

# PRONATURALEZA



Pronaturaleza

Fundación Peruana para la  
Conservación de la Naturaleza

## VII MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO

**HIDROBIOLOGÍA**

(TEMPORADA HÚMEDA)

**2019**

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	4
II. OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo General.....	5
2.2 Objetivos Específicos .....	5
III. UBICACIÓN Y METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS .....	6
3.1 Ubicación .....	6
3.2 Metodología de muestreo en campo .....	7
3.2.1 Fitoplancton .....	7
3.2.2 Perifiton .....	8
3.2.3 Bentos .....	9
3.2.4 Pesca eléctrica .....	9
3.2.5 Parámetros fisicoquímicos <i>in situ</i> .....	9
3.3 Metodología de análisis de resultados .....	10
3.3.1 Calidad del hábitat.....	10
3.3.2 Riqueza específica (S) .....	11
3.3.3 Equidad mediante el Índice de Pielou ( $J'$ ).....	12
3.3.4 Índice Biótico Andino (ABI) .....	13
3.3.5 Peces .....	15
3.3.5.1 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para truchas .....	15
IV. RESULTADOS.....	16
4.1 Parámetros de campo .....	16
4.2 Calidad del hábitat.....	19
4.3 Riqueza específica.....	20
4.3.1 Fitoplancton .....	20
4.3.2 Perifiton .....	21
4.3.3 Bentos (Macroinvertebrados) .....	23
4.4 Índice de Shannon- Wiener y Pielou.....	25
4.4.1 Fitoplancton .....	25
4.4.2 Perifiton .....	27
4.4.3 Bentos (Macroinvertebrados) .....	29
4.5 Índice Biótico Andino (ABI) .....	31
4.6 Captura por unidad de esfuerzo (peces).....	33
V. CONCLUSIONES.....	35
5.1 Parámetros de campo .....	35
5.2 Riqueza específica.....	35
5.3 Índice de Shannon y Pielou .....	35
5.4 Índice Biótico Andino (ABI) .....	36
5.5 Captura por unidad de esfuerzo (peces).....	36
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
ANEXOS.....	39

## Listado de Tablas

Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico MAP VII- EH 2019 .....	6
Tabla N° 2. Rangos de medición y resolución para las mediciones de campo. ....	10
Tabla N° 3. Criterios de evaluación el Índice SVAP.....	10
Tabla N° 4. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP .....	11
Tabla N° 5. Rangos para la diversidad de Shannon-Wiener .....	12
Tabla N° 6. Puntajes para las familias de macroinvertebrados acuáticos en el Índice BMWP/Col. ....	13
Tabla N° 7. Significado de los valores del índice biológico (BMWP/Col.).....	13
Tabla N° 8. Puntuaciones del Índice Biótico Andino (ABI) .....	14
Tabla N° 9. Categorías del índice ABI para Perú .....	15
Tabla N° 10. Parámetros de campo .....	16
Tabla N° 11. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP .....	19
Tabla N° 12. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Fitoplancton .....	20
Tabla N° 13. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Perifiton .....	22
Tabla N° 14. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Bentos .....	24
Tabla N° 15. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton ....	25
Tabla N° 16. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton ....	27
Tabla N° 17. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos.....	29
Tabla N° 18. Resultados del Índice Biótico Andino para los puntos de muestreo .....	32
Tabla N° 19. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo.....	34

## Listado de Gráficos

Gráfico N° 1. Valores de pH por punto de muestreo MAP VII-EH 2019.....	17
Gráfico N° 2. Valores de OD por punto de muestreo MAP VII-EH 2019 .....	18
Gráfico N° 3. Valores de conductividad por punto de muestreo MAP VII-EH 2019 .....	18
Gráfico N° 4. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados por punto de muestreo MAP VII-EH 2019 .....	20
Gráfico N° 5. Riqueza taxonómica de Fitoplancton MAP-VII EH.....	21
Gráfico N° 6. Riqueza taxonómica de Perifiton MAP-VII EH .....	23
Gráfico N° 7. Riqueza taxonómica de Bentos MAP-VII EH .....	25
Gráfico N° 8. Índice de Shannon- Wiener para Fitoplancton MAP-VII EH .....	26
Gráfico N° 9. Índice de Pielou para Fitoplancton MAP-VII EH .....	27
Gráfico N° 10. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH .....	28
Gráfico N° 11. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH.....	29
Gráfico N° 12. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH .....	30
Gráfico N° 13. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH.....	31

## I. 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 las actividades humanas generadas sobre estos. Cuando este equilibrio se rompe y hay una alteración del estado natural del ecosistema hablamos de contaminación. 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 población, agricultura e industria sin afectar el caudal ecológico de los ríos. Para esto se usa herramientas y técnicas que permiten conocer el estado de calidad hídrica de los cuerpos de agua, y complementariamente a estas el monitoreo hidrobiológico permite conocer el estado ecológico del río.

