



**MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA
CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021
DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO**

INFORME DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA

Elaborado para:



Elaborado por:



Av. Parque de las Leyendas N°210, Oficina 501, San Miguel

Teléfonos: 051 3963771/961388886/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

Julio, 2021

FICHA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

Revisión	Responsable	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Miguel Gomez	Emitido para Revisión Interna	30-06-2021	Alicia Torres	Karol Orosco
B	Miguel Gomez	Revisión	09-07-2021	Karol Orosco	Karol Orosco
COMENTARIOS:					

NIVEL DEL CONTROL DE CALIDAD - MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

Revisión	Responsable	Descripción	Nivel
Rev.A	Alicia Torres	Responsable de la redacción del documento	Interno ASILORZA
Rev.0	Karol Orosco	Control de Calidad – Documento Final	Doc. para envío al cliente
Rev.1	Cliente	Control de Calidad Técnico	Observaciones
Rev.2	Cliente	Aprobación	Para entrega a la autoridad/stakeholders

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE	2
2.	INTRODUCCIÓN	4
3.	OBJETIVOS	5
3.1.	OBJETIVO GENERAL	5
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
4.	METODOLOGÍA	6
4.1.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO	6
4.2.	MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	7
4.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	7
4.2.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	8
4.2.3.	RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS	9
4.2.4.	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS IN SITU	10
4.2.5.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS	11
4.2.6.	ANÁLISIS DE DATOS	11
4.3.	CONSIDERACIONES	17
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
5.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	18
5.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	21
5.2.1.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)	21
5.2.2.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND.....	22
5.3.	ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	24
5.3.1.	PLANCTON	25
5.3.2.	FITOPLANCTON	26
5.3.3.	ZOOPLANCTON.....	33
5.3.4.	BENTOS.....	40
5.3.5.	PECES.....	46
5.4.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	53
5.4.1.	ABASTECIMIENTO.....	53
5.4.2.	OPERACIONES.....	54
5.5.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL	55
5.6.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL.....	55
5.7.	ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES	55
6.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS	56
6.1.	PLANCTON	57

6.2.	BENTOS.....	57
6.3.	PECES.....	58
7.	CONCLUSIONES	59
7.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	59
7.2.	COMUNIDADES ACUÁTICAS.....	60
7.2.1.	PLANCTON.....	60
7.2.2.	BENTOS.....	60
7.2.3.	PECES.....	61
7.3.	COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS.....	61
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

2. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las biotas dulceacuícolas se están homogenizando y extinguiendo por la alteración del hábitat, la introducción de especies exóticas, la contaminación del agua y por la pérdida de la diversidad genética, entre otras causas. Los sistemas acuáticos tienen grados de tolerancia a los de las actividades humanas generadas sobre estos. Cuando este equilibrio se rompe y hay una alteración del estado natural del ecosistema hablamos de perturbación ecológica. Raramente la situación de riesgo para una especie o un ecosistema es producto de una sola de estas amenazas, por lo que, a menudo es difícil medir o identificar las variadas perturbaciones que intervienen en una cuenca hidrográfica, menos aún los efectos específicos sobre la biota.

En el Perú se busca llegar a un aprovechamiento sostenible de las fuentes de agua dulce con las que se cuenta, a fin de asegurar el suministro hídrico para la población, agricultura e industria manteniendo el caudal ecológico de los ríos. Para esto se usan herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de calidad hídrica de los cuerpos de agua. En el Perú existen normativas para determinar los estados de calidad, más aún, existen técnicas de monitoreo hidrobiológico que permiten conocer el estado ecológico del río.

En el monitoreo hidrobiológico se usan los niveles de sensibilidad a contaminación de los diferentes grupos biológicos: plancton, perifiton, bentos, etc. a los organismos sensibles se les denominan bioindicadores. Su ausencia, presencia, número, etc. son datos que se usan para establecer categorías mediante la aplicación de índices biológicos.

A continuación, se describen los resultados comparativos de las campañas de monitoreo 2020 y 2021 del MAP, desarrolladas en la temporada seca (octubre del 2020) y temporada húmeda (abril del 2021). Las comunidades acuáticas evaluadas fueron las de plancton, perifiton, bentos, peces; además de parámetros fisicoquímicos, sobre cuyos datos obtenidos se aplicaron índices ecológicos y de calidad ambiental a fin de conocer el estado hidrobiológico de los cuerpos de agua en las zonas de muestreo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de las principales comunidades de agua dulce (plancton, bentos, perifiton y necton) en cuerpos de agua lóticos como parte del Componente Hidrobiológico del Programa de Monitoreo Ambiental Participativo – Quellaveco.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Estimar la riqueza y abundancia de las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y necton dentro del área de estudio.
-  Elaborar un listado de los principales grupos taxonómicos que conforman las comunidades de fitoplancton y zooplancton, bentos, perifiton y peces dentro del área de estudio para la actualización de la información hidrobiológica del EIA de la referencia.
-  Establecer la calidad de las aguas en función a los principales índices bióticos que se pueden derivar de la información obtenida de las comunidades hidrobiológicas evaluadas.
-  Comparar los resultados de las temporadas 2020 y 2021 con monitoreos con años anteriores 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019.

4. METODOLOGÍA

4.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

El área del proyecto está ubicada en la región de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto; entre los distritos de Totorá, Charaque, Altarani, Coscore, Alta montaña, Tumilaca, Moquegua, Titire y Huachunta. El área donde se desarrolla el proyecto Quellaveco presenta un relieve con fuertes pendientes y quebradas estrechas que forman pequeños cañones favoreciendo la presencia de microclimas. En el Cuadro 3.1 se describen las coordenadas y altitud de las 25 estaciones evaluadas.

Para fines de la evaluación de monitoreo, el análisis de las comunidades acuáticas en los cuerpos de agua del área del proyecto se realizó considerando sus componentes y, han sido agrupadas en Operaciones (11 estaciones) y Abastecimiento (14 estaciones).

Cuadro 3.1. Ubicación de los puntos de muestreo de la fauna acuática en el área del proyecto

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM- WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM- WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	18L	349750	8161304	3555100	8159215	1332
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349118	8158175	349118	8158175	4314
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	18L	351799	8169720	351799	8169720	4340
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	357229	8152274	357229	8152274	4431
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355452	8154002	355452	8154002	4401
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	18L	355626	8150428	355626	8150428	4463
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	354879	8150125	354879	8150125	4469
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	18L	349032	8151222	349032	8151222	4366
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	351680	8148024	351680	8148024	4422
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	18L	349144	8151113	349144	8151113	4467

Estación de muestreo	Cuerpo de Agua	Zona	Zona	Coordenadas UTM-WGS84 TS 2020		Coordenadas UTM-WGS84 TH 2021		Altitud msnm
				Este	Norte	Este	Norte	
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	18L	355116	8159234	355116	8159234	4379
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	18L	356061	8159325	356061	8159325	4368
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	18L	355914	8159292	357820	8159622	4380
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	18L	357041	8156730	357041	8156730	4379
P12	Rio ASANA	Operaciones	18L	323118	8108112	323118	8108112	3357
AS1	Rio ASANA	Operaciones	18L	331033	8107302	331033	8107302	3167
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	18L	322437	8109190	322437	8109190	1365
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	18L	330640	8107302	330640	8107302	3166
P11	Rio ASANA	Operaciones	18L	329834	8107657	329834	8107657	3166
COS1	Rio Coscore	Operaciones	18L	319090	8107910	319090	8107910	249
CAP-03	Rio Huancane	Operaciones	18L	310270	8105874	310270	8105874	2348
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	306970	8106621	306970	8106621	2236
TUM-01	Rio Tumilaca	Operaciones	18L	304599	8105308	304599	8105308	1901
CAP-01	Rio Capillune	Operaciones	18L	325486	8102337	325486	8102337	3420
MQ-01	Rio Moquegua	Operaciones	18L	302070	8102936	302070	8102936	1828

Elaboración: ASILORZA, 2021.

4.2. MÉTODOS DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

Durante las evaluaciones hidrobiológicas en campo se realizó una descripción del hábitat de cada una de las estaciones evaluadas, considerando su ubicación, tipo de ambiente acuático, tipo de hábitat, amplitud del cauce, profundidad, estado de conservación, entre otros, análisis respaldados

y complementados con fotografías de las distintas zonas de estudio. En el Anexo 1 se muestran los Mapas del Monitoreo y en el Anexo 3 se muestra la Descripción de Puntos Monitoreo.

4.2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

La calidad del hábitat de las estaciones monitoreadas fue evaluada mediante el uso de dos metodologías o protocolos de evaluación como el Stream Visual Assessment Protocol (SVAP) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR-And), las que, además de generar información valiosa sobre la condición del hábitat fluvial o las riberas asociadas, generan un puntaje estandarizado a través del cual se califica la condición del ambiente. Dicho puntaje permite realizar comparaciones de manera objetiva entre distintas estaciones y entre resultados obtenidos para distintos componentes en una misma estación, pudiendo evaluarse la existencia de patrones de correlación.

4.2.2.1. STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL, NWCC (SVAP, 1998)

Protocolo de calificación del ambiente fluvial en función a sus características ecológicas y su potencial como ambiente óptimo para el desarrollo de la comunidad hidrobiológica. Como parte del presente monitoreo se emplearon nueve criterios de evaluación agrupados en las siguientes cuatro categorías: i) condición del canal y su área circundante, ii) condición (aparente) del agua, iii) diversidad y abundancia de hábitats para organismos acuáticos y iv) modificadores externos (i.e. residuos y sedimentos). La ficha de evaluación de calidad de hábitat según el protocolo SVAP a utilizar se presenta en el Cuadro 3.2, asimismo, se detallan los valores comparativos del SVAP.

Cuadro 3.2. Valores comparativos del SVAP

Categorías	Valor SVAP	Condición del hábitat
I	≥9,00	Excelente
II	7,50-8,99	Bueno
III	6,01-7,49	Regular
IV	≤ 6,00	Pobre

Fuente: NRCS- USDA 1999

4.2.2.2. ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR-AND)

Protocolo de evaluación de la calidad de la vegetación ribereña basado en el protocolo QBR original (Munne et al. 2003) y modificado para ambientes andinos, que considera el grado de cubierta, estructura y calidad de la comunidad vegetal altoandina, así como la naturalidad del cauce fluvial. Alcanzan un puntaje máximo de 100 aquellas estaciones que presentan una elevada calidad de conservación de ribera. En el Cuadro 3.3 se detallan los valores comparativos del QBR-And.

Cuadro 3.3. Valores comparativos del QBR-And

Puntuación	Nivel de calidad
>95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
76-95	Vegetación ligeramente perturbada, calidad buena
51-75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
26-50	Alteración fuerte, mala calidad
<26	Degradación extrema, calidad pésima

Fuente: Munne et al. 2003

4.2.3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS HIDROBIOLÓGICAS

Durante la evaluación de comunidades acuáticas, se procedió a la colecta de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, macroinvertebrados bentónicos y peces siguiendo la metodología descrita en “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (MINAM – UNMSM 2014)”

Para realizar las colectas, el Ministerio de la Producción – PRODUCE, a través de la **Resolución Directoral N° 00347-2020-PRODUCE/DGPCHDI** resuelve otorgar la autorización para efectuar la investigación pesquera con extracción de muestras de especímenes hidrobiológicos, sin valor comercial y sin uso de embarcación pesquera, según la normatividad vigente.

4.2.3.1. PLANCTON

Las muestras de Plancton (Fitoplancton y Zooplancton) fueron colectadas filtrando 40 litros de agua superficial (tomados en diferentes puntos del cauce evaluado) a través de una red de plancton estándar de 30 micras de diámetro de poro.

Estas muestras fueron preservadas con solución de formol al 5% en frascos de 100 ml previamente rotulados para su posterior análisis.

4.2.3.2. PERIFITON

La colecta del perifiton se realizó mediante el raspado con una espátula de una superficie 5 x 5 cm sobre rocas, piedras, maderos o superficies de tamaños adecuados (sustrato que se encuentra en la estación a evaluar y que son seleccionados al azar). Se realizaron tres réplicas por cada estación de

monitoreo, las cuales conformaron una sola muestra por estación, que se trasvasó en un frasco de plástico de 200 ml, previamente rotulado con los datos de campo y fueron fijadas con formol al 5%.

4.2.3.3. BENTOS

Los macroinvertebrados bentónicos fueron muestreados mediante el uso de una red Surber de marco metálico de 30 x 30 cm y malla de 500 μ que es sostenida en la parte central de la corriente, con la abertura hacia la corriente. En un movimiento vertical, desde la superficie del agua hacia el fondo, la red se colocó sobre el sustrato del fondo del río. Una vez ubicado el muestreador se extiende el marco frontal para delimitar un área de monitoreo, junto con la red para facilitar el flujo de agua y arrastre de las muestras. Las piedras encontradas en el área demarcada por el marco frontal fueron removidas, lavándolas en el flujo de agua y asegurándose de no dejar organismos adheridos.

El proceso prosiguió hasta terminar de examinar todas las piedras y hasta que no se observaron restos de vegetación o detritus en el área de monitoreo. Terminado el proceso se levantó la red cónica, se agregó agua de la corriente para arrastrar cualquier organismo que haya quedado atrapado en la red, se removió y tapó el frasco colector.

4.2.3.4. NECTON

Para evaluar a los peces se utilizó un equipo Electrofisher Samus MP125, el cual se utilizó a lo largo de los cuerpos de agua en zonas donde existe mayor probabilidad de encontrar peces. Para esto se realizó descargas eléctricas de ± 150 V según la conductividad del cuerpo de agua, siendo el tiempo de las descargas de 30 minutos en una longitud de 100 m. Dichas descargas tienen como objetivo aturdir los peces para poder capturarlos mediante una red y realizar la toma de datos. Minutos después los peces fueron devueltos al río con normalidad.

4.2.4. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS IN SITU

Los parámetros evaluados *in situ* fueron temperatura (T°), pH, oxígeno disuelto (OD), y conductividad eléctrica (CE). Se utilizaron instrumentos portátiles de acuerdo a las especificaciones de sus respectivos manuales; estos equipos fueron calibrados antes de iniciar el trabajo de campo y verificado antes de cada medición.

Los procedimientos de medición de parámetros en campo y toma de muestras de los cuerpos de agua estuvieron basados en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. N° 010-2016-ANA).

4.2.5. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

La identificación y determinación taxonómica de las muestras de perifiton, plancton, macrofitas y bentos se realizó en el laboratorio acreditado por INACAL Servicios Analíticos Generales – SAG, bajo la metodología SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017.

4.2.6. ANÁLISIS DE DATOS

4.2.6.1. ÍNDICES COMUNITARIOS

Los registros obtenidos en campo (datos cuantitativos) fueron utilizados para la elaboración del listado general de especies. Con los resultados obtenidos se procedió a determinar la composición de especies, Riqueza (S, número de especies) y Abundancia (N, número de individuos), asimismo se calculó la diversidad para cada comunidad acuática por cuerpo de agua evaluado, en base al índice de Shannon Wiener (H' , \log_2), utilizando el programa PRIMER ver 6 (Clarke & Gorley). A continuación, se detallan los análisis realizados.

- 🍃 **Composición:** La composición o frecuencia de los géneros en cada muestra es la contribución (en porcentaje) de los individuos de cada género o grupo taxonómico con respecto al número total de individuos en la muestra.
- 🍃 **Riqueza de especies (S):** La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la diversidad biológica, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas.
- 🍃 **Abundancia de individuos (N) y/o Densidad:** La densidad está expresada como el número total de individuos colectados en las estaciones de muestreo. Los valores de densidad por cada estación se calcularon en base a la sumatoria del número de individuos identificados en cada una de las muestras.
- 🍃 **Riqueza de Margalef (d):** Éste es el número total de géneros encontrados en la muestra con relación al número total de individuos y se expresa como:

$$d = (S - 1) / \ln N$$

Donde:

- d= índice de riqueza;
- S = número de géneros en la muestra;
- N = número total de individuos en la muestra.

Valores altos de este índice están mayormente asociados a condiciones de aguas de buena calidad. Los rangos de valores de diversidad para la riqueza de Margalef se muestran en la Cuadro 3.4

Cuadro 3.4. Rangos de valores para la diversidad de Margalef.

Rango	Diversidad
0.0 – 0.8	Bajo
0.9 – 2	Intermedio
> 2	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

🌿 **Índice de diversidad de Shannon Wiener (H')**: El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') es un método ampliamente usado para calcular la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres y se expresa como:

$$H = - \sum_i^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

Dónde:

H = índice de diversidad de especies;

S = número de especies;

pi = proporción del total de la muestra perteneciente a su especie i.

Un valor alto indica una diversidad alta influenciada por una gran cantidad de taxones o una distribución más equitativa de estas. El valor del índice es cero en los casos en que todos los individuos recogidos pertenecen a un sólo grupo taxonómico. Las unidades son expresadas en bits/individuo. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener se muestran en el Cuadro 3.5.

Cuadro 3.5. Rangos de valores para la diversidad de Shannon-Wiener.

Rango	Diversidad
0 - 1	Bajo
1 – 3	Intermedio
>3	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

🌿 **Índice de Uniformidad de Pielou (J')**: El índice de uniformidad de Pielou (J') se usó para la interpretación del índice de diversidad de Shannon-Wiener. Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, correspondiendo el máximo valor a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988, citado por Moreno, 2001). La fórmula es la siguiente:

$$J' = \frac{H'}{\ln(k)}$$

Dónde:

J' = índice de uniformidad de Pielou;

H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener;

k = número total de especies en la muestra.

- Índice de diversidad o Dominancia de Simpson (1-D):** El índice de diversidad de Simpson (1-D) es 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. El índice es expresado como 1-D, donde $D = \sum(P_i)^2$ y P_i = proporción de individuos de una especie en la comunidad. Los valores oscilan entre cero a uno. Un valor cercano a cero indica que la comunidad tiene muy pocos grupos taxonómicos o un gran número de grupos taxonómicos, pero la mayoría de ellos son raros. Valores cercanos a uno tiene un gran número de grupos taxonómicos, pocos de los cuales son raros. Los rangos de valores de diversidad para el índice de Simpson se muestran en el Cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Rangos de valores para la diversidad de Simpson.

Rango	Diversidad
0.0 – 0.4	Bajo
0.41 – 0.7	Intermedio
0.71 – 1.0	Alto

Fuente: Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Second edition. Oxford. Blackwell Science, Ltd.

4.2.6.2. ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA

- Captura por unidad de esfuerzo de peces (CPUE):** Tomando en cuenta a todos los peces capturados y el esfuerzo aplicado, se calculó la captura por unidad de esfuerzo en términos de número de peces por minuto de pesca eléctrica. Se realizó un promedio por estaciones de muestreo.
- Factor de condición:** Es un indicador del nivel de desarrollo de las especies ictiológicas basado en el concepto de crecimiento alométrico, que expresa el nivel de bienestar del pez (Lagler 1966) mediante la fórmula:

$$FC = P * 100/L^3$$

Donde:

FC = Factor de condición

P = Peso

L = Longitud

Este factor se estimó para conocer el periodo en el que la especie alcanza su grado máximo de bienestar o robustez (Le Cren,1951).

4.2.6.3. ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL

🌿 **Porcentaje ETP:** Se basa en la presencia de tres grupos indicadores (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) considerados como sensibles a aguas perturbadas o contaminadas por materia orgánica. Su presencia en los cuerpos de agua es un indicador de aguas limpias y de buena calidad. Está basado en la abundancia relativa (%) de estos grupos en una muestra determinada, la escala de comparación para el presente estudio se tomó del índice %EPT desarrollado por EcoCiencia para Ecuador (Carrera y Fierro 2001). El Cuadro N° 3.7 describe y proporciona rangos establecidos para la evaluación de los resultados obtenidos (%EPT), calificando los resultados en categorías Malo, Regular, Buena, y Muy Buena para calidad de agua

Cuadro 3.7. Rangos de valores para el índice %EPT.

