Figura 8.52).

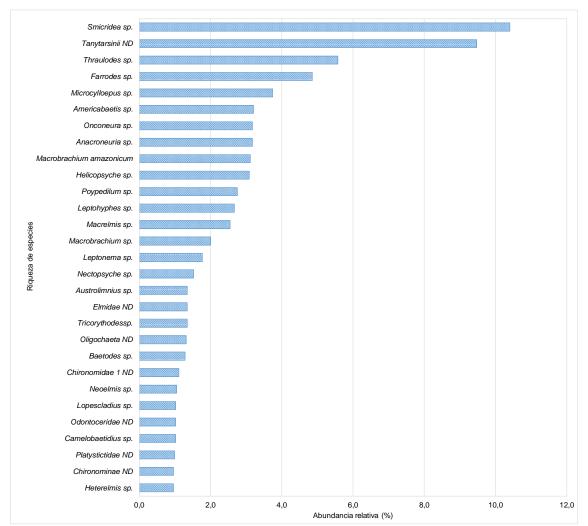


Figura 8.52. Porcentaje de las principales morfoespecies en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada

e. Índice biótico BMWP/Col

En la Tabla 8.17 se presenta los resultados de la calidad biológica del ecosistema acuático, determinada referencialmente a partir del índice *Biological Monitoring Working Party* adaptado para Colombia (BMWP/Col). La calidad registrada en los puntos de muestreo evaluados vario desde crítica hasta buena. En 4 puntos de muestreo se registró una calidad buena: HID-QAgBL4, HID-QKiri1, HID-QKiri2 y HID-QSant1 con valores de 114, 127, 102 y 109; mientras que, críticas en los puntos de muestreo HID-QCajo1 y HID-RPich2 con valores de 31 y 48, respectivamente (Anexo 2).

Tabla 8.17. Resultado del índice biótico BMWP/Col en los puntos de muestreo de la zona evaluada

Cuarna da agua	Punto de			BMWF	P/Col	
Cuerpo de agua	muestreo	Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
	HID-QAgBI1	II	Aceptable	97	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Quebrada Agua Blanca	HID-QAgBL2	=	Aceptable	91	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
	HID-QAgBL3	II	Aceptable	99	Aguas ligeramente contaminadas	Verde

Cuerno de escu	Punto de		P/Col			
Cuerpo de agua	muestreo	Clase	Calidad	Valor	Significado	Color
	HID-QAgBL4	I	Buena	114	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
	HID-QAgBI5	II	Aceptable	98	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
	HID-QKiri1	I	Buena	127	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	
Quebrada Kirishari	HID-QKiri2	I	Buena	102	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
	HID-QKiri3	II	Aceptable	89	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
	HID-QKiri4	II	Aceptable	79	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
	HID-QKiri5	II	Aceptable	70	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Quebrada Santariani	HID-QSant1	I	Buena	109	Aguas muy limpias. Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible	Azul
Quebrada Solitario	HID-QSoli1	II	Aceptable	63	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Quebrada Cajonari	HID-QCajo1	IV	Crítica	31	Aguas muy contaminadas	Naranja
	HID-QLore1	III	Dudosa	38	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
Quebrada Lorenzo	HID-QLore2	III	Dudosa	57	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
	HID-QLore3	II	Aceptable	100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Quebrada Lorenzo	HID-QLore4	III	Dudosa	57	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
Quebrada Lorencillo-II	HID-QLore-II	II	Aceptable	66	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Río Pichis	HID-RPich1	III	Dudosa	48	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
	HID-RPich2	IV	Crítica	48	Aguas muy contaminadas	Naranja
Quebrada	HID-Qkimp-1	II	Aceptable	74	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Kimpirari	HIP-QKimp3	II	Aceptable	84	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
Quebrada Sin nombre 1	HID-QS/n-1	II	Aceptable	98	Aguas ligeramente contaminadas	Verde

8.4.3. Peces

a. Composición, riqueza y abundancia

De los 23 puntos de muestreo de peces correspondiente a 2 temporadas hidrológicas (húmeda y seca), se colectaron en total 2622 individuos distribuidos en 77 especies, 22 familias y 7 órdenes. El orden Characiformes fue el más diverso con 39 especies (51 %), seguido por Siluriformes (30 especies, 39 %), Cichliformes (3 especies, 4 %), Gymnotiformes (2 especies, 3 %), Cyprinodontiformes (1 especie, 1%), Beloniformes (1 especie, 1 %) y Perciformes (1 especie, 1 %).

Los Characiformes, Siluriformes y Gymnotiformes (Figura 8.55) conforman el 93 % del número total de especies registradas, estos grupos corresponden al superorden Ostariophysi, característicos por ser diversos y ser más representativos en los ambientes tropicales (Dagosta y De Pinna, 2019).

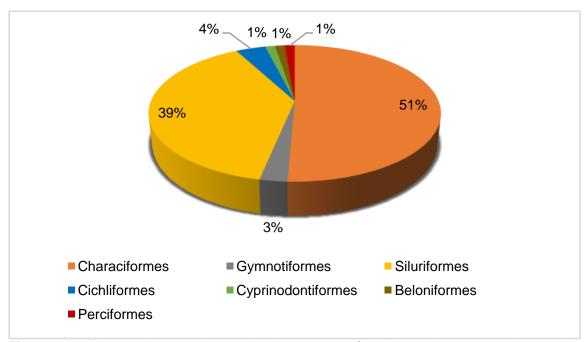


Figura 8.53. Riqueza absoluta de especies de peces según orden en los cuerpos de agua de área de estudio evaluada

Los puntos con el mayor número de especies (25) fueron HID-QAgBI5, HID-QKiri3 y HID-QKimp1; y las de menor riqueza corresponden a 2 puntos ubicados a mayor altitud: HID-QAgBI1 (449 m s.n.m.) y HID-QAgBI2 (394 m s.n.m.), con 5 y 3 especies respectivamente, ver Figura 8.54.

A lo largo de un gradiente de elevación, los cuerpos de agua cambian de muy rápido, turbulento, frío y muy oxigenado en las partes altas, a menos turbulento y oxigenado, más turbio y más cálido en las partes bajas (Vannote *et al.*, 1980; Minshall *et al.*, 1985); variando con ello la riqueza y composición de las especies de peces, por lo que en el presente estudio también se reflejan estos resultados.

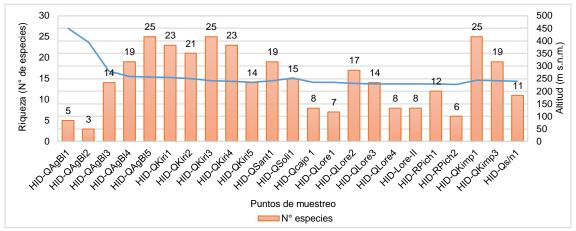


Figura 8.54. Número de especies con relación al gradiente altitudinal aumentar el tamaño de letra de las especies en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis

La disminución de la riqueza de especies con el incremento altitudinal se evidenció claramente en el tramo correspondiente a la quebrada Agua Blanca, desde el punto de muestreo HID-QAgBI1 con altitud de 449 m s. n. m. y 5 especies al punto de muestreo HID-QAgBI5 con altitudde 257 m s. n. m. y 25 especies (Figura 8.55).

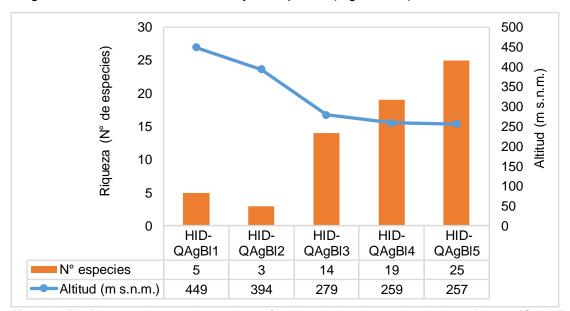


Figura 8.55. Riqueza de especies y elevación altitudinal en la quebrada Agua Blanca (QAgBI)

En la mayoría de los puntos de muestreo el orden Characiformes (peces con escamas) con la familia Characidae fue el más representativo, seguido por los peces Siluriformes (peces con bigotes) con la familia Loricariidae, mientras los demás órdenes y familias fueron menos representados (Figura 8.56A y 8.56B).

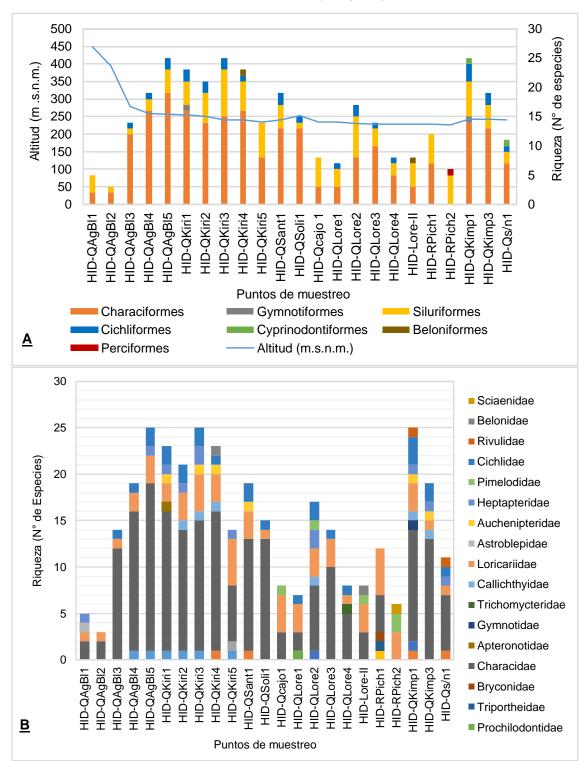


Figura 8.56. Riqueza de especies de peces en los puntos de muestreo de las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis: A. Por orden B. Por familias

Respecto a la temporalidad de colecta, en general el mayor número de especies fue registrado en la temporada seca (Figura 8.57). Esta mayor riqueza suele relacionarse a las

variaciones en la estructura del hábitat y a que el menor volumen de agua puede garantizar una mayor eficiencia en la colecta (Espírito-Santo *et al.*, 2009; Prudente *et al.*, 2017).

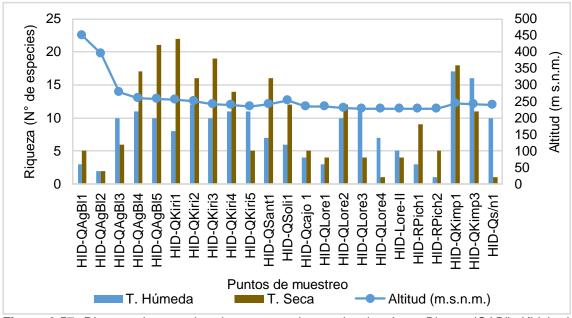


Figura 8.57. Riqueza de especies de peces en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis ,en abril y agosto 2019

La abundancia total entre ambas temporadas fue de 2622 organismos (Figura 8.58 y anexos 5 y 12) pertenecientes a los órdenes Characiformes (2265 organismos; 86 %), Siluriformes (283 organismos; 10,5 %), Cichliformes (64 organismos; 2,8 %), Cyprinodontiformes (4 organismos), Beloniformes (3 organismos), Gymnotiformes (2 organismos) y Perciformes (1 organismo).

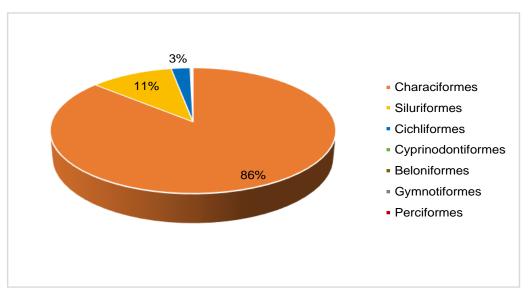


Figura 8.58. Abundancia relativa de la comunidad de peces según orden en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada

El punto de muestreo con mayor densidad fue HID-QKiri1, con 427 individuos; mientras que, la menor densidad se registró en el punto de muestreo HID-RPich2 con 8 individuos (Figura 8.59).

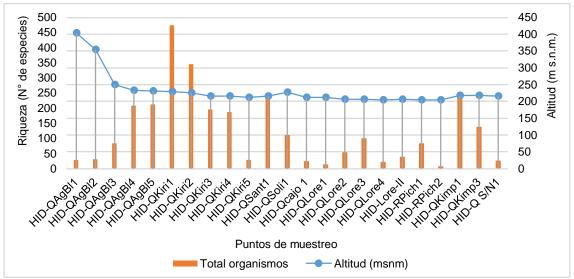


Figura 8.59. Abundancia total de individuos de peces en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis con relación a la elevación altitudinal en abril y agosto 2019

En los puntos de muestreo correspondientes a la quebrada Agua Blanca se observó que al ir descendiendo altitudinalmente ocurrió un incremento en la abundancia de peces, de 27 individuos en la estación HID-QAgBI1 a 192 individuos en la estación HID-QAgBI5, situación similar a la mostrada con la riqueza de especies (Figura 8.60).

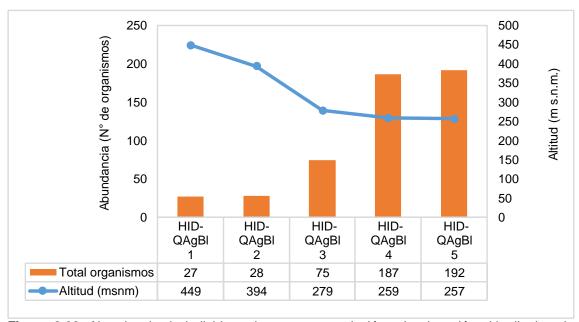


Figura 8.60. Abundancia de individuos de peces con relación a la elevación altitudinal en la quebrada Agua Blanca

SSIM: Subdirección de Sitios



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

En la mayoría de los puntos de muestreo se evidenció la dominancia del orden Characiformes sobre los demás grupos. Cabe indicar que la mayor colecta de peces fue en la estación HID-QKiri1, debido a las características del punto de muestreo como un ambiente favorable para la pesca (mayor volumen de agua, diversificación de microhábitats: con más remansos y corridas, y un sustrato favorable para la ejecución de la pesca de arrastre a orilla).

Dentro del grupo de peces Characiformes (peces con escamas), la familia Characidae fue la más abundante con 2241 organismos, siendo el punto de muestreo HID-QKiri1 donde se registró la mayor densidad para este grupo, con 394 individuos. Dentro del grupo de los peces Siluriformes (peces con bigotes), la familia Loricariidae fue la más abundante con 223 individuos, siendo el punto de muestreo HID-QKiri2 el de mayor abundancia para este grupo, con 64 individuos. Estos resultados obtenidos coinciden con numerosos estudios realizados en la Amazonia, con estos 2 grandes órdenes de mayor presencia (Figuras 8.61A y 8.61B).

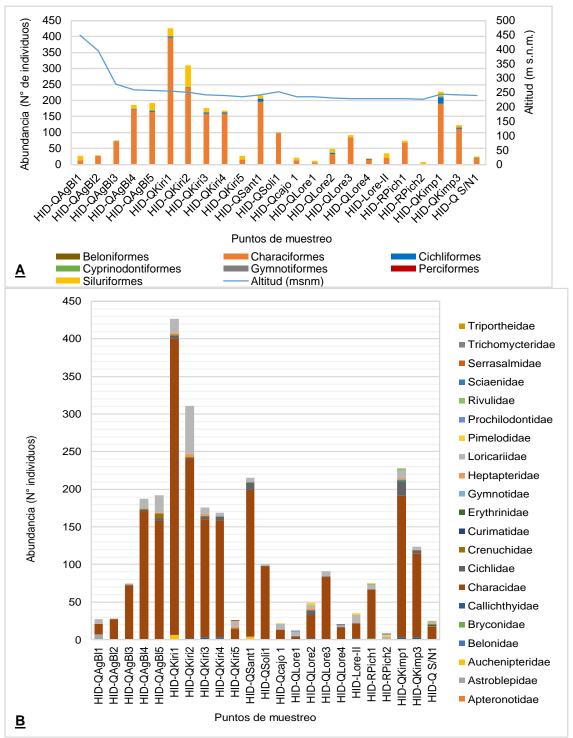


Figura 8.61. Abundancia de peces en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis. A. Según orden B. Según familia

b. Estructura comunitaria e importancia

De las 77 especies identificadas en ambas temporadas, la mayoría pertenece al orden Characiformes, siendo los pequeños carácidos de los géneros *Bryconamericus*, *Ceratobranchia* y *Knodus* los más abundantes (número de individuos > 100). En la temporada húmeda (abril

2019), la especie *Knodus hypopterus* «mojarrita» fue la más abundante (con 172 individuos, 17,605 %); mientras que, en la temporada seca (agosto 2019) la especie *Ceratobranchia obtusirostris* «mojarrita» fue la dominante (con 346 individuos, 21,033 %). Además, es importante destacar la abundancia del pez loricárido *Rineloricaria* sp. «shitari» en temporada seca, posible especie nueva para esta localidad, ya que sus caracteres diagnosis no coinciden con las actuales especies de *Rineloricaria* descritas para Perú (Tablas 8.18 y 8.19).

Tabla 8.18. Abundancia relativa de ictiofauna identificada en la zona de estudio en temporada húmeda y seca

	eda y seca T	. Húmeda				T. Seca		
N°	Orden	Especie	Total	A.R.	Orden	Especie	Total	A.R.
1	Characiformes	Characidium sterbai	5	0,51	Characiformes	Characidium sterbai	6	0,36
2	Characiformes	Steindachnerina guentheri	1	0,10	Characiformes	Characidium sp.	1	0,06
3	Characiformes	Brycon hilarii	1	0,10	Characiformes	Steindachnerina guentheri	1	0,06
4	Characiformes	Hoplias malabaricus	4	0,41	Characiformes	Leporellus vittatus	1	0,06
5	Characiformes	Prochilodus nigricans	1	0,10	Characiformes	Engraulisoma taeniatum	1	0,06
6	Characiformes	Serrasalmus rhombeus	1	0,10	Characiformes	Hoplias malabaricus	1	0,06
7	Characiformes	Astyanax bimaculatus	9	0,92	Characiformes	Astyanax bimaculatus	2	0,12
8	Characiformes	Attonitus irisae	3	0,31	Characiformes	Attonitus irisae	6	0,36
9	Characiformes	Bryconamericus sp.	108	11,05	Characiformes	Brachychalcinus nummus	14	0,85
10	Characiformes	Ceratobranchia obtusirostris	172	17,60	Characiformes	Bryconacidnus sp.	1	0,06
11	Characiformes	Charax tectifer	2	0,20	Characiformes	Bryconamericus sp.	190	11,55
12	Characiformes	Chrysobrycon myersi	17	1,74	Characiformes	Ceratobranchia obtusirostris	346	21,03
13	Characiformes	Gephyrocharax sp.	14	1,43	Characiformes	Charax tectifer	4	0,24
14	Characiformes	Creagrutus changae	50	5,12	Characiformes	Chrysobrycon myersi	31	1,88
15	Characiformes	Creagrutus peruanus	8	0,82	Characiformes	Creagrutus changae	39	2,37
16	Characiformes	Leptagoniates steindachneri	1	0,10	Characiformes	Creagrutus peruanus	12	0,73
17	Characiformes	Hemibrycon jelskii	4	0,41	Characiformes	Creagrutus pila	20	1,22
18	Characiformes	Hemigrammus sp.	5	0,51	Characiformes	Gephyrocharax sp.	10	0,61
19	Characiformes	Hemigrammus aff. megaceps	4	0,41	Characiformes	Hemibrycon jelskii	3	0,18
20	Characiformes	Knodus sp.	23	2,35	Characiformes	Hemigrammus sp.	5	0,30
21	Characiformes	Knodus hypopterus	196	20,06	Characiformes	Hemigrammus aff. megaceps	3	0,18
22	Characiformes	Knodus pasco	22	2,25	Characiformes	Hyphessobrycon sp.	36	2,19
23	Characiformes	Knodus savannensis	33	3,38	Characiformes	Knodus sp.	207	12,58
24	Characiformes	Knodus smithi	104	10,64	Characiformes	Knodus hypopterus	106	6,44
25	Characiformes	Moenkhausia intermedia	15	1,54	Characiformes	Knodus pasco	45	2,74
26	Characiformes	Moenkhausia simulata	1	0,10	Characiformes	Knodus savannensis	24	1,46
27	Characiformes	Odontostilbe euspilurus	7	0,72	Characiformes	Knodus smithi	150	9,12
28	Characiformes	Paragoniates alburnus	7	0,72	Characiformes	Leptagoniates steindachneri	2	0,12
29	Characiformes	Phenacogaster pectinatus	3	0,31	Characiformes	Moenkhausia simulata	43	2,61
30	Characiformes	Poptella compressa	6	0,61	Characiformes	Odontostilbe euspilurus	22	1,34
31	Characiformes	Scopaeocharax sp.	16	1,64	Characiformes	Paragoniates alburnus	3	0,18
32	Characiformes	Tyttocharax sp.	36	3,68	Characiformes	Scopaeocharax sp.	5	0,30
33	Siluriformes	Plectrochilus diabolicus	1	0,10	Characiformes	Tyttocharax sp.	46	2,80
34	Siluriformes	Cetopsorhamdia sp.	2	0,20	Siluriformes	Imparfinis pseudonemacheir	3	0,18
35	Siluriformes	Imparfinis pseudonemacheir	9	0,92	Siluriformes	Rhamdia quelen	2	0,12
36	Siluriformes	Rhamdia quelen	1	0,10	Siluriformes	Pimelodella sp.	1	0,06
37	Siluriformes	Pimelodella sp.	1	0,10	Siluriformes	Centromochlus perugiae	11	0,67
38	Siluriformes	Centromochlus perugiae	2	0,20	Siluriformes	Astroblepus sp.	5	0,30
39	Siluriformes	Astroblepus sp.	2	0,20	Siluriformes	Platysilurus mucosus	1	0,06
40	Siluriformes	Pimelodus blochii	8	0,82	Siluriformes	Callichthys callichthys	2	0,12
41	Siluriformes	Corydoras sp.	2	0,20	Siluriformes	Corydoras aff. aeneus	7	0,43
42	Siluriformes	Ancistrus sp.	11	1,13	Siluriformes	Ancistrus sp.	30	1,82

	Т	. Húmeda				T. Seca	_	
N°	Orden	Especie	Total	A.R.	Orden	Especie	Total	A.R.
44	Siluriformes	Chaetostoma sp.	1	0,10	Siluriformes	Farlowella nattereri	6	0,36
45	Siluriformes	Chaetostoma lineopunctatum	6	0,61	Siluriformes	Hypostomus pyrineusi	2	0,12
46	Siluriformes	uriformes Farlowella sp. 4 0,41 Siluriformes Lamontichthys stibaros		Lamontichthys stibaros	2	0,12		
47	Siluriformes	Hypostomus sp.	2	0,20	Siluriformes	Lasiancistrus sp.	1	0,06
48	Siluriformes	Hypostomus ericius	1	0,10	Siluriformes	Limatulichthys griseus	2	0,12
49	Siluriformes	Hypostomus pyrineusi	2	0,20	Siluriformes	Loricaria sp.	8	0,49
50	Siluriformes	Loricaria sp.	2	0,20	Siluriformes	Loricaria clavipinna	1	0,06
51	Siluriformes	Loricaria clavipinna	3	0,31	Siluriformes	Spatuloricaria evansii	2	0,12
52	Siluriformes	Sturisoma sp.	14	1,43	Siluriformes	Panaque sp.	1	0,06
53	Gymnotiformes	Gymnotus sp.	1	0,10	Siluriformes	Rineloricaria sp.	102	6,20
54	Beloniformes	Pseudotylosurus angusticeps	3	0,31	Siluriformes	Sturisoma sp.	8	0,49
55	Cichliformes	Aequidens tetramerus	6	0,61	Gymnotiformes	Apteronotus albifrons	1	0,06
56	Cichliformes	Bujurquina hophrys	4	0,41	Perciformes	Pachyurus schomburgkii	1	0,06
57	Cichliformes	Crenicichla sedentaria	5	0,51	Cichliformes	Aequidens tetramerus	13	0,79
	-				Cichliformes	Bujurquina hophrys	26	1,58
					Cichliformes	Crenicichla sedentaria	10	0,61
	Cyprinodontiformes Anablepsoides sp.		4	0,24				

A.R.: Abundancia relativa

: Especies con abundancia > 100 individuos.

En la Tabla 8.19 se observa que la mayoría de las especies de peces de la Amazonía tiene algún tipo de uso actual o potencial uso, principalmente como alimento y potencial aprovechamiento en acuarismo (uso ornamental), aunque también los peces de pequeño y mediano porte pueden ser usados como carnada (empate) para la captura de peces de mayores tamaños usando líneas o anzuelos.

El 100 % de las especies identificadas en los sitios de muestreo corresponden a peces nativos amazónicos, 5 de las cuales son especies migratorias de mediana distancia. Además, la especie *Knodus pasco* «mojarrita», también es una especie endémica de esta cuenca, y posiblemente la especie *Rineloricaria* sp. también lo sea.