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

En esta campaña de monitoreo se tomaron muestra de plancton, perifiton, bentos, peces, sedimentos y parámetros fisicoquímicos; mediante los datos obtenidos se determinó la riqueza taxonómica e índices sobre diversidad y equidad además de obtener datos sobre el estado ecológico de los puntos muestreados.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Realizar el monitoreo hidrobiológico en los puntos de muestreo definidos en el MAP VII- EH

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los taxones presentes en los componentes biológicos colectados.
- Determinar la riqueza específica de los componentes biológicos colectados.
- Determinar la diversidad y equidad mediante los índices de Shannon y Pielou para las estaciones de muestreo.
- Establecer la calidad ecológica de los puntos muestreados mediante el Índice Biótico Andino - ABI.
- Establecer el factor de condición K y la captura por unidad de esfuerzo para el monitoreo de peces.

### III. UBICACIÓN Y METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Se realizó el monitoreo hidrobiológico en 19 estaciones durante la segunda quincena de marzo del 2019, se efectuó un total de 7 días efectivos de campo. Se colectó muestras hidrobiológicas, datos y parámetros de campo.

#### 3.1 Ubicación

Los puntos de muestreo están ubicados dentro y fuera de las zonas de operaciones (10 estaciones) y abastecimiento (9 estaciones) del proyecto Quellaveco, abarcan diferentes ambientes acuáticos desde los 1200 a 4500 msnm. El periodo de muestreo corresponde a la temporada húmeda. Las coordenadas y descripciones de las estaciones de monitoreo se detallan a continuación.

**Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico MAP VII- EH 2019**

Área	Código	Georreferencia (UTM WGS84)			Ubicación
		Este	Norte	Altura	
Operaciones	13272-MOQUE1*	302070	8102936	1753	Río Moquegua
	TUM-1	304558	8105269	1927	Río Tumilaca
	QL-TUM-01	300020	8100959	1634	Río Tumilaca
	QL-ASA-02	329083	8107952	3641	Río Asana, antes de la entrada al túnel
	QL-ASA-03	321575	8107971	3222	Río Asana, salida del túnel de SPCC
	ALT-4	330645	8107397	3749	Quebrada Altarani
	AS-1	331045	8107820	3801	Río Asana
	CAP-1	325533	8102374	3458	Río Capillune
	CH-3	322007	8109053	3359	Quebrada C haraque
	QL-COR-01	318518	8097100	3035	Quebrada Cortadera
Abastecimiento	QL-VIZ-01	367465	8151581	4575	Río Vizcachas
	QLVIZ-05	349750	8161304	4296	Río Vizcachas
	QLBCHI-06	349288	8157029	4329	Río Chilota
	QLHUA-04	355362	8158369	4365	Quebrada Huachunta
	QLCHR-01	355914	8159292	4406	Quebrada Chimcune
	QLBCHI-07	349144	8151113	4367	Humedal Chilota
	QLBHUA-01	357229	8152274	4429	Humedal Huachunta
	QLBHUA-03	357041	8156730	4378	Humedal Huachunta
QLBHUA-05	354879	8150125	4463	Humedal Huachunta	

Fuente: Pronaturaleza

\* Inicialmente con código MQ-1

### 3.2 Metodología de muestreo en campo

En los 19 puntos de muestreo se realizó la medición de parámetros de campo (temperatura del agua (°C), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE) y pH) y toma de muestras para los componentes hidrobiológicos de plancton, perifiton y bentos. Para esto se siguió el procedimiento DA-007 “Indicaciones de muestreo hidrobiológico”, versión 11 del laboratorio Servicios Analíticos Generales-SAG. Además, se tomó muestras de sedimentos para ensayo de metales y mediante pesca eléctrica se hizo la captura de truchas (*Oncorhynchus myskiss*) para conteo y toma de datos. En cada punto se tomó observaciones sobre el estado del río: cauce, ribera, cuerpo de agua, etc.