Porcentaje EPT	Calidad de agua
75 - 100%	Muy Buena
50 - 74%	Buena
25 - 49%	Regular
0 - 24%	Mala

Fuente: Carrera y Fierro, 2001

🌿 **Índice BMWP/Col:** El índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) es un método cualitativo (presencia / ausencia), simple y rápido, que requiere nivel taxonómico de familia. A cada una de las familias de individuos se le otorga un puntaje que va de 1 a 10, basado en la tolerancia de los diferentes grupos a la descomposición orgánica (Hauer & Lamberti, 1996). La suma de los puntajes de todas las familias da el puntaje total BMWP. Mientras más alto sea el puntaje, menor es el grado de perturbación ambiental. El Cuadro 3.8, nos muestra la clasificación de las aguas expresadas en la clase (I, II, III, IV, V) el valor del BMWP su significado ecológico de acuerdo al BMWP / Col y los colores en caso se requieran hacer una representación cartográfica (Roldán 2003).

Cuadro 3.8. Clasificación de las aguas y significado ecológico de acuerdo al índice BMWP/Col.

Clase	Calidad de Agua	Valor BMWP/Col	Significado
I Azul claro	Muy Buena	≥121	Aguas muy limpias, no contaminadas
II Azul oscuro	Buena	>150, <101-120>	Aguas limpias, no contaminadas
III Verde	Aceptable	61-100	Se evidencia efectos de la contaminación
IV Amarillo	Dudosa	36- 60	Aguas moderadamente contaminadas
V Naranja	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
VI Rojo	Muy crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas situación

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

La ventaja de este índice se basa en la fiabilidad de los resultados, la rapidez y sencillez de su utilización, con ahorro de costos y tiempo. Cuadro 3.9.

Cuadro 3.9. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Gryopterygidae.	10
Gytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae.	9
Helicopsychidae, Hydrobidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae	7
Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae,	6
Pyralidae, Tabanidae, Dugesidae, Planariidae	5
Dolichopodidae, Empididae, Hidrachniidae	4
Ceratopogonidae, Hydrophilidae, Phisidae, Tipulidae, Ascellidae, Ostracoda, Planorbiidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Syrphidae	2
Tubificidae, Oligochaeta (todas las clases)	1

Fuente: Roldán, G. y J. Ramírez. 2008. Fundamentos de Limnología Neotropical. Segunda edición. Medellín. Editorial Universidad de Antioquía.

🌿 **Índice HBI o IBF (Hilsenhoff Biotic Index o Índice Biótica de Familias):** A diferencia del BMWP, el Índice Biótico de Familias considera una medida de ponderación, representada por la sumatoria de los productos de los valores correspondientes al nivel de tolerancia de una familia de macroinvertebrados bentónicos en particular por la abundancia de la misma; este valor es posteriormente dividido entre la abundancia total de organismos, tal como se presenta en la fórmula a continuación:

$$IBF \text{ (ó HBI)} = \frac{\sum(VTi \times ni)}{N}$$

Dónde:

VTi: Valor de tolerancia de la i-ésima familia presente en la muestra.

ni: Abundancia de la i-ésima familia presente en la muestra.

N: Abundancia total de macroinvertebrados bentónicos en la muestra.

Los valores de Tolerancia por familia para el IBF, utilizados en el presente análisis provienen del trabajo de Figueroa et al. (2003), para ríos del sur de Chile y de valores desarrollados para Norteamérica (Hilsenhoff, 1988; Barbour et al., 1999; Carter et al., 2007). Es importante señalar que, a pesar de que este índice sería -aparentemente- más apropiado para medir la condición de un cuerpo acuático (al no depender de la riqueza del medio exclusivamente), no estaría sesgado por patrones de deriva o por el esfuerzo muestral. Asimismo, aún no se han desarrollado grandes avances para su adaptación al medio Sudamericano, tal como sucede en el caso del índice BMWP (ver Cuadro 3.10).

Cuadro 3.10. Escala de calidad de agua, Índice HBI.

Clase de calidad	Rango del índice biótico de familias	Calidad del agua
I	≤ 3.75	Excelente
II	3.76 – 4.25	Muy buena
III	4.26 – 5.00	Buena
IV	5.01 – 5.75	regular
V	5.76 – 6.50	relativamente mala
VI	6.51 – 7.25	Mala
VII	≥7.26	Muy mala

Fuente: Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999.

🌿 **Índice ABI (Andean Biotic Index; Acosta et al, 2009):** Forma parte del protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA). Este índice se desarrolló en la cuenca alta y media del río Cañete (Lima, Perú) el cual cuenta también con ecosistemas de puna. Toma en cuenta la presencia de macroinvertebrados bentónicos a nivel de familia (ver Cuadro 3.11 y Cuadro 3.12.). La clasificación adaptada para el Perú de acuerdo con la puntuación obtenida de la sumatoria de los valores de cada familia es:

Cuadro 3.11. Estado ecológico de las aguas de acuerdo a la puntuación del índice ABI.

ABI	Estado ecológico
>74	Muy bueno
45 – 74	Bueno
27 – 44	Moderado
11 – 26	Malo
<11	Pésimo

Fuente: Acosta et al., 2009.

Cuadro 3.12. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice ABI.

Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Helicopsychidae	10	Libellulidae	6	Baetidae	4
Calamoceratidae	10	Coenagrionidae	6	Belostomatidae	4
Odontoceridae	10	Hyalellidae	6	Dixidae	4
Anomalopsychidae	10	Turbellaria	5	Dolichopodidae	4
Leptophlebiidae	10	Ptilodactylidae	5	Stratiomyidae	4
Oligoneuridae	10	Lampyridae	5	Empididae	4
Polythoridae	10	Psephenidae	5	Hirudinea	3
Perlidae	10	Scirtidae	5	Physidae	3
Gripopterygidae	10	Elmidae	5	Hydrobiidae	3
Blepharoceridae	10	Dryopidae	5	Limnaeidae	3
Athericidae	10	Hydraenidae	5	Planorbidae	3

Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje	Taxa	Puntaje
Leptoceridae	8	Simuliidae	5	Sphaeriidae	3
Polycentropodidae	8	Tipulidae	5	Ostracoda	3
Hydroptilidae	6	Veliidae	5	Staphylinidae	3
Xiphocentronidae	8	Gerridae	5	Gyrinidae	3
Hydrobiosidae	8	Corixidae	5	Dytiscidae	3
Gomphidae	8	Notonectidae	5	Hydrophilidae	3
Calopterygidae	8	Hydropsychidae	5	Psychodidae	3
Philopotamidae	8	Naucoridae	5	Chironomidae	2
Glossosomatidae	7	Pyralidae	4	Culicidae	2
Leptohiphidae	7	Tabanidae	4	Muscidae	2
Limnephilidae	7	Limoniidae	4	Ephydriidae	2
Ancylidae	6	Ceratopogonidae	4	Oligochaeta	1
Aeshnidae	6	Hydracarina	4	Syrphidae	1

Fuente: Acosta, R., B. Ríos, M. Rieradevall & N. Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* 28:35-64

4.3. CONSIDERACIONES

La malla inicial de puntos estaba conformada por 27 estaciones de monitoreo, en la temporada seca 2020, no se evaluaron dos de ellas, siendo estas la estación CORT-1 ubicada en la quebrada cortadera dentro de la zona de operaciones y la estación QLCHI-03 ubicada en río chilota. En el primer caso, durante la evaluación se estaban realizando actividades propias del proyecto dificultando el muestreo; y en el segundo caso una pobladora no permitió que se realice el muestreo. En la temporada húmeda 2021 no se evaluó la estación QLHUA-04 debido a que al momento del muestreo se encontraba inundada por las actividades de transvase del embalse.

Durante toda la evaluación se tuvo el acompañamiento de los representantes del subcomité:

-  Municipalidad provincial de Ilo.
-  Gobierno Regional de Moquegua.
-  Área de influencia del proyecto.
-  Municipalidad provincial de Mariscal Nieto.
-  AngloAmerican Quellaveco.

Para el análisis comparativo se utilizó la información disponible de los monitoreos que fueron: diciembre 2014 Época seca, abril 2015 época húmeda, Julio 2017 época húmeda, diciembre 2018 Época seca 2018, marzo 2019 y Época húmeda noviembre 2019.

Se debe tener en consideración que en los monitoreos realizados entre el 2014 el número de estaciones evaluadas de hidrobiología fue distinto, y en algunos casos hubo variación en las coordenadas. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizó solo de forma cualitativa por lo que no permite realizar un análisis de abundancia en la zona.

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019 y Época seca 2019 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en las evaluaciones de las épocas seca 2020 y húmeda 2021 se evaluaron 25 estaciones. Las estaciones que no se monitorearon con respecto a las evaluaciones previas fueron 6: QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-TUM-1, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-COR-01. Las estaciones que se añadieron a la evaluación de temporada seca 2020 fueron 12, detalladas a continuación: P11, P12, QLBCHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

La caracterización física permite identificar diferentes condiciones para el establecimiento de las

comunidades hidrobiológicas. Las 25 estaciones evaluadas estuvieron distribuidas en 13 cuencas como se muestra en el Cuadro 5.1 (Alatarani, 1; Asana, 3; Calasaya, 2; Capillune, 1; Charaque, 1; Chilota, 4; Coscore, 1; Huachunta, 3; Huancanane, 1; Moquegua, 1; Represa, 2; Titire, 1; Tumlaca, 2; y Vizcachas, 2).

Las estaciones estuvieron, en su mayoría, ubicadas en cuerpos de agua lóticos (quebradas, 2; canal principal del río, 14; y bofedal, 7) y solo dos estuvieron ubicadas en cuerpos de agua lénticos (represas).

Los cuerpos acuáticos evaluados presentaron, en su mayoría, aguas de tipo blancas, cuyas características como sólidos en suspensión y conductividad, tienen fuerte influencia por las lluvias locales y crecimiento del caudal asociado. El sustrato predominante fue de tipo duro, donde predominaron la grava, el canto rodado y piedras de porte mediano y grande (bolones).

Como se ha mencionado, el análisis de los cuerpos acuáticos se realizó considerando los componentes del proyecto, como abastecimiento y operaciones.

Cuadro 5.1. Características físicas de los puntos de evaluación

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	lótico	río	rápidos	blanca	transparente	baja	Abastecimiento
QLCHI-04	Rio Chilota	lótico	río	pedregoso/fangoso/ rápidos	blanca	turbia	baja	Abastecimiento
QLTIT-02	Rio Titire	lótico	río	fango, corridas	blanca	turbia	baja	Abastecimiento
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-02	Rio Calasaya	lótico	bofedal	fangoso, hojarasca/Troncos sumergidos	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-01	Rio Calasaya	lótico	río	Pedregoso, Hojarasca/Troncos sumergidos	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
QLHUA-05	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLCH-01	Rio Chilota	lótico	bofedal	fangoso	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLBCHI-01	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
QLBCHI-07	Humedal Chilota	lótico	bofedal	fangoso, macroalgas	negra	trasparente	lento	Abastecimiento
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	trasparente	moderada alta	Abastecimiento
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0	Abastecimiento
QLCHICR-01	Quebrada Chichune	léntico	represa	fangoso, macroalgas filamentosas. Troncos sumergidos	negra	oscura	0	Abastecimiento
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	macrofitas, fangoso	blanca	trasparente	lento	Abastecimiento
P-12	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
AS-01	Rio ASANA	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CH3	Quebrada Charaque	lótico	quebrada	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
ALT-04	Quebrada Altarani	lótico	quebrada	pedregoso cascadas rápidas corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
P11	Rio ASANA	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
COS01	Rio Coscore	lótico	río	pedregoso, rápidos, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte	Operaciones
CAP-03	Rio Huancane	lótico	río	pedregoso, rápidos	blanca	transparente	baja	Operaciones
TUM-03	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada/fuerte	Operaciones
TUM-01	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada	Operaciones
CAP-01	Rio Capillune	lótico	río	pedregoso	blanca	transparente	baja	Operaciones

Estación de muestreo	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente	Zona
MQ-01	Río Moquegua	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	turbia	moderado	Operaciones

Elaboración: Asilorza, 2021

5.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

5.2.1. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad ambiental de los hábitats evaluados, las estaciones mantuvieron las mismas calificaciones en ambas temporadas; cinco de ellas registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”. Cuadro 5.2.

Las estaciones que presentaron una calidad de hábitat pobre con alteraciones por presentar impactos antropogénicos, en su mayoría provenientes de las poblaciones locales, son QLTIT-02 y QLACHI-01 ubicadas en la zona de abastecimiento.

Cuadro 5.2. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Húmeda			Temporada Seca		
			Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat
QLHUA-02	Río Calasaya	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno
QLCHI-01	Río Chilota	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	8.67	II	bueno	8.50	II	bueno
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	8.22	II	bueno	8.20	II	bueno

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Húmeda			Temporada Seca		
			Valor	Categoría	Condición del hábitat	Valor	Categoría	Condición del hábitat
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	9	I	excelente	9.00	I	excelente
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9.33	I	excelente	9.33	I	excelente
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	3.33	IV	pobre	3.33	IV	pobre
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	5.33	IV	pobre	5.33	IV	pobre
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	7.11	III	regular	7.11	III	regular
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	7.44	III	regular	7.44	III	regular
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	7.56	III	regular	7.56	III	regular
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	7.44	III	regular	7.44	III	regular
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	7.56	II	bueno	7.56	II	bueno
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	9	IV	excelente	9.00	IV	excelente
COS1	Rio Coscore	Operaciones	9	I	excelente	9.00	I	excelente
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	9.33	I	excelente	9.33	I	excelente
P12	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular
AS1	Rio ASANA	Operaciones	7.11	III	regular	7.00	III	regular
P11	Rio ASANA	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	6.56	III	regular	6.50	III	regular
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	6.89	III	regular	6.89	III	regular
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	6.67	III	regular	6.50	III	regular

Elaboración: Asilorza, 2021

5.2.2. ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND

De acuerdo con los resultados comparativos del análisis de calidad de hábitat, los puntos de monitoreo mantuvieron las mismas categorías en ambas temporadas; dos estaciones evaluadas presentan una calidad “muy buena”, diez estaciones registraron una calidad intermedia, cuatro estaciones presentaron una calidad pésima y nueve estaciones presentaron una mala calidad. Cuadro N° 5.3.

Las estaciones de monitoreo CH3, ALT4, COS1, TUM 3, CAP1 AS1 y P11 ubicadas en la zona de operaciones y las QLTIT-02, y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una calidad pésima. Estos hábitats muestran una degradación ambiental, donde la cobertura vegetal se encuentra impactada y el cauce de los cuerpos de agua se mostraron por tramos modificados en canales de regadío y con remoción del fondo, relacionado a actividades antropogénicas (agricultura y ganadería). Cuadro 4.3.

Cuadro 5.3. Valores de clasificación y calidad de los hábitats evaluados - QBR-AND

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca		Temporada Húmeda	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	25	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	80	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	85	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	85	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	95	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLHUA-01	Rio Calasaya	Abastecimiento	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	100	Vegetación de Ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad

Estación de monitoreo	Cuerpo de agua	Zona	Temporada Seca		Temporada Húmeda	
			Valor	Condición del hábitat	Valor	Condición del hábitat
QLCHI-01	Rio Chilota	Abastecimiento	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
QLTIT-02	Rio Titire	Abastecimiento	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	15	Degradación extrema, calidad pésima	15	Degradación extrema, calidad pésima
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	50	Alteración fuerte, mala calidad	50	Alteración fuerte, mala calidad
CH3	Quebrada Charaque	Operaciones	30	Alteración fuerte, mala calidad	30	Alteración fuerte, mala calidad
AS1	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
P11	Rio ASANA	Operaciones	45	Alteración fuerte, mala calidad	45	Alteración fuerte, mala calidad
P12	Rio ASANA	Operaciones	20	Degradación extrema, calidad pésima	20	Degradación extrema, calidad pésima
CAP1	Rio Capillune	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad
COS1	Rio Coscore	Operaciones	35	Alteración fuerte, mala calidad	35	Alteración fuerte, mala calidad
CAP3	Rio Huancane	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
MQ-1	Rio Moquegua	Operaciones	55	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	60	Inicio de alteración importante, calidad intermedia
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	40	Alteración fuerte, mala calidad	40	Alteración fuerte, mala calidad
TUM 1	Rio Tumilaca	Operaciones	70	Inicio de alteración importante, calidad intermedia	75	Inicio de alteración importante, calidad intermedia

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

5.3.1. PLANCTON

La composición acumulada del plancton en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton. El total de especies registrada fue de 157, distribuidas de forma global en 95 especies del fitoplancton y 62 especies del zooplancton.

Como se aprecia en el cuadro 5.4, la riqueza entre ambas temporadas fue ligeramente mayor en la húmeda con 123 especies acumuladas; mientras que en la temporada seca se registraron 111 especies. En la temporada seca la riqueza de especies del fitoplancton fue mayor (80 especies) que en la temporada húmeda (68 especies); y en el caso del zooplancton fue a la inversa (32 especies TS y 55 especies TH).

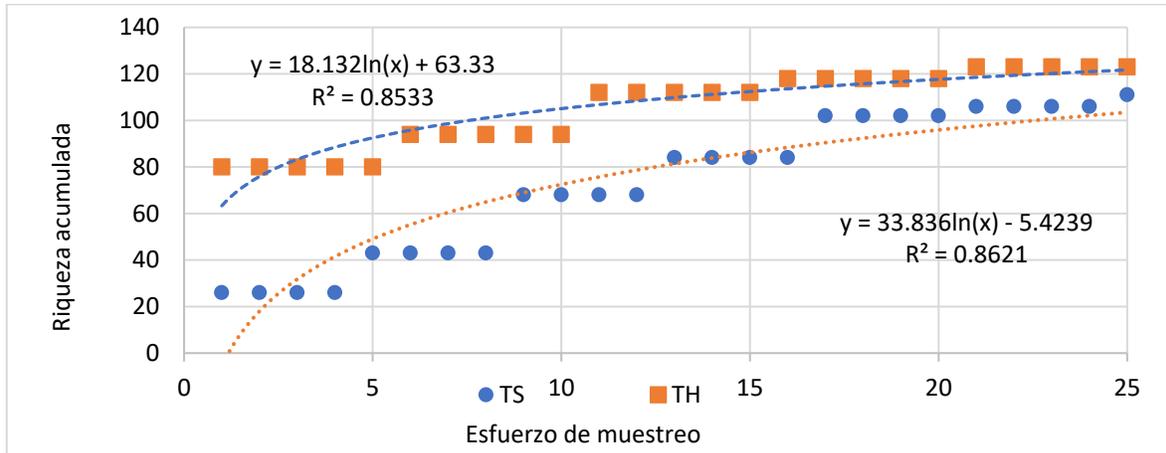
Cuadro 5.4. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

Plancton	TS	TH	Total
Fitoplancton	80	68	95
Zooplancton	31	55	62
Total	111	123	157

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.1, la curva de acumulación de especies por punto de muestreo registró un $R^2 = 0.86$; y en el caso de la temporada húmeda se registró un $R^2 = 0.85$. La riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas para el mismo número de evaluaciones realizadas (25 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 5.1. Curva de acumulación de especies de plancton en ambas temporadas de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2. FITOPLANCTON

5.3.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del fitoplancton estuvo representada por 95 especies, distribuidas en seis divisiones, siendo las Ochrophyta o diatomeas, las dominantes en los hábitats evaluados. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 46% (44 especies), Chlorophyta 25% (24 especies), Cyanobacteria 13% (12 especies), Euglenozoa 4% (cuatro especies), Dinophyta 1% (una especie) y Charophyta 11% (10 especies). (Figura 5.2).