Tabla 8.19. Ictiofauna total identificada en los puntos evaluados, carácter y principales usos

		Clasificación Taxonóm	ica	N	A.R.		Car	ácte	r	Uso
N.°	Orden	Familia	Especie	IN	Ą.	N	ı	Е	М	USU
1	Characiformes	Crenuchidae	Characidium sterbai	11	0,42	х				Ornamental
2	Characiformes	Crenuchidae	Characidium sp.	1	0,04	х				Ornamental
3	Characiformes	Curimatidae	Steindachnerina guentheri	2	0,08	х				No conocido
4	Characiformes	Bryconidae	Brycon hilarii	1	0,04	х			х	Alimento
5	Characiformes	Anostomidae	Leporellus vittatus	1	0,04	х			х	Ornamental/Alimento
6	Characiformes	Triportheidae	Engraulisoma taeniatum	1	0,04	х				No conocido
7	Characiformes	Erythrinidae	Hoplias malabaricus	5	0,19	х				Alimento/Ornamental
8	Characiformes	Prochilodontidae	Prochilodus nigricans	1	0,04	х			х	Alimento
9	Characiformes	Serrasalmidae	Serrasalmus rhombeus	1	0,04	х				Alimento/Ornamental
10	Characiformes	Characidae	Astyanax bimaculatus	11	0,42	х				Alimento/Ornamental
11	Characiformes	Characidae	Attonitus irisae	9	0,34	х				No conocido
12	Characiformes	Characidae	Brachychalcinus nummus	14	0,53	х				Ornamental
13	Characiformes	Characidae	Bryconacidnus sp.	1	0,04	х				No conocido
14	Characiformes	Characidae	Bryconamericus sp.	298	11,3 7	х				No conocido



		Clasificación Taxonóm	nica		نہ		Car	ácte	r	
N.°	Orden	Familia	Especie	N	A.R.	N	Ι	Е	М	Uso
15	Characiformes	Characidae	Ceratobranchia obtusirostris	518	19,7 6	х				No conocido
16	Characiformes	Characidae	Charax tectifer	6	0,23	х				Ornamental
17	Characiformes	Characidae	Chrysobrycon myersi*	48	1,83	х				No conocido
18	Characiformes	Characidae	Creagrutus changae*	89	3,39	х				No conocido
19	Characiformes	Characidae	Creagrutus peruanus*	20	0,76	х				No conocido
20	Characiformes	Characidae	Creagrutus pila*	20	0,76	х				No conocido
21	Characiformes	Characidae	Gephyrocharax sp.*	24	0,92	х				No conocido
22	Characiformes	Characidae	Hemibrycon jelskii	7	0,27	х				No conocido
23	Characiformes	Characidae	Hemigrammus sp.*	10	0,38	х				No conocido
24	Characiformes	Characidae	Hemigrammus aff. megaceps	7	0,27	х				Ornamental
25	Characiformes	Characidae	Hyphessobrycon sp.*	36	1,37	х				No conocido
26	Characiformes	Characidae	Knodus sp.	230	8,77	х				No conocido
27	Characiformes	Characidae	Knodus hypopterus	302	11,52	х				No conocido
28	Characiformes	Characidae	Knodus pasco	67	2,56			х		No conocido
29	Characiformes	Characidae	Knodus savannensis	57	2,17	х				No conocido
30	Characiformes	Characidae	Knodus smithi	254	9,69	х				No conocido
31	Characiformes	Characidae	Leptagoniates steindachneri	3	0,11	х				Ornamental
32	Characiformes	Characidae	Moenkhausia intermedia	15	0,57	х				Ornamental
33	Characiformes	Characidae	Moenkhausia simulata	44	1,68	х				Ornamental
34	Characiformes	Characidae	Odontostilbe euspilurus	29	1,11	х				No conocido
35	Characiformes	Characidae	Paragoniates alburnus	10	0,38	х				Ornamental
36	Characiformes	Characidae	Phenacogaster pectinatus	3	0,11	х				Ornamental
37	Characiformes	Characidae	Poptella compressa	6	0,23	х				Ornamental
38	Characiformes	Characidae	Scopaeocharax sp.	21	0,80	х				No conocido
39	Characiformes	Characidae	Tyttocharax sp.	82	3,13	х				No conocido
40	Siluriformes	Trichomycteridae	Plectrochilus diabolicus	1	0,04	х				No conocido
41	Siluriformes	Heptapteridae	Cetopsorhamdia sp.	2	0,08	х				No conocido
42	Siluriformes	Heptapteridae	Imparfinis pseudonemacheir	12	0,46	х				No conocido
43	Siluriformes	Heptapteridae	Rhamdia quelen	3	0,11	х			х	Alimento/Ornamental
44	Siluriformes	Heptapteridae	Pimelodella sp.**	2	0,08	х				No conocido
45	Siluriformes	Auchenipteridae	Centromochlus perugiae	13	0,50	х				Ornamental
46	Siluriformes	Astroblepidae	Astroblepus sp.**	7	0,27	х				No conocido
47	Siluriformes	Pimelodidae	Pimelodus blochii	8	0,31	х			х	Alimento/Ornamental
48	Siluriformes	Pimelodidae	Platysilurus mucosus	1	0,04	х				Ornamental
49	Siluriformes	Callichthyidae	Callichthys callichthys*	2	0,08	х				No conocido
50	Siluriformes	Callichthyidae	Corydoras aff. Aeneus	7	0,27	х				Ornamental
51	Siluriformes	Callichthyidae	Corydoras sp.	2	0,08	х				Ornamental
52	Siluriformes	Loricariidae	Ancistrus sp.	41	1,56	х				Ornamental/Alimento
53	Siluriformes	Loricariidae	Aphanotorulus horridus	5	0,19	х				Ornamental/Alimento
54	Siluriformes	Loricariidae	Chaetostoma sp.**	8	0,31	х				No conocido
55	Siluriformes	Loricariidae	Chaetostoma lineopunctatum**	6	0,23	х				No conocido
56	Siluriformes	Loricariidae	Farlowella nattereri	6	0,23	х				Ornamental

		Clasificación Taxonón	nica	N	ď.		Cara	ácte	r	Han
N.°	Orden	Familia	Especie	N	A.R.	N	1	Е	М	Uso
57	Siluriformes	Loricariidae	Farlowella sp.	4	0,15	х				Ornamental
58	Siluriformes	Loricariidae	Hypostomus sp.	2	0,08	х				Ornamental/Alimento
59	Siluriformes	Loricariidae	Hypostomus ericius	1	0,04	х				Ornamental/Alimento
60	Siluriformes	Loricariidae	Hypostomus pyrineusi	4	0,15	х				Ornamental/Alimento
61	Siluriformes	Loricariidae	Lamontichthys stibaros	2	0,08	х				Ornamental
62	Siluriformes	Loricariidae	Lasiancistrus sp.	1	0,04	х				Ornamental
63	Siluriformes	Loricariidae	Limatulichthys griseus	2	0,08	х				Ornamental
64	Siluriformes	Loricariidae	Loricaria sp.	10	0,38	х				Ornamental
65	Siluriformes	Loricariidae	Loricaria clavipinna	4	0,15	х				Ornamental
66	Siluriformes	Loricariidae	Spatuloricaria evansii	2	0,08	х				Ornamental/Alimento
67	Siluriformes	Loricariidae	Panaque sp.	1	0,04	х				Ornamental/Alimento
68	Siluriformes	Loricariidae	Rineloricaria sp.	102	3,89	х		х		Ornamental
69	Siluriformes	Loricariidae	Sturisoma sp.	22	0,84	х				Ornamental
70	Gymnotiformes	Apteronotidae	Apteronotus albifrons	1	0,04	х				Ornamental/Carnada
71	Gymnotiformes	Gymnotidae	Gymnotus sp.	1	0,04	х				Ornamental/Carnada
72	Beloniformes	Belonidae	Pseudotylosurus angusticeps	3	0,11	х				Ornamental
73	Perciformes	Sciaenidae	Pachyurus schomburgkii	1	0,04	х				Alimento
74	Cichliformes	Cichlidae	Aequidens tetramerus	19	0,72	х				Ornamental/Alimento
75	Cichliformes	Cichlidae	Bujurquina hophrys**	30	1,14	х				No conocido
76	Cichliformes	Cichlidae	Crenicichla sedentaria**	15	0,57	х				No conocido
77	Cyprinodontiform es	Rivulidae	Anablepsoides sp.*	4	0,15	х				No conocido
		TOTAL		2622	100					

N: Abundancia, A.R.: Abundancia relativa

Carácter: N (nativo), I (introducido), E (endémico) y M (migrador)

: Especies endémicas

Composición trófica

De las 77 especies registradas en ambas temporadas (Figura 8.62 y Tabla 8.20) se identificaron diferentes categorías tróficas, destacando los peces omnívoros con 46 especies, seguido por los peces carnívoros con 23 especies y en menor número los peces detritívoros, con 8 especies. Esta dominancia de peces omnívoros respecto a los demás grupos tróficos fue observada en ambas temporadas de muestreo (húmeda y seca), aunque en la época seca esta representación fue más notable (40 especies).

^{*}Con potencial uso ornamental.

** Con potencial uso ornamental y ocasionalmente usado como alimento.

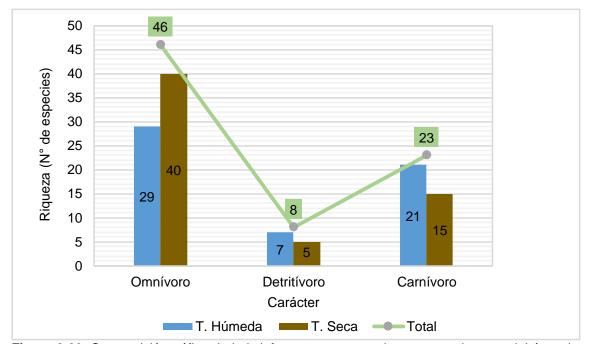


Figura 8.62. Composición trófica de la ictiofauna presente en los cuerpos de agua del área de estudio evaluada

En la Tabla 8.20 se presenta el resumen de los principales grupos tróficos registrados en los puntos de muestreo evaluados en la temporada húmeda (abril 2019) y temporada seca (agosto 2019). Las especies omnívoras identificadas pertenecen principalmente a pequeños y medianos peces con escamas (carácidos) de pozas y remansos, muchos de los cuales forman pequeños cardúmenes en el agua.

Las especies detritívoras registradas pertenecen principalmente a la familia Curimatidae: Steindachnerina guentheri «chio chio o yulilla»; Prochilodontidae: Prochilodus nigricans «boquichico» y diversidad de «carachamas» y «shitaris» de la familia Loricariidae: Hypostomus, Lasiancistrus, Loricaria, entre otros, algunos de los cuales incluso son capturados desde pequeños refugios (huecos) construidos en el sustrato limoso-fangoso, y pueden raer o succionar el detritus y/o perifiton formado o acumulado sobre el sustrato (duro o blando).

Las especies carnívoras son principalmente pequeñas «mojarritas» insectívoras: Hemigrammus sp., Hyphessobrycon sp., Attonitus irisae; y especies piscívoras de mediano a gran tamaño: Serrasalmus rhombeus «piraña», Hoplias malabaricus «fasaco», Rhamdia quelen «bagre», Crenicichla sedentaria «añashua», entre otros, incluyendo peces de hábitos nocturnos como «macanas» de los géneros Apteronotus y Gymnotus, con capacidad de producir descargas eléctricas como mecanismo de inmovilización de la presa para su posterior captura.

Tabla 8.20. Principales grupos tróficos de la ictiofauna identificada en abril y agosto 2019

	Temporada hún	neda			Temporad	a seca		
N°	Especie	0	D	С	Especie O		D	С
1	Characidium sterbai	Х			Characidium sterbai	X		
2	Steindachnerina guentheri		х		Characidium sp.	х		
3	Brycon hilarii	Х			Steindachnerina guentheri		х	
4	Hoplias malabaricus			Х	Leporellus vittatus	Х		
5	Prochilodus nigricans		х		Engraulisoma taeniatum			X
6	Serrasalmus rhombeus			х	Hoplias malabaricus			X
7	Astyanax bimaculatus	Х			Astyanax bimaculatus	х		
8	Attonitus irisae			Х	Attonitus irisae			X
9	Bryconamericus sp.	X			Brachychalcinus nummus	Х		

N°	Temporada húm Especie	0	D	С	Temporad Especie	0	D	С
10	Ceratobranchia obtusirostris	Х			Bryconacidnus sp.	Х		
11	Charax tectifer			х	Bryconamericus sp.	Х		
12	Chrysobrycon myersi			х	Ceratobranchia obtusirostris	Х		
13	Gephyrocharax sp.			х	Charax tectifer			Х
14	Creagrutus changae	Х			Chrysobrycon myersi			х
15	Creagrutus peruanus	Х			Creagrutus changae	Х		
16	Leptagoniates steindachneri	Х			Creagrutus peruanus	Х		
17	Hemibrycon jelskii	Х			Creagrutus pila	Х		
18	Hemigrammus sp.			х	Gephyrocharax sp.			х
19	Hemigrammus aff. megaceps			х	Hemibrycon jelskii	Х		
20	Knodus sp.	х			Hemigrammus sp.	X		
21	Knodus hypopterus	X			Hemigrammus aff. megaceps	X		
22	Knodus pasco	X			Hyphessobrycon sp.	X		
23	Knodus savannensis	X			Knodus sp.	X		
24	Knodus smithi	X			Knodus hypopterus	X		
25	Moenkhausia intermedia	X			Knodus pasco	X		
26	Moenkhausia simulata	X			Knodus savannensis	X		
27	Odontostilbe euspilurus	X			Knodus smithi			
28	Paragoniates alburnus				Leptagoniates steindachneri	X		
29	·	Х		.,	Moenkhausia simulata	X		
\vdash	Phenacogaster pectinatus			Х	Odontostilbe euspilurus	X		
30	Poptella compressa	X				X		
31	Scopaeocharax sp.	X			Paragoniates alburnus	X		
32	Tyttocharax sp.	Х			Scopaeocharax sp.	X		
33	Plectrochilus diabolicus			Х	Tyttocharax sp.	Х		
34	Cetopsorhamdia sp.			Х	Imparfinis pseudonemacheir			Х
35	Imparfinis pseudonemacheir			Х	Rhamdia quelen			Х
36	Rhamdia quelen			Х	Pimelodella sp.			Х
37	Pimelodella sp.			Х	Centromochlus perugiae			Х
38	Centromochlus perugiae			Х	Astroblepus sp.			Х
39	Astroblepus sp.			Х	Platysilurus mucosus	Х		
40	Pimelodus blochii	Х			Callichthys callichthys	Х		
41	Corydoras sp.			Х	Corydoras aff. aeneus	Х		
42	Ancistrus sp.	Х			Ancistrus sp.	Х		
43	Aphanotorulus horridus	X			Chaetostoma sp.	Х		
44	Chaetostoma sp.	Х			Farlowella nattereri	Х		
45	Chaetostoma lineopunctatum	X		<u> </u>	Hypostomus pyrineusi		Х	
46	Farlowella sp.	X		ļ	Lamontichthys stibaros	Х		
47	Hypostomus sp.		X	ļ	Lasiancistrus sp.		Х	
48	Hypostomus ericius		X	<u> </u>	Limatulichthys griseus	Х		
49	Hypostomus pyrineusi		X		Loricaria sp.		Х	
50	Loricaria sp.		X		Loricaria clavipinna		Х	
51	Loricaria clavipinna		X		Spatuloricaria evansii	X		
52	Sturisoma sp.	Χ		ļ	Panaque sp.	Х		
53	<i>Gymnotus</i> sp.			х	Rineloricaria sp.	Х		
54	Pseudotylosurus angusticeps			х	Sturisoma sp.	Х		
55	Aequidens tetramerus			х	Apteronotus albifrons			Х
56	Bujurquina hophrys	Χ			Pachyurus schomburgkii			Х
57	Crenicichla sedentaria			Х	Aequidens tetramerus			Х
58					Bujurquina hophrys	Х		
59					Crenicichla sedentaria			Х
60					Anablepsoides sp.	X		

Grupo trófico: O (Omnívoro), D (Detritívoro) y C (Carnívoro)

En la mayoría de los puntos de muestreo se identificaron los 3 grupos, casi siempre con dominancia de peces omnívoros respecto a los carnívoros y detritívoros tróficos, algunos puntos incluso variando de composición trófica entre una temporada y otra (figuras 8.63A y 8.63B),

posiblemente por los cambios en los microhábitats y con ello los cambios en la disponibilidad del tipo de alimento o recurso proveniente del mismo medio (autóctono) o desde su entorno (alóctono).

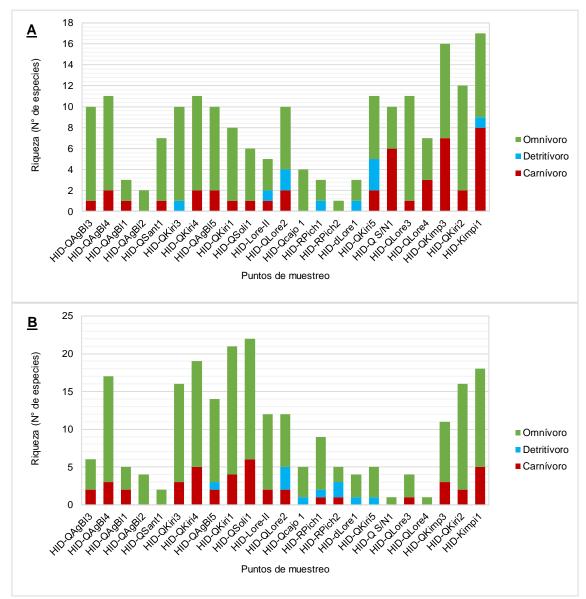


Figura 8.63. Composición trófica de peces en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis: A. Temporada húmeda (abril 2019) y B. Temporada seca (agosto 2019)

d. Caracterización funcional

En base a la forma del cuerpo del pez, el uso de hábitat, las adaptaciones morfológicas y/o comportamentales, las 77 especies de peces registradas en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis fueron clasificadas en 5 grupos funcionales: especies reofílicas (4 especies), pelágicas (8

especies), peces de torrente (7 especies), de pozas (33 especies) y bentónicas de no torrente ocasionalmente de pozas (25 especies), ver Tabla 8.21.

Entre las especies reofílicas destacan *Steindachnerina guentheri* «chio chio o yulilla», *Leporellus vittatus* «lisa», *Prochilodus nigricans* «boquichico», y *Gephyrocharax* sp. «mojarra», caracterizadas por presentar el cuerpo fusiforme que le permite movilizarse sin dificultad en la columna de agua de corrientes rápidas y pozas.

La mayoría de las especies identificadas son de poza y especies bentónicas de no torrente, a pesar que el muestreo fue realizado en un ambiente lótico, la presencia de microhábitats específicos como pozas y remansos en la quebrada, favorecieron el desarrollo de una ictiofauna particular. A mayor altitud el tipo de sustrato dominante fue duro (canto rodado, rocas) cambiando por uno arenoso y de grava a menores altitudes.

Además, respecto a la composición de los microhábitats, van disminuyendo los rápidos y corridas, y aumentando los remansos y playas, las especies de peces que dominan la parte superior del gradiente (altitudes mayores a 400 m s. n. m.) se adaptan a las condiciones ambientales adversas mediante diferentes adaptaciones morfológicas y de comportamiento, incluidas formas corporales que reducen la resistencia al agua, apéndices similares a la succión para aferrarse a las superficies de roca y cataratas (Roldan y Ramírez, 2008), como las presentes en especies de los géneros *Astroblepus* y *Chaetostoma* y la capacidad de esconderse bajo grandes rocas u ocupar aguas poco profundas en hábitats de margen de canal durante las inundaciones y sequías (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005; Scatena y Gupta, 2012; Carvajal-Quintero *et al.*, 2015).

Tabla 8.21. Principales grupos funcionales de la ictiofauna identificada en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSol), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis

	,	lasificación taxonóm	ica	<u> </u>			ciona		Al	titud . n. m.)
N.°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	~	Pe	PT	*o4	BnT	Min	Max
1	Characiformes	Crenuchidae	Characidium sterbai			х				
2	Characiformes	Crenuchidae	Characidium sp.			х				
3	Characiformes	Curimatidae	Steindachnerina guentheri	х						
4	Characiformes	Bryconidae	Brycon hilarii				х			
5	Characiformes	Anostomidae	Leporellus vittatus	х						
6	Characiformes	Triportheidae	Engraulisoma taeniatum		х					
7	Characiformes	Erythrinidae	Hoplias malabaricus				х			
8	Characiformes	Prochilodontidae	Prochilodus nigricans	х						
9	Characiformes	Serrasalmidae	Serrasalmus rhombeus		х					
10	Characiformes	Characidae	Astyanax bimaculatus		х					
11	Characiformes	Characidae	Attonitus irisae				х			
12	Characiformes	Characidae	Brachychalcinus nummus				х			
13	Characiformes	Characidae	Bryconacidnus sp.				х			
14	Characiformes	Characidae	Bryconamericus sp.				х		_	
15	Characiformes	Characidae	Ceratobranchia obtusirostris				х			
16	Characiformes	Characidae	Charax tectifer				х			
17	Characiformes	Characidae	Chrysobrycon myersi				х			

	C	lasificación taxonóm	(Grup	o fun	ciona	al	Altitud (m s. n. m.)				
N.°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	~	Ре	PT	Po*	BnT	Min	Max		
18	Characiformes	Characidae	Creagrutus changae				х					
19	Characiformes	Characidae	Creagrutus peruanus				х					
20	Characiformes	Characidae	Creagrutus pila				х					
21	Characiformes	Characidae	Gephyrocharax sp.	х								
22	Characiformes	Characidae	Hemibrycon jelskii		х				259	449		
23	Characiformes	Characidae	Hemigrammus sp.				х					
24	Characiformes	Characidae	Hemigrammus aff. megaceps				х					
25	Characiformes	Characidae	Hyphessobrycon sp.				х					
26	Characiformes	Characidae	Knodus sp.				х					
27	Characiformes	Characidae	Knodus hypopterus				х					
28	Characiformes	Characidae	Knodus pasco				х		235	449		
29	Characiformes	Characidae	Knodus savannensis				х					
30	Characiformes	Characidae	Knodus smithi				х					
31	Characiformes	Characidae	Leptagoniates steindachneri				х					
32	Characiformes	Characidae	Moenkhausia intermedia				Х					
33	Characiformes	Characidae	Moenkhausia simulata				Х					
34	Characiformes	Characidae	Odontostilbe euspilurus				Х					
35	Characiformes	Characidae	Paragoniates alburnus				х					
36	Characiformes	Characidae	Phenacogaster pectinatus				Х					
37	Characiformes	Characidae	Poptella compressa				х					
38	Characiformes	Characidae	Scopaeocharax sp.				х					
39	Characiformes	Characidae	Tyttocharax sp.				х					
40	Siluriformes	Trichomycteridae	Plectrochilus diabolicus					х				
41	Siluriformes	Heptapteridae	Cetopsorhamdia sp.			х						
42	Siluriformes	Heptapteridae	Imparfinis pseudonemacheir			х						
43	Siluriformes	Heptapteridae	Rhamdia quelen					х	243	449		
44	Siluriformes	Heptapteridae	Pimelodella sp.					х				
45	Siluriformes	Auchenipteridae	Centromochlus perugiae					х				
46	Siluriformes	Astroblepidae	Astroblepus sp.			х				449		
47	Siluriformes	Pimelodidae	Pimelodus blochii					х				
48	Siluriformes	Pimelodidae	Platysilurus mucosus					х				
49	Siluriformes	Callichthyidae	Callichthys callichthys				х	х				
50	Siluriformes	Callichthyidae	Corydoras aff. aeneus				х	х				
51	Siluriformes	Callichthyidae	Corydoras sp.				х	х				
52	Siluriformes	Loricariidae	Ancistrus sp.					х				
53	Siluriformes	Loricariidae	Aphanotorulus horridus					х				
54	Siluriformes	Loricariidae	Chaetostoma sp.			х			259	449		
55	Siluriformes	Loricariidae	Chaetostoma lineopunctatum			х						
56	Siluriformes	Loricariidae	Farlowella nattereri					х				

	Cl	lasificación taxonó	mica	(Grup	o fun	ciona	Altitud (m s. n. m.)			
N.°	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	~	Pe	PT	Po*	BnT	Min	Max	
57	Siluriformes	Loricariidae	Farlowella sp.					х			
58	Siluriformes	Loricariidae	Hypostomus sp.					х			
59	Siluriformes	Loricariidae	Hypostomus ericius					х			
60	Siluriformes	Loricariidae	Hypostomus pyrineusi					х			
61	Siluriformes	Loricariidae	Lamontichthys stibaros					х			
62	Siluriformes	Loricariidae	Lasiancistrus sp.					х			
63	Siluriformes	Loricariidae	Limatulichthys griseus					х			
64	Siluriformes	Loricariidae	Loricaria sp.					х			
65	Siluriformes	Loricariidae	Loricaria clavipinna					х			
66	Siluriformes	Loricariidae	Spatuloricaria evansii					х			
67	Siluriformes	Loricariidae	Panaque sp.					х			
68	Siluriformes	Loricariidae	Rineloricaria sp.					х			
69	Siluriformes	Loricariidae	Sturisoma sp.					х			
70	Gymnotiformes	Apteronotidae	Apteronotus albifrons		х						
71	Gymnotiformes	Gymnotidae	Gymnotus sp.		х						
72	Beloniformes	Belonidae	Pseudotylosurus angusticeps		х						
73	Perciformes	Sciaenidae	Pachyurus schomburgkii		х						
74	Cichliformes	Cichlidae	Aequidens tetramerus				х				
75	Cichliformes	Cichlidae	Bujurquina hophrys				х				
76	Cichliformes	Cichlidae	Crenicichla sedentaria				х				
77	Cyprinodontiformes	Rivulidae	Anablepsoides sp.				х		240	243	

Grupo funcionales: R (reofílicas), Pe (pelágicas), PT (Peces de torrente), Po (De pozas) y BnT (bentónicos de no torrente)

e. Diversidad alfa

En la Tabla 8.22. se muestra los índices de diversidad alfa registrados en la temporada húmeda. La equidad de Pielou (J') varió de 0, 48 a 1,00, registrandose el mayor valor en los puntos HID-QCajo1 y HID-RPich-1y el menor valor en el punto HID-QSant1. En cuanto a la dominancia de Simpson (D), el menor valor fue 0 y se encontró en el punto HID-RPich2; mientras que, el mayor (1,00) se evidenció en los puntos HID-RPich1 y HID-QCajo1. El mayor valor de diversidad verdadera según los números de Hill (N1) fue en el punto HID-QKiri5 con 10,37 especies efectivas y fue menor en el punto HID-RPich2; con 1 especie efectiva.

En la temporada seca, el índice de equidad de Pielou (J'), registró el mayor valor de 0,97 en el punto HID-RPich2; es decir, la comunidad de macrobentos es más homogénea en este punto de muestreo y el menor valor en el punto HID-QAgBI2 con 0,34. Respecto a la dominancia de Simpson (D), el punto HID-RPich2 presentó el máximo valor de 0,93, debido a la dominancia de una sola especie, mientras que, en los puntos HID-QLore4 y HID-Qs/n-1 registraron el valor de 0 debido a la presencia de una sola especie (Tabla 8.23).

Tabla 8.22. Índice de diversidad de peces en la evaluación de abril 2019 (temporada húmeda)

Puntos de muestreo	S	N	Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (1- Lambda')	Número de Hill (N1)
HID-QAgBI1	3	10	0,73	0,51	2,23
HID-QAgBI2	2	12	0,81	0,41	1,76
HID-QAgBI3	10	34	0,84	0,84	6,97
HID-QAgBI4	11	32	0,78	0,80	6,50
HID-QAgBI5	10	60	0,64	0,65	4,36
HID-QKiri1	8	79	0,69	0,66	4,22
HID-QKiri2	12	181	0,63	0,65	4,80
HID-QKiri3	10	65	0,65	0,69	4,51
HID-QKiri4	11	46	0,75	0,78	5,97
HID-QKiri5	11	16	0,98	0,96	10,37
HID-QSant1	7	84	0,48	0,42	2,53
HID-QSoli1	6	18	0,84	0,76	4,50
HID-QCajo1	4	4	1,00	1,00	4,00
HID-QLore1	3	4	0,95	0,83	2,83
HID-QLore2	10	22	0,89	0,88	7,77
HID-QLore3	11	84	0,84	0,85	7,51
HID-QLore4	7	18	0,79	0,76	4,65
HID-RPich1	3	3	1,00	1,00	3,00
HID-RPich2	1	2	***	0,00	1,00
HID-QLore-II	5	13	0,88	0,77	4,13
HID-QKimp1	17	98	0,65	0,71	6,30
HID-QKimp3	16	68	0,83	0,88	9,98
HID-Q S/N1	9	22	0,87	0,85	6,80

Tabla 8.23. Índice de diversidad de peces en la evaluación de agosto 2019 (temporada seca)

Puntos de muestreo	S	N	Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (1-Lambda')	Número de Hill (N1)
HID-QAgBI1	5	17	0,87	0,77	4,06
HID-QAgBI2	2	16	0,34	0,13	1,26
HID-QAgBI3	6	41	0,58	0,49	2,81
HID-QAgBI4	17	155	0,70	0,79	7,30
HID-QAgBI5	21	132	0,82	0,90	12,27
HID-QKiri1	22	348	0,61	0,72	6,57
HID-QKiri2	16	130	0,68	0,76	6,50
HID-QKiri3	19	111	0,72	0,81	8,28
HID-QKiri4	14	123	0,69	0,78	6,13
HID-QKiri5	5	10	0,84	0,76	3,89
HID-QSant1	16	131	0,74	0,81	7,86
HID-QSoli1	12	82	0,78	0,80	6,90
HID-QCajo1	5	18	0,89	0,78	4,20
HID-QLore1	4	8	0,91	0,79	3,51
HID-QLore2	12	27	0,83	0,84	7,88
HID-QLore3	4	7	0,92	0,81	3,59
HID-QLore4	1	2	***	0,00	1,00
HID-RPich1	9	72	0,73	0,76	4,98
HID-RPich2	5	6	0,97	0,93	4,76

Puntos de muestreo	S	N	Equidad de Pielou (J')	Dominancia de Simpson (1-Lambda')	Número de Hill (N1)
HID-QLore-II	4	22	0,87	0,70	3,36
HID-QKimp1	18	130	0,71	0,80	7,77
HID-QKimp3	11	56	0,80	0,81	6,74
HID-Q S/N1	1	1	***	***	1,00

f. Diversidad beta

En ambas temporadas de muestreo, el análisis de agrupamiento mediante el índice de similaridad Bray-Curtis para la ictiofauna definió al menos 5 grupos con similaridad mayor al 40 %, observándose una tendencia de agrupamiento en función al nivel altitudinal de las estaciones, a la composición de los microhábitats y la interconexión fluvial de las mismas (Figuras 8.64A y 8.64B).

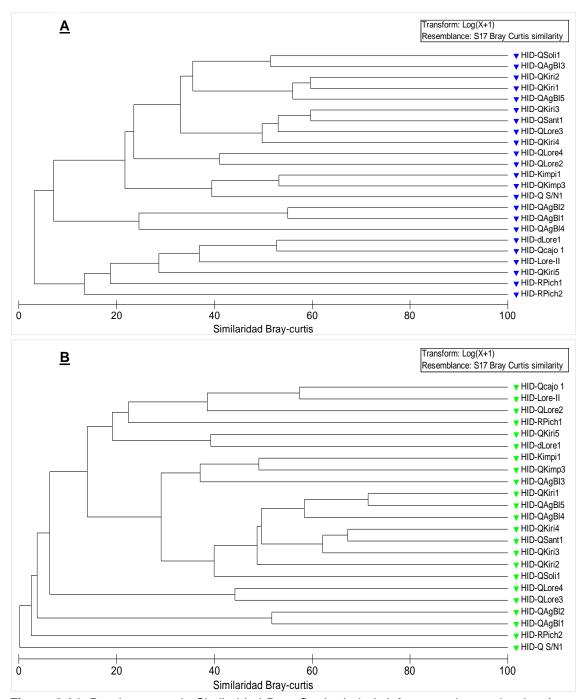


Figura 8.64. Dendrograma de Similaridad Bray-Curtis de la ictiofauna en las quebradas Agua Blanca (QABI), Kirishari (QKiri), Solitario (QSoI), Santariani (QSant), Cajorani (QCajo), Lorenzo (QLore), Lorencillo-II (QLore-II), Kimpirari (QKimp), sin nombre (Qs/n) y río Pichis en A. Abril 2019 (temporada húmeda). B. Agosto 2019 (temporada seca)

g. Índice de Integridad Biótica (IBI)

Los resultados de la integridad biótica en el proyecto Lote 107 se muestran en la Tabla 8.24. (temporada humeda) y Tabla 8.25. (temporada seca). Las puntuaciones obtenidas variaron entre «regular a bueno» en ambas temporadas de evaluación.