#### 3.2.1 Fitoplancton

Se denomina plancton al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en la columna de agua. Los productores primarios de plancton reciben el nombre de fitoplancton o plancton vegetal que incluyen algas y cianobacterias. (Roldán y Ramírez, 2008). Se tomó las muestras de forma superficial.

##### a) F. Cuantitativo

Se colectó un volumen de muestra (1L) directamente del cuerpo de agua y se preservó con formalina bufferada al 37% (40 ml). La muestra obtenida se puso en conservación para su envío a laboratorio.

##### b) F. Cualitativo

Con una red de 20 micras se filtró 40 litros de agua a fin de obtener una muestra representativa del punto. La muestra obtenida fue colectada en un frasco de 500 ml y preservada con formalina bufferada 37% (40 ml).

En las estaciones donde las condiciones de agua (turbidez, algas, arrastre de sólidos, etc.) no permitieron un mayor filtrado se usó 10 o 20 litros. Para ensayo en laboratorio se requiere como mínimo 5 litros.

##### *Consideraciones para la toma de muestra- Fitoplancton (DA-007 SAG)*

- Evitar en lo posible, la perturbación del punto a muestrear, ingresando al cuerpo de agua en contracorriente, en forma lenta.
- Para la realización de la toma de muestras cualitativas, tener en cuenta que mientras más claro se observe el cuerpo de agua deberá tomarse un volumen mayor a 5 litros. Verter el agua para el filtrado por las paredes internas de la malla en forma lenta.
- Evitar realizar la manipulación inadecuada de la malla al momento de la toma de muestra (forzar el filtrado, doblar la malla, inclinar y/o mover bruscamente),

siempre realizarlo de manera vertical. De observar atasco en la malla durante el filtrado, verter agua desionizada por la parte externa de la malla.

- Es indispensable indicar el volumen de filtrado realizado.

### 3.2.2 Perifiton

El perifiton se define como una comunidad compleja de microbiota (algas, bacterias, hongos, animales, detritos orgánicos e inorgánicos) adherida a un sustrato, que puede ser orgánico o inorgánico, vivo o muerto (Wetzel 1983).

La importancia del perifiton en los ecosistemas acuáticos está en su producción de metabolitos orgánicos que alimentan diversos organismos; su contribución con más del 70% de la materia orgánica a la productividad total; sus altas tasas de reciclaje; su posibilidad de proporcionar abrigo y alimento a varios tipos de organismos, principalmente peces; su alta productividad primaria y su papel como indicador biológico

Investigaciones sobre la comunidad perifítica presente en los ríos son abordados principalmente para estudios de calidad de aguas e impacto ambiental, basados en raspados sobre sustratos naturales en distintas estaciones de muestreo en donde la zona alta de los ríos es usada como una estación patrón o control (Montoya, M.Y. & Ramírez, R.J. 2007)

#### a) Perifiton Cuantitativo

Se colectó haciendo un raspado de las superficies de rocas sobre un área de 100 cm<sup>2</sup>. (Sección de 10x10 cm). La muestra obtenida se trasvasó al frasco final (500 ml) y fue preservado con formalina bufferada al 5% (≈100ml).

En puntos donde hay ausencia de rocas se tomó la muestra en un área de 100 cm<sup>2</sup> de sustrato vegetal.

#### b) Perifiton Cualitativo

Sin tener un área determinada, se obtuvo la muestra mediante raspado en el sustrato elegido. En un frasco rotulado de 500 ml la muestra obtenida se preservó con formalina bufferada al 5% (≈100ml).

*Consideraciones para la toma de muestra- Fitoplancton (DA-007 SAG)*

- Se eligió preferentemente aquellas zonas de buena iluminación.
- El sustrato escogido para el raspado debe estar sumergido de forma permanente y no expuesto al aire libre.
- Indicar el área de muestreo.

### 3.2.3 Bentos

Se colectó con ayuda de una red Surber de 300  $\mu\text{m}$ , que consiste en una red corta más o menos cónica unida a un armazón rígido de metal de 30 x 30 cm. Para obtener la muestra se colocó la red Surber en el fondo del curso de agua (contra corriente), en lo posible adherido al lecho del río, se removió el sustrato dentro del marco de 900  $\text{cm}^2$  y mediante el arrastre dado por la corriente de agua o generado con la mano los organismos removidos del sustrato son colectados en la red.

La muestra se colectó en un frasco boca ancha rotulado de 500 ml y se preservó con etanol 70% en proporción de 1:3 (1 de muestra por 3 de preservante).