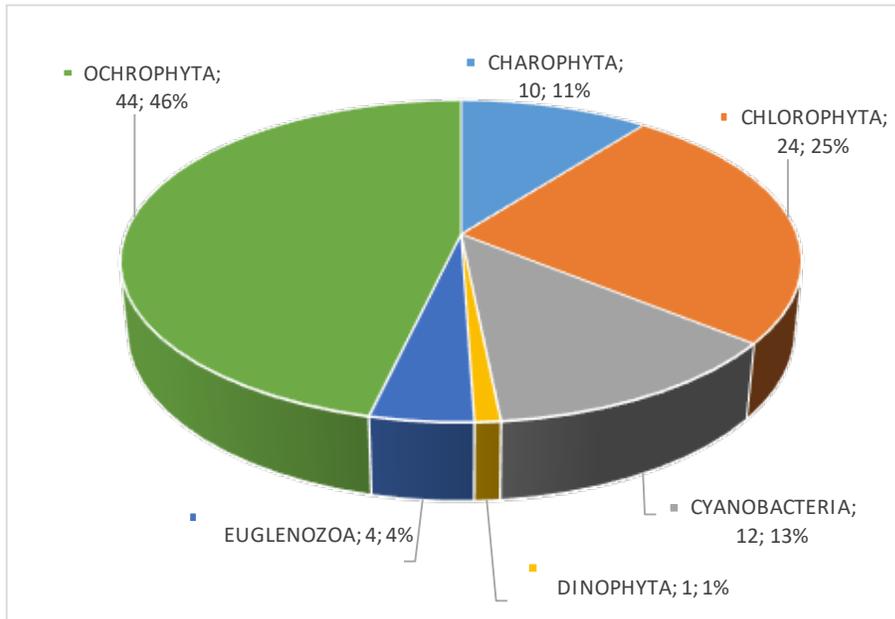
El número de especies fue mayor en la temporada seca con 80 especies con respecto a la húmeda con 68 especies; cabe mencionar que en ambas temporadas las Ochrophyta fueron más diversas, y las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda debido a un aumento en el caudal de los cuerpos de agua y mayor oxigenación. Asimismo, en la temporada húmeda se registró una especie de la división Dinophyta, que no fue registrada en la temporada seca.

Cuadro 5.5. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

División	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
CHAROPHYTA	9	7	10
CHLOROPHYTA	20	16	24
CYANOBACTERIA	11	6	12
DINOPHYTA		1	1
EUGLENOZOA	3	3	4
OCHROPHYTA	37	35	44
Total	80	68	95

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.2. Composición porcentual total por división del Fitoplancton



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.2.2.1. ALMACENAMIENTO

En los cuerpos de agua donde se ubica este componente del proyecto, se registró un total de 91 especies del fitoplancton, distribuidas en 6 divisiones. Se registraron 76 especies distribuidas en 5 divisiones en temporada seca y 58 especies en 6 divisiones en temporada húmeda. Las Ochrophyta fueron las más diversas a nivel global y en ambas temporadas, registrándose 42 especies que corresponde al 96% de la riqueza total. Cuadro 5.6.

Cuadro 5.6. Composición y número de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

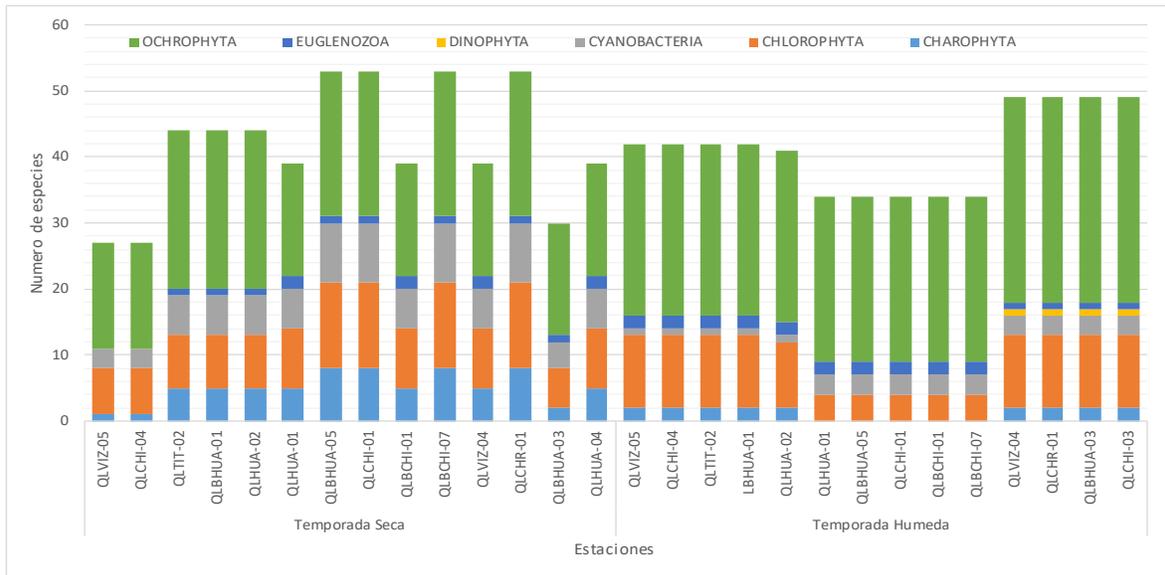
División	Temporada Seca	Temporada Húmeda	TOTAL
CHAROPHYTA	9	4	9
CHLOROPHYTA	19	13	23
CYANOBACTERIA	11	4	12
DINOPHYTA		1	1
EUGLENOZOA	3	3	4
OCHROPHYTA	34	33	42
Total general	76	58	91

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.3, las Ochrophyta y Chlorophyta fueron registradas en todas las estaciones. El número de especies disminuyó en las

estaciones QLBHUA-05, QLCHI-01 y QLBCHI-07 en la temporada húmeda, principalmente por el incremento del caudal.

Figura 5.3. Composición y riqueza por división del Fitoplancton por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.2.2. OPERACIONES

Se registraron un total de 80 especies del fitoplancton, distribuidas en 6 divisiones. En temporada seca la diversidad fue mayor, registrándose 63 especies en comparación con la temporada húmeda donde se registraron 59 especies. Las Ochrophyta fueron las más diversas registrándose 41 especies que corresponde al 51% de la riqueza total. Cuadro 5.7.

Cuadro 5.7. Composición y número de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

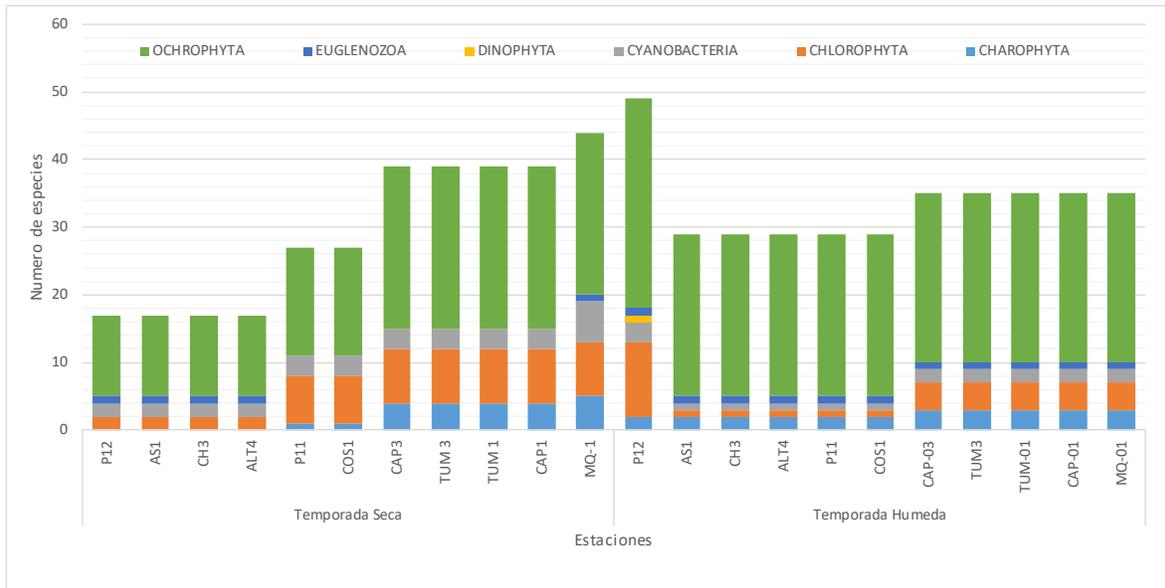
División	Temporada Seca	Temporada Húmeda	TOTAL
CHAROPHYTA	6	5	7
CHLOROPHYTA	16	14	21
CYANOBACTERIA	8	4	8
DINOPHYTA		1	1
EUGLENOZOA	1	2	2
OCHROPHYTA	32	33	41
Total general	63	59	80

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.4, las Ochrophyta y Cyanobacteria fueron registradas en todas las estaciones. Por otro lado, el número de especies se

incrementó en la temporada húmeda considerablemente de 17 a 29 especies en las estaciones P12, AS2, CH3 y ALT4 en la temporada húmeda.

Figura 5.4. Composición y riqueza por división del Fitoplancton por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

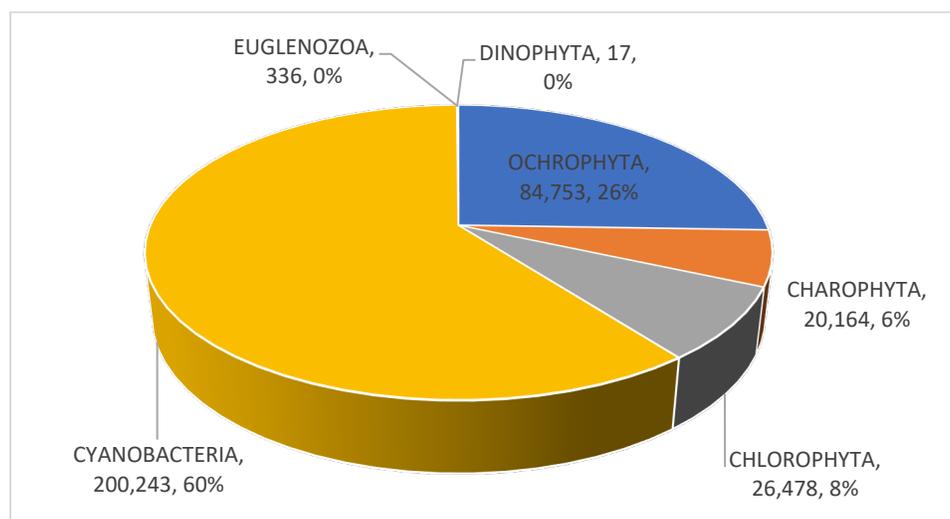
En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (60%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. (Figura 4.5). Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,93 a 4,51 bits/Individuo).

Como se aprecia en el Cuadro 5.8, se registró una mayor abundancia de especies del fitoplancton en la temporada seca, sin embargo, los índices de riqueza de especies de Margalef (7.12 bits/individuos) y de diversidad de Shannon – Wiener (4.51 bits/individuos) fueron mayores en la temporada húmeda; mostrando una mejor composición y distribución a diferencia de la temporada seca, donde hubo una marcada dominancia de la división Cyanobacteria.

En la temporada seca, los niveles de los caudales de agua fueron someros, así como la velocidad del agua fue de moderada a lenta disminuyendo la disponibilidad de oxígeno; estas condiciones permiten la proliferación de las Cyanobacteria. Por otro lado, en temporada húmeda, la división Ochrophyta fue la más abundante, debido a la corriente rápida que se registró al momento de la

evaluación en la mayoría de estaciones. Al removerse el sustrato, estas algas, que usualmente se encuentran precipitadas en los fondos de los cuerpos de agua, entran en suspensión en la columna del agua debido al arrastre del agua, permitiendo un mayor registro.

Figura 5.5. Distribución porcentual de la abundancia del Fitoplancton por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2021.

Cuadro 5.8. Abundancia y diversidad total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

Índices	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
OCHROPHYTA	77,009	7,744	84,753
CHAROPHYTA	19,721	443	20,164
CHLOROPHYTA	24,701	1,777	26,478
CYANOBACTERIA	199,700	543	200,243
DINOPHYTA		17	17
EUGLENOZOA	301	35	336
Número de especie (S)	80	67	95
Número de individuos (N)	321,432	10,559	331,991
Riqueza de Margalef (d):	6.23	7.12	7.39
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.74	0.47
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.93	4.51	3.07
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.69	0.93	0.71

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.2.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.9 se registró una alta densidad de especies del predominando principalmente las Cyanobacteria (81,666 células/ml, 42% del total) que fueron predominantes en la temporada seca y disminuyeron considerablemente en la temporada húmeda. La segunda división más abundante en ambas temporadas fueron las Ochrophyta que representaron el 36% del total (68,851 células/ml).

Cuadro 5.9. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

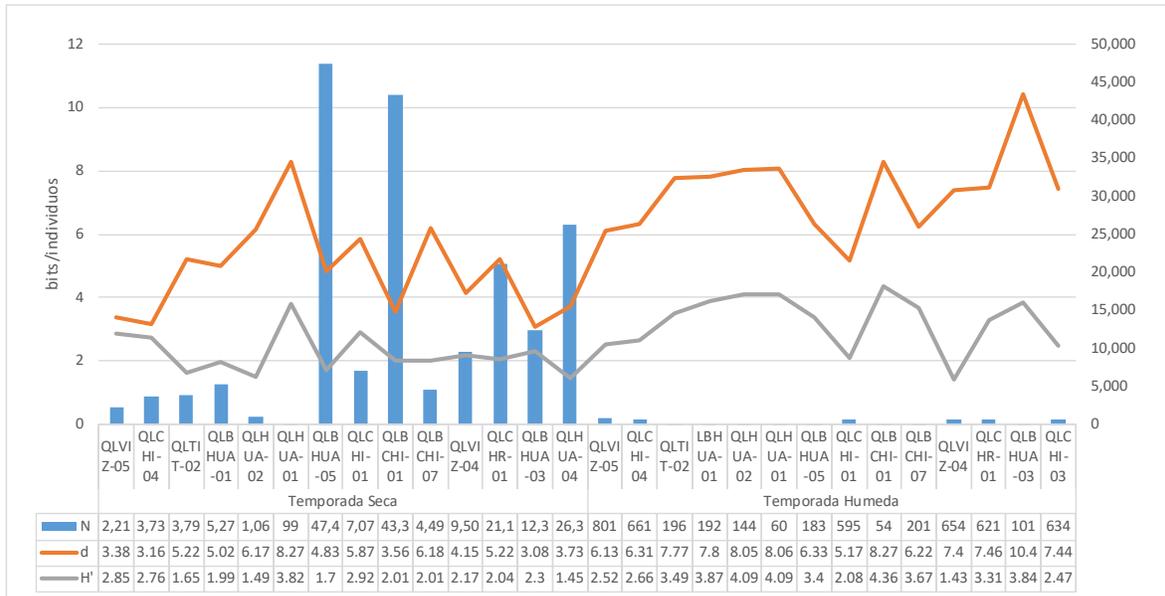
División	TS	TH	TOTAL
CHAROPHYTA	19,534	18	19,552
CHLOROPHYTA	21,195	1,371	22,566
CYANOBACTERIA	81,321	345	81,666
DINOPHYTA		16	16
EUGLENOZOA	296	24	320
OCHROPHYTA	65,528	3,323	68,851
Número de individuos (N)	187,874	5,097	192,971

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.6, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLHUA-02 y QLHUA-01 donde se registró 4.9 bits/individuo en ambas. Con respecto a las estaciones de muestreo, la abundancia de individuos fue mayor en la mayoría de las estaciones evaluadas en temporada seca, sin embargo, los valores de riqueza de especies y de diversidad fueron mucho mayores en la temporada húmeda.

La estación QLHUA-01 registró los mayores valores de riqueza (8.27 bits/individuo) y diversidad (3.82 bit/individuo) en la temporada húmeda, mientras que en la temporada húmeda estos valores fueron los más altos en la estación QLBHUA-03 registrando valores de riqueza de 10.4 bits/individuo y de diversidad de 3.84 bit/individuo.

Figura 5.6. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación y por temporada de monitoreo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.2.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.10, de forma similar a los resultados obtenidos en el área de almacenamiento, se registró una alta densidad de especies del predominando principalmente las Cyanobacteria (118,577 células/ml, 85% del total) que fueron predominantes en la temporada seca y disminuyeron considerablemente en la temporada húmeda. La segunda división más abundante en ambas temporadas fueron las Ochrophyta que representaron el 85% del total (15,902 células/ml).

Cuadro 5.10. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación

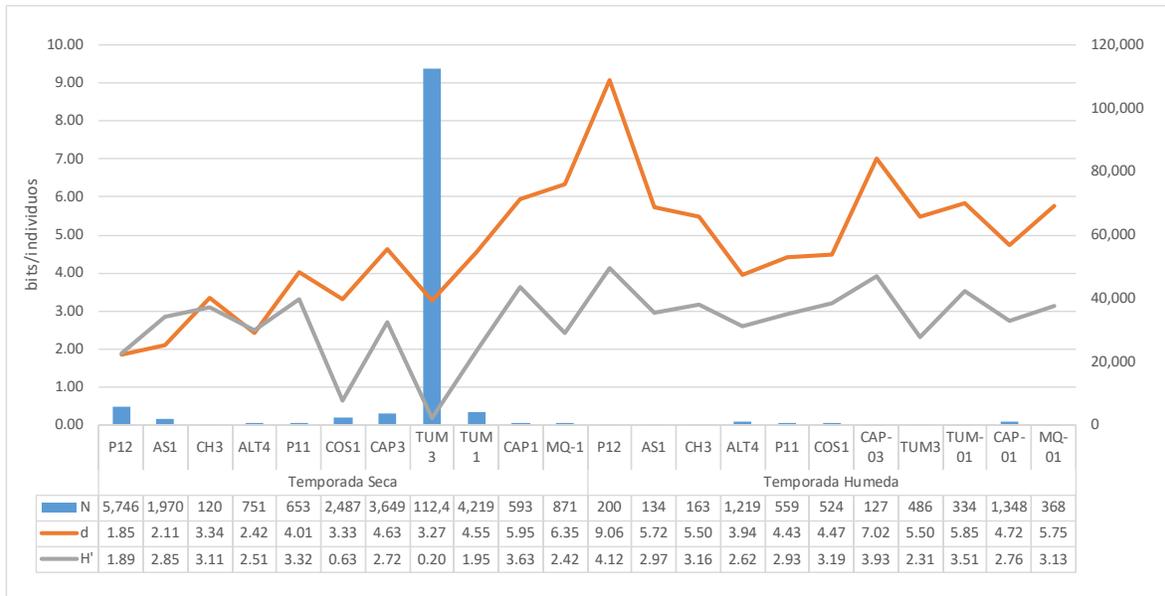
División	TS	TH	TOTAL
CHAROPHYTA	187	425	612
CHLOROPHYTA	3,506	406	3,912
CYANOBACTERIA	118,379	198	118,577
DINOPHYTA		1	1
EUGLENOZOA	5	11	16
OCHROPHYTA	11,481	4,421	15,902
Número de individuos (N)	133,558	5,462	139,020

Elaboración: Asilorza, 2021

Por otro lado, los valores de diversidad en las estaciones variaron de bajo (0.63 bits/individuos) a moderado (3.93 bits/individuos), siendo la estación P12 en la que se registró el único valor alto de diversidad (4.12 bits/individuos). Como se muestra en la Figura 5.7, como en las estaciones QLHUA-02 y QLHUA-01 donde se registró 4.9 bits/individuo en ambas. Con respecto a las estaciones de

muestreo, la abundancia de individuos fue muy alta en la estación TUM-3 en temporada seca (112,499 células/ml) y disminuyó considerablemente en temporada (486 células/ml).

Figura 5.7. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación y por temporada de monitoreo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.3. ZOOPLANCTON

5.3.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 62 especies agrupadas en siete phyla. El phylum Rotifera presentó la mayor riqueza de especies (40%, 25 especies), seguido de los phyla Arthropoda (23%), Cercozoa (10%), Amoebozoa (21%), Ciliophora (3%), Nematoda (2%) y Tartigrada (2%). Figura 5.8.

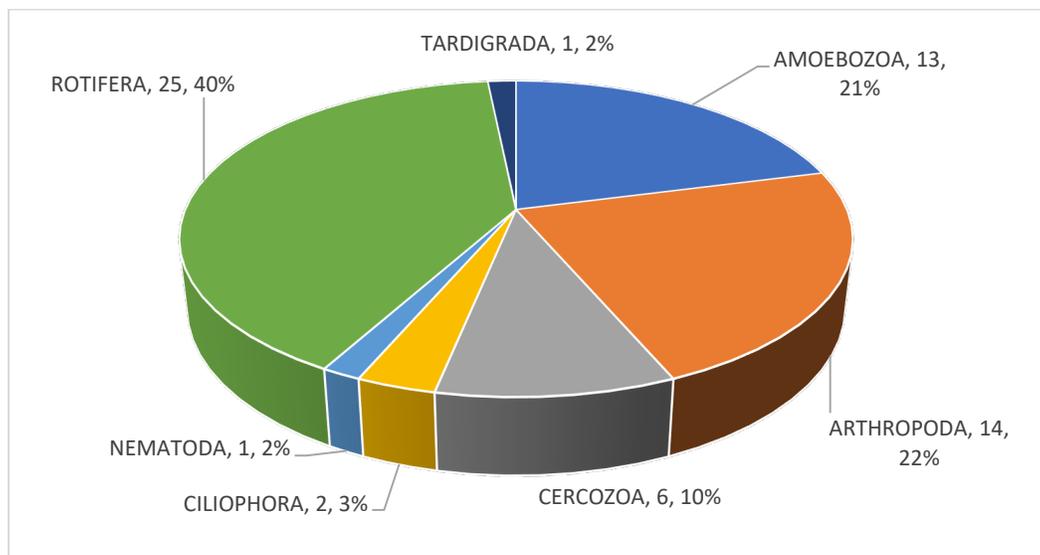
En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton; en temporada húmeda se registró un mayor número de especies (55) que en temporada seca (31). Como se aprecia en el Cuadro 5.11, en ambas temporadas los Rotifera fueron los más diversos, registrándose en total 25 especies, que corresponden al 40% de la riqueza total.