En la temporada húmeda se obtuvo valores de 28 a 38, el menor valor se registró en los puntos HID-QAgBI2, HID-QAgBI3, HID-QKiri4, HID-QSoli1, HID-QCajo1, HID-RPich2 y HID-QLore4 y el máximo valor en los puntos HID-QLore3, HID-QKimp1 y HID-QKimp3 (Tabla 8.24).

En la Tabla 8.25 se muestran los valores registrados en la temporada seca, se obtuvo valores de 26 a 38, el menor valor se registró en los puntos HID- QLore1, HID- QLore3, HID-Qs/n-1 y el máximo valor en los puntos HID-QSoli1 y HID-QPich1.

.

Tabla 8.24. Puntuación del IBI en los puntos de muestreo de la evaluación de abril 2019 (temporada Húmeda)

										Puntuación IBI														
CATEGORÍA / MÉTRICA	HID-QAgBI3	HID-QAgBI4	HID-QAgBI1	HID-QAgBI2	HID-QSant1	HID-QKiri3	HID-QKiri4	HID-QAgBI5	HID-QKiri1	HID-QSoli1	HID-Lore-II	HID-QLore2	HID-Qcajo 1	HID-RPich1	HID-RPich2	HID-dLore1	HID-QKiri5	HID-Q S/N1	HID-QLore3	HID-QLore4	HID-QKimp3	HID-QKiri2	HID-Kimpi1	
Riqueza y composición de especie	s																							
1 Número de especies	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2 Número de Characiformes	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	
3 Número de Siluriformes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4 Número de Gymnotiformes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
5 Otros	3	3	5	5	3	5	3	3	5	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	3	
6 Presencia de especies tolerantes	3	5	5	5	3	5	3	3	5	3	5	3	5	5	5	5	5	3	5	3	3	5	3	
Composición trófica de las especie	s																							
7 Omnívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	
8 Detritívoros	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	5	1	5	1	5	5	1	1	1	1	1	5	
9 Carnívoros	5	5	5	1	5	1	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	
Abundancia y condición de los pec	es																							
10 Número de individuos	1	1	1	1	5	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	3	5	5	
11 Saludables	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
12 Lesionados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
PUNTUACIÓN	28	32	32	28	32	34	28	30	34	28	34	32	28	32	28	32	36	32	38	28	32	38	38	
Estado de conservación	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR	BUENO	BUENO										

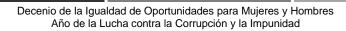


Tabla 8.25. Puntuación del IBI en los puntos de muestreo de la evaluación de agosto 2019 (Temporada seca)

Puntuación IBI																							
											Punt	uació	n IBI										
CATEGORÍA / MÉTRICA		HID-QAgBI2	HID-QAgBI3	HID-QAgBI4	HID-QAgBI5	HID-QKiri1	HID-QKiri2	HID-QKiri3	HID-QKiri4	HID-QKiri5	HID-QSant1	HID-QSoli1	HID-Qcajo 1	HID-QLore1	HID-QLore2	HID-QLore3	HID-QLore4	HID-Lore-II	HID-RPich1	HID-RPich2	HID-Kimpi1	HID-QKimp3	HID-Q S/N1
Riqueza y composición de especies																							
1 Número de especies	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 Número de Characiformes	1	1	1	3	3	3	1	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
3 Número de Siluriformes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4 Número de Gymnotiformes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5 Otros	5	5	5	3	3	3	3	3	3	5	3	5	5	1	1	1	5	5	5	1	3	3	3
6 Presencia de especies tolerantes	5	5	5	3	1	1	1	1	3	5	3	5	5	3	1	3	5	5	5	3	1	1	5
Composición trófica de las especies																							
7 Omnívoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
8 Detritívoros	1	1	1	1	5	1	1	1	1	5	1	1	5	5	5	1	1	1	5	5	1	1	1
9 Carnívoros	5	1	5	5	5	5	5	5	5	1	1	5	1	1	5	5	1	5	5	5	5	5	1
Abundancia y condición de los peces																							
10 Número de individuos	1	1	1	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	1	1	1	1	1	3	1	5	3	1
11 Saludables	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12 Lesionados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PUNTUACIÓN	32	28	32	34	36	32	30	32	32	32	30	38	32	26	28	26	28	32	38	32	32	28	26
Estado de conservación	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	BUENO	REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR

8.4.4. Calidad del hábitat acuático con la evaluación visual de quebradas (SVAP)

Los resultados mostraron que el valor del SVAP varió entre 5,3 y 9,2; donde el punto de muestreo HID-QLore4 ubicado en la quebrada Lorenzo, presentó el menor valor y, el mayor valor se registró en el punto de muestreo HID-QAgBI1 con 9,2, ver Tabla 8.26 y Anexo 2.

La mayoría de los puntos evaluados presentaron condición regular (14); mientras que, en 5 puntos se registró una puntuación menor a 6 y se calificaron con la condición pobre debido a la inestabilidad de las orillas y la poca disponibilidad de hábitats para peces y macrobentos. En los puntos de muestreo HID-QAgBI2, HID-QKimp1 y HID-QKimp3 se registró una condición buena para la calidad del hábitat acuático.

Tabla 8.26. Resultado del índice biótico BMWP/Col en los puntos de muestreo de la zona evaluada

abla 8.26. Resultado del indice biotico BMW P/Col en los puntos de muestreo de la zona evaluada																							
	Qu	ebrad	a Agu	ıa Blar	nca	Qu	ebra	da K	irish	ari	Quebrada Santariani	Quebrada Solitario	Quebrada Cajonari	Qu	ebrada	a Lore	nzo	Quebrada Lorencillo II					Quebrada Sin Nombre 1
Criterios	HID-QAgBI1	HID-QAgBI2	HID-QAgBI3	HID-QAgBI4	HID-QAgBI5	HID-QKiri1	HID-QKiri2	HID-QKiri3	HID-QKiri4	HID-QKiri5	HID-QSant1	HID-QSoli1	HID-QCajo1	HID-QLore1	HID-QLore2	HID-QLore3	HID-QLore4	HID-QLore-II	HID-RPich1	HID-RPich2	HID-QKimp1	HID-QKimp3	HID-Qs/n-1
Zona ribereña	3	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	8,5	6,5	3
Estabilidad de la orilla	10	10	7	10	10	7	7	7	7	7	10	3	10	10	7	7	7	10	10	7	10	7	10
Apariencia del agua	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	7	10	7	7	7	7	10	7	10	10	10
Aumento de nutrientes	10	10	10	7	7	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Cobertura para peces	10	7	7	5	7	7	5	7	7	7	7	5	5	5	5	5	5	5	7	5	10	10	3
Régimen de velocidad y profundidad	10	7	7	7	7	7	3	7	7	3	7	7	7	7	3	7	7	3	3	7	7	10	1
Variabilidad de pozas	10	7	7	7	7	7	7	7	7	3	7	7	7	7	3	7	7	7	7	7	7	7	1
Hábitat de macroinvertebrados	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3	7	7	3	7	10	3
Presión de pesca	10	10	7	7	3	7	7	7	3	3	7	7	7	3	7	3	3	3	3	3	7	10	10
Rápidos pequeños con sustrato atascado	10	7	7	7	5	5	7	7	5	7	7	7	7	7	7	5	3	7	7	5	10	10	7
Presencia de estiércol	10	10	10	7	7	7	10	10	5	10	10	10	7	7	7	7	7	7	7	7	10	10	10
Presencia de basura	7	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	10
Sub total	110	93	89	84	80	84		86			89	77	81	80	68	70	64	71	76	66	100,5	104, 5	75
Puntaje SVAP	9,2	7,8	7,4	7,0	6,7	7,0	6,5	7,2	6,1	6,2	7,4	6,4	6,8	6,7	5,7	5,8	5,3	5,9	6,3	5,5	8,4	8,7	6,3
Calificación	Excelente	Bueno	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Regular	Pobre	Bueno	Bueno	Regular
	Zona ribereña Estabilidad de la orilla Apariencia del agua Aumento de nutrientes Cobertura para peces Régimen de velocidad y profundidad Variabilidad de pozas Hábitat de macroinvertebrados Presión de pesca Rápidos pequeños con sustrato atascado Presencia de estiércol Presencia de basura Sub total Puntaje SVAP	Criterios Zona ribereña Zona ribereña Estabilidad de la orilla Apariencia del agua Aumento de nutrientes Cobertura para peces Régimen de velocidad y profundidad Variabilidad de pozas Hábitat de macroinvertebrados Presión de pesca Rápidos pequeños con sustrato atascado Presencia de estiércol Presencia de basura Sub total Puntaje SVAP 9,2	Quebrad Queb	Quebrada Agu Criterios Quebrada Agu Criterios Quebrada Agu Criterios Quebrada Agu Quebrada Agu Quebrada Agu Quebrada Agu Quebrada Quebrada	Quebrada Agua Blar Criterios Empty Emp	Criterios	Quebrada Agua Blanca Quebrada Quebrada Agua Blanca Quebrada Agua Blanca Quebrada Agua Blanca Quebrada Agua Blanca Quebrada Quebrada	Criterios	Quebrada Agua Blanca Quebrada Koriterios Quebrada Koriterios Quebrada Agua Blanca Quebrada Koriterios Quebrada Koriterio	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirisha Quebrada Quebrada Kirisha Quebrada Quebrada Kirisha Quebrada Quebrada Kirisha Quebrada Kir	Criterios	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Santariani	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Solitarios So	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Quebrada	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Solitario Quebr	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Solitario Quebr	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Quebrada Quebrada Quebrada Quebrada Quebrada Cajonari Quebrada Lore	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Quebrada	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Solitario Quebrada Cajonari Quebrada Lorenzo Quebrada Cajonari Queb	Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Quebrada	Criterios Crit	Criterios Criterios Criterios Cuebrada Agua Blanca Cuebrada Kirishari Cuebrada Solitario Cajonari Cuebrada Cajonari Cajonari	Criterios Quebrada Agua Blanca Quebrada Kirishari Quebrada Quebrada

8.4.5. Compuestos orgánicos e inorgánicos en peces

Las especies usadas para el análisis de metales e hidrocarburos totales de petróle (TPH) fueron 1 bagre de la familia Heptapteridae, un pez cíclido del género *Crenicichla* sp. «añashua», 1 ejemplar del pez detritívoro *Prochilodus nigricans* «boquichico» y 3 ejemplares de loricáridos entre «carachamas» y shitaris del género *Sturisoma* sp. Las muestras colectadas fueron colocadas con su respectivo código, talla, peso y punto de muestreo donde fue capturado. Los resultados de los análisis de TPH y metales totales en tejido muscular de peces se muestran en el Anexo 5 (Reporte de resultados N.º 434-2019-SSIM).

Comparando los valores de los resultados de los análisis de tejido muscular de los peces colectados con la normas: El Manual de Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación (SANIPES, 2016), los cuales referencian a los metales totales de interés para alimentos en la salud humana como cadmio, arsénico, mercurio y plomo; no se reportaron valores de concentración de dichos metales por encima de lo establecido por dicha norma. Del mismo modo, las concentraciones de TPH (Hidrocarburos totales de petróleo) analizados en todas las muestras de tejido muscular de peces, presentaron concentraciones muy por debajo de los límites de cuantificación del ensayo que realiza el laboratorio.

9. DISCUSIÓN

En esta sección se discutirá los principales resultados de la calidad de agua, sedimento, hidrobiología y suelo; además de los resultados del estudio especializado de flora y fauna silvestre.

9.1. Agua

El área de evaluación abarca todo el tramo o recorrido de una de las quebradas principales de la microcuenca de la quebrada Lorenzo, desde su naciente con nombre de Agua Blanca, cambiando a Kirishari y finalmente como quebrada Lorenzo (afluente por la margen izquierda del río Pichis). Asimismo, también se evaluó los principales tributarios, con una longitud mayor a 3 km, por la margen derecha (quebradas Santariani y Cajonari) e izquierda (quebradas Solitario y Lorencillo II) y el río Pichis (aguas arriba y abajo de la confluencia con la quebrada Lorenzo). Tambien, se evaluaron las quebradas Kimpirari y sin nombre en el ámbito del campamento base logístico (CBL) Kimpirari.

En la Figura 9.1 se presenta el mapa de pendiente de la microcuenca que se obtuvo a partir del modelo digital de elevación (DEM) de Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio de Estados Unidos (NASA, en sus siglas en ingles) de resolución 30 x 30 m con la herramienta 3D Analyst, en donde valores de 0 a 10° abarca la mayor extensión y valores mayores a 10° se encuentra principalmente en el Bosque de Protección San Matías San Carlos. Con relación a los puntos de muestreo, el mayor número se ubica en las pendientes suaves menores a 10°, y solo 2 puntos se encuentra en pendientes mayores a 10° en quebrada Agua Blanca, ubicadas en la naciente de la quebrada principal.

En tanto, el perfil longitudinal de la quebrada principal, Figura 9.2, muestra la pendiente de cada punto de muestreo, con lo que se confirma que los primeros 2 puntos de la quebrada Agua Blanca (QAgBl1 y QAgBl2) se ubican en pendientes mayores a 30°, mientras que, aguas más abajo, en el punto AgBl3, la pendiente esta entre 10° y 30°. En relación a las pendientes y recorrido del cuerpo de agua principal, su longitud se divide en 3 tramos:

• Inicial (0 a 5 km con pendiente > 10°), medio – de mayor recorrido (5 a 20 km con pendiente < 10°) y final (20 a 30 km con pendiente <10°).

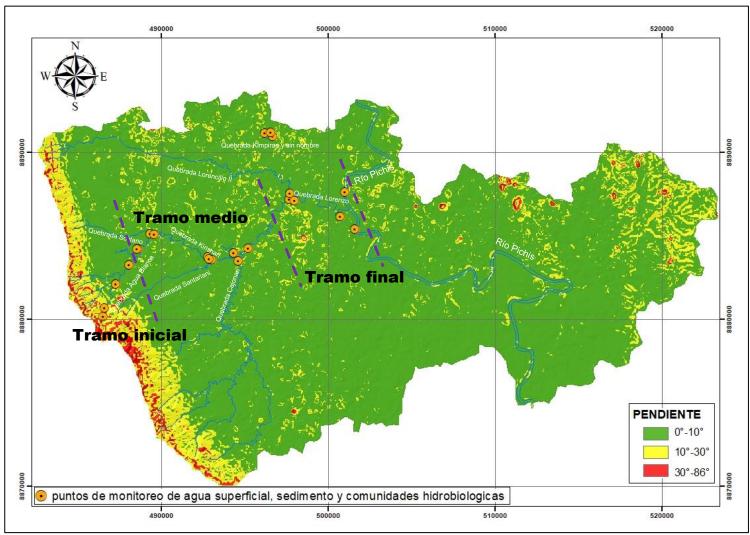


Figura 9.1. Mapa de pendiente de la microcuenca de la quebrada Lorenzo

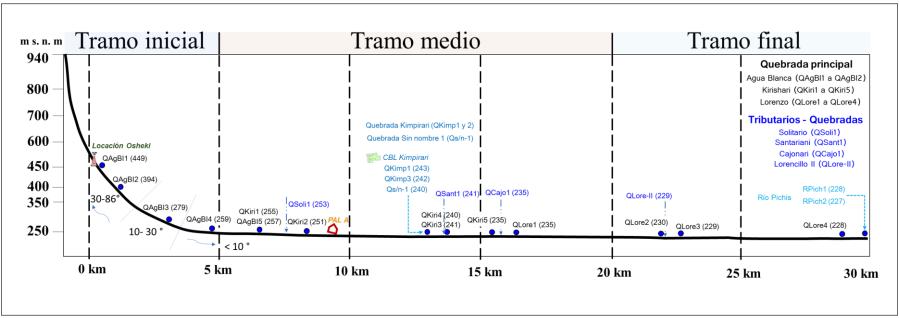


Figura 9.2. Perfil longitudinal del cuerpo de agua principal (quebrada Agua Blanca-Kirishari-Lorenzo)

De acuerdo a la Figura 9,2, en el tramo inicial se ubican 4 puntos de la quebrada Agua Blanca, cuyas pendientes fueron: QAgBI1 con 52 °, QAgBI2 con 45 °, QAgBI3 con 20 ° y QAgBI4 con 12 °, el tramo medio se ubican la mayor cantidad de puntos de muestreo, en las quebradas Agua Blanca (QAgBI5), Kirishari (QKiri1 a QKiri5), Solitario (QSoli1), Kimpirari (QKimp1 y QKimp3), sin nombres (Qs/n-1) y un punto de Lorenzo (QLore1), y en el tramo final los demas puntos de muestreo, los otros 3 puntos de la quebrada Lorenzo (QLore2 a QLore4) y el río Pichis (RPich1 y RPich2).

Las precipitación es una variable meteorológica importante para el análisis temporal del área del presente estudio, debido a que la microcuenca de la quebrada Lorenzo pertenece a la vertiente del Oceano Atlantico en la Amazonía peruana y la cual esta ubicada en la Selva Tropical de acuerdo al mapa climático de Perú del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi)⁵⁴. Por esta razon, se caracterizo las precipitaciones del area de estudio por medio de los registros mensuales ocurridas de 1981 a 2016 por cada estación representativa de cada tramo con el producto PISCO de Precipitación (PISCOp) (Aybar *et al.*, 2017) del Senahmi⁵⁵, cuya base de datos estan en el Anexo 11.

De esa manera se tiene que el tramo inicial esta caracterizado por un régimen hidrológico marcado por las altas precipitaciones, con mayores valores de setiembre a abril que puede alcanzar valores por encima de los 1000 mm en noviembre de 2000-2009 y menores a 200 mm de junio a agosto en todos los períodos (Figura 9.3). En caso del tramo medio, las mayores precipitaciones se presenta de setiembre a abril con picos cercano a los 800 mm en febrero de 2000-2009 y menores a 200 mm de junio a agosto en todos los períodos (Figura 9.4).

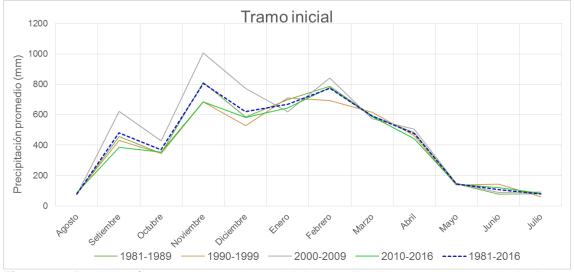


Figura 9.3. Precipitación promedio en el tramo inicial y medio del cuerpo de agua principal

En referencia al tramo final, su regimen hidrológico presenta menores precipitaciones que los otros tramos, con mayores valores de setiembre a abril con picos mayores a los 400 mm

Esta zona se caracteriza por tener un clima muy lluvioso, cálido, muy húmeda, con invierno seco y abundante precipitación durante todo el año por la alta concentración de vapor de agua en la atmosfera Disponible en: https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru.

El producto PISCOp (Peruvian Interpolate data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations) trabaja sobre un grillado con una resolución de 5 km x 5 km que se inicia el 1ro de enero de 1981 hasta el 31 de diciembre del 2016 y fue considerado debido a que la zona de evaluación no cuenta con una estación meteorológica automática o convencional del Senahmi, ver enlace: https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones.

en setiembre, enero y marzo de 2000-2009 y menores a 200 mm de mayo a agosto en todos los períodos (Figura 9.5).

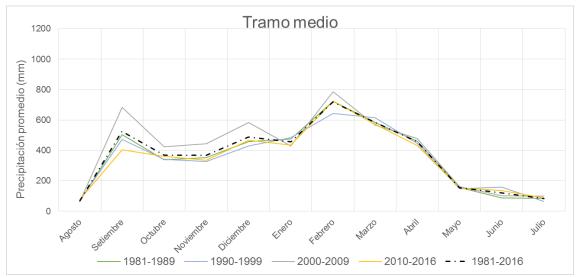


Figura 9.4. Precipitación promedio en el tramo medio del cuerpo de agua principal

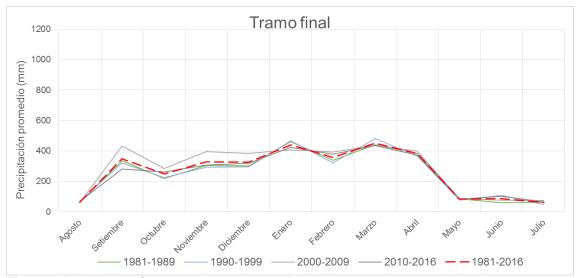


Figura 9.5. Precipitación promedio en el tramo final del cuerpo de agua principal

En resumen, de acuerdo con la Figura 9.6, las mayores precipitaciones promedios de 1981 a 2016 se dan en el tramo inicial y las menores en el tramo final. En dicha Figura se observa que la diferencia más notoria ocurre de noviembre a febrero (temporada de mayor precipitación).

Los regímenes de precipitaciones señalan diferencias hidrológicas en los meses evaluados en el presente estudio: agosto con precipitación promedio aproximado de 70 mm y abril con precipitación promedio aproximado de 440 mm. Bajo esta diferencia de precipitación, se analizó sus efectos sobre las concentraciones de los sólidos totales suspendidos y disueltos y otros parámetros fisicoquímicos como el calcio y los bicarbonatos, al ser estos los de mayor concentración en el agua superficial (Anexo 5).

Al respecto, los sólidos totales suspendidos (STS) estan relacionados a la escorrentia de los suelos y remoción física de los sedimentos de fondo, mientras que los sólidos totales

disueltos (STD) estan relacionados a la capacidad de disolución del agua debido a las caracteristicas fisicoquimicas y geomorfologicas del lugar del muestreo.

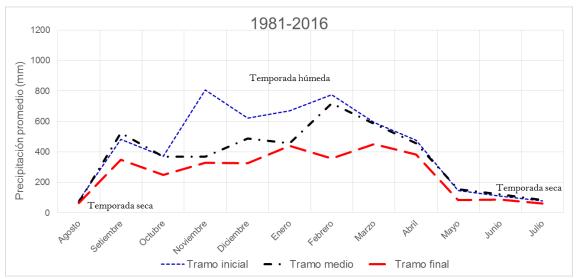


Figura 9.6. Precipitación promedio de 1981 a 2016 en el tramo inicial, medio y final del cuerpo de agua principal

Con relación a los STS, la Figura 9.7 muestra el efecto de las lluvias sobre los cuerpos de agua superficial como el río Pichis. En las fotografías se observa como el color cambia de marron oscuro en la temporada húmeda a verde oscuro en la temporada seca. La diferencia de color esta relacionada con la variación de concentración de los STS de acuerdo al gráfico. Entre otras quebradas que siguen el mismo comportamiento que el río Pichis, se observa que desde el tramo medio ocurre dichos cambios; con las quebradas Kirishari (QKiri3, QKiri4 y QKiri5) y Lorenzo en todo su recorrido, y los tributarios Santariani y Cajonari.

En cambio, la Figura 9.8 muestra que en los tramos iniciales de los cuerpos de agua superficial, las quebradas Kimpirari (QKimp1) y Agua Blanca (AgBI1), no estuvieron sujetos al efecto de las lluvias, en relación a los STS, lo cual se puede observar en las fotografías donde se mantiene la transparencia a pesar de la diferencia de caudal por la temporalidad. Entre otras quebradas que siguen el mismo comportamiento, se tiene a los demas puntos de la quebrada Agua Blanca, los primeros puntos de la quebrada Kirishari (QKiri1 y QKiri2), y los tributarios Solitario y Lorencillo II.

De acuerdo a Knighton A. L. (1998), los cambios temporales en la composición fisicoquimica en las fases suspendidas en el agua se debe a que los ríos están condicionados a agentes erosivos y de transporte. El tramo inicial de la microcuenca de la quebrada Lorenzo no esta condicionada a los agentes erosivos para la formación de material suspendido; aunque existe una diferencia de las precipitaciones entres las temporadas húmeda y seca.

Dicha dinámica del tramo inicial contrasta con los STS que se trasladan en mayor cantidad en el tramo medio y final – a pesar de que estos tramos resgistren menor precipitación histórica (1981-2016) que el tramo inicial- de la microcuenca a causa de la erosión fluvial ante cualquier evento de precipitación por medio de pequeños riachuelos que trasladan material suspendida de zonas de poca vegetación. En caso del río Pichis, debido a sus caracateristica morfológica (mayor cauce y red de drenaje), traslada mayor cantidad de materia suspendida por aportes de otros rios tributarios hasta la zona evaluada en la parte media de la subcuenca (U.H 49924) como se muestra en el area de estudio (Figura 4.1).

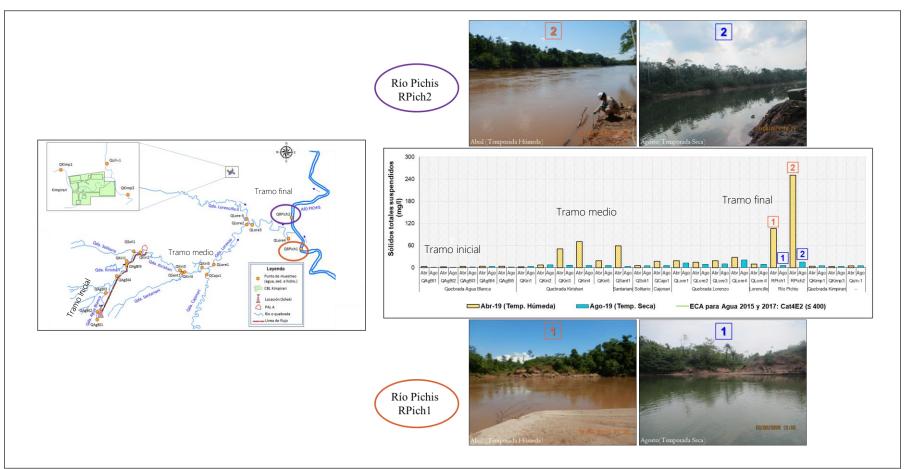


Figura 9.7. Diferencia de concentración de sólidos totales suspendidos del río Pichis (RPich1 y RPich2)

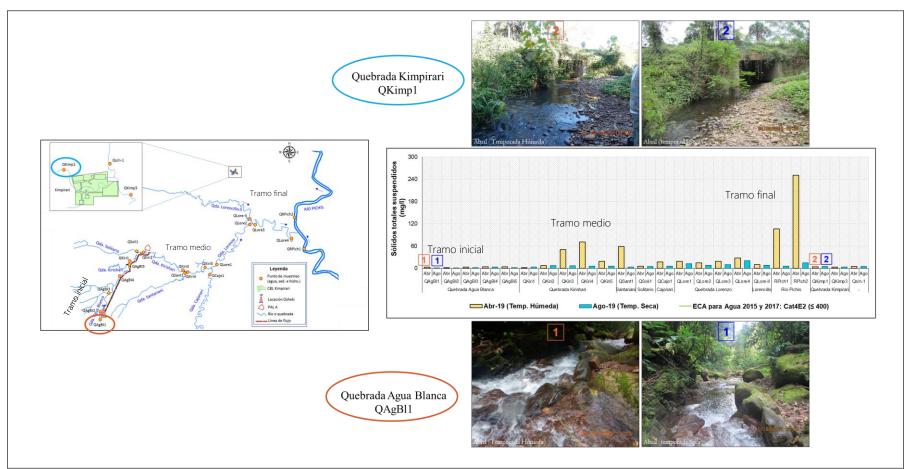


Figura 9.8. Diferencia de concentración de sólidos totales suspendidos de las quebradas Kimpirari (QKimp1) y Agua Blanca (QAgBI1)

De otro lado, la Figura 9.9 muestra las concentraciones de solidos totales disueltos (STD) relacionado a otros parámetros fisicoquímicos y las diferentes clases de interacciones entre los sedimentos y el agua vistas por las respectivas fotografías. Con respecto a la relación del STD, la Figura 9.9B observa como las quebradas Agua Blanca y sin nombre, y el río Pichis registraron las mayores concentraciones de solidos totales disueltos (STD) y también las mayores concentraciones de calcio disuelto (catión) y bicarbonatos (anión) - iones predominantes en el agua- indicados en la Figura 9.9A.

Con respecto a la interacción, Armijos E. (2010) señala que «la corriente de agua y el lecho que la acoge constituyen un sistema que interactúa dinámicamente», con lo cual se consideró el calcio del sedimento, junto con la pendiente, (Figura 9.9C) como el parámetro de enlace entre el agua y el lecho.

Al respecto, la quebrada Agua Blanca registró menor concentración de calcio en el sedimento colectado que las quebradas Kimpirari (QKimp3) y sin nombre (Qs/n-1) pero mayor concentración de calcio, junto con los bicarbonatos en el agua. Dicha diferencia se debe a las características de la quebrada Agua Blanca, de lecho acorazado⁵⁶ con presencia solamente de gravas en los primeros 2 puntos de muestreo, lo que hace que el agua erosione directamente al material conglomerado (canto, bolones y bloques) que se transporta en el agua por rodamiento como se muestra en la fotografía de la Figura 9.9.

La presencia de gravas en la quebrada sin nombre, con 32,23 %, de menor cauce y caudal, influye también en la formación de material disuelto; sin tener en cuenta la poca pendiente que registra. Otros cuerpos de agua con mayores concentraciones de calcio en sedimentos que la quebrada Agua Blanca son las quebradas Kirishari (QKiri1) y Lorencillo II (QLore-II), cuyos factores que contribuyen a una mayor presencia de material disuelto difiere de la quebrada Agua Blanca como pendiente, suelos de ribera, textura del sedimento, entre otros.

En caso del río Pichis, la dinámica del sedimento con el agua es diferente, puesto que al contener arenas en más del 99%, una de las formas de transporte se da por saltación⁵⁷ (Figura 9.9), la cual se da en grandes cantidades al ser el río un cuerpo de agua superficial de mayor tamaño y caudal, lo que muestra que las características hidromorfológicas juegan un rol importante en la formación de compuestos o elementos disueltos, tal como STD, calcio y bicarbonatos.

Por este motivo, existen diferentes factores básicos que contribuyen a la magnitud de la erosión (en este análisis con respecto al material disuelto), tales como son la topografía, la precipitación y tipo de suelo (estructura, textura, humedad, densidad) García y Salas (1998).

En términos generales, la dinámica fluvial, en donde se da la formación de material disuelto y suspendido en el agua, lleva a cabo procesos de erosión, transporte y sedimentación, con la predominancia de uno proceso sobre otro (Ollero A. y Romeo R., 2007) de forma temporal o esporádica, dependiendo de la temporada e intensidad de precipitación, y que se dan en circunstancia en donde se interrumpe el equilibrio entre la configuración del lecho y los caracteres del flujo para luego restablecerse (Espinoza, 2003).

⁵⁶ El acorazamiento de un lecho de gravas se forma generalmente por el lavado del material fino durante la recesión de avenidas. La capa superficial de gravas y cantos es importante porque es el límite rugoso que ofrece resistencia al fluido (Crozzoli y Batalla, 2003).

⁵⁷ La dinámica del transporte de sedimentos contiene a partículas que ruedan y se deslizan sobre el fondo, a otras que ocasionalmente permanecen suspendidas pero que normalmente se encuentran en el fondo hasta que una turbulencia las recoge y las hace saltar, y a las partículas más finas que están suspendidas por acción de la turbulencia (Aquirre, 1983).

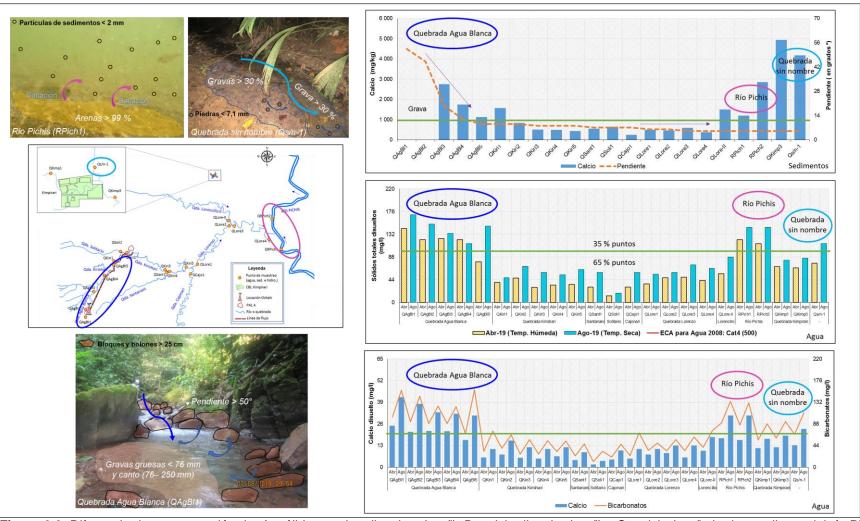


Figura 9.9. Diferencia de concentración de: A. sólidos totales disueltos (mg/l), B: calcio disuelto (mg/l) y C. calcio (mg/kg) y la pendiente del río Pichis y las quebradas Agua Blanca y sin nombre.

La temporalidad también está relacionada a la diferencia de concentración de otros parámetros como los metales, como se puede apreciar en la Figura 9.10 en la temporada húmeda, en donde las quebradas y río Pichis que registraron las mayores concentraciones de sólidos totales suspendidos (STS) tuvieron la mayor concentración de metales como el plomo, con mayor porcentaje en forma no disuelta, y cuyo valor en el río Pichis y quebrada Kirishari (QKiri3) superó los ECA para agua en la categoría 4.

El efecto de la lluvia fue diferente en el río Pichis que en las quebradas, como se puede apreciar en las fotografías de la Figura 9.10, en la zona donde la quebrada Kirishari confluye con la quebrada Santariani, en donde la lluvia ocurrida el 5 de abril antes de la toma de muestre, y que inició la noche anterior, causo un aumento de la turbidez de la quebrada Kirishari (color marrón oscuro).

No obstante, el efecto de la Iluvia culminó luego de 2 días, al tomar las muestras el 7 de abril en aguas abajo de la primera zona (confluencia Kirishari y Santariani), en la zona de confluencia de la quebrada Kirishari con Cajonari para forma la quebrada Lorenzo. Dicho efecto se aprecia en las fotografías de la Figura 9.9, en donde el color de las quebradas es verde oscuro y está relacionado con la disminución de STS junto con otros metales principales que disminuyen fueron el aluminio (Al), hierro (Fe), manganeso (Mn) y fósforo (P).

Todos los citados metales en la zona de confluencia de la quebrada Kirishari con Santariani se encontraron en mayor porcentaje en la forma no disuelta de acuerdo a la indicado en la Tabla 8, mientras que en la otra zona (Kirishari-Cajonari-Lorenzo) hubo cambios en la predominancia a la forma disuelta de Fe, Mn y Pb; aunque el Al mantuvo la misma predominancia no disuelta.

En cambio, las precipitaciones tuvieron un efecto diferente en la temporada seca, Figura 9.10; puesto que esta lluvia fue esporádica se observó solo un incremento de STS en la quebrada Lorenzo y no en el río Pichis.

El incremento de estos metales se debe a los procesos geológicos externos o exógenos causados por las lluvias, esto es, remoción de metales de los suelos en los cauces de los cuerpos de agua superficial por medio de pequeñas escorrentías y que luego son traslados por el flujo del agua mediante los sólidos en suspensión, tal como se observó en su incremento con la temporalidad (Figuras 9.7 y 9.8).

Con referencia a los efectos de la lluvia sobre el incremento de metales, Horowitz Arthur J., (2008) realizó estudios sobre el comportamiento de metales como el cobre, zinc y plomo y en los sedimentos que pasa de manera física al agua y que disminuyen por la presencia de material de grano grueso; no obstante, los flujos de los sólidos suspendidos trasportados tienden a aumentar por mayores descargas fluviales y concentraciones del sedimento.

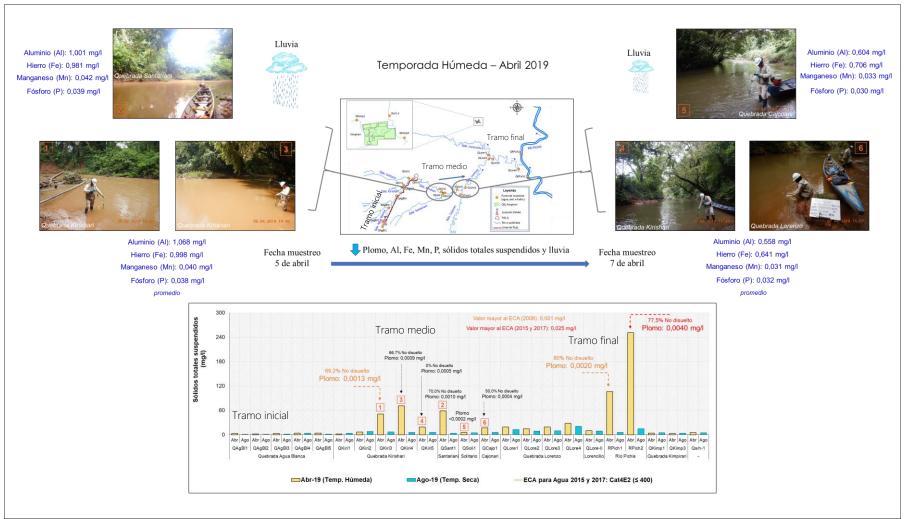


Figura 9.10. Efecto de lluvia intermitente en la temporada húmeda – abril 2019 en el tramo medio del cuerpo de agua principal (Kirishari y Lorenzo)

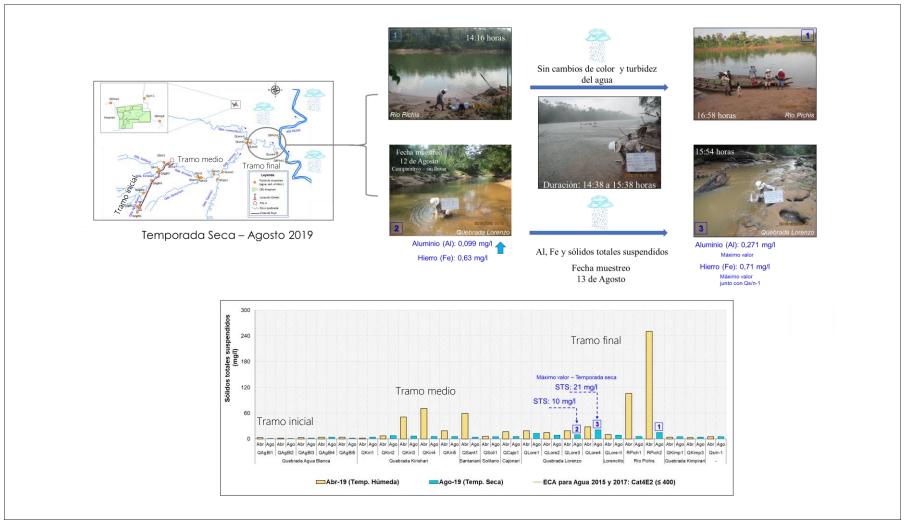


Figura 9.11. Efecto de lluvia esporádica en la temporada seca – agosto 2019 en el tramo final del cuerpo de agua principal (Lorenzo)

9.2. Sedimento

La concentración de metales en los sedimentos de los cuerpos de agua evaluados varian en función al tipo de granulometria tal como se presentó en la Figura 8.23, donde a mayores porcentajes de material fino (arcilla y limo) se registraron mayores concentración de metales.

La variabilidad granulométrica de los sedimentos evaluados interacciona de manera diferente con su entorno, como es el caso de la quebrada sin nombre donde tiene una conectividad con los suelos, formación de diferentes diámetros de sedimentos característico de una buena gradación (Figura 9.12A). En cambio, el río Pichis tiene sedimentos más uniformes que forman antidunas bajo el agua como se ve en la Figura 9.12.B.

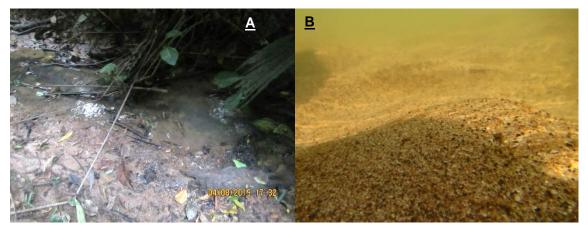


Figura 9.12. Sedimentos de A. Quebrada sin nombre (Qs/n-1) y B. Río Pichis (RPich1)

Los sedimentos regulan también la formación de depósitos de bancos de arena en las zonas donde se acentuan los meandros como se observa en la Figura 9.13 en las zonas de los puntos RPich1 y QLore2; y a su vez la variabilidad de los mismos condiciona a la concentraciones de metales en sedimentos, incluso para un mismo cuerpo de agua como la quebrada Kirishari, debido a que los sedimentos fluviales son el producto de la erosión y una porción de este material erosionado compuesto por partículas de rocas y minerales es trasportado por el curso fluvial (Yang et al., 2006).

El comportamiento de los sedimentos en un río depende de la distribución granulométrica (Ryan y Porth, 1999), a su vez, la granulometría de los sedimentos esta relacionada con la morfología fluvial. Asi, como ejemplo se tiene a la morfología de la quebrada Lorenzo, que en su tramo medio y bajo está formado por una sucesión de curvas (meándrico) propias del comportamiento fluvial de ríos amazónicos (Figura 9.13).

Al respecto, el flujo en tramos de tipo meándrico se caracteriza en la margen exterior por su concavidad y tendencia a la erosión y en su margen interior (convexa) con tendencia a la sedimentación (Rocha, 1998), esta condición hace que sedimento cuando no hay suficiente capacidad de transporte se acumule dando lugar a los llamados depósitos de sedimentos (Maza, 1996) como se menciono anteriormente. Los sedimentos pueden ser depositados en terrazas o áreas de inundación (Rocha, 1998), ocasionando perdida de vegetación.

La vegetación es un factor condicionante de la conservación de los suelos. Las plantas protejen al suelo de la acción de las lluvias, aunque en forma y proporciones diferentes. De acuerdo con la FAO (1994) la vegetación intercepta las gotas de lluvia y reduce la escorrentía, retarda la erosión al disminuir la velocidad de la escorrentía como ocurre en el punto QAgBI3 de la Figura 9.13. Asi tambien, la vegetación mejora la agregación y porosidad del suelo y aumenta la actividad biológica y capacidad de almacenaje del agua de suelo.

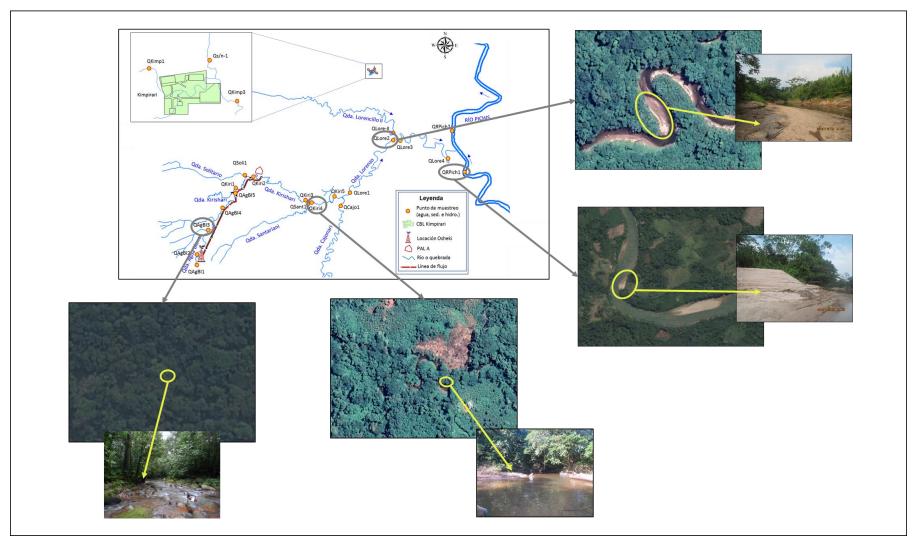


Figura 9.13. Diferencia de la geomorfología fluvial del cuerpo de agua principal (quebrada Agua Blanca-Kirishari-Lorenzo) y río Pichis

Con respecto a otros estudios en el ámbito evaluado del proyecto Lote 107 para agua y sedimento, en los estudios realizados en el EIA-SD (2017)⁵⁸ se tomaron muestras de agua superficial de la quebrada Agua Blanca en 2 temporadas: húmeda el 13 de abril de 2014 y seca el 01 de junio de 2014 en los puntos de muestreo PH-1, PH-2 y PH-3. En ambas temporadas, todas las concentraciones de los metales comunes fueron menores a los ECA para Agua Cat4E2 (2008, 2015 y 2017), resaltando a los metales que estuvieron para ambos estudios menores al límite de detección como el cadmio, níquel y plomo.

Asimismo, el pH para ambos estudios fue básico (mayor a 8,0 unid. pH) con valores dentro del rango del ECA para agua Cat4E2 (2008, 2015 y 2017), buena concentración de oxigeno (superior a 7,0 mg/l) que fue mayor al valor del citado ECA y resultados similares de sólidos suspendidos totales (por debajo dl límite de detección) menores a los valores del ECA para agua Cat4E2 (2008) y sólidos disueltos totales (entre 100 y 200 mg/l) menores a los valores del ECA para agua Cat4E2 (2008, 2015 y 2017).

Para el caso del sedimento, este componente fue evaluado en la quebrada Agua Blanca en el mismo EIA-SD (2017), con código 1088-1 (9:00 horas) y 1085-1 (17:10 horas) del 1 de junio de 2014. Llas concentraciones de metales para ambos estudios fueron menores a los valores ISQG de la guía referencial CEQG-SQG, mientras que los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) –todos menores al límite de detección o cuantificación - no superaron el valor óptimo de 50 mg/kg de la guía de Los Países Bajos y el valor ESL de 500 mg/kg de la guía Atlantic RBCA.

9.3. Suelo

La presente evaluación de la calidad de suelo comprende cuatro zonas de estudios: Campamento base logístico, Locación Osheki, Línea de Flujo y, Punto de apoyo Logístico (PAL), las cuales de acuerdo a las futuras actividades que pretende desarrollar Petrolífera en estas zonas, pueden considerarse áreas con potencial de ser afectadas.

_

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 08 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107», aprobado mediante Resolución Directoral N.º 071-2017-MEM/DGAAE.

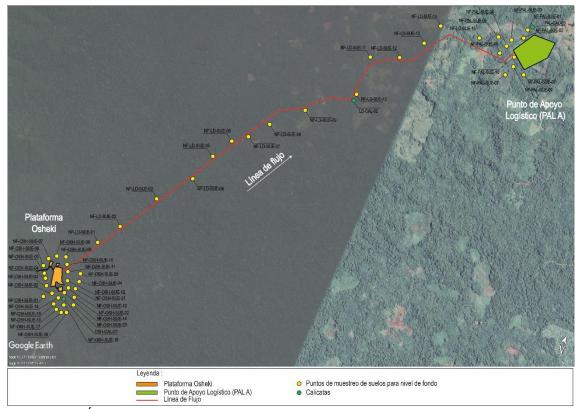


Figura 9.14. Áreas con potencial fuente de afectación

En el área de influencia de la plataforma de la Locación Osheki, ubicada en el Área Natural Protegida Bosque de Protección San Matías – San Carlos (BPSM-SC), Petrolífera tiene previsto realizar la perforación de 4 pozos (1 exploratorio y 3 confirmatorios)⁵⁹. Asimismo, la futura línea de flujo tendrá como función transportar efluentes industriales, lodos y cortes de perforación, mientras que el PAL, ubicado en aproximadamente a 800 m del caserío Alto Siria, constará de áreas de separación y almacenamiento de recortes de perforación, almacenamiento de diésel, entre otros. La contaminación según su origen puede ser geogénica o antropogénica, la primera puede proceder de la roca madre en la que se formó el suelo, de la actividad volcánica o lixiviado de mineralizaciones, la segunda, por el contrario, se produce debido a los residuos peligrosos derivados de actividades industriales, agrícolas, petroleras, y de los residuos sólidos urbanos (Galán y Romero, 2008).

Los resultados de metales registrados en las áreas evaluación presentaron concentraciones que no superaron los ECA para suelo de uso agrícola, siendo en el caso de metales como arsénico, cadmio (en grandes concentraciones pueden ser perjudiciales para los seres vivos) estuvieron en por debajo del límite de cuantificación, siendo estos resultados un indicador de la buena calidad del suelo.

Una forma de determinar las concentraciones naturales de metales para un suelo es el estudio de niveles de fondo; proporciona el valor natural de un metal en el suelo siempre y cuando no presente indicios de alteración antropogénicas. En esta evaluación se contempló el citado estudio, se determinó los valores de nivel de fondo de 18 metales, los cuales sirven

⁵⁹ ITS para la reubicación del Punto de Apoyo logístico y Línea de Flujo del Proyecto de Perforación hasta 08 pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde la Locación Osheki Kametza en el Lote 107.

de precedente de la calidad actual del suelo antes de actividades antropogénicas como la extracción de hidrocarburos.

Respecto a los resultados de las fracciones de hidrocarburo (F1, F2, F3) presentaron concentraciones que no excedieron los ECA para suelo de uso agrícola, sin embargo, las fracciones de F2 y F3 registrados en algunos puntos de las zonas evaluadas podrían deberse a afloramientos naturales de la zona o en su defecto raíces y tallos de árboles naturales de la zona⁶⁰.

Los cuerpos del suelo contienen una secuencia de horizontes y capas identificables que se producen en patrones repetitivos como resultado de los factores de formación del suelo descritos por Dokuchaev (1983) y Jenny (1941). Para la presente evaluación se establecieron calicatas en cada zona para observar los perfiles del suelo, además, obtener información sobre la formación del suelo, características del material del que se formó, su entorno y su historia pedogénica (Figura 9.15), para finalmente determinar la calidad del suelo evaluado.



Figura 9.15. Calicata Osheki

El suelo tiene propiedades físicas y químicas como la textura, color, estructura, peso, porosidad, drenaje y profundidad; así como la capacidad de intercambió catiónico (CIC), pH, carbonatos y contenidos de materia orgánica, que «dan a los suelos ciertas características que inciden en la transformación, retención y movimiento de los contaminantes a través del suelo y afectan la velocidad de migración y la forma química del contaminante» (Volke et al., 2006). Con respecto a los resultados obtenidos en la caracterización de las áreas evaluadas indicaría un suelo de buena calidad.

9.4. Hidrobiología

Para los macrobentos se registraron 88 morfoespecies, correspondientes a estadíos adultos, de los órdenes Decapoda (*Macrobrachium* sp. «camarón de rio») y Architaenioglossa (*Pomacea* sp. «caracol de río») y Diptera. La especie *Pomacea* sp. suele habitar ambientes acuáticos con altas concentraciones de materia orgánica y bajas concentraciones de oxígeno disuelto; en la presente evaluación el oxígeno disuelto varió entre 3,11 mg/L a 4,62 mg/L. Es importante mencionar que el sustrato arenoso sería un factor muy importante en

144

⁶⁰ Falta referenciar con bibliografía.

la limitada diversidad de macrobentos en el área de estudio (Arana y Cabrera, 2017; Villamarín *et al.*, 2014, Rice *et al.*, 2010; Roldán y Ramírez, 2008).

En cuanto a los macrobentos, la disminución de la riqueza de taxones, así como en la abundancia entre ambas temporadas podría estar asociada a las diferencias en los factores físicos y fisicoquímicos para cada temporada, tales como los cambios en la concentración de oxígeno disuelto, conductividad, velocidad de corriente, caudal, etc.; así como en los ciclos biológicos de los organismos en estudio (Roldán y Ramírez, 2008; Domínguez y Fernández, 2009).

El dominio de los estados preimaginales de dípteros para la temporada seca se debería a la variedad de hábitats acuáticos que ocupan, los cuales es muy superior a otros órdenes de insectos (Wirth y Stone, 1968). Asimismo, la dominancia del phylum Arthropoda en ambas temporadas del presente estudio corroboran la afirmación de que los artrópodos, representado principalmente por los insectos acuáticos, representan del 70 % al 90 % de los macroinvertebrados dulceacuícolas (Rosenberg y Resh, 1993).

La disminución de la abundancia de macrobentos en los cambios estacionales de temporada húmeda a seca se debería a factores físicos como disminución del caudal, la velocidad de corriente y de sólidos en suspensión, principalmente (Roldán y Ramírez, 2008). También algunas familias registradas como las más abundantes, tales como Chironomidae (Diptera), Baetidae (Ephemeroptera) y Elmidae (Coleoptera), coincidieron con estudios previos en otras regiones andinas de Sudamérica (Jacobsen *et al.*, 2008; Barber-James *et al.*, 2008).

En el análisis de distribución altitudinal de macrobentos en los puntos de muestreo evaluados presentó una mayor riqueza de morfoespecies al disminuir el rango altitudinal (449-227 m s.n.m.) que presentaron condiciones apropiadas para el desarrollo de la comunidad bentónica, como concentraciones altas de oxígeno disuelto y mayor disponibilidad de material alóctono. Las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire con el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada (Roldán y Ramírez, 2008), esto último está relacionado con la altitud y la pendiente del cauce.

La heterogeneidad del hábitat fluvial es muy importante en la ecología de los ríos y ha sido estudiado en climas templados (Pringle *et al.*, 1988, Beisel *et al.*, 2000; Taniguchi y Tokeshi, 2004) y tropicales (Rincón, 1996; Ramírez *et al.*, 1998). Por tanto, la heterogeneidad de hábitats registrados en los puntos de muestreo evaluados contribuye a la diversidad de macrobentos, que está asociada a los valores del índice BMWP/Col.

El uso de macrobentos como indicadores de la calidad del agua está basado en que dichos organismos ocupan un hábitat con características ambientales específicas, y cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará, por tanto, en las estructuras de estas comunidades. El oxígeno disuelto, el grado de acidez o basicidad (pH), la temperatura del agua y la cantidad de iones disueltos (conductividad) son muchas veces, las principales variables a las cuales estos organismos son más sensibles. Dichas variables cambian fácilmente por contaminación industrial y domestica (Roldán y Ramírez, 2008).

Los valores de los índices de diversidad están en función de varios factores ambientales como son el tipo de sustrato, velocidad de corriente y caudal; así como los factores fisicoquímicos como el oxigeno disuelto, temperatura, pH, conductividad eléctrica; lo biológico como la predación y competencia; y lo antrópico; sin embargo, tenemos que los valores bajos de diversidad en el punto de muestreo HID-QCajo1, HID-QLore1 podrían estar asociados a los valores bajos de conductividad eléctrica.

Para los peces se registraron 77 especies nativas amazónicas, algunas de importancia pesquera como las especies *Prochilodus nigricans* «boquichico», *Hoplias malabaricus* «fasaco», *Hypostomus* sp. «carachama», entre otros (Dávila *et al.*, 2018). Además, se identificó a una especie del género *Anablepsoides* sp. «pez anual», caracterizada por presentar una alta diversidad de especies y una alta tasa de endemismo en la Amazonía y en actual estudio por W. Costa. También se reportó la presencia de la especie *Knodus pasco* «mojarrita», endémica para esta cuenca hidrográfica, y también probable endemismo y nuevo reporte del loricárido *Rineloricaria* sp. «shitari».

El orden Characiformes fue el predominante con 39 especies, siendo la familia Characidae la más representativa (30 especies), concordando con anteriores estudios para la Amazonia (Ortega *et al.*, 2010; Ortega *et al.*, 2007; Van der Sleen y Albert, 2017; Dagosta De Pinna, 2019). Es importante señalar que la mayor colecta de peces en la estación HID-QKiri1, fue debido a que presentó un ambiente más favorable para la supervivencia y refugio de los peces, por la mayor disponibilidad de microhábitats y mayor protección ribereña, en general en los puntos de similar ubicación altitudinal, los valores de riqueza y abundancia fueron similares.

De las especies colectadas, la mayoría corresponde a especies pequeñas y medianas de hábitos omnívoros (46 especies), propias de lugares de poca profundidad y poca corriente (pozas, arroyos, remansos). Las especies más abundantes fueron pequeños carácidos de los géneros *Bryconamericus*, *Ceratobranchia y Knodus*, con dominancia de *Ceratobranchia obtusirostris* en temporada seca y de *Knodus hypopterus* «mojarrita» en temporada húmeda, que al igual que otras especies del mismo género, son abundantes en los arroyos selváticos, habitando en especial en lugares poco profundos con presencia de vegetación marginal, y suelen vivir en pequeños cardúmenes (Galvis *et al.*, 2006), como los identificados en los puntos de muestreo.

Los resultados de regular a bueno obtenidos con el índice de integridad biológica (IBI), indicaría posible modificación del ambiente acuático y zona ribereña producto de alguna actividad humana; además, la poca representatividad de algunos taxa clave así como baja riqueza y abundancia en uno de los puntos de muestreo, no necesariamente refleja un mal estado de conservación del lugar, ya que estos resultados son solo una representación de un momento específico de la evaluación, tal como lo señala Valenzuela-Mendoza (2018 en otro estudio.

Respecto a los análisis de metales en tejido muscular de los peces, no se reportaron valores de concentración por encima de lo establecido con la norma: Manual de Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación (SANIPES, 2016), los cuales referencian a los metales pesados de interés para alimentos en la salud humana como cadmio, arsénico, mercurio y plomo. Cabe indicar que los valores de concentración de TPH (hidrocarburos totales de petróleo) estuvieron por debajo del límite de detección. Los grupos tróficos fueron señalados según Deza (1997) y Pezo et al. (1992) en carnívoros y omnívoros; y ninguno de ellos mostró concentraciones importantes y que puedan afectar la salud humana.