Cuadro 5.11. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
AMOEOBOZA	5	12	13
ARTHROPODA	7	11	14
CERCOZOA	4	6	6
CILIOPHORA	2	2	2
NEMATODA	1	1	1
ROTIFERA	11	22	25
TARDIGRADA	1	1	1
Total, general	31	55	62

Elaboración: Asilorza, 2021.

Figura 5.8. Composición porcentual por phyllum del Zooplancton



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.3.2.1. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 601 especies distribuidas en 7 phyllum. Se registraron 27 especies en temporada seca y 54 especies en temporada húmeda. Los Rotifera fueron los más diversos registrando 24 especies (40%), seguido de los Arthropoda (13 especies, 22%), Amoebozoa (13 especies, 22%), Cercozoa (6 especies, 10%), Ciliophora (2 especies, 3%) y Nematoda (1 especies, 1%) Cuadro 5.12.

Cuadro 5.12. Composición y número de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

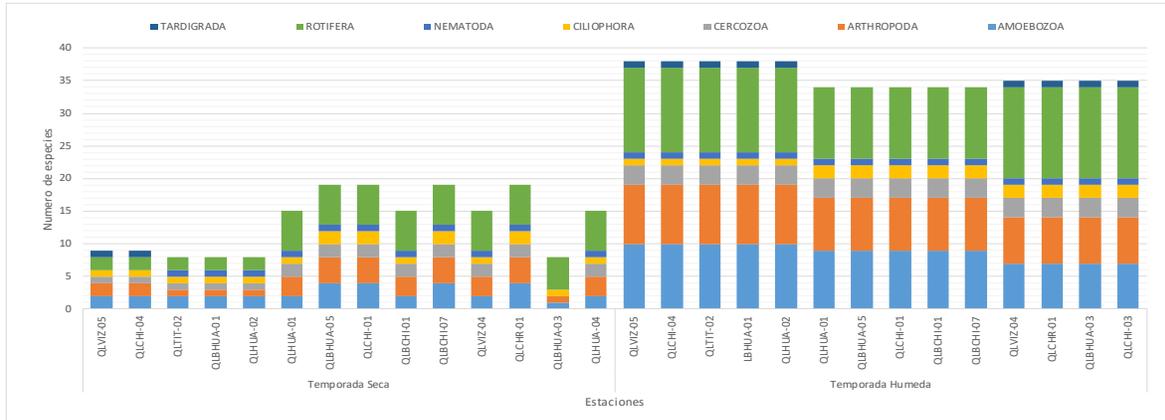
Phyllum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
---------	----------------	------------------	-------

AMOEOBOZA	5	12	13
ARTHROPODA	5	11	13
CERCOZOA	3	6	6
CILIOPHORA	2	2	2
NEMATODA	1	1	1
ROTIFERA	10	21	24
TARDIGRADA	1	1	1
Total general	27	54	60

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.9, solo el phylum Tardigrada no fue registrado en todas las estaciones, fue frecuente en las estaciones QLVIZ-05, QLCHI-04 en ambas temporadas, y fue más frecuente en la temporada húmeda registrándose en las estaciones QLTIT-02, LBHUA-01. QLHUA-02, QLVIZ-04, QLCHR-01, QLBHUA-03 y QLCHI-03. Como se observa en la Figura 5.9, el número de especies por estaciones fue mucho mayor en la temporada seca.

Figura 5.9. Composición y riqueza por división del Zooplancton por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.3.2.2. OPERACIONES

Se registraron un total de 44 especies distribuidas en 6 divisiones siendo las más diversas los Rotifera que registraron el 36% del total (16 especies), seguidas de los Amoebozoa (10 especies, 23%), Arthropoda (10 especies, 23%), Cercozoa (4 especies, 9%), Ciliophora (2 especies, 5%), Nematoda

(una especie, 2%) y Tardigrada (una especie, 2%). En temporada húmeda la riqueza de especies fue mayor, registrándose 40 especies en comparación con la temporada seca donde se registraron 21 especies. Cuadro 5.13.

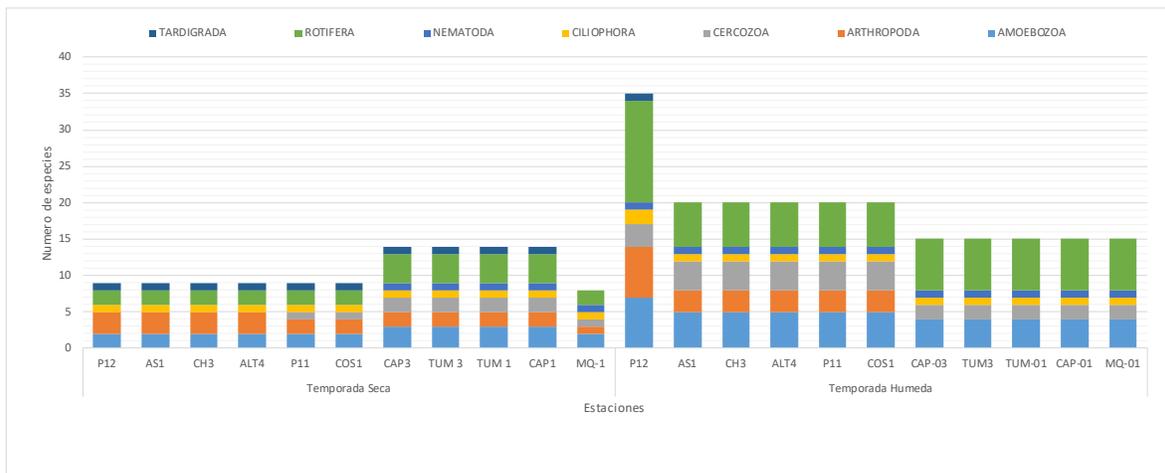
Cuadro 5.13. Composición y número de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
AMOEOZOA	4	9	10
ARTHROPODA	6	7	10
CERCOZOA	3	4	4
CILIOPHORA	1	2	2
NEMATODA	1	1	1
ROTIFERA	5	16	16
TARDIGRADA	1	1	1
Total general	21	40	44

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.10, en temporada húmeda los Tardigrada no fueron colectados en la estación MQ-1, mientras que en temporada húmeda solo fueron colectados en la estación P12. La estación P12 registro el mayor número de especies en la temporada húmeda.

Figura 5.10. Composición y riqueza por división del Zooplancton por estación y por temporada de evaluación

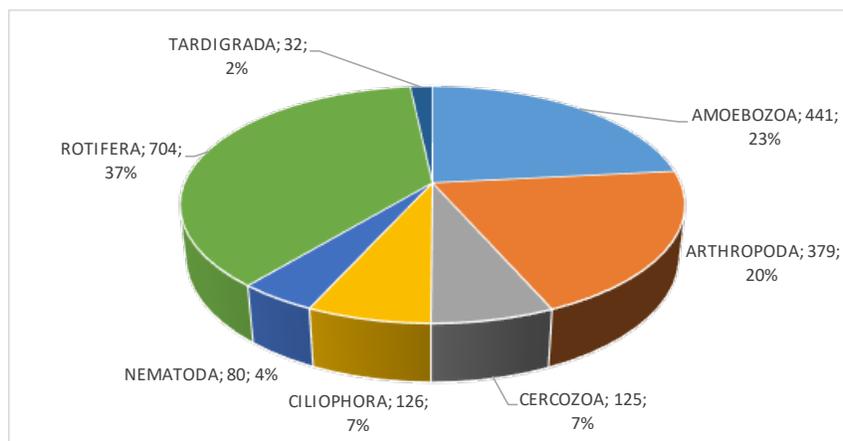


Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.3.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, el phylum con mayor abundancia fue Rotifera (37%, 704 células/ml), como se muestra en la Figura 5.11.

Figura 5.11. Distribución porcentual de la abundancia del Zooplancton por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en el Cuadro 5.14, se registró una mayor abundancia en temporada húmeda, con predominancia de los Rotifera. En ambas temporadas la diversidad total registro valores altos siendo de 42 bits/individuos en temporada seca y de 5.36 bits/individuos en temporada húmeda.

Cuadro 5.14. Abundancia y diversidad total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Índices	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
AMOEOBOZA	212	229	441
ARTHROPODA	117	262	379
CERCOZOA	47	78	125
CILIOPHORA	73	53	126
NEMATODA	41	39	80
ROTIFERA	295	409	704
TARDIGRADA	19	13	32
Número de especie (S)	31	55	62
Número de individuos (N)	804	1,083	1,887
Riqueza de Margalef (d):	4.5	7.73	8.09
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.9	0.93	0.88
Índice de Shannon-Wiener (H')	4.2	5.36	5.24
Índice de Dominancia de Simpson (1-A')	0.9	0.97	0.96

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.3.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.3.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.15 se registró una alta densidad de especies predominando los Rotifera (572 células/ml, 40% del total), principalmente en temporada húmeda.

Cuadro 5.15. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
AMOEOZOA	108	173	281
ARTHROPODA	85	240	325
CERCOZOA	34	45	79
CILIOPHORA	50	41	91
NEMATODA	29	27	56
ROTIFERA	248	324	572
TARDIGRADA	4	12	16
Total general	558	862	1420

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.12, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLCHI-04, QLHUA-02, QLHUA-01 y QLBHUA-05 donde los valores variaron entre 5.07, 5.23, 5.03, y 5.06 bits/individuo respectivamente, alcanzando lo mayores valores en temporada húmeda. De forma similar, los valores de riqueza de especies fueron altos, alcanzando 10.10 bits/individuos en la estación QLHUA-02 en temporada húmeda.

Figura 5.12. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.3.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.16, la abundancia de especies en ambas temporadas fue similar, 246 células/ml en temporada seca y 221 células/ml en temporada húmedas. Esta abundancia estuvo distribuida en 28% Rotifera (132 células/ml), 34% Amoebozoa (160 células/ml), 12% Arthropoda (54 células/ml), 10% Cercozoa (46 células/ml), 7% Ciliophora (35 células/ml), 5% Nematoda (5 células/ml) y 3% Tardigrada (16 células/ml).

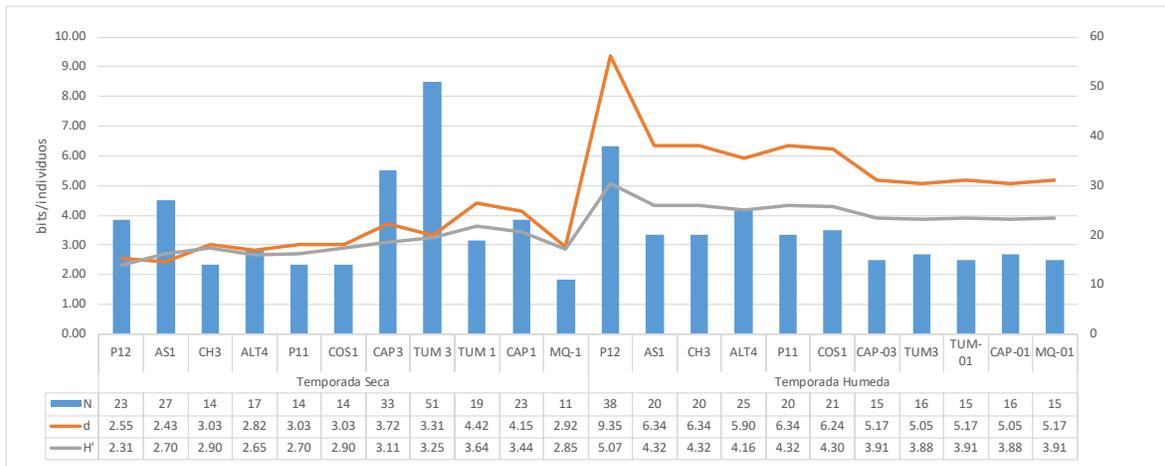
Cuadro 5.16. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
AMOEOZOA	104	56	160
ARTHROPODA	32	22	54
CERCOZOA	13	33	46
CILIOPHORA	23	12	35
NEMATODA	12	12	24
ROTIFERA	47	85	132
TARDIGRADA	15	1	16
Total general	246	221	467

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.13, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas.

Figura 5.13. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

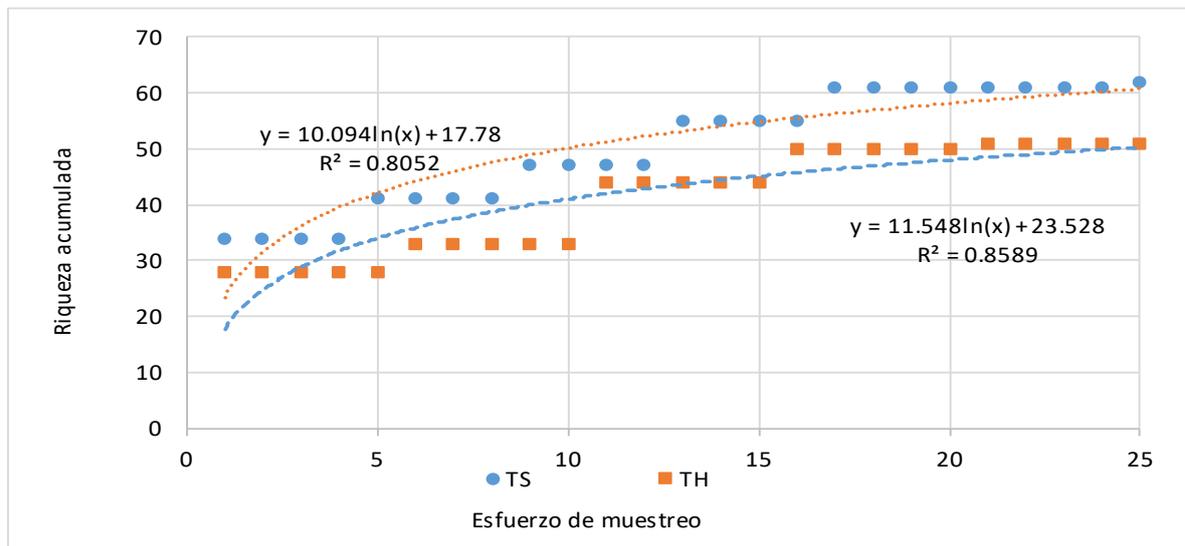
Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4. BENTOS

5.3.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de macroinvertebrados incluyó 74 especies, registrándose 60 en temporada seca y 36 en temporada húmeda. Como se muestra en la figura 5.14, las curvas de acumulación de especies para ambas temporadas por punto de muestreo registraron un $R^2 = 0.85$ para la temporada seca; y en el caso de la temporada húmeda se registró un $R^2 = 0.80$. La riqueza encontrada a partir de las especies colectadas, utilizando el modelo logístico, coincide con el número de especies esperadas para el mismo número de evaluaciones realizadas (25 eventos), superando el 50% de la riqueza esperada, siendo la riqueza registrada representativa de la zona de estudio.

Figura 5.14. Curva de acumulación de especies de Macroinvertebrados del área de estudio



Elaboración: Asilorza, 2021

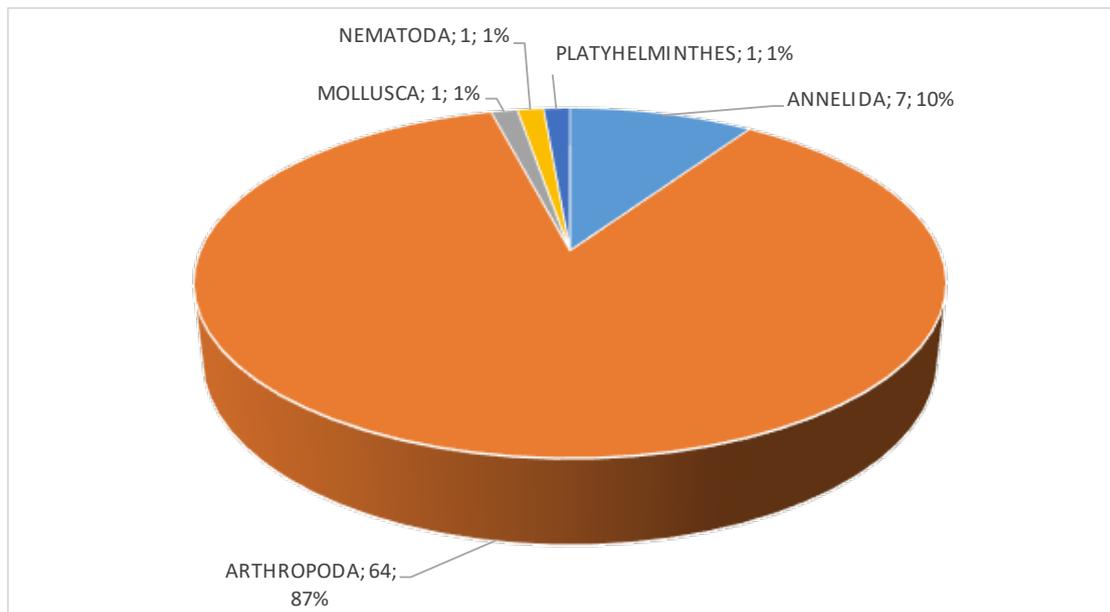
Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 64 especies (87%), seguido de los phylum Annelida (siete especies, 10%), Mollusca (una especie, 1%), Platyhelminthes (una especie, 1%) y Nematoda (una especie, 1%).

La predominancia del Phylum Arthropoda está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tiene larvas acuáticas, inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos de las algas que les brindaran alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originara a los insectos adultos que se desplazaran hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteras entre otros).

Cuadro 5.17. Composición y número de especies de macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
ANNELIDA	4	3	7
ARTHROPODA	55	31	64
MOLLUSCA		1	1
NEMATODA	1		1
PLATYHELMINTHES		1	1
Total general	60	36	74

Figura 5.15. Composición porcentual de Macroinvertebrados por phylum



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.4.2.1. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 69 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 5 phylla. Se registraron 57 especies distribuidas en 3 phylla en temporada seca y 32 especies en 4 phylla en temporada húmeda. Los Arthropoda fueron los más diversos a nivel global y en ambas temporadas, registrándose 59 especies que corresponde al 86% de la riqueza total. Cuadro 5.18.

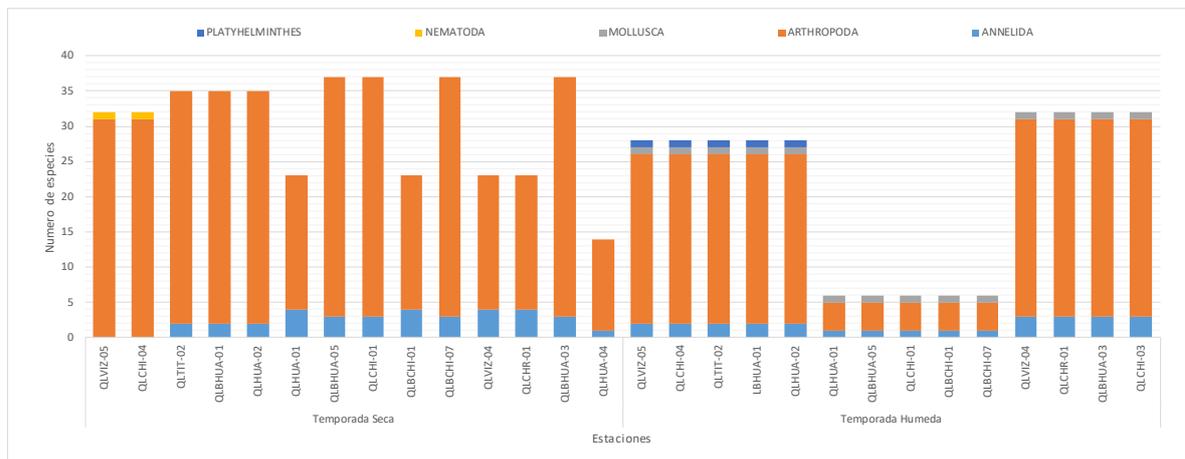
Cuadro 5.18. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
ANNELIDA	4	3	7
ARTHROPODA	52	27	59
MOLLUSCA		1	1
NEMATODA	1		1
PLATYHELMINTHES		1	1
Total general	57	32	69

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.16, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio.

Figura 5.16. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.2.2. OPERACIONES

Se registró un total de 64 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 3 phylla. Se registraron 53 especies distribuidas en 2 phylla en temporada seca y 32 especies en 3 phylla en temporada húmeda. Los Arthropoda fueron los más diversos a nivel global y en ambas temporadas, registrándose 57 especies que corresponde al 89% de la riqueza total. Cuadro 5.19.

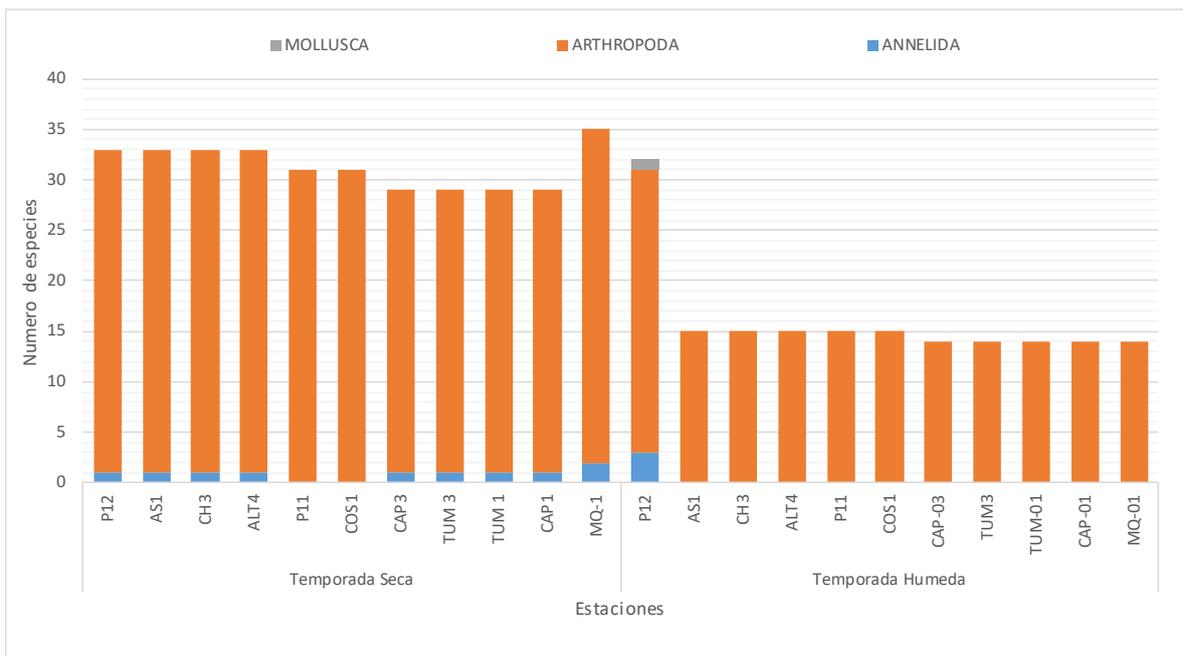
Cuadro 5.19. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
ANNELIDA	3	3	6
ARTHROPODA	50	28	57
MOLLUSCA		1	1
Total general	53	32	64

Elaboración: Asilorza, 2021

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en la Figura 5.17, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Durante la temporada húmeda, solo se registraron los 3 phylla en la estación P12, en las demás estaciones solo se registraron especies del phylum Arthropoda en estado de larvas; mientras que, en la temporada húmeda, se registró un número más alto de especies en estado de pupas y ninfas.

Figura 5.17. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación y por temporada de evaluación



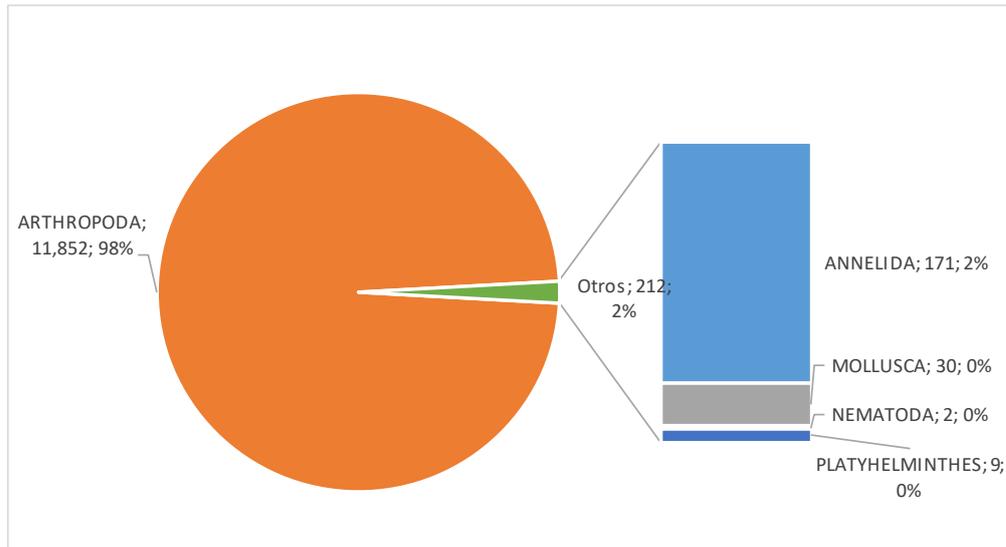
Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Para el análisis de la abundancia se tomaron las densidades bentónicas en los diferentes puntos de muestreo dentro de las cuencas ubicadas en el área de estudio, registrándose un total de 12,064 organismos/muestra.

Tanto en temporada seca como húmeda, el phylum con una mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (98%) como se aprecia en la Figura 5.18, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta (9,431 organismo/muestra; 78%).

Figura 5.18. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por división (célula/ml)



Elaboración: Asilorza, 2021

Los valores de diversidad registrados fueron moderados al igual que los de la riqueza de Margalef alcanzando valores de 3,03 bits/individuos y 5,58 bits/individuos en temporada seca y de 3,89 bits/individuos y 4,84 bits/individuos en temporada húmeda. Asimismo, los valores observados para los índices de diversidad de Simpson y de equidad según Pielou mostraron que en ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda, por lo que los valores registrados fueron moderados. Cuadro 5.20.

Cuadro 5.20. Abundancia y diversidad total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
ANNELIDA	115	56	171
ARTHROPODA	8,359	3,493	11,852
MOLLUSCA		30	30
NEMATODA	2		2
PLATYHELMINTHES		9	9
Número de especie (S)	60	36	74
Número de individuos (N)	8,476	3,588	12,064
Riqueza de Margalef (d):	5.58	4.84	4.19
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.62	0.73	0.75
Índice de Shannon-Wiener (H')	3.03	3.89	2.86
Índice de Dominancia de Simpson (1-A')	0.76	0.89	0.80

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.4.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO

5.3.4.4.1. ALMACENAMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.21 se registró una densidad moderada de especies predominando los Arthropoda (6,025 células/ml, 97% del total), principalmente en temporada seca.

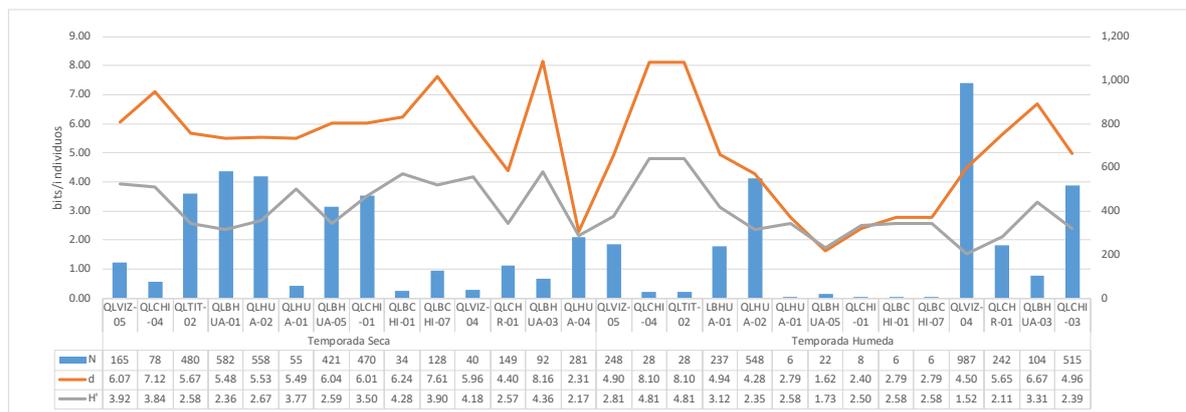
Cuadro 5.21. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación

Phyllum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
ANNELIDA	105	53	158
ARTHROPODA	3,426	2,599	6,025
MOLLUSCA		29	29
NEMATODA	2		2
PLATYHELMINTHES		9	9
Total general	3,533	2,690	6,223

Elaboración: Asilorza, 2021

Como se aprecia en la Figura 5.19, los valores de diversidad en las estaciones variaron de moderados alto como en las estaciones QLACHI-01 y QLVIZ-04 donde los valores variaron entre 4.28 y 4.18 bits/individuo respectivamente, alcanzando lo mayores valores en temporada seca. De forma similar, los valores de riqueza de especies fueron altos, alcanzando 8.16 bits/individuos en la estación QLBUA-03 en temporada seca.

Figura 5.19. Comparación de la abundancia y diversidad de Macroinvertebrados por estación y por temporada de monitoreo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.4.4.2. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.22, la abundancia de especies fue mayor en temporada seca, registrándose 4,943 células/ml en temporada seca y 898 células/ml en temporada húmeda. Los

Arthropoda registraron el 99% de la abundancia total y en ambas temporadas, mientras que solo fueron reportados 3 células/ml en la temporada húmeda.

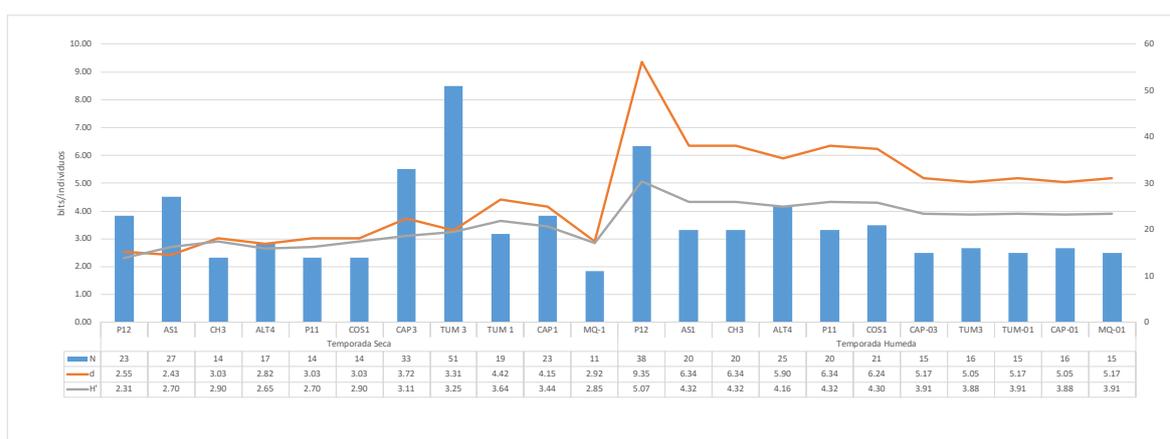
Como se muestra en la Figura 5.20, los valores de diversidad y riqueza de especies fueron moderados en las estaciones evaluadas.

Cuadro 5.22. Abundancia total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación

Phylum	Temporada Seca	Temporada Húmeda	Total
ANNELIDA	10	3	13
ARTHROPODA	4,933	894	5,827
MOLLUSCA		1	1
Total general	4,943	898	5,841

Elaboración: Asilorza, 2021

Figura 5.20. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación y por temporada de monitoreo



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.5. PECES

Se colectaron 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus rivulatus* "bagre") y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris"). En los Cuadros 5.23 y 5.24 se muestran las estaciones donde cada especie fue registrada en temporada seca y húmeda respectivamente y, el estadio de crecimiento que presentaron al momento de la captura.

Cuadro 5.23. Composición de especies de Peces en temporada seca

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
P12	Rio ASANA	Operaciones	7	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	Oncorhynchus mykiss
AS1	Rio ASANA	Operaciones	10	Adultos			
ALT4	Quebrada Altarani	Operaciones	4	Adultos			
COS1	Rio Coscore	Operaciones	4	Adultos			
QVILZ-05	Rio Vizcacha	Abastecimiento	4	Adultos			
QLCHI-04	Rio Chilota	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	1	Adultos			
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBHUA01	Quebrada Huachunta	Abastecimiento	Indeterminado	Alevines			
QLBCHI-07	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Adultos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
			1				
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	6	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>

Elaboración: Asilorza, 2021.

Cuadro 5.24. Composición de especies de Peces en temporada húmeda

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
AS1	Rio ASANA	Operaciones	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	Oncorhynchus mykiss
COS1	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P11	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	9	Adultos			
QLCHI-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	14	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	4	Adultos			
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9	Adultos			
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Huevos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>

Elaboración: Asilorza, 2021.

5.3.5.1. FACTOR DE CONDICIÓN (K)

Temporada seca

Un total de 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha" fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. De estos 23 especímenes, 2 fueron hembras grávidas. Cuadro 5.25.

La talla mínima fue de 7.1 cm y la máxima de 28.0 cm, situándose la talla promedio de 18.26 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 9.1 g. y el máximo de 207.0 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 63.91 g.

Cuadro 5.25. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

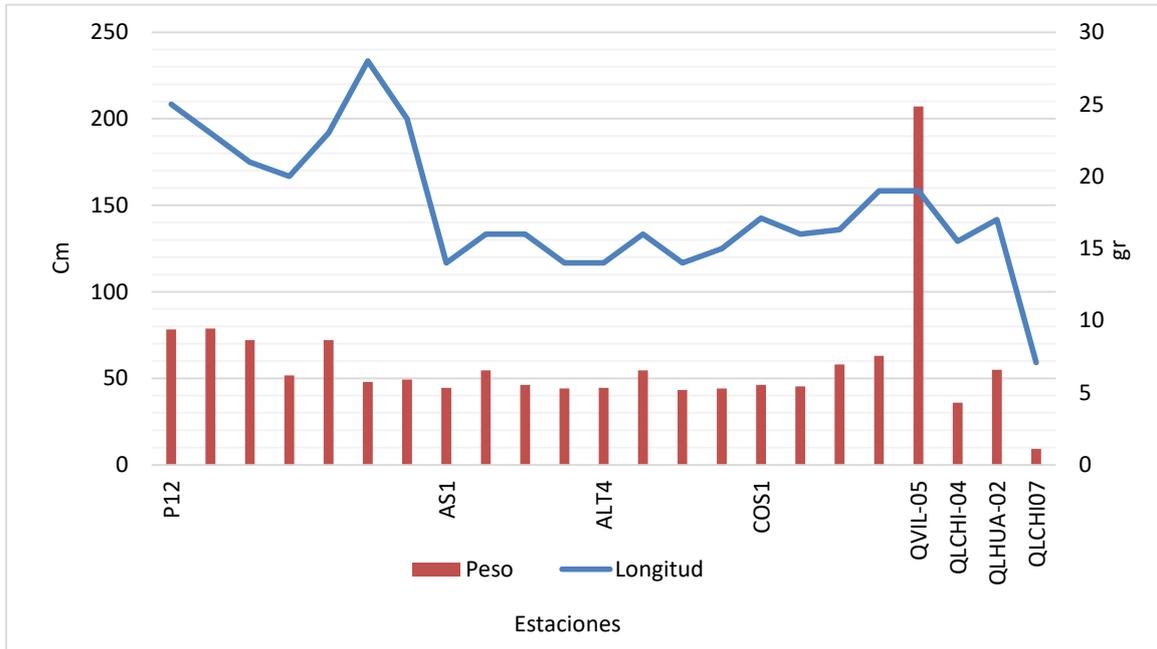
Estación	Longitud (cm)	Peso (g)	Factor de condición (K) g/cm ³
P12	25.0	78.24	0.005
	23.0	78.80	0.005
	21.0	72.00	0.006
	20.0	51.59	0.015
	23.0	72.00	0.006
	28.0	47.90	0.025
	24.0	49.30	0.020
AS1	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	16.0	46.10	1.125
	14.0	44.10	1.607
ALT4	14.0	44.50	1.622
	16.0	54.50	1.331
	14.0	43.20	1.574
	15.0	44.20	1.310
COS1	17.1	46.20	0.924
	16.0	45.30	1.106
	16.3	58.00	1.339
	19.0	63.00	0.919
QVIL-05(*)	19.0	207.00	3.018
QLCHI-04	15.5	35.90	0.964
QLHUA-02(*)	27.0	180.00	0.914
QLCHI07	7.1	9.10	2.543
Mínimo	7.10	9.10	0.005
Máximo	28.00	207.00	3.018
Promedio	18.26	63.91	1.014

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.21 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g)

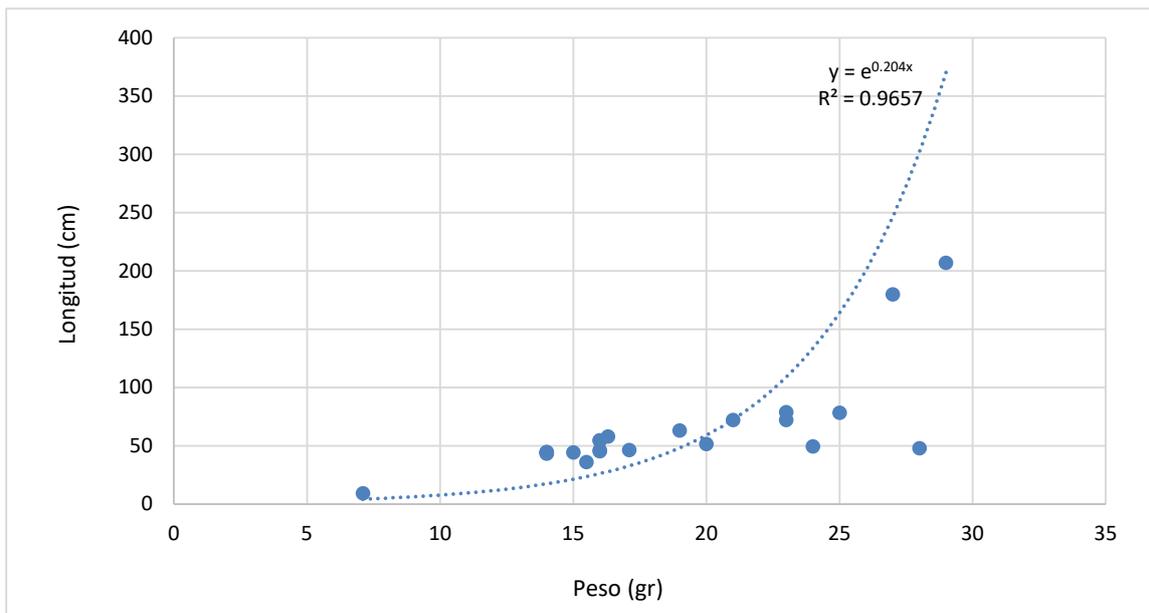
Figura 5.21. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.22, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 .

Figura 5.22. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2021.

Temporada húmeda

Un total de 47 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha" fueron capturados mediante pesca eléctrica; estos fueron medidos y pesados para calcular el Factor de condición. Cuadro 4.26.