Los resultados expuestos difieren de lo hallado por Deza (1996), quien reportó en el departamento de Madre de Dios, elevadas concentraciones de mercurio en peces de consumo humano como consecuencia de las actividades de minería ilegal que se desarrolla en la zona. También García de Sotero y Alva-Astudillo (2013) reportaron concentraciones por encima de los límites de las normas internacionales en pescados comercializados en Iquitos, Nauta y Requena (Loreto), provenientes de las cuencas de los ríos Amazonas, Marañón y Ucayali respectivamente, para los metales pesados de plomo y cromo.

Del mismo modo, se realizó un estudio en los ríos Nanay, Ucayali y Amazonas, en la que tampoco se registraron concentraciones peligrosas al ser humano (Pezo et al., 1992) con

muy pocas excepciones a los valores reportados por Cánepa et al. (1987) para el río Corrientes.

Es importante mantener la conservación de las riberas, así como el cauce natural de los ríos para que la comunidad de macrobentos pueda desarrollarse con normalidad y por tanto, mantener la cadena trófica de los ríos.

En estudios anteriores en el área, se evaluaron 3 puntos en el sector Osheki (OPH-1, OPH-2 y OPH-3) los cuales coinciden con nuestros puntos ubicados en un tramo de la quebrada Agua Blanca (HID-QAgBI1 y HID-QAgBI2) y se observa que hay diferencia tanto en la riqueza como en la abundancia de peces (Figura 9.16).

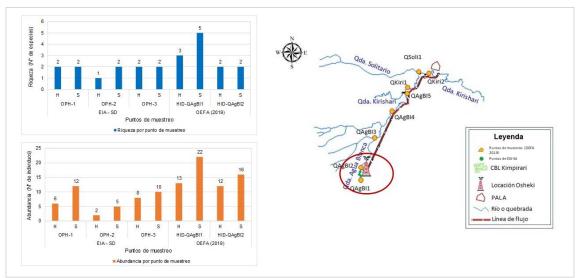


Figura 9.16. Comparación de riqueza y abundancia de peces registrados en un sector de la quebrada Agua Blanca

La riqueza en el EIA-Sd registró 2 especies; mientras que, en el estudio realizado por el OEFA (2019) se registró 5 especies capturados principalmente con redes de arrastre (removiendo piedras, troncos y vegetación cerca de la orilla) y red de mano o cal cal (moviendo rocas), es preciso indicar que la especie *Knodus pasco* está considerada como especie endémica y está presente en los puntos evaluados en ambas temporadas. Otra especie registrada en nuestro estudio fue *Astroblepus* sp., conocida comúnmente como bagre de torrente y que tiene hábitos nocturnos y durante el día se esconden en cuevas, por debajo de las piedras, troncos y bajo la vegetación ribereña (Dahl 1971) (Tabla 9.1).

Tabla 9.1. Comparación de riqueza y abundancia registrada en un tramo de la quebrada Agua Blanca en estudios anteriores y OEFA (2019)

	Familia	Especie	EIA - SD					OEFA				
Orden			OPH-1 OPH		1 2 OB		⊔ 2	HID-		HID-		
					OF II-2		OPH-3		QAgBI1		QAgBl2	
			Н	S	Н	S	Н	S	Н	S	Н	S
Characiformes	Characidae	Bryconamericus sp.	4	7	0	4	4	6	-	-	-	
Characiformes	Characidae	Hemibrycon jelskii	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-
Characiformes	Characidae	Knodus pasco*	-	-	-	-	-	-	7	6	9	15
Siluriformes	Astroblepidae	Astroblepus sp.	-	-	-	-	-	-	2	5	-	-
Siluriformes	Heptapteridae	Rhamdia quelen	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Siluriformes	Loricariidae	Chaetostoma sp.	-	-	-	-	-	-	1	4	-	1
Siluriformes	Loricariidae	Hypostomus sp.	2	5	2	1	4	4	-	-	-	-
Riqueza por punto de muestreo			2	2	1	2	2	2	3	5	2	2
Abundancia por punto de muestreo			6	12	2	5	8	10	13	22	12	16

	Familia				EIA	- SD				OE	EFA	
Orden		Especie	OPH-1 OPH-2		OPH-3		HID-		HID-			
							QAgBl1		QAgBl2			
			Н	S	Н	S	Н	S	Н	S	Н	S
Riqueza total			2						5			
Abundancia total			43						55			

H: Temporada húmeda (*): Especie endémica.

En el tramo de la quebrada Kimpirari, la riqueza en el EIA-Sd se registró 6 especies; mientras que, en el estudio realizado por el OEFA (2019) 19 especies capturados principalmente con redes de arrastre, es preciso indicar que la mayoría fueron carácidos pequeños y en menor proporción el grupo de las carachamas y cíclidos (Tabla 9.2).

Tabla 9.2. Comparación de riqueza y abundancia registrada en un tramo de la quebrada Kimpirari en estudios anteriores y OEFA (2019)

			EIA	- SD	OE	FA	
Orden	Familia	Especie	Río Quimpirari		HID-Q	Kimp3	
			Н	S	Н	S	
Characiformes	Characidae	ND (anchoveta)		1			
Characiformes	Characidae	Acestrocephalus sp.		6			
Characiformes	Characidae	Astyanax bimaculatus		1	3	2	
Characiformes	Characidae	Bryconamericus sp.		6			
Characiformes	Characidae	Charax tectifer			1		
Characiformes	Characidae	Chrysobrycon myersi			8	2	
Characiformes	Characidae	Creagrutus peruanus			2		
Characiformes	Characidae	Gephyrocharax sp.			11	1	
Characiformes	Characidae	Hemigrammus aff. megaceps			2		
Characiformes	Characidae	Knodus sp.			2	19	
Characiformes	Characidae	Knodus hypopterus			13	12	
Characiformes	ciformes Characidae Knodus smithi				15	4	
Characiformes	haraciformes Characidae Moenkhausia simulata					9	
Characiformes	Characidae	Odontostilbe euspilurus				2	
Characiformes Characidae Paragol		Paragoniates alburnus			2		
Characiformes Characidae		Scopaeocharax sp.			1		
Characiformes	Erythrinidae	Hoplias malabaricus		1			
Siluriformes	Heptapteridae	Imparfinis pseudonemacheir			1		
Siluriformes	Auchenipteridae	Centromochlus perugiae			1		
Siluriformes	Pimelodidae	Pimelodus blochii					
Siluriformes	Callichthyidae	Corydoras sp.			2		
Siluriformes	Loricariidae	<i>Ancistrus</i> sp.			3	1	
Siluriformes	Loricariidae	Loricaria sp.		1			
Cichliformes	Cichlidae	Bujurquina hophrys			1	3	
Cichliformes	Cichlidae	Crenicichla sedentaria				1	
Riqueza por punto de muestreo			0	6	16	11	
Abundancia por punto de muestreo				16	68	56	
Riqueza total				ô	19		
Abundancia total				16 124			

H: Temporada húmeda

En el tramo de la quebrada Lorencillo II, la riqueza en el EIA-Sd registró 1 especie; mientras que, el estudio realizado por el OEFA (2019) registró 8 especies capturadas principalmente con redes de arrastre, y estuvieron conformados por carácidos pequeños y carachamas (Tabla 9.3).

S: Temporada seca.

S: Temporada seca.

Tabla 9.3. Comparación de riqueza y abundancia registrada en un tramo de la quebrada Lorencillo II en estudios anteriores y OEFA (2019)

			EIA - SD		OEFA			
Orden	Familia	Especie	Río Lor	enzo 2	HID-Lore-II			
			Н	S	Н	S		
Characiformes	Characidae	ND (anchoveta)	6					
Characiformes	Characidae	Brachychalcinus nummus				3		
Characiformes	Characidae	Bryconamericus sp.				7		
Characiformes	Characidae	Knodus hypopterus				10		
Siluriformes	Pimelodidae	Pimelodus blochii			2			
Siluriformes	Loricariidae	Aphanotorulus horridus			2			
Siluriformes	Loricariidae	Loricaria clavipinna			1			
Siluriformes	Loricariidae	Sturisoma sp.			6	2		
Beloniformes	Beloniformes Belonidae Pseudotylosurus angusticeps				2			
Riqueza por punto de muestreo			0	0	5	4		
Abundancia por punto de muestreo			6	0	13	22		
Riqueza total			1		8			
Abundancia total			6		3	35		

H: Temporada húmeda

9.5. Flora silvestre

Los resultados de la flora silvestre (Anexo 9), permite tener una aproximación de las especies que se desarrollan en los bosques prístinos de la zona-1 y los fragmentos de bosque en la zona-2 y zona-3, dentro del área de influencia del proyecto de exploración de hidrocarburos, Lote 107 – Locación Osheki (Figura. 9.17).

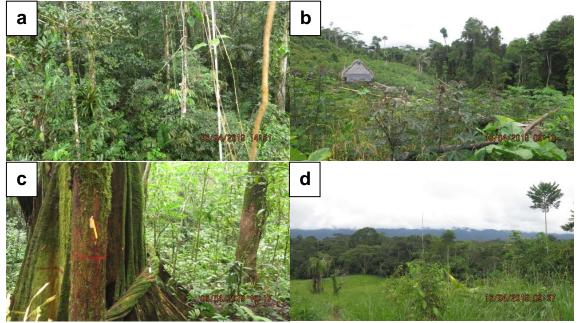


Figura 9.17. Tipos de bosque en Lote 107: a y c zona-1 (bosque pristino); b y d zona1 y zona-2 (fragmento de bosque primario y bosques secundarios)

En base a la evaluación de 1184 individuos, todas correspondientes a la evaluación de las parcelas y transectos en las 3 zonas del Lote 107 (Anexo 9) se registraron 436 especies, 209 géneros y 62 familias. Siendo las familias representativas: Fabaceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae, Arecaceae, Malvaceae, Moraceae y Lauraceae como las más abundantes y ricas en especies (riqueza absoluta). Esta

S: Temporada seca.

información coincide con la mayoría de los estudios en parcelas permanentes realizadas por diferentes investigadores, entre ellos: Esquivel *et al.* (2019), mencionan que la mayor parte de la diversidad se mantiene en los trópicos, pero que también son cambiantes en el tiempo, donde las familias Fabaceae, Moraceae, Sapotaceae y Arecaceae fueron reportadas como las más ricas y abundantes en especies.

De igual manera, las mencionadas familias fueron reportadas en el norte de la Amazonía peruana en el departamento de Loreto en las zonas de Allpahuayo y Yanamono, por Gentry (1988a), (1988b) en Phillips y Miller (2002); y Phillips *et al.* (1994). Además, Vásquez y Phillips (2000) al analizar parcelas ubicadas dentro de los llamados bosques aluviales del noreste peruano también reportaron a las familias Fabaceae, Moraceae, Lauraceae y Annonaceae, como las más ricas y abundantes. Cabe indicar que todos estos estudios forman parte de la Red Amazónica de Inventarios Forestales.

Asimismo, las especies arbóreas dominantes en las parcelas y transectos ubicadas en bosque primario y fragmentos de bosque primario son diferentes con relación a las especies de bosque secundario, como se observa en la Figura 9.18. Por ejemplo, especies como; Clarisia biflora, Minquartia guianensis, Virola calophylla, Protium sagotianum, Ocotea palcazuensis, Senefeldera inclinata, Hevea guianensis, Pseudolmedia macrophylla, Trichilia solitudinis, Virola duckei, Iryanthera juruensis y Virola sebifera. Además de, Eschweilera coriácea, Brosimum rubescens y Pouteria subrotata; son considerados como especies típicas en bosques primarios, las cuales están incluidas en diferentes estudios botánicos y ecológicos en la Amazonia Norte y Amazonia central del Perú como los desarrollados por Vásquez et al. (2010), Gentry (1989), Monteagudo y Huaman (2010), Mendoza et al. (2015), Incluso en la amazonia sur del Perú (Madre de Dios) están consideradas dentro de las 150 especies arbóreas más comunes de tierra firme por Pitman et al. (2001) y Valenzuela et al. (2007).



Figura 9.18. Especies típicas de bosque primario y bosque secundario; a. *Clarisia biflora*; b. *Miquartia guianensis*; c. *Himatnathus sucuuba* y d. *Apeiba membranácea*

Por otro lado, las especies con características de bosques secundarios como; Apeiba membranacea, Himatanthus sucuuba, Sapium marmieri, Chimarris glabriflora, Rollinia

pittieri, Piper aduncum, Zanthoxylum kellermanii, Cecropia puberula, Banara guianensis, Inga sp1 y Ficus maxima entre otras (Figura 9.18), también son mencionados en los diferentes catálogos publicados por Vásquez y Rojas (2004), Monteagudo y Huaman (2010), Vasquez et al. (2010), Mendoza et al. (2015) y Baker et al. (2016). Así como el de Valenzuela et al. (2007), tanto en selva norte y selva sur, pero principalmente con los de selva central del Perú. Sin embargo, las especies típicas de bosques secundarios originados por diferentes actividades antropogénicas son mencionados por Achard et al. (2002), Akindele y Onyekwelu (2011), Armenteras et al. (2011) y De las Salas (2002) en Bosques secundarios de américa tropical y las perspectivas para su manejo.

Por otro lado, estudios anteriores en el área de estudio⁶¹, principalmente relacionado a la zona-1 (locación Osheki) hacen referencia a la evaluación de flora arbórea (dendrologia), en el cual registran 94 especies. El presente estudio, amplia la cantidad de especies arbóreas a 232 (138 especies mas que los reportados). Sin embargo, tienen una similitud respecto a las familias y especies registradas. Mientras tanto, el Sernanp en el Plan Maestro del BPSMSC solo hace referencia a la presencia de algunas especies de importancia forestal, entre ellas a: *Cedrela odorada* (cedro) y *Cedrelinga catenaeformis* (aguano), incluidas también en el presente informe.

Con relación a la dist ribución diamétrica «estructura horizontal» de las especies en las parcelas de la zona-1 (plataforma Osheki), así como las especies de los transectos evaluados en los fragmentos de bosque primario de la zona-2 y zona-3 (Figura 9.19) mostraron una tendencia de la curva, reflejando la forma típica de «J» invertida como lo refieren Monge (1999) y Louman (2001). Lo que indica, la presencia de gran cantidad de individuos con diámetros menores, «garantizando así» la regeneración natural y la dinámica normal de estos ecosistemas. Sin embargo, los transectos evaluados en los bosques secundarios, mostraron tendencias diferentes a la «J» invertida, evidenciando así, procesos graves que indican la degradación de estos ecosistemas como lo indica Achard *et al.* (2002).

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 08 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107», aprobado mediante Resolución Directoral N.º 071-2017-MEM/DGAAE.

~4



Figura 9.19. Diámetros y alturas de las especies arbóreas en el Lote 107; a. Medida del diámetro y b. Altura de árbol emergente

Asimismo, la estructura vertical «clase de alturas» en las 3 zonas evaluadas mostraron el mismo patrón, y estaría de acuerdo a lo manifestado por Valerio (1997) quien distribuye o clasifica los arboles según la altura de sus especies, reflejando así en su perfil vertical la clasificación, los 3 estratos; alto, medio y bajo (emergentes, sotobosque y de dosel); que constantemente son ocasionados por eventos naturales «claros» Monge (1999) y Hernández (1999), siendo las especies más abundantes las que corresponden al estrato «de dosel» del bosque.

Las especies ecológicamente más importantes presentes en las parcelas (FL-107-PPM1 y FL-107-PPM2) de la zona-1, y los transectos (FL-107CBL-TG2 y FL-107PAL-TG2) de la zona-2 y zona-3, correspondieron a especies típicas de bosques primarios; del mismo modo, las parcelas (FL-107CBL-TG1 y FL-107PAL-TG1) de la zona 2 y zona 3 presentaron especies típicas propias de bosques secundarios. Comprueban, que cada parcela y cada transecto tienen características independientes, ya que cada una está ubicada a diferente altitud y en diferente ecosistema (primario y secundario), por ende, cada una contiene especies únicas en su composición, ya que son las especies que mejor se establecen en cada zona (Lamprecht, 1990, citado por Salgado 1996).

La amazonia de selva alta «montañosas» y selva baja son consideradas una importante fuente de servicios ecosistémicos (Armenteras *et al.*, 2011). Asimismo, ya que los bosques tropicales de montaña presentan altas tasas de precipitación y bajas tasas de evapotranspiración (Hölscher, 2008), las convierten en ecosistemas trascendentales para la elaboración de planes de monitoreo y conservación. En ese sentido la estimación de la biomasa y captura de carbono en las diferentes zonas evaluadas del Lote 107 muestra la importancia de estos bosques.

Por lo tanto, la biomasa aérea acumulada en las parcelas de 0,5 ha en los bosques primarios de la zona-1 estimado en base a la estructura diamétrica, altura y a la densidad de la madera

de los árboles, al igual que el área basal alcanza los mayores valores en los bosques primarios de tierra firme sobre suelos arcillosos, particularmente esto se observa en las parcelas FL-107-PPM1 y parcela FL-107-PPM2. Lo contrario ocurre en los bosques secundarios sobre ecosistemas degradados (transectos de 0,1 ha en la zona-1 y zona-2), en el cual los valores de biomasa son más bajos; resultados similares se están obteniendo para diferentes tipos de bosques amazónicos en el sur y norte de Perú donde se tienen datos de parcelas permanente de 1 ha.

La mayoría de las investigaciones relacionadas con la biomasa y captura de carbono en bosques amazónicos se han experimentado en zonas de selva baja. Asimismo, son varios estudios que han estimado las tasas de biomasa que respaldan nuestros resultados 284,3 Tn ha-1 y 240,66 Tn ha-1 en la zona-1, entre ellos (Saatchi *et al.*, 2007; Malhi *et al.*, 2006; Baker *et al.*, 2004a; Monteagudo y Phillips, 2012) y el crecimiento de la biomasa con el proceso sucesional 87,7 t/ha-1 y 311,2 t/ha-1 en la zona-2 y, 185,9 t/ ha-1 y 451,8 t/ha-1 en la zona-3 (Uhl *et al.*, 1988; Saldarriaga, 1994; Neeff y dos Santos, 2005; Del Valle *et al.*, 2011). Estos últimos estudios concuerdan con los resultados obtenidos en la zona-2 y zona-3 del Lote 107. Además, estos datos, permitirán evaluar el comportamiento de la biomasa desde los estadios secundarios y sucesionales más tempranos hasta que el bosque alcance características estructurales similares a aquellas del bosque primario.

Es importante mencionar que, los resultados estimados en esta evaluación son una aproximación. Ya que, de acuerdo con la diversidad y la composición florística característica de estos bosques, no contamos con una base de datos con las densidades exactas de cada especie de árbol en estas zonas, que en su mayoría son diferentes a los ya conocidos de la amazonia baja del sur y norte del Perú.

La estimación de la biomasa es importante en la actual coyuntura, por su contribución a nivel local, regional y global al mantenimiento y equilibrio en el ciclo del carbono, la emisión de combustibles fósiles a la atmósfera y el cambio climático. Finalmente, los valores de biomasa estimados en esta evaluación, en general, son similares a los reportados en casi todas las investigaciones encontradas. Sin embargo, es importante recalcar que los valores estimados para los transectos en la zona-2 y zona-3 CBL y PAL respectivamente 87,7 t/ha-1 y 311,2 t/ha-1 en la zona 2 y 185,9 t/ha-1 y 451,8 t/ha-1 en la zona-3 consideran individuos ≥ 5 cm de diámetro.

Como ya es conocido, los bosques amazónicos «de montaña» son los ecosistemas más biodiversos del mundo (Myers et al., 2000) debido principalmente a la gran variedad de condiciones climáticas, orográficas y edáficas (Richter, 2008) como los registrados en las zonas evaluadas. En ese sentido, existe una gran variedad de especies dentro de alguna categoría de protección y endemismo, las cuales son superiores al de todos los otros ecosistemas definidos como más biodiversos, pero también amenazados en el mundo «hotspots» (Myers et al., 2000). En la evaluación (Anexo 9) se reportaron 18 especies dentro de alguna categoría de amenaza, protección y endemismo, además de las 132 especies reconocidas como preocupación menor «LC» por el IUCN (2019) en el área de influencia del Lote 107, aumentando de esta forma su importancia. Por todas estas precisiones, se considera que los bosques amazónicos adquieren mayor importancia en el mundo (Richter, 2008) y la más alta prioridad para la conservación, debido a que enfrentan una significativa amenaza antrópica (Newton, 2007).

Las evaluaciones e inventarios de flora silvestre, realizados de manera responsable en los diferentes ecosistemas (bosques primarios, fragmentos de bosque y bosques secundarios), aportan en el descubrimiento de especies importantes, desde, especies de importancia forestal que sufrieron presiones antrópicas en el pasado y han disminuido sus poblaciones

SSIM: Subdirección de Sitios



Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

de manera natural, como; Swietenia macrophylla «caoba» y Cedrela odorata «cedro», tal como lo refiere las lista CITES (2017), IUCN (2019) y también la Legislación Nacional.

El análisis multivariado y cluster, refleja claramente la distribución de las zonas y entre ellas sus parcelas y transectos, mostrando agrupamientos bien definidos por formación vegetal; bosque primario junto con los fragmentos de bosque primario para la zona-1, zona-2 y zona-3 como un grupo, y como otro grupo para los transectos de los bosques secundarios en la zona-2 y zona-3.

La ampliación o restricción en la distribución de especies de flora como Brosimum aff. gaudichaudii (Moraceae), árbol de más de 50 cm de diámetro y más de 20 m de altura, registrado únicamente para Brasil, Bolivia y Paraguay o de la especie Daphnopsis aff. equatorialis (Thymeleaceae) árbol de 8 cm de diámetro y 9 m de altura, considerado endémico para Ecuador en el Libro Rojo de plantas endémicas para Ecuador (León et al., 2011) como se detalla en la Figura 9.20, corresponden a especies no consideradas en el último catálogo de árboles del Perú de Vasquez et al. (2018), por ello es importante continuar con estos estudios para conocer más sobre las especies presentes en la selva peruana.

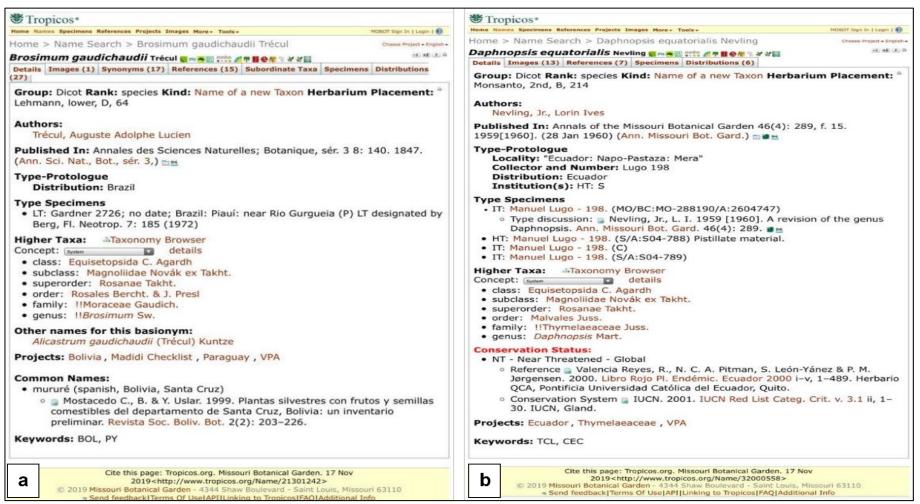


Figura 9.20. Especies no consideradas en el último catálogo de árboles del Perú (Vasquez et al., 2018). a. Brosimum aff. gaudichaudii y b. Daphnopsis aff. eguatorialis

9.6. Anfibios y reptiles

Las áreas naturales protegidas cumplen la labor de conservar la biodiversidad local y de sus diversos servicios ecosistémicos (Sernanp, 2019); no obstante, las diversas actividades androgénicas ejercen una presión constante en estas áreas, afectando directamente los ecosistemas que estos resguardan. El bosque de Protección San Matías-San Carlos (BPSMSC) alberga una alta diversidad de especies biológicas, muchas de las cuales son endémicas de esta zona del país, esto debido a los diferentes rangos altitudinales y hábitats diversos que se presentan a lo largo de su extensión (Sernanp, 2019a)

El área de influencia del proyecto Lote 107 presenta sus instalaciones dentro de la zona de amortiguamiento del BPSMSC y de acuerdo con el reporte de resutados (Anexo 9.2) presenta 3 ecosistemas particulares que podrían influir en la presencia de muchas de las especies de anfibios y reptiles presentes (Figura 9.21).



Figura 9.21. Zonas de evaluación realizadas en el ámbito del proyecto Lote 107 a y b: zona-1 (Locación Osheki), c y d: zona-2 (Campamento Base Logístico – CBL), e y f: zona- 3 (Punto de apoyo logístico – PAL).

Como resultado de las evaluaciones (Anexo 9), se registraron un total de 24 especie de anfibios, siendo las especies *Rhinella* gr. *margaritifera* «sapo común sudamericano» y

Ameerega petersi «sapito venenoso del Perú» los más abundantes en toda el área de evaluación. Por su parte, dentro de los 18 reptiles registrados, *Potamites ecpleopus* «lagartija ribereña» fue la especie con los mayores valores de abundancia (Figura 9.22).

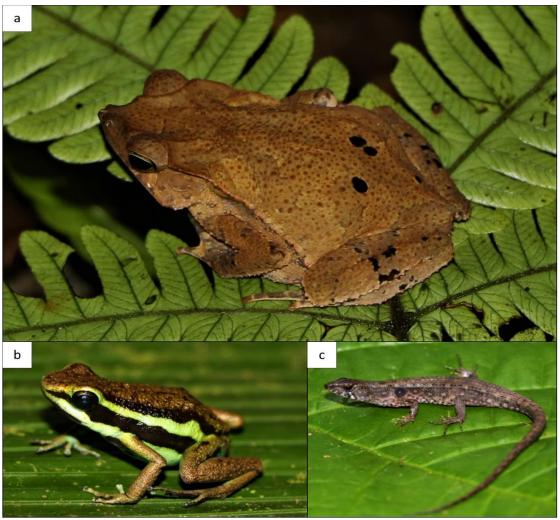


Figura 9.22. Especies de anfibios y reptiles más abundantes registrados en el ámbito del proyecto Lote 107. **a.** *Rhinella* gr. *margaritifera* «sapo común sudamericano», **b.** *Ameerega petersi* «sapito venenoso del Perú» y **c.** *Potamites ecpleopus* «lagartija ribereña»

La diversidad de anfibios y reptiles registrados (42 especies) responde principalmente a la abundante vegetación que se presenta en toda el área de evaluación, lo cual brinda a las especies una gran diversidad de hábitats, donde pueden desarrollar todas sus actividades de forma natural (alimentación, refugio, reproducción, entre otras). Asimismo, esta elevada riqueza resalta el buen estado de conservación de las zonas evaluadas, permitiendo un equilibrio del ecosistema en todos sus diferentes niveles. Cabe señalar que las evaluaciones se llevaron a cabo en la temporada húmeda, presentandose lluvias interdiarias que pudieron influir en la presencia y ausencia de algunas especies.

La locación Osheki (zona-1) fue la de mayor riqueza y abundancia de anfibios y reptiles (17 y 12 especies respectivamente), gracias a su estado de conservación casi inalterado, que ofrece condiciones óptimas para el correcto funcionamiento de sus ciclos biológicos.

Evaluaciones herpetológicas anteriores realizadas en esta zona⁶² registran la presencia de 15 especies de anfibios y 7 reptiles en la temporada húmeda, lo cual evidencia que mediante el presente esfuerzo realizado se pudo ampliar la riqueza de especies para esta zona, un factor importante para determinar el grado de afectación que podrían tener las futuras actividades a desarrollarse en esta área sobre las poblaciones de anfibios y reptiles.

La abundante vegetación arbórea y arbustiva, así como los diferentes cuerpos de agua, en esta zona, otorgan una gran variedad de hábitats, que permiten a las especies desarrollarse óptimamente, teniendo a los anfibios como los representantes más destacados. En ese sentido, el género *Pristimantis* presentó la mayor riqueza con 5 especies; no obstante, la presencia de *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» y *Hyloscirtus* cf. *phyllognathus* «rana de torrente de Roque» en hábitats asociados a los cuerpos de agua, evidencian el buen estado del ambiente (Figura 9.23).

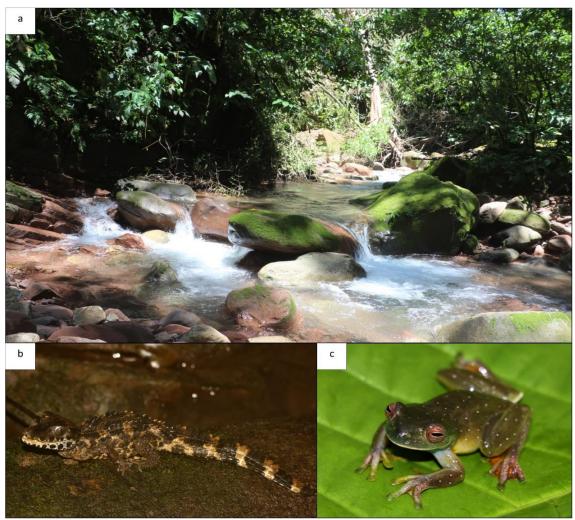


Figura 9.23. Especies asociadas a los cuerpos de agua presentes en la zona-1 a. Quebrada agua blanca en la parte baja de la locación Osheki a *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa» y b. *Hyloscirtus* cf. *phyllognathus* «rana de torrente de Roque»

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 08 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107», aprobado mediante Resolución Directoral N.º 071-2017-MEM/DGAAE.