La talla mínima fue de 9.0 cm y la máxima de 42.0 cm, situándose la talla promedio de 15.52 cm, por lo que se demuestra que en el área de estudio la población de trucha (está formada por ejemplares con características biométricas (tallas y pesos) diferentes y variables en el tiempo. Respecto al peso individual, el valor mínimo es 70 g. y el máximo de 600 g. En el caso del peso, el valor promedio estuvo influenciado por los dos individuos hembras que se encontraban grávidas al momento de la colecta, el cual fue de 128.87 g.

Cuadro 5.26. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
AS1	195.0	22.00	1.831
	180.0	21.00	1.944
	100.0	10.50	8.638
	99.0	12.00	5.729
	98.0	10.00	9.800
	140.0	24.00	1.013
COS1	195.0	17.00	3.969
P11	95.0	10.00	9.500
P12	170.0	20.00	2.125
QLBHUA-05	169.0	22.00	1.587
QLCHI-01	112.0	15.00	3.319
	210.0	30.00	0.778
	100.0	15.00	2.963
	80.0	9.00	10.974
	79.0	10.00	7.900
	78.0	9.00	10.700
	70.0	9.00	9.602
	95.0	13.00	4.324
	75.0	10.00	7.500
QLCHI-03	79.0	12.00	4.572
QLCHR-01	78.0	10.00	7.800
	115.0	17.00	2.341
	115.0	18.00	1.972
	95.0	16.00	2.319
	90.0	15.00	2.667
	89.0	13.00	4.051
	90.0	12.00	5.208
	85.0	12.00	4.919

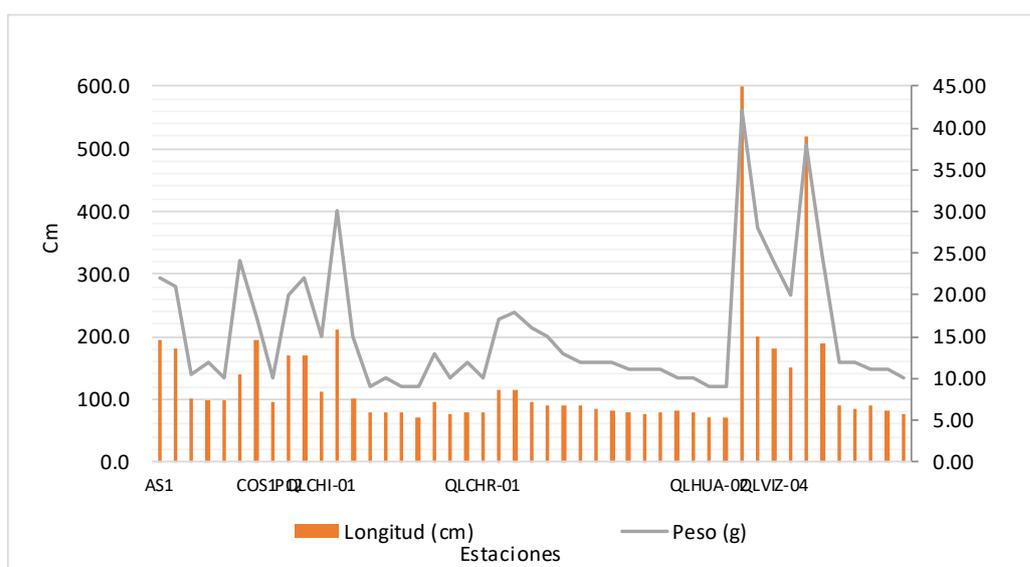
Estación	Peso (g)	Longitud (cm)	Factor de condición (K) gr/cm ³
	83.0	12.00	4.803
	78.0	11.00	5.860
	75.0	11.00	5.635
	80.0	11.00	6.011
	81.0	10.00	8.100
	79.0	10.00	7.900
QLHUA-02	70.0	9.00	9.602
	72.0	9.00	9.877
	600.0	42.00	0.810
	200.0	28.00	0.911
QLVIZ-04	180.0	24.00	1.302
	151.0	20.00	1.888
	520.0	38.00	0.948
	190.0	25.00	1.216
	91.0	12.00	5.266
	85.0	12.00	4.919
	89.0	11.00	6.687
	82.0	11.00	6.161
	75.0	10.00	7.500
Mínimo	70.00	9.00	0.78
Máximo	600.00	42.00	10.97
Promedio	128.87	15.52	5.01

Elaboración: Asilorza, 2021

(*) Ejemplares hembras grávidas

En la Figura 5.23 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g):

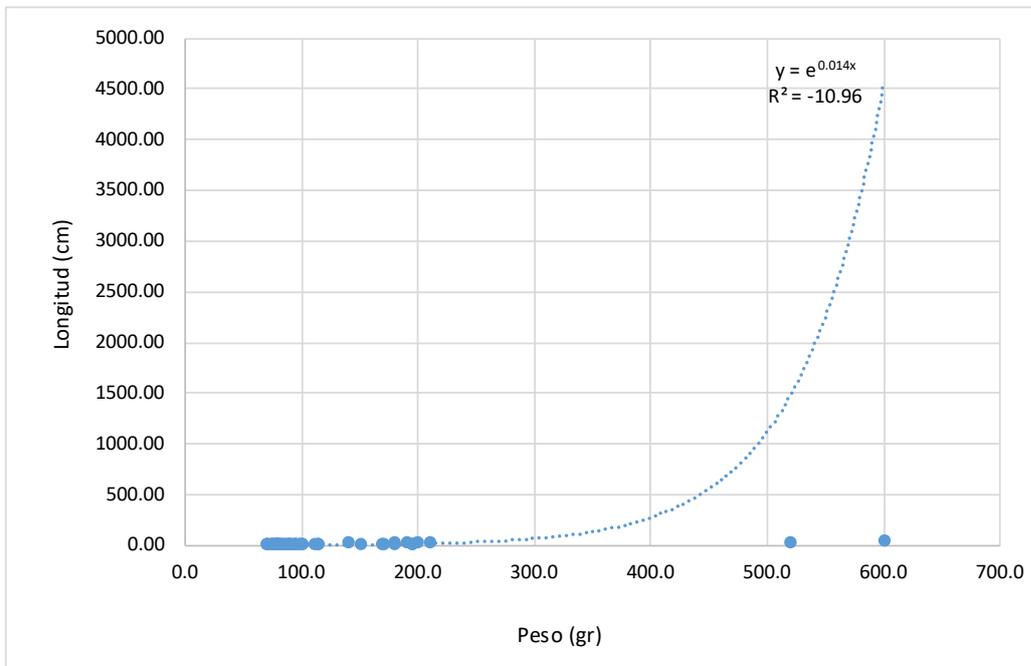
Figura 5.23. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: Asilorza, 2021

Como se muestra en la Figura 5.24, los datos obtenidos siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de estas variables. En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre $K=0.78$ a 10.97 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 5.01 gr/cm^3 .

Figura 5.24. Relación Longitud – Peso



Elaboración: Asilorza, 2021

5.3.5.2. CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO (PECES)

Temporada seca

En el Cuadro 5.27 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue AS1.

Cuadro 5.27. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
P12	7	1,800	0.0039
AS1	10	1,800	0.0056
ALT4	4	1,800	0.0022
COS1	4	1,800	0.0022
QVIL-05	4	1,800	0.0022
QLCHI-04	1	1,800	0.0006
QLHUA-02	1	1,800	0.0006
QLCHI07	1	1,800	0.0006

Elaboración: Asilorza, 2021

Temporada húmeda

En el Cuadro 4.28 se muestra el promedio del índice CPUE por cada una de las estaciones evaluadas con respecto a la especie *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Como se puede observar en los resultados obtenidos, el punto que se registró la mejor relación captura/ esfuerzo fue QLCHR-01.

Cuadro 5.28. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo-100 m)
AS1	6	1,800	0.0033
COS1	1	1,800	0.0006
P11	1	1,800	0.0006
P12	1	1,800	0.0006
QLBHUA-05	1	1,800	0.0006
QLCHI-01	9	1,800	0.0050
QLCHI-03	1	1,800	0.0006
QLCHR-01	14	1,800	0.0078
QLHUA-02	4	1,801	0.0022
QLVIZ-04	9	1,802	0.0050

Elaboración: Asilorza, 2021

5.4. ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL

La evaluación de la calidad del agua es un concepto ampliamente utilizado. Actualmente el monitoreo biológico y/o biomonitoreo es muy promovido, y está orientado a la utilización de la entidad biológica como indicador de contaminantes orgánicos y su respuesta como una herramienta que nos permite detectar condiciones ambientales específicas (Karr & Chu, 1997); asimismo nos proporciona información acerca de la composición biológica y estado trófico del sistema acuático, revelándonos aquellos cambios ocurridos en un periodo determinado. Para analizar la calidad del agua en el estudio realizado, se calcularon los índices EPT, BMWP/COL, IBF y ABI en las estaciones por componente del proyecto.

5.4.1. ABASTECIMIENTO

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada húmeda los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes en ambas temporadas. Se resalta el estado de conservación de las estaciones QLHUA-04 (EPT= 94) y QLCHI-07 (EPT= 73). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico. Cuadro 5.29.

Cuadro 5.29. Valores de índices de calidad de agua

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca				Temporada Húmeda			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40
QLCHI-04	Rio Chilota	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40
QLTIT-02	Rio Titire	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32
QLHUA-02	Rio Calasaya	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45
QLBCHI-07	Humedal Chilota	22%	68	5.4	40	73%	68	5.7	40
QLCHI-01	Rio Chilota	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40
QLCHR-01	Quebrada Chichune	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30
QLHUA-04	Quebrada Huachunta	2%	65	5.5	34	94%	65	5.5	34
QLBCHI-01	Humedal Chilota	9%	65	5.04	32	70%	65	5.04	30
QLHUA-01	Rio Calasaya	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36

Elaboración: Asilorza, 2021

5.4.2. OPERACIONES

Comparando los valores registrados en ambas evaluaciones, se observa que en temporada húmeda los valores del índice EPT se incrementaron reflejando un estado de conservación muy bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes en ambas temporadas. Se resalta el estado de conservación de las estaciones CAP-1 (EPT= 84) y CH3 (EPT= 72). Asimismo, estos valores se corroboran con los resultados registrados para los parámetros fisicoquímico. Cuadro 5.30

Cuadro 5.30. Valores de índices de calidad de agua

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca				Temporada Húmeda			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
P12	Rio Asana	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30
AS1	Rio Asana	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35
CH3	Quebrada Charaque	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca				Temporada Húmeda			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
ALT4	Quebrada Altarani	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28
P11	Rio Asana	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35
COS1	Rio Coscore	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32
CAP3	Rio Huancane	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60
TUM 3	Rio Tumulaca	91%	110	4	80	20%	100	4	70
TUM 1	Rio Tumulaca	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60
CAP1	Rio Capillune	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40
MQ-1	Rio Moquegua	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75

Elaboración: Asilorza, 2021

5.5. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL

Las comunidades de plancton y bentos no son consideradas para protección por la legislación nacional. Por otro lado, en el área evaluada, no se han registrado especies endémicas ni especies en veda.

5.6. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

En la presente evaluación no se registraron especies incluidas en categorías de conservación internacional (IUCN 2019 y CITES 2019). En la actualidad solo la especie *Arapaima gigas* "paiche", especie amazónica, se encuentra registrada como especie vulnerable (CITES Apéndice II).

5.7. ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES

De las 3 especies registradas, la que usa la población para su autoconsumo es la especie introducida *Oncorhynchus mykiss* "trucha". No se evidenció actividad pesquera durante la evaluación.

6. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS CON OTROS AÑOS

A continuación, se realiza el análisis comparativo de los resultados de riqueza y diversidad de las comunidades acuáticas monitoreadas, obtenidos hasta la fecha con los resultados previos desarrolladas por Pronaturaleza – Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza.

- Diciembre 2014. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época seca agua superficial – zona de abastecimiento de agua suelo, aire e hidrobiología.
- Abril 2015. Informe de resultados de tercera campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP iii) – época húmeda agua superficial – zona de abastecimiento de agua, aire, ruido, vibraciones e hidrobiología.
- Julio 2017. Presentación de resultados de quinta campaña de monitoreo ambiental participativo (MAP-5) época húmeda agua superficial – zona de alta montaña, zona de operaciones, Moquegua e Ilo aire – zona de operaciones hidrobiológico. Temporada húmeda 2017.
- Diciembre 2018. Informe de interpretación de monitoreo de hidrobiología de la sexta campaña. Época seca 2018.
- Marzo 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época húmeda 2019.
- Noviembre 2019. Informe de interpretación de monitoreo hidrobiológico MAP 7. Época seca 2019.
- Octubre 2020, Informe de Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada seca
- Abril 2021, Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada húmeda

Se debe tener en consideración que en no en todas las evaluaciones coinciden la misma cantidad de puntos de monitoreo, ni las mismas coordenadas. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizado de forma cualitativa.

En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019 y Época seca 2019 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en la evaluación de la época seca 2020 se evaluaron 25 estaciones. Las estaciones que no se monitorearon con respecto a las evaluaciones previas fueron 6: QL-ASA-02, QL-ASA-03, QL-TUM-1, QL-VIZ-01, QL-BCHI-06 y QL-COR-01. Las estaciones que se añadieron a la evaluación de temporada seca 2020 fueron 12, detalladas a continuación: P11, P12, QLACHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3.

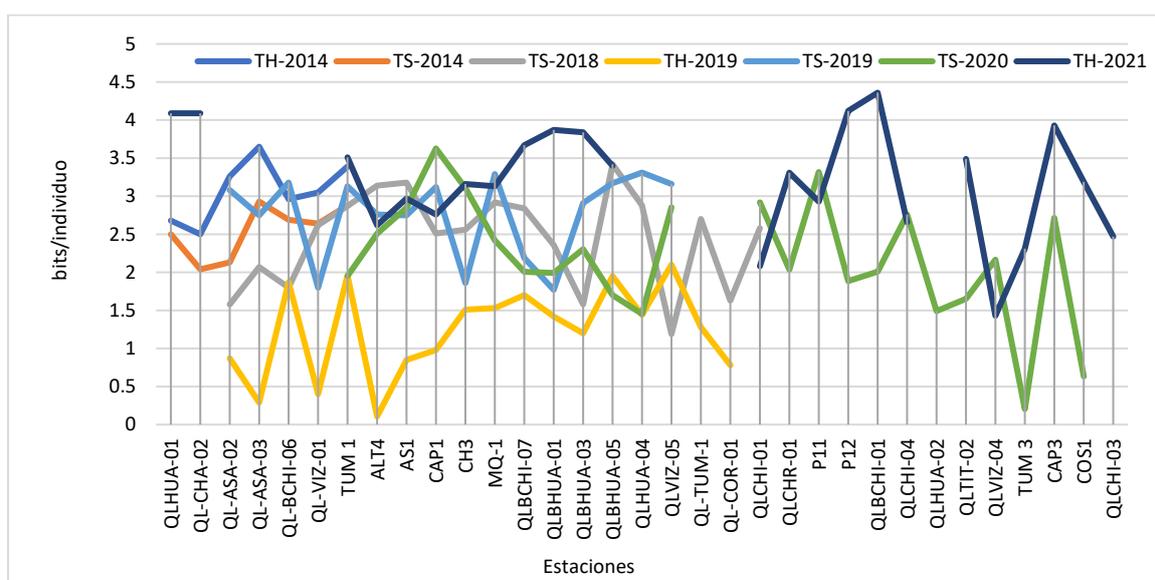
6.1. PLANCTON

En todas las evaluaciones realizadas se registraron organismos del fitoplancton. Como se observa en la figura 6.1, la diversidad de esta comunidad varió entre las distintas evaluaciones realizadas, siendo mayor en las 3 temporadas secas 2018, 2019 y 2020 en comparación a la temporada húmeda.

Si bien en la temporada húmeda 2019 se registraron valores bajos menores a 2.96 bits/individuo (MQ-1); en la mayoría de las estaciones los valores fueron moderados 3.14 bits/individuos (ALT4), 3.18 bits/individuos (AS1) y 3.42 bits/individuos (QLBHUA-05).

Como se muestra en la Figura 6.1, la diversidad sigue un patrón, manteniéndose en un rango aceptable de diversidad, con valores de Intermedio a alto. Asimismo, la diversidad está influenciada por la temporalidad, siendo mayor en temporada seca.

Figura 6.1. Comparación de los valores de diversidad del fitoplancton

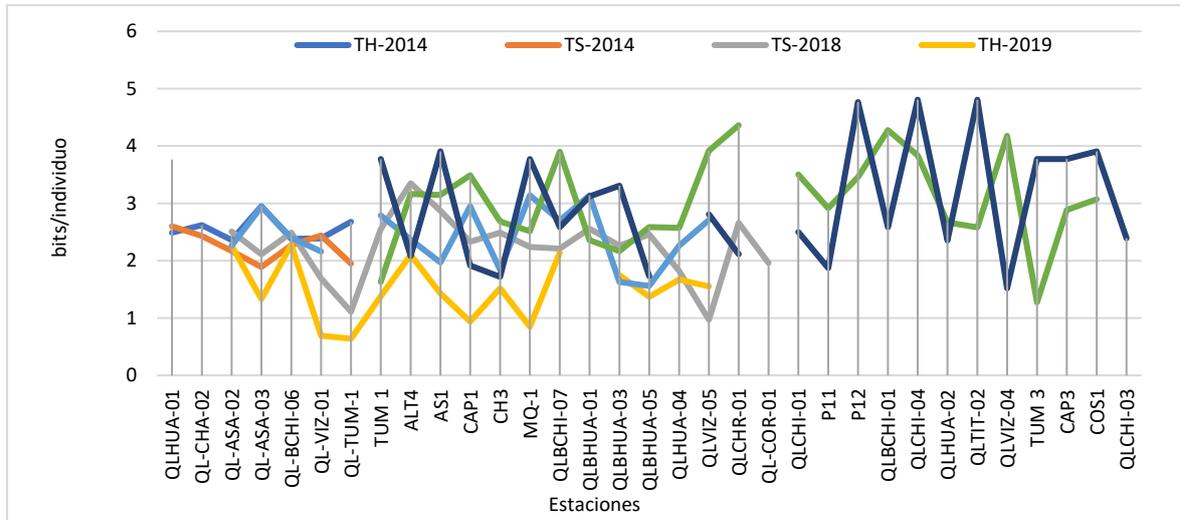


Elaboración: Asilorza, 2021

6.2. BENTOS

Los valores de diversidad de los bentos, siguieron la misma tendencia que los valores registrados para el fitoplancton y el plancton, manteniendo valores de intermedios a altos en las temporadas secas. En la Figura 6.2, se observa que los valores de diversidad están influenciados por la temporalidad. Los máximos valores registrados en las evaluaciones de la temporada seca 2014 (2.95 bits/individuo, estación QLHUA-01), temporada seca 2018 (3.35 bits/individuos, estación ALT4) y temporada seca 2019 (3.14 bits/individuo, QLBHUA-01) y temporada seca 2020 (4.36 bits/individuos, QLCHR-01) son considerados valores altos de diversidad.

Figura 6.2. Comparación de los valores de diversidad de macroinvertebrados



Elaboración: Asilorza, 2021

6.3. PECES

En el área de evaluación se han registrado y colectado 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* "ispi" o "carachi" y *Trichomycterus rivulatus* "bagre") y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris").

En la temporada seca del 2018 solo se colectaron *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris", mientras que en siguientes temporadas (temporada seca 2019, húmeda 2019, seca 2020 y húmeda 2021) se colectaron las tres especies mencionadas.

7. CONCLUSIONES

7.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

-  De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de hábitats, comparando las temporadas seca 2020 y húmeda 2021, los valores obtenidos se han mantenido, de tal forma que cinco estaciones registraron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad”, Ocho estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, Diez estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular” y, por último, dos estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre”.
-  De acuerdo al índice SVAT, cinco estaciones mantuvieron la categoría I considerada como una “Excelente Calidad” de las cuales COA-1, ALT-4 Y TUM-3 de la zona de operaciones y QLBHUA-01 Y QLVIZ-04 de la zona de abastecimiento, 8 estaciones evaluadas se encuentran en la categoría II, correspondiente a hábitats de “Calidad Buena”, 10 estaciones evaluadas se encuentran en la categoría III, correspondiente a hábitats de “Calidad Regular”, las cuales corresponden a las estaciones de monitoreo denominadas, P-12, AS-1, P-11, CAP-3, CAP-1 Y MQ- 1 de la zona de operaciones y las estaciones denominadas QLVIZ-03, QLCHI-04, QLHUA-04 y QLHUA-01 de la zona de abastecimiento, y finalmente, tres estaciones se encuentran en la categoría IV, correspondiente a hábitats de “Calidad Pobre” debido a alteraciones por presentar impactos antropogénicos, cabe mencionar que, en su mayoría son provenientes de las poblaciones locales como son QLTIT-02 rio Titire y QLBCHI-01 humedal chilota perteneciente a la zona de abastecimiento.
-  Con respecto a los resultados del índice QR-A, dos estaciones evaluadas mantuvieron una calidad “muy buena”, diez estaciones registraron una calidad intermedia, cuatro estaciones presentaron una calidad pésima y nueve estaciones presentaron una mala calidad. Las estaciones de monitoreo CH3, ALT4, COS1, TUM 3, CAP1 AS1 y P11 ubicadas en la zona de operaciones, la estación QLTIT-02 y QLCHI-04 ubicadas en la zona de abastecimiento presentaron una calidad catalogada como pésima, cabe indicar que, estos hábitats muestran una degradación ambiental, donde la cobertura vegetal se encuentra impactada y el cauce de los cuerpos de agua se mostraron por tramos modificados en canales de regadío y con remoción del fondo, relacionado a actividades antropogénicas (agricultura y ganadería).

7.2. COMUNIDADES ACUÁTICAS

7.2.1. PLANCTON

-  La composición acumulada del plancton en el área evaluada corresponde a 6 divisiones del fitoplancton y 7 phylla del zooplancton. El total de especies registrada fue de 157, distribuidas de forma global en 95 especies del fitoplancton y 62 especies del zooplancton.
-  Cabe mencionar que, en ambas temporadas las Ochrophyta fueron más diversas y dominantes, y las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda debido a un aumento en el caudal de los cuerpos de agua y mayor oxigenación. Asimismo, en la temporada húmeda se registró una especie de la división Dinophyta, que no fue registrada en la temporada seca correspondiente al año 2020.
-  En la temporada seca, los niveles de los caudales de agua fueron someros, así como la velocidad del agua fue de moderada a lenta disminuyendo la disponibilidad de oxígeno, estas condiciones permiten la proliferación de las Cyanobacteria. Por otro lado, en temporada húmeda, la división Ochrophyta fue la más abundante, debido a la corriente rápida que se registró al momento de la evaluación en la mayoría de estaciones. Al removerse el sustrato, cabe indicar que, estas algas, usualmente se encuentran precipitadas en los fondos de los cuerpos de agua, entran en suspensión en la columna del agua debido al arrastre propio, permitiendo un mayor registro para la evaluación correspondiente.
-  La composición acumulada de especies del zooplancton estuvo representada por 62 especies agrupadas en siete phyla. El *phyllum Rotifera* presentó la mayor riqueza de especies (40%, 25 especies) y la mayor abundancia (572 células/ml, 40% del total), principalmente en temporada húmeda. En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos fue inversa a la registrada para el fitoplancton, asimismo, cabe indicar que, en temporada húmeda se registró un mayor número de especies (55) que en la temporada seca (31). En ambas temporadas los Rotífera fueron los más diversos, registrándose en total 25 especies, que corresponden al 40% de la riqueza total.

7.2.2. BENTOS

-  La composición acumulada de macroinvertebrados incluyó 74 especies, registrándose 60 en temporada seca y 36 en temporada húmeda.
-  Los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cinco phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 64 especies (87%), seguido de los phylum Annelida (siete especies, 10%), Mollusca (una especie, 1%), Platyhelminthes (una especie, 1%) y Nematoda (una especie, 1%).

-  La predominancia del *Phyllum Arthropoda* está basada en la alta riqueza de especies de la clase Insecta, que representa el 69% de las especies registradas (51 especies). Los insectos que tiene larvas acuáticas, inician su ciclo reproductivo en la temporada húmeda, estimulados principalmente por las lluvias, al inicio de la temporada seca colocan los huevos sobre las áreas poco profundas, asegurando que puedan adherirse a los filamentos de las algas que les brindaran alimentación durante la época de larvas. Durante la temporada seca, los huevos eclosionan y se convierten en larvas y pupas, que luego originara a los insectos adultos que se desplazaran hacia su etapa terrestre (*Díptera*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Coleópteras* entre otros)
-  Tanto en temporada seca como húmeda, el *phyllum* con una mayor abundancia de individuos fue *Arthropoda* (98%), el que está compuesto principalmente por individuos de la clase *Insecta* (9,431 organismo/muestra; 78%).
-  Los valores de diversidad registrados fueron moderados al igual que los de la riqueza de Margalef alcanzando valores de 3,03 bits/individuos y 5,58 bits/individuos en temporada seca y de 3,89 bits/individuos y 4,84 bits/individuos en temporada húmeda. Asimismo, los valores observados para los índices de diversidad de Simpson y de equidad según Pielou mostraron que en ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda, por lo que los valores registrados fueron moderados

7.2.3. PECES

-  Se colectaron 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”).
-  Los resultados del factor de condición siguieron un patrón definido en cuanto a la relación de las variables de crecimiento de los peces. En temporada seca el calculado se basó en 23 ejemplares adultos de la especie *Oncorhynchus mykiss* “trucha”, mientras que en temporada húmeda se basó en los 47 especímenes colectados de la misma especie; de tal forma que al incrementarse el tamaño de la muestra el análisis fue más robusto.
-  Sus valores variaron entre $K=0.005$ a 3.018 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 1.014 gr/cm^3 en temporada seca y de entre $K=0.78$ a 10.97 gr/cm^3 situándose el valor promedio en 5.01 gr/cm^3 .

7.3. COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS

-  Como se aprecia en los resultados, los valores de riqueza y diversidad de las comunidades del fitoplancton y bentos se mantuvieron como moderados en la línea de tiempo de las

evaluaciones, siendo mayores en las temporadas secas; por lo que se infiere que estas variables están influenciadas por la temporalidad.

-  Con respecto a los peces, en base a los resultados obtenidos se puede corroborar que los cuerpos evaluados en la línea de tiempo con la información disponible se siguen reportando las 3 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y una especie introducida (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”), siendo esta última la más abundante y con mayor frecuencia de ocurrencia.
-  Los resultados del análisis comparativo son relativos, ya que no se cuenta con una línea de tiempo estandarizada de evaluaciones (trimestral, semestral o anual); ya que no se han evaluado las mismas estaciones ni en número ni en ubicación, Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizó de forma cualitativa. En las evaluaciones realizadas en las temporadas Seca 2018, Época húmeda 2019, Época seca 2020 y Época húmeda 2021 se monitorearon las mismas 19 estaciones de muestreo; mientras que en la evaluación de la época seca 2020 se evaluaron 25 estaciones, anteriormente descritas.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C., Ríos B., Rieradevall, M. & N. Prat (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1): 35-64.
- ARMITAGE, P. D., D. MOSS Y M.T. FURSE. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res*, 17: 33-347.
- Domínguez, E. & H. Fernández. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos, sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. 654 pp.
- Forster, K. (1982). *Das phytoplankton des süßwassers*, 8 teil 1 hälfte Conjugatophyceae, Zygnematales und Desmidiaceae. Printed Nägele u obermiller, Stuttgart - Germany.
- Frenguelli, J. (1942) Diatomeas del Neuquén. *Revista del Museo de la Plata*. Tomo V, Botánica N°20.
- Froese, r. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.
- Kadlubowska, J.Z. (1984). Conjugatophyceae I Zygnematales = Chlorophyta VIII. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. (Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. Eds) Vol. 16, pp. 1-532. Stuttgart: Gustav Fischer.
- Komárek J. (2005). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Cyanoprokaryota 2 Teil/2nd Part: Oscillatoriales. Band/Volume 19/2.
- Krammer, K. & H. Lange-bertalot (1986). Bacillariophyceae, 1: Naviculaceae. Pp 1-876. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Eds.) *Die Süßwasserflora von Mitteleuropa*. G. Fischer, Stuttgart.
- Karr, J.R. & E.W. Chu. (1997). Biological monitoring and assessment: using multimetric indexes effectively. EPA 235-R97-001. University of Washington, Seattle. 149 pp.
- Krammer, K. (1991). Süßwasserflora von Mitteleuropa – Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Printed in Germany.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 179 pp.
- MONTOYA, M.Y. & RAMÍREZ, R.J. 2007. Variación estructural de la comunidad perifítica colonizadora de sustratos artificiales en la zona de rital del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- MOREIRA, J.A. 1988. Productividade primária do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. *Disertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahia, Brasil*. 250 p.
- 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 la UNESCO y Sociedad Entomológica Aragonesa. Serie Manuales y Tesis SEA. 84 pp.
- National Water and Climate Center. Stream Visual Assessment Protocol. (1998). Technical Note 99-1.
 - ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad de la Antioquia, Medellín. 170p.
 - Roldán, G. & J. Ramírez (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia.
 - WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.

ANEXOS

ANEXO 01

MAPAS DE

ESTACIONES DE

MONITOREO

ANEXO 02

LISTA DE ESPECIES

Cuadro 1. Lista de especies del fitoplancton (Cel/mL) registradas en la temporada húmeda 2021.

División	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	PI2	AS1	CH3	ALT4	PI1	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	TH
OCHROPHYTA	<i>Achnantheidium sp.</i>	3	4	1	3	13						1	1	1	4	31	1	1	1	8	1	1						13	44
CHAROPHYTA	<i>Actinotaenium sp.</i>																	2	1	1	1	1						6	6
CHLOROPHYTA	<i>Acutodesmus sp.</i>	8	1	1	1	1						1	4	1	1	19	1	1	1	3	1	1	1	1	1	10	1	22	41
OCHROPHYTA	<i>Amphora sp.</i>	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	18	1						1	1	1	1	1	6	24
CHLOROPHYTA	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	4	1	1	1	1						1	176	1	1	187	1											1	188
CHLOROPHYTA	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	1	6	1	1	1	1	1	5	1	1	1	61	1	1	83	1											1	84
CHLOROPHYTA	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	1	4	1	1	1						1	1	1	4	15	1											1	16
CHLOROPHYTA	CHLAMYDOMONADALES																						1	1	1	1	1	5	5
CHAROPHYTA	<i>Closterium sp.</i>											1	1	1	1	4	1											1	5
OCHROPHYTA	<i>Cocconeis sp.</i>	21	23	1	35	4	1	14	25	3	9	1	33	1	23	194	1	1	72	3	5	5	3	8	37	1	6	142	336
CHAROPHYTA	<i>Cosmarium sp.</i>											1	1	1	1	4	1	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	16	20
OCHROPHYTA	<i>Cyclotella sp.</i>											1	1	1	1	4	1						1	1	1	1	12	17	21
OCHROPHYTA	<i>Denticula sp.</i>						1	1	1	1	1					5													5
CHLOROPHYTA	<i>Desmodesmus sp.</i>	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	4	1	10	32	1											1	33
OCHROPHYTA	<i>Diatoma sp.</i>	1	1	4	1	2	1	4	1	1	1	1	1	1	1	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	32
OCHROPHYTA	<i>Diatomeas pennadas < 20 µm</i>																	1	18	14	11	3	36	1	31	3	6	124	124
CHLOROPHYTA	<i>Dictyosphaerium sp.</i>	1	1	1	3											6													6
OCHROPHYTA	<i>Diploneis sp.</i>											1	1	1	1	4	1											1	5
OCHROPHYTA	<i>Encyonema sp.</i>	4	1	1	4	1	1	1	3	1	1	1	78	1	2	100	13	18	3	364	105	102	3	15	45	30	1	699	799
OCHROPHYTA	<i>Epithemia sp.</i>	1	3	1	1	1										7													7
EUGLENOZOA	<i>Euglena sp.</i>	1	1	1	1	1										5		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	15
OCHROPHYTA	<i>Eunotia sp.</i>	1	1	1	1	1	19	3	1	1	1	1	1	1	2	35	3	1	1	1	1	1						8	43
OCHROPHYTA	FRAGILARIACEAE	77	204	16	12	33	1	77	364	2	55	4	55	1	84	985	40	67	1	53	115	79	9	15	34	9	5	427	1412
OCHROPHYTA	<i>Frustulia sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1	1	1	1	1	1						6	20
OCHROPHYTA	<i>Gomphonema sp.</i>	2	4	1	8	8	1	12	3	3	13	1	3	1	1	61	1	4	1	57	38	22	2	4	4	2	119	254	315
OCHROPHYTA	GOMPHONEMATACEAE	347	280	12	1	1	1	1	2	1	2	1	127	3	386	1165	1	1	6	1	1	2	2	1	1	256	1	273	1438
CHAROPHYTA	<i>Gonatozygon sp.</i>	1	1	1	1	1										5													5
OCHROPHYTA	<i>Hannaea sp.</i>											1	1	1	1	4	35	1	1	455	179	101	9	27	48	208	1	1065	1069

División	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	TH	
OCHROPHYTA	<i>Stauroneis sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1						1	1	1	1	1	1	6	20
CHLOROPHYTA	<i>Stigeoclonium sp.</i>																						1	311	1	1	1	315	315	
OCHROPHYTA	<i>Surirella angusta</i>											1	1	1	1	4	1											1	5	
OCHROPHYTA	<i>Surirella sp.</i>																	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	14	14	
CHLOROPHYTA	<i>Tetrademus sp.</i>																						1	1	1	30	1	34	34	
CHLOROPHYTA	<i>Tetraëdron minimum</i>											1	1	1	1	4	1											1	5	
EUGLENOZOA	<i>Trachelomonas sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1											1	15	
OCHROPHYTA	<i>Ulnaria sp.</i>	6	7	27	3	1	1	9	10	1	9	6	3	3	9	95	5	10	1	19	11	19	4	5	2	16	1	93	188	
CHAROPHYTA	<i>Zygnema sp.</i>																						1	1	1	392	1	396	396	

Elaborado: ASILORZA, 2021.

Phyllum	Genero y/o especie	QLVIZ-05	QLCHI-04	QLTIT-02	LBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	Abastecimiento	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CAP-01	MQ-01	Operaciones	TH	
CERCOZOA	<i>Trinema sp.</i>						1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1						6	15	
CILIOPHORA	ND	1	1	7	5	1	1	1	1	2	3	3	1	1	2	30	1											1	31	
CILIOPHORA	<i>Vorticella sp.</i>						1	1	1	1	3	1	1	1	1	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	22
NEMATODA	ND	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	3	4	6	27	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	12	39	
ROTIFERA	<i>Adineta sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	1											1	15	
ROTIFERA	<i>BDELLOIDEA</i>	5	4	4	1	1	3	2	2	3	6	11	11	4	10	67	1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	1	15	82	
ROTIFERA	<i>Brachionus sp.</i>											1	1	8	1	11	1											1	12	
ROTIFERA	<i>Cephalodella sp.</i>						1	1	1	1	1	3	1	1	1	11	1						1	1	1	1	1	6	17	
ROTIFERA	<i>Colurella sp.</i>	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	18	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	12	30	
ROTIFERA	<i>Epiphanes sp.</i>											1	2	1	1	5	1											1	6	
ROTIFERA	<i>Filinia pejeri</i>	1	1	1	1	1										5													5	
ROTIFERA	<i>Filinia sp.</i>	2	1	1	1	1										6													6	
ROTIFERA	<i>Hexarthra sp.</i>						1	1	1	1	1					5													5	
ROTIFERA	<i>Keratella cochlearis</i>																	1	1	1	1	1						5	5	
ROTIFERA	<i>Keratella quadrata</i>	5	1	1	1	1						29	1	1	2	42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	53	
ROTIFERA	<i>Keratella sp.</i>						1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1						1	1	1	1	1	6	15	
ROTIFERA	<i>Lecane luna</i>	1	2	1	1	1										6													6	
ROTIFERA	<i>Lecane sp.</i>	1	4	2	1	1	1	1	1	5	8	5	1	1	4	36	1						1	1	1	1	1	6	42	
ROTIFERA	LECANIDAE											1	1	1	1	4	1											1	5	
ROTIFERA	<i>Lepadella ovalis</i>	1	1	1	1	1										5													5	
ROTIFERA	<i>Lepadella sp.</i>	4	1	1	1	1	1	1	1	2	10	2	1	1	1	28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	39	
ROTIFERA	<i>Mytilina sp.</i>	1	2	1	1	1										6		1	1	2	1	1						6	12	
ROTIFERA	<i>Platylas quadricornis</i>						1	1	1	1	1					5													5	
ROTIFERA	<i>Testudinella sp.</i>											1	1	1	1	4	1											1	5	
ROTIFERA	<i>Trichocerca sp.</i>	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	5	3	1	1	22	1											1	23	
ROTIFERA	<i>Trichotria sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	15	1											1	16	
TARDIGRADA	ND	1	1	3	1	1						1	1	1	2	12	1											1	13	

Elaborado: ASILORZA, 2021

Cuadro 3. Lista de especies de macroinvertebrados del bentos (org/muestra) registradas en la temporada húmeda 2021.

Pyllum	Clase	Orden	Especie/genero	QLV12-05	QLCHI-04	QLTH-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	P12	AS1	CH3	ALT4	P11	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CA-01	MQ-01	TH
ANNELIDA	CLITELLATA	CLITELLATA	GLOSSIPHONIIDAE	1	1	1	1	20						1	1	1	2	1											30
ANNELIDA	CLITELLATA	CLITELLATA	NAIDIDAE											7	1	1	1	1											11
ANNELIDA	CLITELLATA	CLITELLATA	OLIGOCHAETA						1	1	1	1	1	1	1	1	6	1											15
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	<i>Andesiops</i> sp.	2	1	1	1	1						1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	5	1	28
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	81	1	1	71	22						1	1	1	33	1	1	11	1	1	1	1	1	1	7	1	34
ARTHROPODA	INSECTA	EPHEMEROPTERA	<i>Meridialaris</i> sp.															1	17	1	1	1	1	1	1	10	1	35	
ANNELIDA	ANNELIDA	ANNELIDA	ERPOBDELLIDAE	1	1	1	6	1																					10
ARTHROPODA	ARACHNIDA	ARACHNIDA	<i>Hydrachna</i> sp.	1	1	1	1	2						1	1	1	1	1											11
ARTHROPODA	ARACHNIDA	ARACHNIDA	HYDRACHNIDAE	2	1	1	1	3						1	7	5	28	1	1	6	1	1	1	1	1	1	4	1	68
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	<i>Austrelmis</i> sp.	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	49	6	2											74
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	ELMIDAE	66	1	1	1	95	1	1	2	1	1	1	1	8	25	1											20
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	<i>Lancetes</i> sp.															1	1	1	1	1							5
ARTHROPODA	INSECTA	COLEOPTERA	STAPHYLINIDAE	1	1	1	1	9																					13
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	<i>Alotanypus</i> sp.											1	1	1	1	1											5
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	1	1	1	2	1						1	1	1	2	1	1	1	1	1		2	2	2	12	2	37
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	1	1	1	3	1						11	8	9	34	4						1	1	1	24	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	<i>Corynoneura</i> sp.	1	1	1	21	1																					25
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	DIAMESINAE											1	26	1	1	1	1	1	1	33	55	1					12
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	EMPIDIDAE											1	1	1	1	1											5
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	<i>Larsia</i> sp.															1	7	1	1	1	1	1	1	1	6	1	21
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	LIMONIIDAE											1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	10
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	MUSCIDAE	1	1	1	2	2						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	23
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	ORTHOCLADIINAE	50	1	1	29	4	1	2	1	1	1	52	16	1	31	3	1	1	34	25	1	1	1	1	95	1	79
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	PODONOMINAE	5	1	1	14	2						1	1	1	5	5					1	1	1	5	1	45	

Pyllum	Clase	Orden	Especie/genero	QLV12-05	QLCH1-04	QLTH-02	QLBHUA-01	QLHUA-02	QLHUA-01	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLBCHI-01	QLBCHI-07	QLVIZ-04	QLCHR-01	QLBHUA-03	QLCHI-03	PI2	AS1	CH3	ALT4	PI1	COS1	CAP-03	TUM3	TUM-01	CA-01	MQ-01	TH
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	SIMULIIDAE	1	1	1	1	2						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	<i>Simulium sp.</i>	1	1	1	9	7						1	1	1	3	1						1	1	1	25 8	1	28 8
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	TABANIDAE											1	1	1	1	1											5
ARTHROPODA	INSECTA	DIPTERA	<i>Tabanus sp.</i>	4	1	1	1	1						1	1	5	1	1	1	2	1	1	1						23
MOLLUSCA	GASTROPODA	GASTROPODA	PLANORBIDAE	1	1	1	3	1	1	14	1	1	1	1	1	1	1	1											30
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	<i>Centrocorisa sp.</i>	1	1	1	1	1																					5
ARTHROPODA	INSECTA	HEMIPTERA	CORIXIDAE	1	1	1	2	1						1	1	1	1	1											11
ARTHROPODA	HEXANAUPLIA	HEXANAUPLIA	CYCLOPIINAE											20	1	1	1	1											24
ARTHROPODA	MALACOSTRACA	MALACOSTRACA	<i>Hyalella sp.</i>	2	1	1	59	68						16 5	1	1	7	1											30 6
ARTHROPODA	OSTRACODA	OSTRACODA	HERPETOCYPRIDIN AE											70 4	1	1	1	1											70 8
PLATYHELMINTH ES	PLATYHELMINTH ES	PLATYHELMINTH ES	<i>Dugesia sp.</i>	1	1	1	1	5																					9
ARTHROPODA	INSECTA	PLECOPTERA	GRIPOPTERYGIDAE	1	1	1	1	29 2						1	1	1	8	1											30 8
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	<i>Cailloma sp.</i>	4	1	1	1	1						1	1	1	1	1	1	2	1	1	1						19
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROBIOSIDAE	1	1	1	1	1						1	1	1	1	1											10
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	HYDROPTILIDAE	1	1	1	1	1						2	2	2	2	2											15
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	<i>Metrichia sp.</i>	12	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	7	1	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	64
ARTHROPODA	INSECTA	TRICHOPTERA	<i>Neotrichia sp.</i>																1	2	1	1	1						6

Elaborado: ASILORZA, 2021

Cuadro 4. Lista de especies de peces registradas en la temporada húmeda 2021.