Las zonas 2 y 3 (campamento base logístico y punto de apoyo logístico) corresponden a parches de bosque primario rodeado de áreas de cultivo y vegetación secundaria, que influyeron en la riqueza y abundancia obtenida. El campamento base logístico se encuentra rodeado por un área de bosque primario bien conservado, dentro del cual se registraron 12 especies de anfibios y 3 reptiles, un número elevado para un área de poca extensión, constituyendo un lugar con características óptimas para su protección. Dentro de los anfibios, destacan la presencia de algunas especies propias de zonas bajas con abundante vegetación, como son *Ranitomeya sirensis* «sapito venenoso del Sira», *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas» y *Bolitoglossa peruviana* «salamandra peruana» (Figura 9.24), los cuales se encuentran asociados a hábitats poco perturbados (AmphibiaWeb, 2019).



Figura 9.24. Anfibios representativos de la zona 2 (Campamento Base Logístico) a. Quebrada Agua Blanca en la parte baja de la locación Osheki a *Bolitoglossa peruviana* «salamandra peruana», b. *Ranitomeya sirensis* «sapito venenoso del Sira» y c. *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas»

La zona 3 (Punto de apoyo logístico) presentó una baja diversidad de anfibios y reptiles, producto del reducido tamaño del área de evaluación y la cercanía a los centros poblados. La constante actividad agrícola en la zona ha fragmentado los bosques en pequeños parches, los cuales son utilizados por las especies de anfibios y reptiles como refugio ante

el avance de las áreas de cultivo. Precisamente, se pudo registrar el modo de alimentación de *Micrurus surinamensis* «coral acuática» dentro de una quebrada que cruza el centro poblado, un comportamiento pocas veces observado en la naturaleza (Figura 9.25) y que evidencia el correcto ensamblaje de los procesos en este ambiente.



Figura 9.25. Registro del modo de alimentación de *Micrurus surinamensis* «coral acuática» en la zona 3 (Punto de apoyo logístico – PAL)

Respecto al estado de conservación, la presencia de especies incluidas en categorías de amenazas nacionales o internacionales dentro del área de evaluación (*Ameerega pet*ersi «sapito venenoso del Perú», *Ameerega trivittata* «sapito dardo trillistado», *Ranitomeya sirensis* «sapito venenoso del Sira», *Ranitomeya variabilis* «sapito venenoso de líneas amarillas» y *Paleosuchus trigonatus* «caimán de frente lisa»), evidencia la importancia de conservar estos ambientes, de forma que se puedan realizar planes de manejo adecuados para su monitoreo en el tiempo e implementar los controles adecuados para su protección.

9.7. Aves

Durante la evaluación realizada en el área de influencia del proyecto Lote 107 (Anexo 9) se registró mediante el método de listas fijas un total de 174 especies pertenecientes a 43 familias y 20 órdenes taxonómicos, lo que lo convierte en el grupo de fauna silvestre con mayor representatividad en el área de estudio, proporcionando de manera rápida y confiable una idea acerca del estado de conservación de los hábitats terrestres (Figura 9.26).

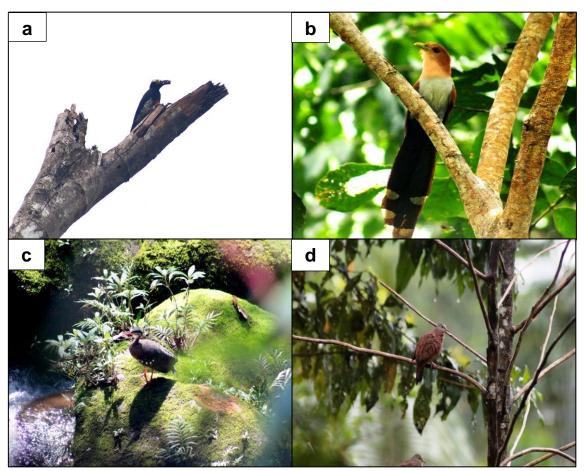


Figura 9.26. Especies de aves registradas en Lote 107 - locación Osheki a. *Melanerpes cruentatus* «carpintero de penacho amarillo», b. *Piaya cayana* «cuco ardilla», c. *Eurypiga helias* «tigana» y d. *Columbina talpacoti* «tortolita rojiza»

La importancia de la diversidad de aves en los bosques radica en las funciones ecológicas claves que cumplen para el desarrollo de los ecosistemas, como por ejemplo la dispersión de semillas lo cual contribuye al equilibrio y regeneración de los bosques (Finegan *et al.*, 2004; Guariguata y Ostertag, 2002). Estudios sobre frugivoría y dispersión de semillas sugieren que las aves en general son potencialmente importantes en la restauración del bosque (Guevara *et al.*, 1986; Jansen, 2005).

Durante la evaluación realizada, se observó un importante número de especies frugívoras y dispersoras de semillas, siendo la zona-1 (plataforma Osheki) quien registró el mayor número de especies con este tipo de alimentación, destacando *Tangara chilensis, T. xanthogastra, T. cayana, Lipaugus vociferans, Euphonia laniirostris*, entre otras. La presencia de este tipo de especies en la zona-1, se debe en primer lugar a la extensión de bosque primario y cobertura arbórea, lo que se traduce en zonas de refugio y por supuesto en zonas de reproducción y, en segundo lugar, se debe a la mayor oferta alimenticia que ofrece, pues al ser una zona de bosque primario, hay mayor cantidad de alimento, estas características, permiten la presencia de una importante diversidad de aves y a su vez, permite el mantenimiento del equilibrio en el bosque (Figura 9.27)



Figura 9.27. Especies de aves registradas en la zona-1 (Plataforma Osheki) del Lote 107 a. Vista panorámica del bosque primario en la zona-1, b. *Lepidothrix coronata* «saltarín de corona azul», c. *Pharomachrus pavoninus* «Quetzal pavonino»

La zona-1, cuya formación vegetal corresponde a una zona de bosque húmedo de ladera de montaña fuertemente empinado, ubicado dentro del bosque de protección San Matías – San Carlos «BPSMSC». Es una zona de bosque primario, con áreas de pendiente moderada a alta, con árboles de más de 20 m de altura, con una gran riqueza y cobertura arbórea.

La abundante vegetación, cuerpos de agua, ofrecen una gran variedad de hábitats, lo cual permite la presencia de una importante diversidad de aves, registrando un total de 508 individuos pertenecientes a 117 especies, destacando especies como *Amazona farinosa*, *Thamnomanes ardesiacus*, *Patagioenas subvinacea*, *Capito auratus*, *Dixiphia pipra*, *Euphonia laniirostris*, *Cacicus cela*, *Cyanocompsa cyanoides*, *Cyanocorax violaceus*, entre otras (Figura 9.28).

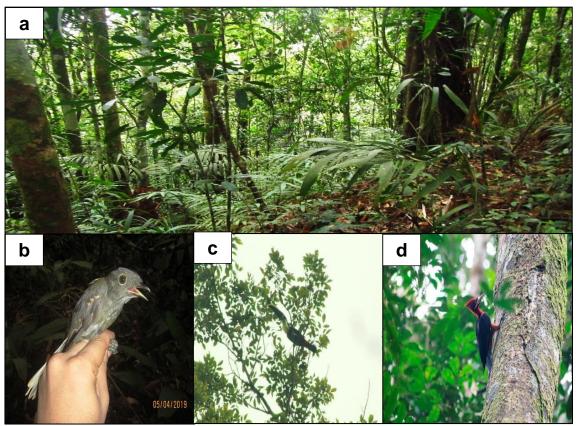


Figura 9.28. Especies de aves registradas en la zona-1 «plataforma Osheki» a. Vista panorámica de la zona-1, b. *Laniocera hypopyrra* «plañidero cinéreo», c. *Ramphastos tucanus* «tucán de garganta blanca» y d. *Campephilus rubricollis* «carpintero de cuello rojo»

La zona-2, cuya formación vegetal corresponde a un bosque húmedo de colinas bajas moderadamente disectadas ubicado al noreste del BPSMSC. Esta zona cuando se desarrolle el proyecto se convertirá en el campamento base logística – CBL, no obstante, ya se realizó el desbroce de la vegetación en la zona, transformando el área de bosque en un área abierta con vegetación herbácea. Esta zona se caracterizó por ser un pequeño parche de bosque, el cual se encuentra rodeado de algunos cultivos y viviendas, con árboles de una altura de aproximada de 15 m, con una importante riqueza y cobertura arbórea. En esta zona se registraron 265 individuos pertenecientes a 92 especies, destacando especies como trogon ramonianus, Glaucis hirsutus, Ramphastos tucanus, Thamnophilus murinus, Tangara chilensis, T. Schrankii, entre otras (Figura 9.29).

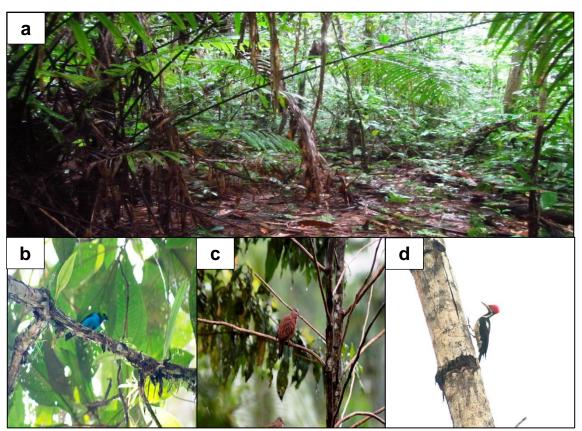


Figura 9.29. Especies de aves registradas en la zona-2 «Campamento base logístico - CBL» **a.** Vista panorámica de la zona-2, **b.** *Tangara chilensis* «tangara del paraíso», **c.** *Columbina talpacoti* «tortolita rojiza» y **d.** *Dryocopus lineatus* «carpintero lineado»

Por último, se encuentra la zona-3, cuya formación vegetal corresponde a una zona de bosque húmedo de lomadas ubicado al Noreste del BPSMSC. Esta zona cuando se desarrolle el proyecto se convertirá en el punto de apoyo logístico – PAL, se caracterizó por ser un pequeño parche de bosque primario conservado, con presencia de árboles de una altura promedio entre 10 m a 20 m, rodeado de abundantes zonas de cultivo.

Esta zona registró la menor riqueza de especies, debido a que corresponde a un pequeño parche de bosque con zonas alteradas producto de los cultivos y ganadería, lo cual ha ocasionado alteraciones en el ecosistema, mermando de esta forma en la diversidad de aves, registrando solo 167 individuos pertenecientes a 55 especies, entre las que destacan Cissopis leverianus, Celeus flavus, Thamnophilus schistaceus, Piaya cayana, Daptrius ater, Cyanerpes caeruleus, entre otras (Figura 9.30).

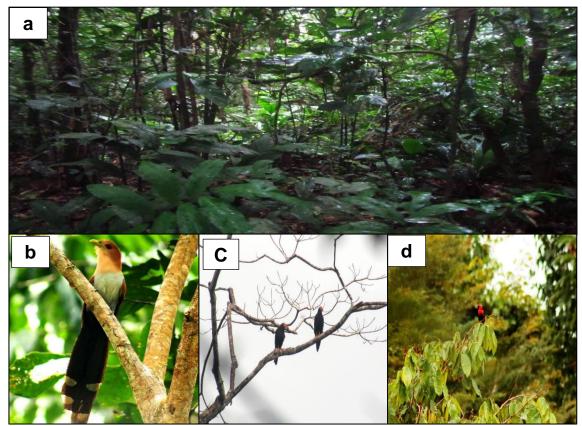


Figura 9.30. Especies de aves registradas en la zona-3 «Punto de apoyo logístico - PAL» a. Vista panorámica de la zona-3, b. *Piaya cayana* «cuco ardilla», c. *Daptrius ater* «caracara negra» y d. *Ramphocelus nigrogularis* «tangara carmesí enmascarada»

Aun cuando la conservación de aves terrestres depende de la comprensión clara de sus requerimientos de hábitat y de los procesos físicos y bióticos que lo mantienen (Askins, 2000), se ha establecido que la combinación de hábitats simples (potrero) y complejos (áreas de selva) conduce a nuevas posibilidades de explotación diferencial del espacio (Willson, 1974) y que la diversidad de especies de aves está vinculada a la diversidad del paisaje, por lo que la conservación de este último aseguraría la conservación de la diversidad de especies (Böhning–Gaese, 1997).

La especie con mayor representatividad registrada durante la evaluación realizada fue *Capito auratus* «barbudo brilloso» con 33 individuos registrados. Esta especie según Schulenberg *et al.* (2010) es una especie poco común a bastante común en el estrato medio y el dosel en tierra firme. Arango (2012) indica que es una especie que generalmente se le encuentra de forma solitaria y a veces en parejas, o en grupos, cuando hay árboles en fructificación. Se alimenta de una gran variedad de frutos como los de *Cecropia* sp., *Ocotea* sp., entre otras. También consume néctar y pequeños artrópodos. Esta especie fue registrada en las 3 zonas de evaluación (formaciones vegetales) lo que nos muestra su gran capacidad de desplazamiento y adaptación a diversos tipos de vegetación y ambientes con diferente tipo de perturbación, convirtiéndola en una especie de importancia para la conservación (Figura 9.31).



Figura 9.31. Registro de *Capito auratus* «barbudo brilloso» en el área de influencia del proyecto Lote 107

Los cambios que ocurren en la vegetación alteran la estructura y composición del bosque y a su vez la disponibilidad de recursos para las aves (Finegan *et al.* 2004). La diversidad de aves está relacionada con la estructura arbórea, de esta manera los hábitats boscosos presentan una composición de aves más compleja (mayor número de especies propias de bosque) en comparación con los hábitats abiertos (especies comunes y particulares de sistemas agropecuarios). En la evaluación (Anexo 9.2) se registró mediante búsquedas intensivas en la zona-1 un total de 508 individuos pertenecientes a 117 especies, esta zona es la que presenta una mayor área de bosque primario; en cambio en la zona-2 se registraron 265 individuos pertenecientes a 92 especies y; en la zona-3, 157 individuos pertenecientes a 55 especies, estas 2 últimas correspondieron a pequeños remanentes de bosques situados alrededor de zonas de cultivo y viviendas, lo que ocasiona que la diversidad de aves disminuya potencialmente, por los cambios drástico en la vegetación. Estas alteraciones afectan la intensidad y calidad de las interacciones biológicas, donde procesos como la polinización y la dispersión de semillas son afectados por la fragmentación del bosque (Wilson y Armesto, 2003).

Las redes de niebla son utilizadas como un método importante para realizar inventarios de aves en varios hábitats neotropicales (Remsen, 1996), constituyendo un sistema que se utiliza para atrapar a los animales que vuelan, lo cual permite completar el inventario de aves en una zona de estudio (Franke *et al.*, 2014). Durante la evaluación registrada se ha logrado capturó un total de individuos pertenecientes a 16 especies, 8 familias y 2 órdenes taxonómicos. En la zona-1 se capturaron 24 individuos, pertenecientes a 14 especies, en la zona-2, sólo 2 individuos pertenecientes a 2 especies, en cambio en la zona-3 no se capturó ninguna especie. Esta variación según Remsen (1996) puede deberse a una alteración en la estructura del hábitat, la cual afecta en la detección de algunas especies. Esto refuerza lo registrado, pues se logró una mayor tasa de captura en la zona-1, que es una extensa zona de bosque primario, a diferencia de la zona-3, que comprende un pequeño parche de bosque, cuya fragmentación podría haber influido en la captura de aves en la zona (Figura 9.32).

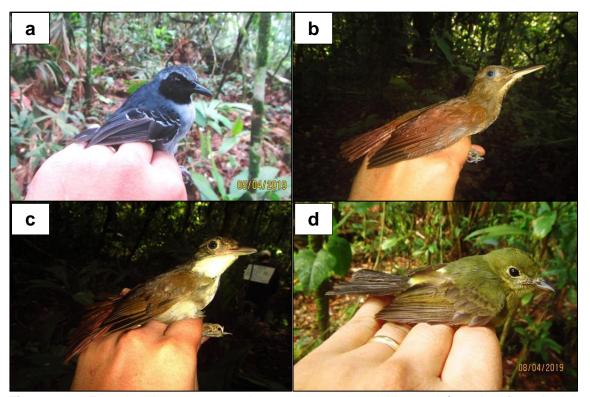


Figura 9.32. Especies de aves capturadas mediante redes niebla en el área de influencia del proyecto Lote 107 – Locación Osheki

a. *Myrmoborus myotherinus* «hormiguero de cara negra», b. *Dendrocincla fuliginosa* «trepador pardo», c. *Automolus infuscatus* «hoja rasquero de dorso olivo» y d. *Myiobius barbatus* «Mosquerito de lomo azufrado»

Los estudios sobre la relación aves-hábitat son importantes para entender los impactos humanos sobre la diversidad aviaria. La distribución y abundancia de ciertas especies de aves guarda una relación directa con la estructura de la vegetación (Ugalde et al., 2012). La cobertura de dosel (vertical y horizontal), tamaño y forma del fragmento, diámetro a la altura del pecho de los árboles y la heterogeneidad del hábitat presentan una alta correlación con la riqueza y abundancia de las aves (Sekercioglu, 2002; Martínez-Morales, 2005). Esta relación se puede observar en mayor medida en la zona-1 (plataforma Osheki) pues al ser un bosque primario extenso, presenta una gran cobertura arbórea, con estratos bien definidos y una diversidad de árboles, estas variables han influenciado en la presencia de una alta variedad de aves, que necesitan de zonas boscosas para alimentarse, protegerse, refugiarse y reproducirse, logrando establecer una relación directa, no obstante, a pesar de que las otras zonas evaluadas comprenden pequeños parches de bosque y la diversidad de aves reportada en ellas es menor, se observó que esta diversidad se concentra en estos remanentes de bosque, por lo que aún se mantiene la relación aves-hábitat, razón por la cual es imperativo proponer planes de manejo adecuado para la preservación y conservación de estos parches de bosque primario.

Uno de los problemas metodológicos en los estudios de biodiversidad, es la imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo (Gotelli y Colwell, 2001), sin embargo, la curva de acumulación de especies funciona como una aproximación cercana para valorizar inventarios biológicos, esta consiste en graficar el número de especies observadas en función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas. La acumulación secuencial de individuos en una sola muestra, o la agrupación sucesiva de muestras de un solo conjunto de muestras, produce una curva de acumulación

de especies (Colwell *et al.*, 2004). En la evaluación realizada en el proyecto Lote 107 – locación Osheki (Anexo 9) se registró un total de 174 especies mediante la aplicación de 60 listas fijas, este valor según el modelo de la ecuación de Clench, representó el 86,90 % del total de especies esperado (200 especies). Jiménez-Valverde y Hortal (2001) indican que a partir de proporciones superiores al 70 %, la estimación de la riqueza asintótica se hace estable. Teniendo en cuenta ella, el muestreo realizado ha permitido obtener un inventario confiable de aves presentes destacando especies como *Amazona farinosa, Tinamus guttatus, Thamnophilus cryptoleucus*, categorizadas por la IUCN (2019) como especies «casi amenazadas (NT)» o como *Primolius couloni* categorizada por el D.S. N.º 004-2014 MINAGRI como especie «vulnerable (VU)»

En la evaluación se registró 24 especies en la lista CITES (2017): *Primolius couloni* «guacamayo de cabeza azul» registrada en el Apéndice I, 22 especies registradas en el Apéndice II, entre las que destacan: *Rostrhamus sociabilis* «Elanio caracolero», *Rupornis magnirostris* «aguilucho caminero», *Pseudastur albicollis* «gavilán blanco» entre otras de la familia Accipitridae, *Milvago chimachima* «caracara chimachima», *Daptrius ater* «caracara negro» e *Ibycter americanus* «caracara de vientre blanco» de la familia Falconidae, 5 picaflores, *Phaethornis ruber* «Ermitaño rojizo», *Phaethornis malaris* «ermitaño de pico grande», *Thalurania furcata* «ninfa de cola ahorquillada», *Glaucis hirsutus* «ermitaño de pecho canela» y *Campylopterus largipennis* «Ala de sable de pecho gris », 5 especies de loros, destacando *Amazona farinosa* «loro harinosa», *Primolius couloni* «loro de cabeza azul» entre otras, mientras que en el apéndice III, solo se registró 1 especie *Ramphastos tucanus* «tucán de garganta blanca».

Es importante indicar que todos estos grupos cumplen funciones importantes en el ecosistema. Los picaflores (familia Trochilidae) cumplen la función de ser agentes polinizadores, los tucanes y loros cumplen una función de dispersión de semillas, mientras que las rapaces son carnívoros ubicados en lo alto de la cadena alimenticia, cumpliendo una función reguladora con el objetivo de mantener el recambio poblacional de las especies. Los registros de estas especies en el área de estudio fueron importantes porque permiten el equilibrio en el ecosistema.

La zona-1 (locación Osheki) fue la estación con el mayor número de aves registradas con 117 especies, esta alta riqueza se debe a las características del bosque (alta riqueza de árboles, cobertura arbórea y estratos bien definidos), las cuales permanecese intactas debido al grado de conservación de esta zona, esto permite que las aves obtengan zonas de refugio, alimentación y zonas de reproducción, asegurando su conservación. En evaluaciones anteriores realizadas en esta zona⁶³, han registrado 93 especies en temporada húmeda; esto nos muestra que el esfuerzo realizado en esta zona ha sido importante y ha permitido ampliar la riqueza de aves para esta zona debido al grado de conservación del bosque, lo cual la convierte en una zona de importancia para la conservación de aves.

9.8. Mamíferos

Los mamíferos silvestres cumplen un rol muy importante dentro de los procesos ecológicos y su equilibrio, actuando como polinizadores, dispersores de semillas, así como controladores de poblaciones de otros mamíferos de rápida reproducción (Pacheco et al., 2009). Es así como la presencia o ausencia de ciertas especies pueden indicarnos las alteraciones de los hábitats y su entorno sobre todo en áreas donde se desarrollan proyectos de inversión de diferente índole. Por ello la importancia de su estudio.

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd) Proyecto de «Perforación de hasta 08 pozos entre exploratorios y confirmatorios desde las locaciones Osheki y Kametza – Lote 107», aprobado mediante Resolución Directoral N.º 071-2017-MEM/DGAAE.

La evaluación de mamíferos (Anexo 9) estuvo enfocada en el levantamiento de información de las especies presentes en el área de influencia del proyecto de exploración de hidrocarburos, Lote 107 – Locación Osheki, desarrollándose en 3 zonas denominadas como zona-1: Locación Osheki, zona-2: Campamento de base logístico (CBL) y zona-3: Punto de apoyo logístico (PAL). En primer lugar, se ejecutaron 11 recorridos en transectos de evaluación, 6 en horario diurno y 5 en horario nocturno, y en segundo lugar se instalaron 13 cámaras trampa, 7 ubicadas en la zona-1, 3 en la zona-2 y zona-3 respectivamente (Figuras 9.33; 9.34 y 9.35).



Figura 9.33. Área evaluada en la zona-1, Locación Osheki



Figura 9.34. Área evaluada en la zona-2, Campamento de base logístico (CBL)



Figura 9.35. Área evaluada en la zona-3, Punto de apoyo logístico (PAL)

El uso de metodologías combinadas permitió obtener una información más confiable y completa, según el objetivo planteado. Es así que mediante el método de recorrido por transectos y el uso de cámaras trampa coadyuvan al registro de especies potencialmente presentes el área de evaluación establecida.

Mediante estas 2 metodologías se logró registrar 15 especies mamíferos silvestres con predominio del orden Rodentia y Carnivora registrando 3 especies cada una, siendo los carnívoros, los reguladores principales de poblaciones de aquellas especies de reproducción continua, cumpliendo un rol muy importante ecológicamente, su sola afectación pondría en riesgo su sobrevivencia (Nallar y Gómez, 2008). De la misma forma los roedores, como grupo importante representan una fuente alimenticia sustentable para los pobladores locales (Bodmer y Pezo, 2001), además de ser presas para los felinos del grupo de carnívoros.

Las huellas son las evidencias más frecuentemente encontradas y de interpretación más confiable, las cuales pueden fortalecer los estudios de censos poblacionales (Becker y Dalponte, 1991), consecuentemente se obtuvo 26 registros de huellas, siendo el *Cuniculus paca* «majaz» el predominante con 8 registros de este tipo (Figura 9.36), seguido de *Dasyprocta variegata* «añuje» con 5 registros.

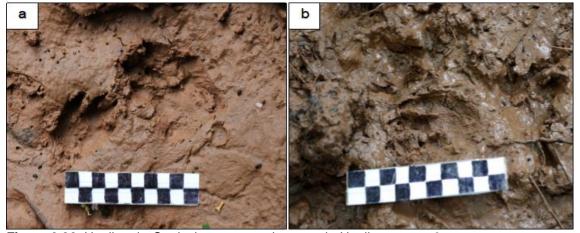


Figura 9.36. Huellas de Cuniculus paca «majaz», a y b. Huella en zona-3

La evaluación mediante el uso de cámaras trampa ha tenido importantes resultados en diferentes estudios como, por ejemplo, estimar la densidad de algunos carnívoros

(Payán et al., 2012; Díaz-Pulido y Payán 2011 y; Valderrama, 2012) y de presencia/ausencia de especies (Díaz-Pulido y Payán, 2012; Valderrama 2012), entre otros. El uso de esta metodología se ha extendido mucho (Rowcliffe y Carbone, 2008) asimismo las discusiones con relación a los diseños de muestreo y métodos de análisis de la información, no solo por la riqueza de información producida rápidamente sino también por la mejoría en tecnología, disminución de tamaño y costo de los equipos (Díaz-Pulido y Payán, 2012).

En la evaluación (Anexo 9) los registros independientes obtenidos con cámaras trampa fueron favorables, sobre todo en la zona-1, donde se obtuvo el mayor número de registros, este fue en la cámara CT6-107 con 12 registros independientes pertenecientes a 7 especies, de estos el más frecuente fue el Pecari tajacu «sajino», constituyendo un total de 12 especies registradas bajo este método. En las zonas 2 y 3 los registros fueron escasos, pero importantes, con registros de especies como Tamandua tetradactyla «shihui» y Procyon cancrivorus «mayuato» (Figura 9.37) que son especies poco comunes y de cierta susceptibilidad a alteraciones o cambios en los hábitats.



Figura 9.37. Instalación de cámaras trampa en el área de estudio

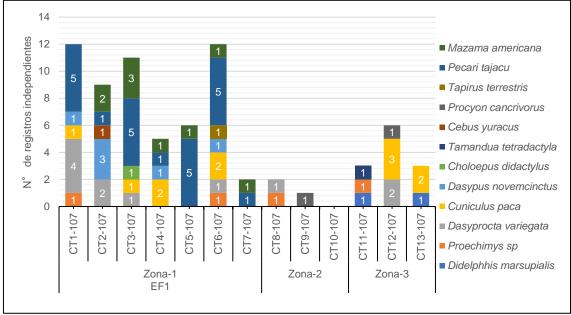


Figura 9.38. Registros independientes de especies de mamíferos por zona y cámara trampa Fuente: Anexo 9: Informe N.º 495-2019-OEFA/DEAM-SSIM «Flora y fauna en el ámbito de influencia del proyecto de exploración de hidrocarburos, Lote 107 – Locación Osheki».

La mayor diversidad de especies de mamíferos registradas en la zona-1 en contraste con la zona-2 y ligeramente con la zona-3 se debe al buen estado de los hábitats, determinada por la relación entre la variación espacial y temporal de cada uno de éstos y, el reemplazo espacial de especies entre éstos, sostenida de tal manera por Koleff (2005). Además, esta mayor diversidad en la zona-1 se ve favorecida por encontrarse dentro de un área natural protegida (El bosque de protección de San Matías-San Carlos64 es un área protegida bajo la categoría de Bosque de Protección), mientras que, las zonas 2 y 3 ha pesar de tener pequeños parches de bosques han sufrido alteraciones producto de los asentamientos humanos irregulares (públicos y privados) que han provocado cambios de uso del suelo y modificaciones de la vegetación nativa, que de continuar con estas alteraciones la situación de riesgo de numerosas especies de mamíferos silvestres se incrementaría y por ende su composición y abundancia (Naranjo *et al.*, 2005). Además, producto del resultado de la diversidad de la zona-1 y zona-3 existe una leve similaridad de 3 especies compartidas Cuniculus paca «majaz», Tapirus terrestris «sachavaca» y Pecari tajacu «sajino», registradas en los recorridos (Anexo 9).



Figura 9.39. Registros independientes de especies de mamíferos en cámaras trampa a. *Dasyprocta variegata* «añuje» en CT1-107; b. *Pecari tajacu* «sajino» en CT1-107; c. *Dasypus novemcinctus* «carachupa» en CT1-107; d. *Mazama americana* «venado colorado» en CT2-107

En estudios anteriores (EIA-SD, 201765) para el área, se registraron en total 14 especies de mamíferos silvestres, mediante recorridos diurnos y nocturnos. De estas especies el grupo

Establecido el 20 de marzo de 1987 mediante Resolución Suprema № 0101-87-AG/DGFF.

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del proyecto de Perforación de hasta 08 Pozos entre Exploratorios y Confirmatorios desde las Locaciones, Osheki y Kametza – Lote 107. 2017. Petrolífera Petroleum del Perú S.A.C. INSETECO S.R.L.

con mayor frecuencia de observación fue el orden Primates con 4 especies, los cuales suelen ser susceptibles a la presencia humana, afectados por la fragmentación de su hábitat y la deforestación (Aquino *et al.*, 2001 y Tirira, 2007). En comparación con este estudio el resultado fue casi similar con 15 especies, con la diferencia de que los registros predominantes en este caso fueron del orden Rodentia y Carnivora, producto de las evaluaciones por recorridos y cámaras trampa. Asi mismo, para el bosque de Protección San Matías San Carlos dentro de su plan maestro (2015-2019) se toman en cuenta a sólo 5 especies de mamíferos, esto con fines de conservación de sus poblaciones presentes, ante la amenaza de la presión de caza.

Los mamíferos mayores son susceptibles o vulnerables a los cambios y alteraciones provocadas por el hombre, lo que ha llevado a muchas especies a estar en listas internacionales CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre), UICN (Libro Rojo de la UICN - Internacional de Conservación de la Naturaleza) y listas de especies amenazadas del gobierno peruano, lo cual obliga a considerar a estas especies como relevantes en los estudios ambientales.

De las 15 especies registradas en el estudio, 5 de ellas se encuentran categorizadas en alguna lista de conservación nacional e internacional: *Panthera onca* «otorongo», *Lontra longicaudis* «nutria», *Tapirus terrestris* «sachavaca», *Pecari tajacu* «sajino», y *Mazama americana* «venado colorado»; todas estas especies son consideradas como raras o poco frecuentes por lo difícil de ser observadas en campo, y que por su susceptibilidad a perturbaciones antropogénicas tienden a migrar (Figura 9.38). En el área de evaluación no se registró ninguna especie endémica entre los mamíferos mayores.

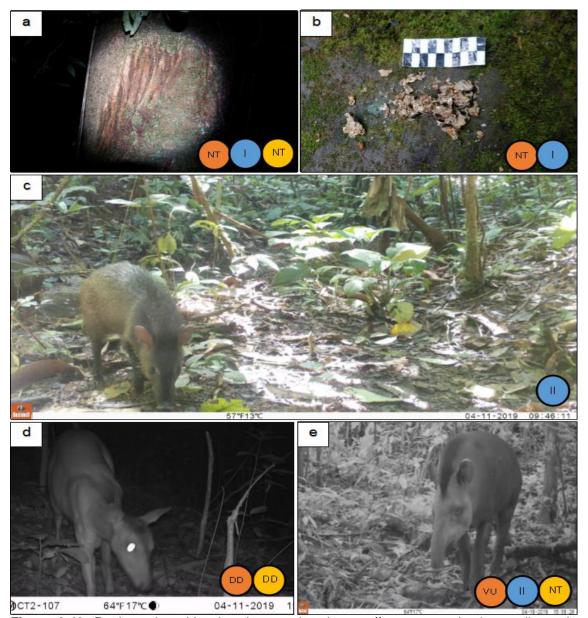


Figura 9.40. Registro de evidencias de especies de mamíferos categorizadas en listas de conservación nacional e internacional en el Lote 107

- a. Panthera onca «otorongo», rasguño en transecto Ma1-107 en Zona-1, b. Heces de Lontra longicaudis «nutria», en transecto Ma1-107 en Zona-1, c. Pecari tajacu «sajino» registrado en cámara trampa CT1-107 en zona-1, d. Mazama americana «venado colorado» registrado en cámara trampa CT2-107 en zona-1 y e. Tapirus terrestris «sachavaca» registrado en cámara trampa CT2-107 en zona-1.
- OIUCN 2017
- CITES 2017
- OD.S. N.° 004-2014

Es importante mencionar que estas especies deben considerarse muy importantes para el área de estudio a fin de conservarlas e investigar posibles y futuras amenazas sobre estas, especialmente aquellas provocadas por el ser humano y para saber qué problemas se puede estar enfrentando a fin de desarrollar técnicas para ello, además de su valor y uso actual para las poblaciones locales cercanas.

10. CONCLUSIONES

10.1 Agua

- Los 23 puntos de muestreo de agua localizados en las quebradas Agua Blanca, Kirishari, Solitario, Santariani, Cajorani, Lorenzo, Lorencillo-II, Kimpirari, sin nombre y río Pichis evaluados no registraron concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (HTP), aceites y grasas y metales que excedieron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua Categoría 4 para la conservación de ríos de selva (E2) en el 2008.2015 y 2017, a excepción del plomo en la temporada húmeda (abril 2019) excedió
- La concentración de plomo que superó el ECA para agua se debió al efecto de la lluvia intermitente en la quebrada Kirishari (parte media de la microcuenca Lorenzo) en la temporada húmeda y las características del río, permiten que el Plomo se encuentre en mayores concentraciones debido a los efectos de la escorrentía fluvial.
- Durante la evaluación se evidenció que la lluvia y sus respectivos procesos exógenos de erosión y transporte, incrementaron las concentraciones de los sólidos suspendidos totales y metales (principalmente aluminio, hierro y manganeso), en la mayoría de las quebradas; a excepción de aluminio modifica la predominancia de disueltos a suspendidos
- Durante la evaluación se observó que los cambios temporales en la calidad del agua en las quebradas y rìos también se debieron a la morfología de la cuenca y sus efectos de remoción y formación de sedimentos, con tendencia a una mayor formación de arenas desde la quebrada Kirishari hasta la afluencia de la quebrada Lorenzo al río Pichis.

10.2 Sedimento

- Los 23 puntos de muestreo de sedimento de las quebradas y río Pichis evaluados no registraron hidrocarburos totales de petróleo (TPH), los cuales fueron menores al valor ESL de la guía Atlantic RBCA y a la Guía de de los Países Bajos (The New Dutchlist).
- Asimismo, los metales: arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, zinc y mercurio registraron concentraciones menores con respecto a los valores ISQG de la guía referencial de Canada (CEQG-SQG, 2002), siendo las concentraciones de arsénico, cadmio y mercurio menores a los límites de detección.
- El sedimento del área de estudio tiene diferente grado de acumulación de metales por los procesos de sedimentación y traslado de metales por la erosión fluvial desde diferentes tipos de lecho fluvial (gravas) a zonas de bancoas de arenas.

10.3 Suelo

- En el suelo las 3 fracciones de hidrocarburos totales de petróleo (C6-C10, >C10-C28, >C28-C40), analizadas presentaron concentraciones menores a los ECA para suelo de uso agrícola (D.S N.º 002-2013 MINAM y D. S. N.º 011-2017-MINAM).
- En los valores de nivel de fondo de los elementos metálicos arsénico, bario, cadmio, mercurio y plomo, no superaron las concentraciones establecidas en el ECA para suelo, según comparación referencial, del D. S. N.º 011-2017-MINAM.

 Los valores de nivel de fondo de los elementos metálicos arsénico, cadmio, cobre, molibdeno, níquel, plomo, selenio y zinc se encontraron dentro de sus rangos normales de concentraciones geoquímicas en suelos.

10.4 Hidrobiología

- Para los macrobentos, se registraron 106 morfoespecies, de las cuales 3 morfoespecies son particulares: *Byrsopteryx* sp., *Disersus* sp. y *Stictocladius* sp., y 6 morfoespecies comunes; la densidad relativa fue de de 3336 organismos/0,27 m².
- El índice de Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia (BMWP/Col), indica que los ambientes acuáticos evaluados se encuentran en un estado de conservación entre buena y critica; es decir, las condiciones ambientales actuales permiten el desarrollo de organismos acuáticos adaptados a estas características del hábitat.
- Para los peces, se registraron 77 especies nativas (además una nativa es endémica), distribuidos en los órdenes Characiformes (39 especies, 51%), Siluriformes (30 especies, 39%), Cichliformes (3 especies, 4%), Gymnotiformes (02 especies, 3%), Cyprinodontiformes (01 especie, 1%), Beloniformes (01 especie, 1%) y Perciformes (01 especie, 1%). La mayoría identificadas como especies de hábitos omnívoros y carnívoros, y adaptados a vivir principalmente en zonas de pozas y remansos.
- El índice de integridad biótica (IBI), indica que los ambientes acuáticos evaluados se encuentran en un estado de conservación entre regular y bueno; es decir, las condiciones ambientales actuales permiten el desarrollo de organismos acuáticos adaptados a estas características del hábitat.
- Según el Manual de Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación (SANIPES, 2016), los peces colectados no reportaron valores de concentración de metales cadmio, arsénico, mercurio y plomo por encima de lo establecido.
- Las muestras de tejido muscular de peces de los puntos de muestreo registraron valores de hidrocarburos totales de petróleo (TPH) y metales como arsénico, cadmio, mercurio y plomo menores a los límites máximos permisibles establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS), no mostrando afectación en el periodo evaluado.
- El índice de evaluación visual de quebradas (SVAP), indica que los ambientes acuáticos evaluados se encuentran en un estado de conservación entre excelente y pobre, es decir, las condiciones ambientales actuales permiten el desarrollo de organismos acuáticos adaptados a estas características del hábitat. Sin embargo, en la mayoría de los puntos de muestreo evaluados se evidenció una calidad regular.

10.5 Flora silvestre

La evaluación de flora «árboles, arbustos, palmeras y lianas», en el área de influencia del proyecto de exploración de hidrocarburos Lote 107 fue realizada en 3 zonas que corresponde a la Locación Osheki. Donde, se evaluaron de 2 parcelas permanentes de 0,5 ha en la zona-1 «Locación Osheki», 2 transectos tipo Gentry de 0,1 ha en la zona-2 «Campamento base logístico - Kimpirari» y 2 transectos Gentry de 0,1 ha en la zona-3 «Punto de Apoyo Logístico» - Alto Siria, de los cuales la zona-1 corresponde a bosque

montano «de montaña», considerado ecosistema frágil, donde la formación vegetal arbórea fue la más representativa

- Se registraron 436 especies agrupadas en 62 familias botánicas y 209 géneros, siendo Fabaceae, Sapotacea, Myristicaceae, Euphorbiaceae, Annonaceae, Arecaceae, Malvaceae, Moraceae y Lauraceae las familias más diversas y abundantes. Asimismo, Iriartea, Senefeldera, Eschweilera, Virola, Pouteria, Cecropia, Pourouma y Sapium los géneros más abundantes. La zona-1 que corresponde al ecosistema frágil aporto con el 53,21 % de especies presentes en el Lote 107 y el restante 47,79 % lo comparten entre la zona-2 y zona-3.
- Asimismo, se concluyó que las especies arbóreas dominantes en las parcelas y transectos ubicadas en bosque primario y fragmentos de bosque primario (por ejemplo, especies como; Clarisia biflora, Minquartia guianensis, Virola calophylla, Protium sagotianum, Ocotea palcazuensis, Senefeldera inclinata, Hevea guianensis, Pseudolmedia macrophylla, Trichilia solitudinis, Virola duckei, Iryanthera juruensis y Virola sebifera) son diferentes en relación con las especies de bosque secundario (Apeiba membranacea, Himatanthus sucuuba, Sapium marmieri, Chimarris glabriflora, Rollinia pittieri, Piper aduncum, Zanthoxylum kellermanii, Cecropia puberula, Banara guianensis, Inga sp1 y Ficus maxima entre otras).
- La distribución diamétrica «estructura horizontal» de las especies en las parcelas de la zona-1 (Osheki), así como las especies de los transectos evaluados en los fragmentos de bosque primario en la zona-2 y zona-3 mostraron un patrón constante, reflejando una distribución en la forma típica de «J» invertida, con presencia de gran cantidad de individuos con diámetros menores, «garantizando así» la regeneración natural y la dinámica normal de estos ecosistemas. Sin embargo, los transectos evaluados en los bosques secundarios, mostraron tendencias diferentes a la «J» invertida, evidenciando así, procesos graves que indican la degradación de estos ecosistemas.
- De acuerdo con las especies ecológicamente más importantes en las de la zona-1, y los transectos en los fragmentos de bosque primario de la zona-2 y zona-3 corresponden a especies típicas de bosques primarios. Asimismo, las parcelas en bosque secundario de la zona-2 y zona-3 presentan especies propias de bosques secundarios. En ese sentido cada formación vegetal contiene especies únicas en su composición, ya que son las especies que mejor se establecen en cada zona.
- En relación a la estimación de biomasa y captura de carbono, la zona-1 es el área que mejores servicios eco-sistémicos nos estaría brindando, principalmente por ser bosque primario a diferencia de las zonas 2 y 3.
- De acuerdo a las 436 especies registradas, 18 especies están dentro de alguna categoría de protección; entre ellas 2 especies endémicas, 6 especies categorizadas por el D.S. N.º 043-2006-AG, 2 especies en Cites, 16 especies en IUCN, de los cuales las especies Ceiba pentandra y Clarisia biflora categorizadas como LC (preocupación menor) por IUCN coinciden con el D.S. N.º 043-2006-AG quien la categoriza como NT (casi amenazado) razón por la cual es considerada dentro de las 18 especies. Asimismo, es importante mencionar que IUCN contiene 130 especies, únicamente con la categoría LC (preocupación menor).
- También, se tiene el registro de 2 especies importantes, que estaría ampliando su distribución geográfica, ahora formando parte de la flora peruana, especies como; Brosimum aff. gaudichaudii (Moraceae), especie de árbol de más de 50 cm de diámetro y más de 20 metros de altura, registrado únicamente para Brasil, Bolivia y Paraguay.

Asimismo, la especie *Daphnopsis* aff. *equatorialis* (Thymeleaceae) árbol de 8 cm de diámetro y 9 metros de altura, considerado endémico para Ecuador en el Libro Rojo de plantas endémicas para el Ecuador, especies no consideradas en el último catálogo de árboles del Perú Vásquez *et al.* (2018).

El análisis estadístico multivariado (Ca) y de similitud bray curtis (cluster), muestran que la composición de especies arbórea de las parcelas y los transectos de cada zona están bien definidas (agrupadas); de las cuales las especies de las parcelas en la zona-1, se agrupa con las especies de los transectos en los fragmentos de bosque primario de la zona-2 y zona-3, siendo las especies de bosque secundario de las zonas-2 y zona-3 las que forman un grupo distinto.

10.6 Anfibios y reptiles

- En el área de estudio se registraron 24 especie de anfibios, siendo las especies Rhinella
 gr. margaritifera «sapo común sudamericano» y Ameerega petersi «sapito venenoso
 del Perú» los más abundantes en toda el área de evaluación. Por otra parte, se
 registraron 18 especies de reptiles, teniendo a Potamites ecpleopus «lagartija ribereña»
 como la especie con los mayores valores de abundancia.
- La diversidad de anfibios y reptiles registrados responde principalmente a la abundante vegetación que se presenta en toda el área de evaluación, lo cual brinda a las especies una gran diversidad de hábitats, donde pueden desarrollar todas sus actividades de forma natural.
- La locación Osheki (zona-1) fue la zona con mayores valores de riqueza y abundancia de anfibios y reptiles (29 especies), gracias a su estado de conservación casi inalterado, teniendo al anfibio Ameerega petersi «sapito venenoso del Perú» como la especie más abundante.
- Las zonas 2 y 3 corresponden a parches de bosque primario rodeado de áreas de cultivo y vegetación secundaria, que influyeron en la riqueza y abundancia obtenida. No obstante, se registraron especies propias de estos ecosistemas: Ranitomeya sirensis «sapito venenoso del Sira», Ranitomeya variabilis «sapito venenoso de líneas amarillas» y Bolitoglossa peruviana «salamandra peruana».
- Las especies Ameerega petersi «sapito venenoso del Perú», Ameerega trivittata «sapito dardo trillistado», Ranitomeya sirensis «sapito venenoso del Sira», Ranitomeya variabilis «sapito venenoso de líneas amarillas» y Paleosuchus trigonatus «caimán de frente lisa» se encuentran en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017).
- Paleosuchus trigonatus «caimán de frente lisa» es la única especie que se encuentra bajo la categoría de Casi Amenazado (NT) por el Estado peruano (Decreto Supremo N.º 004-2014-MINAGRI). Por otro lado, la especie Ranitomeya sirensis «sapito venenoso del Sira» fue la única especie endémica del Perú registrada durante las evaluaciones.

10.7 Aves

 En el área de estudio se registraron en total 174 especies de aves mediante la aplicación de 3 métodos: búsquedas intensivas, listas fijas y redes niebla. El orden con el mayor número de especies fue Passeriformes con 111 especies seguido del orden

Piciformes con 10 especies; mientras que la familia con la mayor abundancia registrada fue Thamnophilidae con 27 especies, seguido de la familia Thraupidae con 22 especies.

- La especie con mayor número de individuos fue *Capito auratus* «barbudo brilloso» con 33 individuos registrados, seguido de la especie *Thamnophilus schistaceus* «batará de ala llana» con 31 individuos, seguido de *Stelgidopteryx ruficollis* «golondrina de ala rasposa sureña» con 28 individuos.
- La zona-1, con la formación vegetal bosque húmedo de ladera de montaña fuertemente empinado, fue la que presentó la mayor riqueza, abundancia y diversidad de aves, con 508 individuos pertenecientes a 117 especies, mientras que la zona-3, con la formación bosque húmedo de lomadas fue la que presentó la menor riqueza y abundancia con 157 individuos pertenecientes a 55 especies.
- La riqueza de aves presentó una relación directa con la vegetación presente en el área de influencia del proyecto Lote 107 – Locación Osheki, mediante las variables riqueza arbórea, área basal y biomasa total.
- Durante la evaluación se registraron 38 especies de interés para la conservación, de las cuales 7 especies endémicas de algún BIOMA, 1 especie pertenece al BIOMA Amazonía Norte y Tepuis «ANT» y 6 especies pertenecen al BIOMA Amazonia Sur «AMS», además se reportan 2 especies migratorias australes.
- Se registró 7 especies dentro de alguna categoría de conservación de la UICN, Amazona farinosa, Thamnophilus cryptoleucus y Tinamus guttatus categorizadas como especies casi amenazadas (NT) y las especies Patagioenas subvinacea, Ramphastos tucanus, Ramphastos vitellinus y Primolius couloni, categorizadas como especies vulnerables (VU), mientras que según el D.S. N.º 004-2014, se reportó solo 1 especie categorizada como vulnerable (VU), Primolius couloni.
- Según CITES, se registraron 24 especies en esta lista de conservación, 1 especie se dentro del apéndice I (*Primolius couloni*). En el apéndice II se ha-registró 22 especies (*Rostrhamus sociabilis*, *Helicolestes* hamatus, *Rupornis* magnirostris, *Pseudastur albicollis*, *Megascops* watsonii, *Ciccaba virgata*, *Lophostrix cristata*, *Glaucis hirsutus*, *Thalurania furcata*, *Phaethornis ruber*, *P. malaris*, *Campylopterus largipennis*, *Ramphastos tucanus*, *R. vitellinus*, *Daptrius ater*, *Amazona farinosa*, *Pionus menstruus*, entre otras). Mientras que en el apéndice III, solo se ha registrado 1 especie (*Pteroglossus castanotis*).

10.8 Mamíferos

- En el área de estudio se registraron 15 especies de mamíferos silvestres, siendo el orden Rodentia y Carnivora los predominantes con 3 especies respectivamente
- Las evidencias mediante huellas fueron los más frecuentes con 26 registros, se identificaron 6 especies gracias a estos indicios durante la evaluación mediante el método de recorrido por transectos. Estas evidencias son fáciles de detectar en campo.
- Los índices de ocurrencia (IO) y de abundancia (IA) de Boddicker nos dan un indicio de las especies potencialmente presentes en el área de estudio, teniendo como especies confirmadas a Saguinus fuscicollis «pichico», Pecari tajacu «sajino» y Mazama americana «venado colorado».

- Las especies Pecari tajacu «sajino», Cuniculus paca «majaz», Dasyprocta variegata «añuje» y Mazama americana «venado colorado» fueron las más frecuentes en la evaluación por cámaras trampa, con 23 registros para la primera especie y 11 registros independientes para la segunda y tercera culminando con 9 registros para la última especie. El mayor número de registros independientes se dio en la zona-1 y el menor registro apenas con 3 en la zona-2.
- Las 15 especies registradas por la combinación de la evaluación por recorridos y cámaras trampas en este estudio fue el óptimo, esto sustentado bajo el análisis de las curvas de acumulación de especies. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de enriquecer la lista de especies potenciales en caso se incremente el esfuerzo.
- No existe una diferencia significativa de la diversidad de especies entre la zona-1 y zona-3 de estudio, por ello se podría asumir que la distribución de mamíferos entre estos ambientes es equitativa. Mientras que en la zona-2 la diversidad fue menor con respecto a las otras zonas debido a su ubicación aledaña a la zona de carrtera y poblaciones locales y estructura de la vegetación.
- Se registraron 5 especies categorizadas en listas de conservación nacional e internacional, las cuales son de naturaleza susceptible y de amplia distribución.

11. RECOMENDACIONES

11.1. Flora

- Para la evaluación de flora y fauna y estudiar procesos ecológicos que se suelen manifestar en lapsos de tiempo relativamente largos, el establecimiento y monitoreo en base a parcelas permanentes es fundamental. Las parcelas permanentes son muy útiles también en la identificación de cambios espaciales y temporales de la vegetación, principalmente relacionados a las actividades antrópicas; ello permite el monitoreo de importantes procesos ecológicos relacionados con la composición florística, la estructura, el crecimiento, la mortalidad y el reclutamiento. Los inventarios y el monitoreo a largo plazo pueden proporcionar información necesaria para definir prioridades en la elaboración de planes ambientales enfocados a la conservación y recuperación de ecosistemas degradados. Además, sirven como base para futuros trabajos.
- Ademas, se recomienda realizar la herborización correcta de las especies de flora silvestre registradas, para ser ingresados y depositados en un herbario de reconocida trayectoria.

11.2. Anfibios y reptiles

- Se recomienda aplicar un plan de monitoreo periódico para las especies incluidas en categorías de amenaza, de manera que permita conocer el estado del bosque y sus poblaciones en el tiempo.
- Se recomienda complementar la información obtenida en esta evaluación con datos de temporalidad, lo cual permitiría tener visión más completa acerca de la riqueza y abundancia de las poblaciones de anfibios y reptiles presentes en el área.

11.3. Aves

- Se recomienda establecer un plan de monitoreo periódico para las especies de importancia para la conservación, para conocer el estado de sus poblaciones y su relación con el bosque.
- Se recomienda elaborar un plan de conservación de las zonas de bosque primario, teniendo especial énfasis en la zona-1 (plataforma Osheki) y los parches de bosque presentes en la zona 2 y 3 del área de influencia del Proyecto Lote 107.
- Se recomienda establecer estaciones fijas de muestreo, en las 3 zonas evaluadas, con el objetivo de medir la vegetación presente en ellas y su relación con las aves y los demás grupos, con el objetivo de encontrar relaciones directas que permitan explicar los cambios y variaciones que ocurren en el tiempo.
- Se recomienda complementar la información obtenida de esta evaluación con datos de temporalidad, lo cual permitiría conocer la estacionalidad de las especies de aves.

11.4. Mamíferos

- Proponer un plan de monitoreo periódico para las 5 especies que se encuentran categorizadas en alguna lista de conservación nacional e internacional: Panthera onca «otorongo», Lontra longicaudis «nutria», Tapirus terrestris «sachavaca», Pecari tajacu «sajino», y Mazama americana «venado colorado» con fines de determinarlos como indicadores de la recuperación del bosque y sobre todo por ser especies de índole de conservación.
- Se recomienda utilizar la evaluación combinada de recorridos y registros con cámaras trampa para los futuros monitoreos y evaluaciones de fauna para tener una lista confiable de especies potenciales en una determinada área.

12. ANEXOS

- Anexo 1: Mapas de ubicación de puntos de muestreo ambiental.
- Anexo 2: Mapas hidroquímicos.
- Anexo 3: Reporte de campo N.º146-2019-SSIM (agua e hidrobiología temporada húmeda).
- Anexo 4: Reporte de campo N.º 431-2019-SSIM (agua, sedimento, suelo e hidrobiología temporada seca).
- Anexo 5: Reporte de resultados N.º 434-2019-SSIM (agua, sedimento, suelo de hidrobiología en las temporadas húmeda y seca)
- Anexo 6: Oficio N.º 121-2018-MINAM/VMGA
- Anexo 7: Participación ciudadana
- Anexo 8: Informe N.º 00491-2019-OEFA/DEAM-SSIM «Determinación de niveles de fondo y niveles de referencia para metales en áreas de posible afectación de la Locación Osheki, Línea de Flujo y Punto de Apoyo Logístico, del ámbito de influencia del Proyecto de Exploración de Hidrocarburos Lote 107».
- Anexo 9: Informe N.º 495-2019-OEFA/DEAM-SSIM «Flora y fauna en el ámbito de influencia del proyecto de exploración de hidrocarburos, Lote 107 Locación Osheki».
- Anexo 10: Procesamiento de datos de agua y sedimento.
- Anexo 11: Datos de precipitación y coordenadas referenciales del programa hidrológico PISCO.
- Anexo 12: Resultados de identificación de especies de perifiton y peces en temporada seca.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agua y sedimentos

- Aguirre, J. 1983. Hidráulica de sedimentos. Centro Interamericano del Desarrollo Integral de Aguas y Tierra. Venezuela. 269p.
- American Public Health Association- APHA. (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition. Washington, DC, USA.
- Aybar, C.; Lavado-Casimiro, W.; Huert, A.; Fernandez, C.; Vega, F.; Sabino, E. & Felipe-Obando, O. (2017). Uso del Producto Grillado "PISCO" de precipitaciones en Estudios, Investigaciones y Sistemas Operacionaes de Monitoreo y Pronóstico Hidrometeorológico. Nota Técnica 001-SENAHMI-DHI-2017.
- Appelo, C. and Postma, D. (2005). *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. 2nd Edition, Balkema, Rotterdam. doi: 10.1201/9781439833544.
- Armijos, E. (2010) Cuantificación de Flujos Sedimentarios de las cuencas Amazónicas del Perú (Tesis de maestría). Recuperada de http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1713.
- Bara, B. (3 de noviembre de 2018). Re: How to read a boxplot: display of spread distribution. Recuperado de https://engineering.eckovation.com/read-boxplot-display-spread-distribution/
- Ballesteros, E. (2015). Re: Estadística Descriptiva Univariante mediante el gráfico de Caja y Bigotes. Recuperado de https://eprints.ucm.es/35985/19/EL%20%20GR%C3%81FICO%20%20DE%20%20CA JA.pdf
- Blázquez, L., & García, J. F. (2000). Volumen 2: Construcción Mantenimiento. In Manual de Carreteras. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004
- Crozzoli, L y Batalla R.J (2003). Rev. C&G, Aplicación de Fotografía al analisis granulométrico de ríos con lechos de gravas. 17 (3-4).
- Custodio, E. y Llamas, M. R. (1976). *Hidrología Subterránea.* Tomo I y II. Ed. Omega, Barcelona, España.
- Davis, S.N. y De Wiest, R. (1971). Hidrología. Tomo I. Ed. Ariel, Barcelona España.
- EPA. (2006). Data Quality Assessment: Statitical Methods for Practitioners. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Environmental Information, Whashington, DC 20460.
- Espinoza JC., 2003. Determinación del Gasto Sólido Total y Calibración del Gasto Sólido de Fondo Mediante los Métodos de H.A. Einstein y Meyer Peter &Müller, para el río Sama, Región Tacna. Tesis de Ingeniero Agrícola. UNALM 149p.
- Farnham, I. M., Singh, A. K., Stetzenbach, K. J., & Johannesson, K. H. (2002). Treatment of nondetects in multivariate analysis of groundwater geochemistry data. *Chemometrics and Intelligent laboratory systems*, 60(1-2), 265-281. doi:10.1016/S0169-7439(01)00201-5.
- FAO.1994. Erosión de suelos en América Latina. Suelos y Aguas.19p.
- Garcia, C. y Sala, M. 1998. Aplicación de fórmulas de transporte de fondo a un río de gravas. Comparación con las tasas reales de transporte obtenidas en el río Tordera. España.70 (7): 59-72
- Geladi, P., Manley, M., & Lestander, T. (2003). Scatter ploting in multivariate data analysis. *Journal of Chemometrics*, *17*(8-9), 503-511. doi:10.1002/cem.814.
- Helsel, D. R. (2012). Statistics for Censored Environmental Data Using Minitab and R. Hoboken, New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

- Horowitz Arthur J. (2008). Determining annual suspended sediment and sedimentassociated trace element and nutrient fluxes. Science of the Total Environment, 400, 315-343. doi:10.1016/j.scitotenv.2008.04.022
- Kannel, P. R., Lee, S., Kanel, S. R., & Khan, S. P. (2007). Chemometric application in classification and assessment of monitoring location of an urban river system. doi:10.1016/j.aca.2006.09.006.
- Knighton, A. L. 1998. Fluvial forms and processes. Earth Surface Processes and Landforms. 24 (4): 378-379.doi: 10.1002/(SICI)1096-9837(199904)24:4<378.
- Kowalkowski, T., Zbytniewski, R., Szpejna, J., & Buszewski, B. (2006). Application of chemometrics in river water classification. Water Research(40), 744-752. doi:10.1016/j.watres.2005.11.042.
- Maza, J. 1996. Transporte de sedimentos. México. Instituto de ingeniería UNAM. 531p.
- Martínez, A. (1998). Interpretación Ambiental de datos hidroquímicos de la laguna continental de Castiñeiras. Geographicalia, 36,101-109.
- Megersa Olumama Dinka, W. L. (2015). Hydrochemical characterization of various surface water and groundwater resources available in Matahara areas, Fantalle Woreda of Oromiya region. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3, 444-456. doi:10.1016/j.ejrh.2015.02.007.
- Monsalve, G. (1995). Hidrología en la Ingeniería. Centro Editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá.377 p.
- Nordstrom, D., R. Blaine McCleskey y J. Ball (2009). Sulfur geochemistry of hydrothermal waters in Yellowstone National Park: IV Acid—sulfate waters. Applied Geochemistry, 24, 191-207.
- Ollero A. y Romeo R. (julio, 2007). Las Alteraciones Geomorfológicas de los Ríos. Documento presentado en la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos del Ministerio del Ambiente y la Universidad Politécnica de Madrid. Trabajo recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Alteraciones_Geomorfologicas_de_rios_tcm30-136698.pdf
- Prakash Raj Kannel, S. L. (2007). Chemometric application in classification and assessment of monitoring locations of an urban river system. *Analytica Chimica Acta, 582*(2), 390-399. doi:10.1016/j.aca.2006.09.006.
- Ramis Ramos G., C. G.-C. (2001). Quimiometría. Madrid, España: Síntesis.
- Redman A., et al. (2012). Petrotox: An Aquatic Toxicity model for Petroleum substances. Environ. Toxicol. Chem., 31 (11), 2498-2506. doi:10.1002/etc.1982.
- Ryan, S.E. y Porth, L.S. (1999). A field comparison of three pressure-difference Bedload samplers. Geomorphology. Geomorphology. 307-322.
- Rocha, A. (1998). Introducción a la Hidraúlica Fluvial. Perú.
- Shrestha S., Kazama F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. Environmental Modelling & Software, 22(4), 464-475. doi:10.1016/j.envsoft.2006.02.001.
- Singh S., Jaanardhana Raju N., Ch. Ramakirshna, (2015). Evaluation of Groundwater Quality and Its Suitability for Domestic and Irrigitation Use in Parts of the Chandauli-Varanasi Region, Uttar Pradesh, India. *Journal of Water Resource and Protection*, 7, 572-587. doi:10.4236/jwarp.2015.77046.
- Srinivasamoorthy K., Gopinath M., Chidambaram S., Vasanthavigar M., Sarma V.S. (2014). Hydrochemical characterization and quality appraisal of groundwater from Pungar sub basn, Tamilnadu, India. *Journal of King Saud University Sciece*, 26, 37-52. doi:10.1016/j.ksus. 2013.08.001.