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
AS1	Rio ASANA	Operaciones	6	Adultos	Salmoniformes	Salmonidae	Oncorhynchus mykiss
COS1	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P11	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
P12	Rio ASANA	Operaciones	1	Adultos			
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHI-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	9	Adultos			
QLCHI-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adultos			
QLCHR-01	Quebrada Chichune	Abastecimiento	14	Adultos			
QLHUA-02	Rio Calasaya	Abastecimiento	4	Adultos			
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	Abastecimiento	9	Adultos			
QLBCHI-01	Humedal Chilota	Abastecimiento	1	Huevos	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias ispi.</i>
TUM 3	Rio Tumilaca	Operaciones	3	Adultos	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>

Elaborado: ASILORZA, 2021

ANEXO 03

ESTACIONES DE

MONITOREO

PUNTOS DE MUESTREO DE HIDROBIOLOGIA



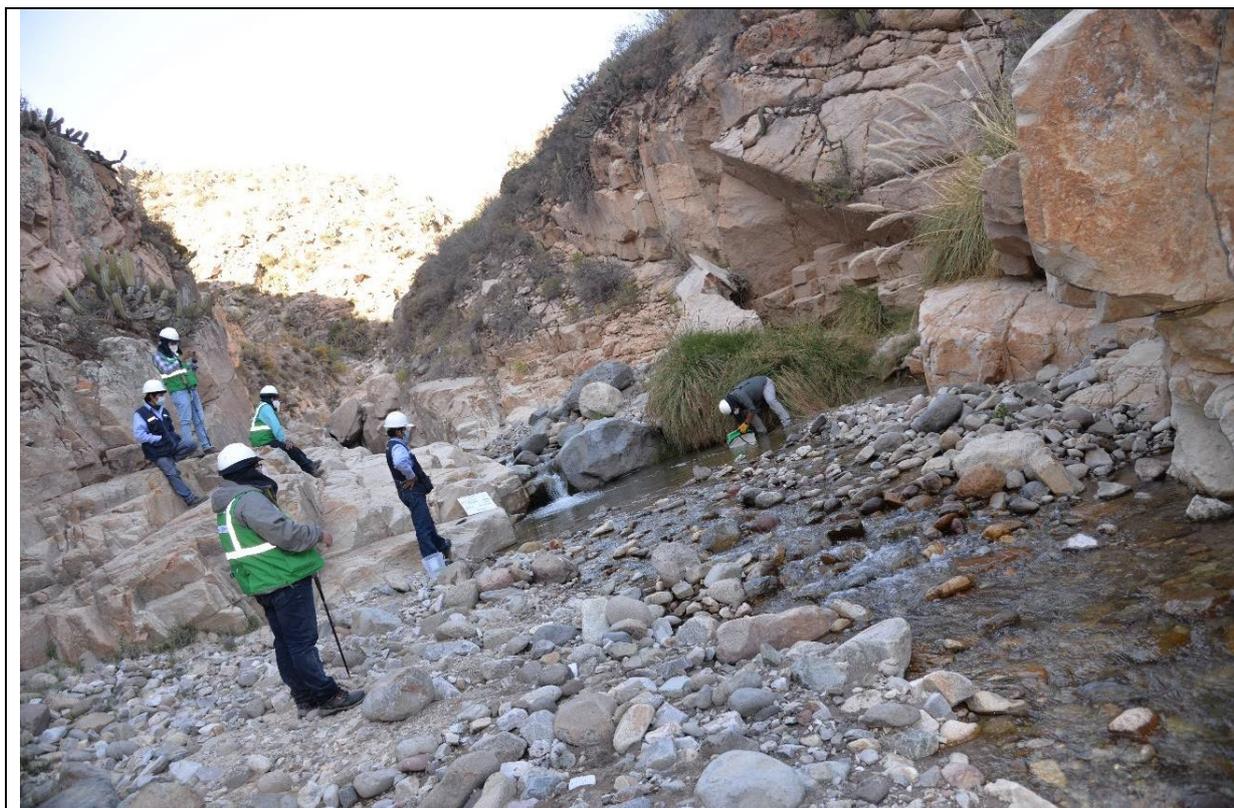
Punto de muestreo: P12

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Asana	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 323118	Norte: 8108112
	Altitud (msnm): 3357	
Fecha de evaluación	20/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: AS1

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Asana	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 331033	Norte: 8107302
	Altitud (msnm): 3167	
Fecha de evaluación	19/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: CH3

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Quebrada Charaque	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 322437	Norte: 8109190
	Altitud (msnm): 1365	
Fecha de evaluación	20/040/21	
Descripción		



Punto de muestreo: ALT4

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Quebrada Altarani	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 330640	Norte: 8107302
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	19/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: P11

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Asana	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 329834	Norte: 8107657
	Altitud (msnm): 3166	
Fecha de evaluación	19/04/21	
Descripción		



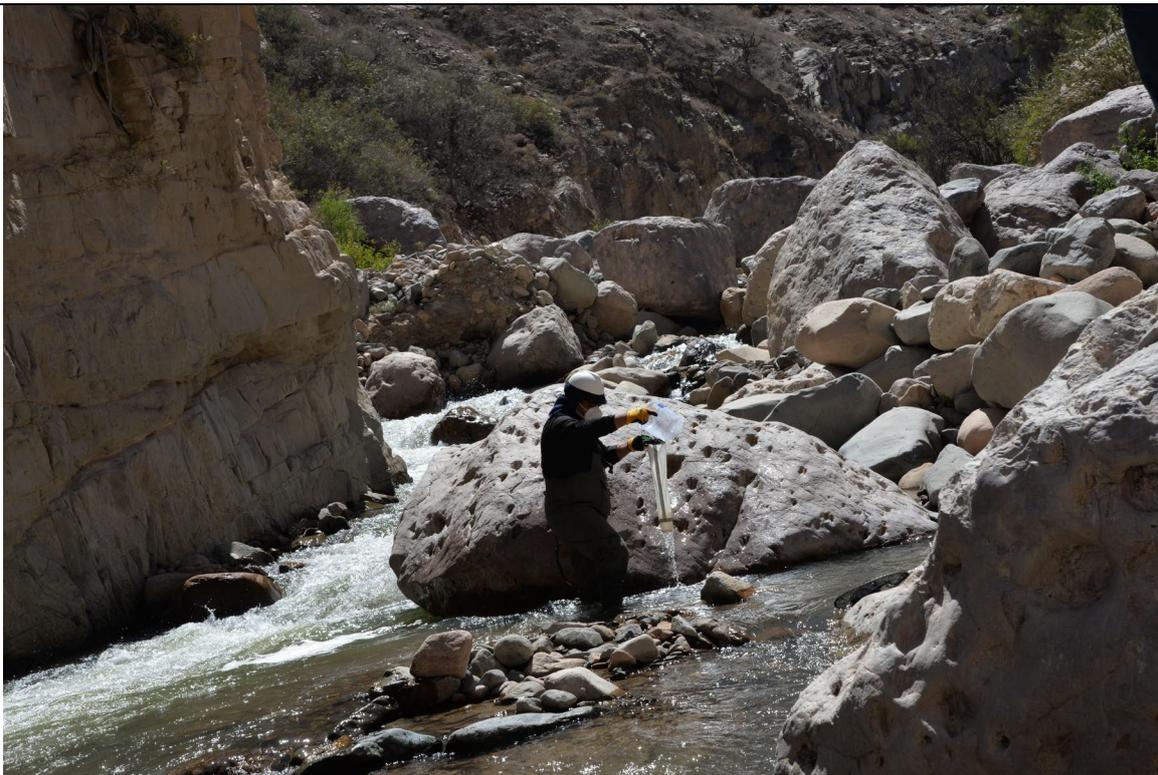
Punto de muestreo: COS1

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Coscore	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 319090	Norte: 8107910
	Altitud (msnm): 249	
Fecha de evaluación	24/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: CAP-03

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Huancane	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 310270	Norte: 8105874
	Altitud (msnm): 2348	
Fecha de evaluación	17/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: TUM 3

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Tumilaca	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 306970	Norte: 8106621
	Altitud (msnm): 2236	
Fecha de evaluación	16/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: TUM-01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Tumilaca	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 304599	Norte: 8105308
	Altitud (msnm): 1901	
Fecha de evaluación		
Descripción		



Punto de muestreo: CAP-01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Capillune	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 325486	Norte: 8102337
	Altitud (msnm): 3439	
Fecha de evaluación	26/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: MQ-01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Moquegua	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 302070	Norte: 8102936
	Altitud (msnm): 1828	
Fecha de evaluación	18/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLVIZ-05

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Vizcacha	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349750	Norte: 8161304
	Altitud (msnm): 1332	
Fecha de evaluación	28/04/21	
Descripción		



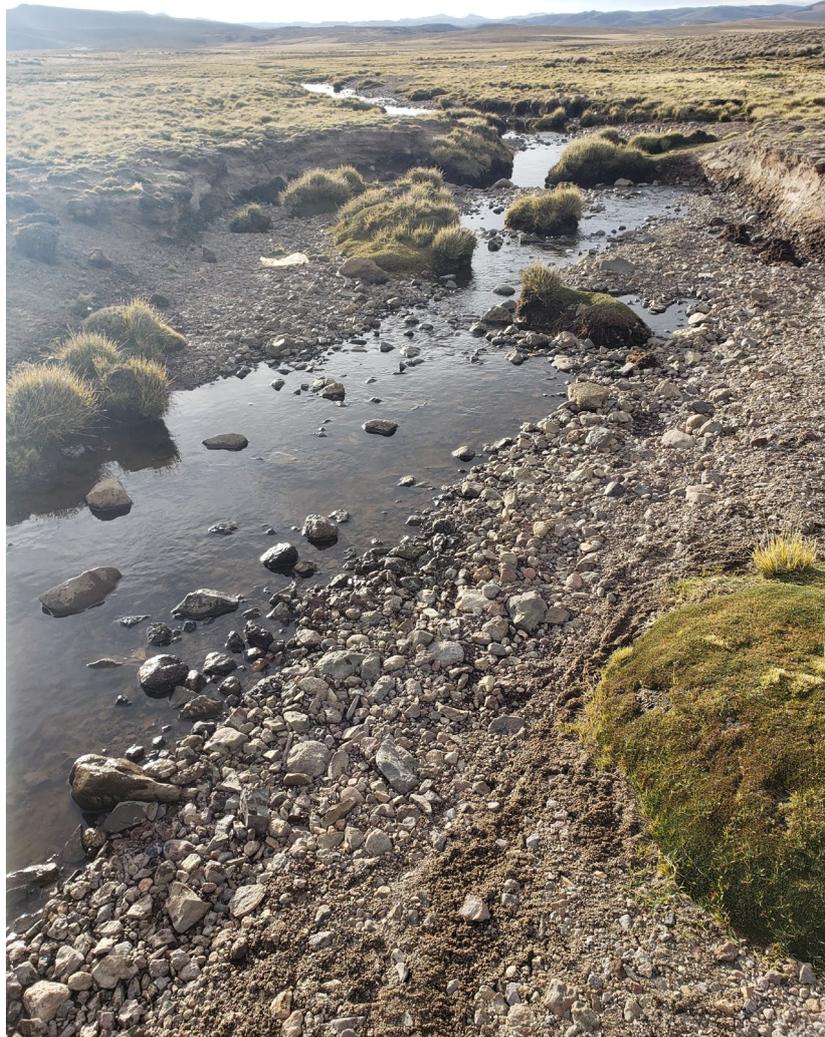
Punto de muestreo: QLCHI-04

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Chilota	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349118	Norte: 8158175
	Altitud (msnm): 4314	
Fecha de evaluación	28/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLTIT-02

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Titire	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 351799	Norte: 8169720
	Altitud (msnm): 4340	
Fecha de evaluación	29/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLBHUA01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Quebrada Huachunta	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357229	Norte: 8152274
	Altitud (msnm): 4431	
Fecha de evaluación	27/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLHUA-02

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Calasaya	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355452	Norte: 8154002
	Altitud (msnm): 4401	
Fecha de evaluación	28/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLHUA-01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Calasaya	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355626	Norte: 8150428
	Altitud (msnm): 4463	
Fecha de evaluación	28/04/21	
Descripción		



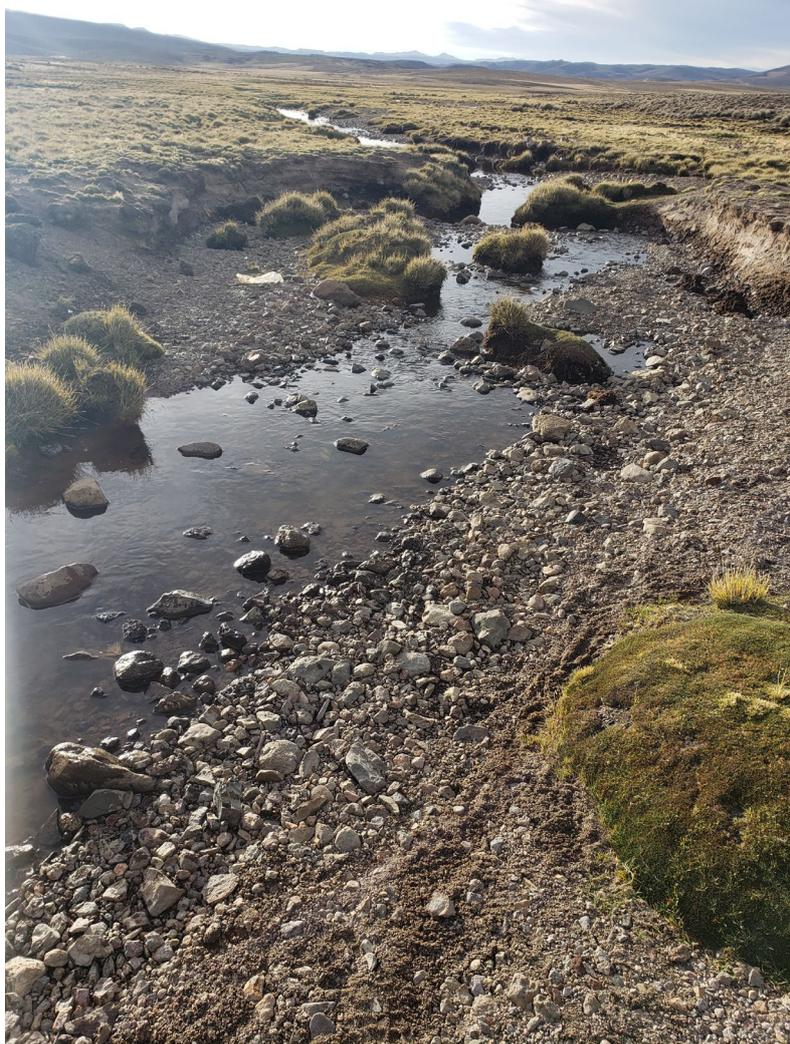
Punto de muestreo: QLBHUA-05

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Humedal Huachunta	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 354879	Norte: 8150125
	Altitud (msnm): 4469	
Fecha de evaluación	28/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLCHI-01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Chilota	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349032	Norte: 8151222
	Altitud (msnm): 4366	
Fecha de evaluación	29/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLBCHI-01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Humedal Chilota	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 351680	Norte: 8148024
	Altitud (msnm): 4422	
Fecha de evaluación	29/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLBCHI-07

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Humedal Chilota	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349144	Norte: 8151113
	Altitud (msnm): 4467	
Fecha de evaluación	29/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLVIZ-04

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Vizcachas	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355116	Norte: 8159234
	Altitud (msnm): 4379	
Fecha de evaluación	27/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLCHR-01

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Quebrada Chichune	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 355914	Norte: 8159292
	Altitud (msnm): 4380	
Fecha de evaluación	27/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLBHUA-03

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Humedal Huachunta	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 357041	Norte: 8156730
	Altitud (msnm): 4379	
Fecha de evaluación	27/04/21	
Descripción		



Punto de muestreo: QLCHI-03

Empresa	ANGLO AMERICAN	
Nombre del proyecto	MONITOREO BIOLÓGICO E HIDROBIOLÓGICO CAMPAÑA 9 – TEMPORADA HÚMEDA - 2021 DEL PROYECTO MINERO QUELLAVECO	
Tipo y Nombre del Cuerpo de Agua	Rio Chilota	
Coordenadas UTM – WGS 84	Este: 349165	Norte: 8158034
	Altitud (msnm): 4315	
Fecha de evaluación	28/06/21	
Descripción		

ANEXO 04

REGISTRO

FOTOGRAFICO



Foto N° 01	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
Descripción	P12 Rio Asana	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)		
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	
	CITES	
Endemismo y Distribución	-	
Usos	Alimenticio	



Foto N° 02	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
Descripción	AS1 Rio Asana	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)		
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	--
	CITES	--
Endemismo y Distribución	---	
Usos	Alimenticio	



Foto N° 03	Evaluacion de Perifiton	
Descripción	CH3 Quebrada Charaque	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución	---	
Usos	----	



Foto N° 04	Evaluación de Perifiton	
Descripción	ALT4 Quebrada Altarani	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	----
Endemismo y Distribución	---	
Usos	---	



Foto N° 05	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
Descripción	P11 Río Asana	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	--	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución	----	
Usos	Alimenticio	



Foto N° 06	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
Descripción	COS1 Rio Coscore	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	----	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución	---	
Usos	Alimenticio	



Foto N° 07	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	
Descripción	QLHUA-02 RIO CALASAYA	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	----
	CITES	----
Endemismo y Distribución		
Usos	Alimenticio	



Foto N° 08	<i>Orestia ispi</i>	
Descripción	Huevo de <i>Orestia ispi</i> QLBCHI-01 HUMEDAL CHILOTA	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución	--	
Usos	Alimenticio	



Foto N° 09	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	
Descripción	TUM 1 RIO TUMILACA	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución		
Usos	---	



Foto N° 10	Evaluación de Bentos	
Descripción	QLCHI-03 RIO CHILOTA	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución	---	
Usos	---	



Foto N° 11	Evaluación de Plancton	
Descripción	QLTIT-02 RIO TITIRE	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución	---	
Usos	---	



Foto N° 12	Evaluación de Necton	
Descripción	AS1 RIO ASANA	
Categorías de Conservación Nacional (D.S. 043-2006-AG)	---	
Categorías de Conservación Internacional	IUCN	---
	CITES	---
Endemismo y Distribución		
Usos	---	