- Universidad del Valle-Corporación Autónoma Regional del Valle de Cauca CVC (2004).
 Proyecto Modelación del Río Cauca, Informe Final Caracterización del río Cauca tramo Salvajina-La Virginia, Vol. 1, Cali, Colombia.
- Walton, N.R.G. (1989). Electrical Conductivity and total dissolved solids-what is their precise relationship?. Desalination, 72, 275-292.
- Wang YB, L. C. (2015). Characterization and risk assessment of PAH-contaminated river sediment by using advanced multivariate methods. Science of the Total Environment, 524-525, 63-73. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.04.019.
- Yang, C. T., Randle, T. J. & Daraio, J. et al. (2006) Erosion and Sedimentation Manual. doi: 10.1300/J155v07n03 01.

Hidrobiología

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, & Water Environment Federation. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd edición). American Public Health Association.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, & Water Environment Federation. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater (22nd edición). American Public Health Association.
- Arana, J. & Cabrera, C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos y caracterización ecológica de los ambientes dulceacuícolas del área de influencia del gasoducto PERÚ LNG en los departamentos de lca y Huancavelica. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica, 20(40), 86-93.
- Barber-James, H.M., Gattolliat, J. L., Sartori, M. y Hubbard, M.D. (2008). Global diversity
 of mayflies Ephemeroptera. Insecta) in freshwater. Hydrobiologia. 595: 339–350.
- Beisel, J-N., Usseglio-Polatera, P. y Moreteau, J. C. (2000). The Spatial Heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. Hydrobiologia, 422 (423): 163-171.
- Cánepa, J., Pezo, & Paredes, H. (1987) "Estudio Hidrobiológico del Río Corrientes-IIAP, Iguitos 70 p.
- Carvajal-Quintero, J. D., Escobar, F., Alvarado, F., Villa-Navarro, F. A., Jaramillo-Villa, Ú. & Maldonado-Ocampo, J. A. (2015). Variation in freshwater fish assemblages along a regional elevation gradient in the northern Andes, Colombia. Ecology and Evolution 5, 2608–2620.
- Crisci, J.V. & López M. F. (1983). Introducción a la taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología, Monografía No. 26.
- Custodio, C. 2016. Filogenia molecular de especies del género *Apistogramma* (Regan, 1913) de la región Loreto. Tesis para optar el Título profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 58 pp.
- Dagosta F.C.P. & M. De Pinna. 2019. The Fishes of The Amazon: Distribution and Biogeographical Patterns, with a Comprehensive List of Species. Bulletin of The American Museum of Natural History. 163pp.
- Dahl, G.1971. Los peces del norte de Colombia. Inderena, Bogotá 66-81 p.
- Deza, N. E. (1996). Mercury accumulation in fish from Madre de Dios, a goldmining area in the Amazon basin, Peru. Thesis in Master of Science, Oregon State University.

- Esteves, F. (2011). Fundamentos de Limnología. (3 Edición). Río de Janeiro: Editorial Interciencia. 771 pp.
- Eschmeyer, W.N. & Fong, J.D. (2017) Species by family/subfamily. Califonia Academy of Sciences, San Francisco. Available from: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily. asp (julio y octubre 2019).
- Espírito-Santo, H. M. V.; Magnusson, W. E.; Zuanon, J.; Mendonça, F. P. & Landeiro, V. L. 2009. Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. Freshwater Biology, 54, 536–548.
- Galvis, G., J. I. Mojica, S. R. Duque, C. Castellanos, P. Sánchez-Duarte, M. Arce, A. Gutiérrez, L. F. Jiménez, M. Santos, S. Vejarano rivadeneira, F. Arbeláez, E. Prieto & M. Leiva. 2006. Peces del medio Amazonas. Región de Leticia. Serie de Guías Tropicales de Campo Nº 5. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e Impresos. Bogotá, Colombia. 548 pp.
- García-Dávila, C.; Sánchez, H.; Flores, M.; Mejia, J.; Angulo, C.; Castro-Ruiz, D.; Estivals, G.; García, A.; Vargas, G.; Nolorbe, C.; Núñez, J.; Mariac, C.; Duponchelle, F.; Renno, J.-F. 2018. PECES DE CONSUMO DE LA AMAZONÍA PERUANA. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú, 218 pp.
- García de Sotero, D., & Alva-Astudillo, M. (2013). Contenido de metales pesados en pescados comercializados en Iquitos, Nauta y Requena. Ciencia Amazónica (Iquitos), 3(1), 33-42.
- Hammer, D. X., Seigert, J., Stone, M. O., Rylander III, H. G., & Welch, A. J. (2001).
 Infrared spectral sensitivity of Melanophila acuminata. *Journal of insect physiology*, 47(12), 1441-1450.
- Hill, M.O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. Ecology 54(2):427-432.
- Hutchinson, G. E. (1975). A treatise on limnology: limnological botany (Vol. 3). John Wiley & Sons.
- Jacobsen, D., Cressa, C. & Dudgeon, D. (2008). Macroin-vertebrates: composition, life histories and produc-tion. In D. Dudgeon (Ed.), Tropical stream ecology. Elsevier (pp. 65-105). London. England
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. Oikos, 113, 363-375.
- Larsen, T.H. (ed.). 2016. Core Standardized Methods for Rapid Biological Field Assessment. Conservation International, Arlington, VA. 209pp.
- Magurran, A. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell, Oxford. 192 p.
- Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Yersey: Princeton University Press, 179 pp.
- Maldonado-Ocampo, J.; A. Ortega-Lara; J.S. Usma; G. Galvis; F. Villa-Navarro; L. Vásquez; S. Prada-Pedreros & C. Ardila. 2005. Peces de los Andes de Colombia: guía de campo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia. 346 pp.
- Ministerio del Ambiente (MINAM) (2012). Lista anotada de los Peces de Aguas Continentales del Perú. (2da Edición). Lima. Por Ortega, T. H., Hidalgo, M., Correa, E., Trevejo, G., Meza V., Cortijo A. M. & Espino, J. 54 pp.
- 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. Por Samanez, I., Rimarachín, V., Palma C., Arana, J., Ortega H., Correa, V. & Hidalgo, M.

- Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Peterson, R.C.; Cushing, C.E.; Brums, D.A.; Sedell, J.R. & Vannote, R.L. 1985. Developments in stream ecosystem theory. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1045-1055.
- Moreno, C.E., Barragán F., Pineda, E. y Pavón, N.P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 1249-1261
- Moreno, Y. M., & Aguirre, N. (2013). Estado del arte del conocimiento sobre perifiton en Colombia. *Gestion y ambiente*, *16*(3), 91-117.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad: Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe de UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.
- 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.
- Goulding, M.; Cañas, C.; Barthem, R.; Forsberg, B. & Ortega, H. (2003). Amazon Headwaters. Rivers, Wildlife, and Conservation in Southeastern Peru. Gráfica Biblos S A
- Ortega, H., Chocano, L., Palma, C., & Samanez, I. (2010). Biota acuática en la Amazonía Peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco-Ucayali). Revista Peruana de Biología, 17(1), 29-36.
- Ortega, H., Rengifo, B., Samanez, I., & Palma, C. (2007). Diversidad y el estado de conservación de cuerpos de agua Amazónicos en el nororiente del Perú. Revista peruana de biología, 13(3), 185-194.
- 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.
- Pielou, E.C. (1975) Ecological Diversity. Wiley, New York.
- Pringle, C. M., Naiman, R. J., Bretschko, G., Karr, J. R., Oswood, M. W., Webster, J. R., Welcomme, R. y Winterbourn, M. J. (1988). Patch dynamics in lotic streams: The stream as a mosaic. J. N. Am. Benthol. Soc., 7: 503-524.
- Pezo, R., Paredes, H., & Bendayán-Acosta, N. Y. (1992). Determinación de metales pesados bioacumulables en especies ícticas de consumo humano en la Amazonía peruana. Folia Amazónica, 4(2), 171-181.
- Ramírez, A., Paaby, P., Pringle, C. M. y Agüero, G. (1998). Effect of habitat type on benthic macroinvertebrates in two lowland tropical streams, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. Supl., 6: 201-213.
- Reynolds, C. S. (1984). The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press.
- Rice, S. P., Little, S., Wood, P. J., Moir, H. J. & Vericat, D. (2010). The Relative contributions of Ecology and Hydraulics to Ecohydraulics. River. Res. Applic., 26: 363–366 (2010).
- Rincón, M. E. (1996). Aspectos Bioecológicos de los tricópteros de la quebrada Carrizal (Boyaca, Colombia). Rev. Colomb. Entomol., 22(1): 53-60.
- Roldán, G. 2003. Bioindicación de la calidad de agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Primera Edición. Medellin, Colombia. 170 pp.
- Roldán, G. & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología Neotropical*. (Segunda edición). Medellín: Universidad de Antioquia. 440 pp.

- Römer U, Beninde J, Duponchelle F, García-Dávila CR, Vela-Díaz AE; Renno JF. Description of Apistogramma paulmuelleri sp. n., a new geophagine cichlid species (Teleostei: Perciformes) from the Amazon river basin in Loreto, Peru. Verteb. Zool. 2013; 63(1):15-34.
- Rosenberg, D. y Resh, V. (1993). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrate. Publicación N° 420- (13): 330-354.
- SANIPES (2016). Indicadores Sanitarios y de Inocuidad para los Productos Pesqueros y Acuícolas para Mercado Nacional y de Exportación.
- Scatena, F. N. & Gupta, A. (2012). Streams of the montane humid tropics. In J. Shroder
 & E. Wohl (Eds.), Trea -tise on geomorphology. Academic. San Diego, USA.
- Sondergaard M. & Moss B. (1998). Impact of submerged macrophytes on phytoplankton in shallow freshwater lakes. *Ecological Studies*, 131, 115-132.
- Sokal, R. R. & Michener, C. D. (1958). A statistical method for evaluating systematic relationships, Univ. Kansas Sci. Bull, 38: 1409-1438.
- Taniguchi, H. y Tokeshi. M. (2004). Effects of Habitat Complexity on Benthic Assemblages in a variable environment. Freshwat. Biol., 49: 1164-1178.
- Valenzuela-Mendoza, L. 2018. Diversidad, distribución de la Ictiofauna en el gradiente altitudinal y Estado de conservación del río Huallaga (Pasco-Huánuco-San Martín). Tesis para optar al Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y Pesquería. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 170 pp.
- Van der Sleen, P. and J. S. Albert 2017. Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas. Princeton University Press, Princeton and Oxford (for 2018): 1-464.
- Vannote, R., Minshall, G., Cummins, K., Sedell, J. & Cushing C. (1980). The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37: 130-137.
- Villamarín, C., Prat, N., & Rieradevall, M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. Latin american journal of aquatic research, 42(5), 1072-1086.
- Wetzel, R. G. (2000). Freshwater ecology: changes, requirements, and future demands. *Limnology*, 1(1), 3-9.
- Wirth, W. W. y Stone, A. (1968). Aquatic Diptera. En R. Usinger (Ed.), Aquatic Insects of California (pp. 372-482). Los Ángeles, EEUU: University California-Press.

Flora y Fauna Silvestre

- Achard, F., Eva, H. D., Stibig, H. J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T., y Malingreau, J. P. (2002). Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*, 297(5583), 999-1002.
- Akindele, S. O. y Onyekwelu, J. C. (2011). Review silviculture in secondary forests. In *Silviculture in the Tropics* (pp. 351-367). Springer, Berlin, Heidelberg.
- AmphibiaWeb. (2019). https://amphibiaweb.org. University of California, Berkeley, CA, USA [22 de octubre 2019].
- Aquino, R.; R. E. Bodmer & J.G. Gil. (2001). Mamíferos de la cuenca del río Samiria: Ecología poblacional y sustentabilidad de la caza. Impr. Rosegraft. Lima, Perú.
- Arango, C. A. (2012). Torito Dorado (*Capito auratus*). Wiki Aves Colombia. (R. Johnston, Editor). Universidad ICESI. Cali. Colombia. Recuperado de: https://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Torito+Dorado.

- Armenteras, D., Gast, F., y Villareal, H. (2003). Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia. *Biological conservation*, *113*(2), 245-256.
- Armenteras, D., Rodríguez, N., Retana, J., y Morales, M. (2011). Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change*, *11*(3), 693-705.
- Askins, R. A. (2000). Restoring North America's birds. Yale University Press. 336 p.
- Baker, T. R., Phillips, O. L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., y Laurance, W. F. (2004). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1443), 353-365.
- Baker, T. R., Vela Díaz, D. M., Chama Moscoso, V., Navarro, G., Monteagudo, A., Pinto, R., y Lewis, S. L. (2016). Consistent, small effects of treefall disturbances on the composition and diversity of four Amazonian forests. *Journal of Ecology*, 104(2), 497-506.
- Becker, M y Dalponte, J. C. (1991). Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo. ED. Universidade de Brasília. Brasília, 180 p.
- Bodmer, R. E. y Pezo, L. E. (2001). Rural Development and Sustainable Wildlife Use in Peru. Conservation Biology, Vol. 15, No. 4.
- Böhning–Gaese, K. 1997. Determinants of avian species richness at different spatial scales. Journal of Biogeography 24:49–60.
- Convención Internacional para el Comercio de especies de Fauna y Flora en Peligro.
 CITES. (2017). Apéndices I, II y III. Disponible en: http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/.
- Colwell, R; Xuan Mao, C y Chang, J. (2004). Interpolando, Extrapolando y Comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. Ecology, 85(10), 2004, pp. 2717-2727.
- De las Salas, G. (2002). Los bosques secundarios de América tropical: perspectivas para su manejo sostenible. *Bois et forets des tropiques*, *272*(2), 63-73.
- Del Valle, J. I., Restrepo, H. I., y Londoño, M. M. (2011). Recuperación de la biomasa mediante la sucesión secundaria, Cordillera Central de los Andes, Colombia. *Revista* de Biología Tropical, 59(3), 1337-1358.
- Diaz-Pulido, A. y E. Payán. (2011). Densidad de ocelotes (Leopardus pardalis) en los llanos colombianos Mastozoología Neotropical 18:63-71.
- 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.
- Esquivel-Muelbert, A., Baker, T. R., Dexter, K. G., Lewis, S. L., Brienen, R. J., Feldpausch, T. R., y Higuchi, N. (2019). Compositional response of Amazon forests to climate change. *Global change biology*, *25*(1), 39-56.
- Finegan, B; Hayes, J; Delgado y D; Gretzinger, S. (2004). Monitoreo ecológico del manejo forestal en el trópico: Una guía para operadores y certificadores con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación.
- Foster, R. B., T. A. Parker III, A.H. Gentry, L.H. Emmons, A. Chicchon, T. S, L. R. Scuhlenberg, G. Lamas, H. Ortega, J. Icochea y W. Wust, M. (1994). "The Tambapota-Candamo reserved zone of Southeastern Peru: A biological assessment". RAP Working Papers 6: 1-184.
- Franke, I, Nolazco, S y León, F. (2014). Evaluación de Aves en Ecosistemas Altoandinos

- Gentry A. H. (1988a.) Tree species richness of upper Amazonian Forests. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 85: 156-159.
- Gentry A. H. 1988b. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. Ann. Missouri Bot. Gard. 75: 1-34.
- Gentry, A. H. (1989). Speciation in tropical forests. *Tropical forests: botanical dynamics, speciation and diversity*, 113-134.
- González, O. (2000). Notas sobre distribución y poblaciones de aves en los campos de cultivo del valle de Majes (Arequipa, Perú). Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Ecología. Ecología y desarrollo sostenible: Reto de la América Latina para el tercer milenio. Industria Gráfica Regentus, R.S. Ltda. Arequipa-Perú. Pp. 160-162.
- Gotelli, N y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. Ecology Letters, 4: 379-391.
- Guariguata, M y Ostertag, R. (2002). Sucesión secundaria. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Cartago. Costa Rica.
- Guevara S, Purata, SE y Van der Maarel, E. (1986) The role of remnant trees in tropical secondary succession. Vegetatio 66: 77-84.
- Hernández H., A. (1999). Serie señalética para la 2ª sección del Bosque de Chapultepec. Tesis Profesional. Licenciatura de Comunicación Gráfica. Escuela Nacional de Artes Plásticas, UNAM. México, D.F. 125 p.
- Hölscher, D. (2008). Hydrology of natural and anthropogenically altered tropical montane rainforests with special reference to rainfall interception. *The tropical montane forest. Patterns and processes in a biodiversity hotspot*, 129-138.
- International Union for Conservation of Nature IUCN. (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. (Version 2019-2) [22 de octubre 2019]. Recuperado de www.iucnredlist.org
- Jansen, A. (2005) Avian use of restoration plantings along a creek linking rainforest patches on the Atherton Tablelands, North Queensland. Restoration Ecology 2: 275-283.
- Jiménez, A y Hortal, J. (2001). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Arácnidos, 8 (Primera), 11.
- Koleff, P. (2005). Conceptos y medidas de la diversidad beta. Pp. 19-40 en Sobre Diversidad Biológica: El Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma (Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff, y A. Melic, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Sociedad Entomológica Aragonesa, Grupo Diversitas-México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Zaragoza, España.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura nos tropicos: ecossistemas florestais e respectivas especies arbóreas: possibuidades e metodos de aproveitamento sustentado. Eschborn: GTZ.
- León-Yánez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011).
 Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. 2nd. Quito, Ecuador: Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Louman, B. (2001). Bases ecológicas. In: Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Editado por: Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Turrialba, CR, CATIE. 57 – 62 pp.
- Macdicken (1997); Brown *et al.* (2005); IPCC (2007). Es común utilizar un factor de 0.5 ya que, en promedio, la materia vegetal seca contiene 50 % de carbono.

- Malhi, Y., Wood, D., Baker, T. R., Wright, J., Phillips, O. L., Cochrane, T. y Higuchi, N. (2006). The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*, 12(7), 1107-1138.
- Margules, C. R. (1996). Experimental fragmentation. In: Species Survival in Fragmented Landscapes. J. Settele, R. Margules, P. Poschlot y K. Henle (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Pp. 128-137.
- Martinez-Morales, M. (2005.) Landscape patterns influencing bird assemblages in a fragmented neotropical cloud forest. Biological Conservation 121: 117–126.
- Martinez, R. V., y Phillips, O. L. (2000). Allpahuayo: floristics, structure, and dynamics
 of a high-diversity forest in Amazonian Peru. *Annals of the Missouri Botanical Garden*,
 499-527.
- Mendoza, A. L. M., Gamarra, L. V., Martínez, R. V., Gonzáles, R. D. P. R., Phillips, O. L., y Lopez-Gonzalez, G. (2015). Primer catálogo de los árboles y afines de la Reserva Comunal El Sira, Perú. Arnaldoa, 21(1), 127-164.
- Monge, A. (1999). Estudio de la dinámica del bosque seco tropical a través de parcelas permanentes de muestreo en el Parque Nacional Palo Verde, Bagaces, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Bach. Cartago, CR: ITCR. Esc. Ingeniería Forestal. 65 p.
- Monteagudo, A., y Huamán, M. (2010). Catálogo de los árboles y afines de la Selva Central del Perú. Arnaldoa, 17(2), 203-242.
- Monteagudo A. y Phillips O. (2012). Presentación de la Red Amazónica de Inventarios Forestales, [diapositivas en Power Point]. Recuperado de Presentaciones Congreso Nacional de Botánica 2012.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, *403*(6772), 853.
- Nallar, R., A. Morales y H. Gómez. (2008). Manual para la identificación y reconocimiento de eventos de depredación del ganado doméstico por carnívoros altoandinos, Wildlife Conservation Society, La Paz, Bolivia.
- Naranjo, E. J., C. Lorenzo, y A. Horváth. (2005). La Diversidad de Mamíferos de Chiapas. Pp. 161-193 in Diversidad biológica en Chiapas (González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Ruíz-Montoya, coords.). El Colegio de la Frontera Sur-Consejo de Ciencia y Tecnología de Chiapas. Distrito Federal, México.
- Neeff, T., y dos Santos, J. R. (2005). A growth model for secondary forest in Central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, *216*(1-3), 270-282.
- Newton, A.C. (2007). Forest Ecology and Conservation: a handbook of techniques. New York: Oxford University Press. 454 p.
- Odum, E y Warret, G. (2006). Fundamentos de Ecología. Thompson.
- Pacheco V.; Cadenillas R.; Salas E.; Tello C. & Zeballos, H. (2009). Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. Revista Peruana de Biología, 16: 5-32.
- Payán, E., C. Carbone, K. Homewood, E. Paemelaere, H. B. Quigley y S. Durant. (2012). Where will jaguars roam? The importance of survival in unprotected lands. Pp.603-628. En: Ruiz-Garcia, M. y J. Shostell (Eds.) Molecular population genetics, phylogenetics, evolutionary biology and conservation of the Neotropical Carnivores, Nova Science, New York.
- Phillips, O., y Miller, J. S. (2002). Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set (Vol. 89). Missouri Botanical Press.
- Phillips, O. L., Hall, P., Gentry, A. H., Sawyer, S. A., y Vasquez, R. (1994). Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(7), 2805-2809.

- Phillips, O.L., Baker, T.R, Feldpausch, T.R., Brienen, R. (2009a) RAINFOR Manual de campo para la remedición y establecimiento de parcelas, edición 2016 disponible en: http://www.rainfor.org/es/manuales.
- Pitman, N. C., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Núñez V, P., Neill, D. A., Cerón, C. E., y Aulestia, M. (2001). Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, 82(8), 2101-2117.
- Plan Maestro del Bosque de Protección San Matías San Carlos 2015-2019. SERNANP. 2016.
- Remsen J V, D A Good. (1996). Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird populations. Auk; 113(2):381-398.
- Richter, M. (2008). Tropical mountain forests-distribution and general. *Images of the Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology (legend top to bottom)*, 7.
- Rowcliffe, J. M. y C. Carbone. (2008). Surveys using camera traps: Are we looking to a brighter future? Animal Conservation 11: 185-186.
- Salgado, C. (1996). Gestión ecológicamente sostenible de los bosques de la Serranía de Abibe. El caso de un territorio indígena en el Darién, Urabá. Corporación Penca de Sábila. Medellín.
- Saatchi, S. S., Houghton, R. A., Dos Santos Alvala, R. C., Soares, J. V., y Yu, Y. (2007).
 Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global change biology*, 13(4), 816-837.
- Saldarriaga, J. G. (1994). Recuperación de la selva de tierra firme en el alto Río Negro Amazonia Colombiana - Venezolana (Vol. 5). Programa Tropenbos.
- Schulenberg, T.S.; Stotz, D.F., Lane, D.F.; O'Neill, J. P, y Parker III, T. A. (2010). Aves de Perú. Serie Biodiversidad Corbidi 01. Centro de Ornitología y Biodiversidad-CORBIDI. Lima, Perú.
- Sekercioglu, C. (2002). Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. Biological Conservation 107: 229-240.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado SERNANP. (2019).
 ¿Qué es un ANP?. Recuperado de http://www.sernanp.gob.pe/ques-es-un-anp.
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado SERNANP. (2019a).
 Bosque de Protección San Matías San Carlos.
 Recuperado de http://www.sernanp.gob.pe/san-matias-san-carlos
- Tirira, D. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Quito, Ecuador. 19 pp.
- Uhl, C., Buschbacher, R., y Serrao, E. A. S. (1988). Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *The Journal of Ecology*, 663-681.
- Ugalde, S; Alcántara, J; Tarango, L; Ramírez, V y Mendoza, G. (2012). Fisonomía vegetal y abundancia de aves en un bosque templado con dos niveles de perturbación en el Eje Neovolcánico Transversal. Revista Mexicana de Biodiversidad, (83), 133 143.
- Valderrama, C. (2012). Densidad de ocelote y abundancia relativa de margay por medio de datos de cámaras trampa en los andes colombianos. En: Payán, E. y C. Castaño-Uribe (Eds.). Grandes felinos de Colombia, Panthera Colombia, Conservación Internacional Colombia, Cat. Specialist Group IUCN/SSC y Fundación Herencia Ambiental Caribe, Bogotá.
- Valenzuela, G., Calatayud, H., Farfan, V., Monteagudo, M., y Suclli, M. (2007). *Flórula de la reserva ecológica Inkaterra*. Missouri Botanical Garden, ITA Inkaterra Asociacion.

- Valerio, J. (1997). Informe de consultoria crecimiento y rendimiento. Documento técnico, 51.
- Vásquez, R., y Rojas Gonzáles, R. D. P. (2004). *Plantas de la Amazonía peruana: Clave para identificar las familias de Gymnospermae y Angiospermae* (No. Sirsi) a408017).
- Vásquez, R., Rojas, R., y Van der Werff, H. (2010). Flora del Río Cenepa, Amazonas.
- Vásquez, R y Phillips, O. (2000). Allpahuayo: Floristics, structure, and dynamics of a high-diversity forest in Amazonian Peru. Ann. Mo. Bot. Gard. 87: 499–527.
- Vásquez, R., Rojas, R., Monteagudo, A. M., Valenzuela, L. G., y Huamantupa, I. (2018).
 Catálogo de los Arboles del Perú. Q'ueña Revista de la Sociedad Botánica del Cusco, 9(1).
- Willson, M y Armesto, J. (2003). Efectos de la Fragmentación de bosques para las aves de los bosques australes chilenos. Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA, XIX (1), 54–59.
- Willson, M. F. (1974). Avian community organization and habitat structure. Ecology 55:1107–1029.