### 3.2.4 Pesca eléctrica

Se usó un equipo electrofisher a lo largo del río en zonas donde existe mayor probabilidad de encontrar peces, para esto se realizó descargas eléctricas de  $\pm 150$  V según la conductividad del cuerpo de agua. 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.

### 3.2.5 Parámetros fisicoquímicos *in situ*

En cada estación de muestreo se realizó mediciones de parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto), para esto se usó un equipo multiparámetro WTW 3630, éste cuenta con certificado de calibración (Anexo 5). Los resultados obtenidos fueron comparados con el D.S. N° 004-2017-MINAM (Estándares de Calidad Ambiental para Agua Superficial, Categoría 3: Subcategoría D-1; Riego de vegetales; Riego no restringido).

#### *Oxígeno disuelto*

El análisis de oxígeno disuelto mide la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto ( $\text{O}_2$ ) en una solución acuosa. El oxígeno se introduce en el agua mediante difusión desde el aire que rodea la mezcla, por aeración (movimiento rápido) y como un producto de desecho de la fotosíntesis.

Cuando se realiza la prueba, solo se utilizan muestras tomadas recientemente y se analizan inmediatamente. Por lo tanto, debe ser preferentemente una prueba de campo.

#### *pH*

El pH es una medida de acidez o alcalinidad. El pH indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. La sigla significa potencial de hidrógeno o potencial de hidrogeniones

### Conductividad

La conductividad eléctrica es la propiedad de diferentes cuerpos de permitir el paso de electricidad a través de ellos. En el caso de los líquidos la conductividad va a depender directamente del contenido de sales en ellos.

**Tabla N° 2. Rangos de medición y resolución para las mediciones de campo.**

Parámetro	Rango	Resolución
pH	0.00- 14.00	0.001- 0.1
Temperatura	0.0 °C- 60°C	0.1 °C
Conductividad	0.01 uS/cm- 200 mS/cm	0.01 uS/cm
Oxígeno Disuelto	0.01mg/L- 20 mg/L	0.01mg/L

### 3.3 Metodología de análisis de resultados

Con los resultados obtenidos se calculó índices de riqueza (S=número de especies), diversidad y equidad, además una evaluación de la calidad del agua mediante el índice ABI y se determinó el factor de condición K y captura por unidad de esfuerzo para evaluación de truchas.

#### 3.3.1 Calidad del hábitat

El protocolo SVAP evalúa el hábitat físico de un río o quebrada mediante la asignación de puntajes entre uno y diez, para esta evaluación se usan 15 parámetros, el proceso consiste en calificar estos 15 parámetros aplicando puntajes; luego de realizados los registros para cada uno de los puntos de muestreo valorados, se realizan los cálculos del índice para cada uno de éstos, según la fórmula de Puntaje total/número de criterios evaluados. A cada valor final del índice se le da un rango de calidad según el valor resultante en este promedio.

En la Tabla N° 3 se presentan los parámetros puntuables y en la Tabla N° 4 se observa la clasificación de las aguas de acuerdo a las categorías de valoración consideradas por el índice SVAP.

**Tabla N° 3. Criterios de evaluación el Índice SVAP**

N°	CRITERIO/VARIABLE
1	Apariencia del agua
2	Sedimentos
3	Zona ribereña

4	Sombra
5	Pozas
6	Condición del cauce
7	Alteración Hidrobiológicas (desborde)
8	Hábitat para peces
9	Hábitat para microinvertebrados acuáticos
10	Estabilidad de las orillas
11	Barreras al movimiento de peces
12	Presión de pesca
13	Presencia de desechos sólidos
14	Presencia de estiércol
15	Presencia de algas filamentosas
Puntaje Total/N° Criterios Evaluados	

**Tabla N° 4. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP**

Valor SVAP	Condición del hábitat
9.0 -10.0	Excelente
7.0 – 8.9	Bueno
5.0 – 6.9	Regular
3.0 – 4.9	Mala
1.0 – 2.9	Muy Mala

### 3.3.2 Riqueza específica (S)

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de describir la biodiversidad ya que se basa únicamente en el número de especies presentes en un hábitat, ecosistema, paisaje, área o región determinado, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Es un tipo de medida de la diversidad alfa y se calcula de manera acumulativa dentro de un área evaluada (Magurran, 1998). **Diversidad mediante el Índice 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 (en logaritmo base 2). Los rangos de valores de diversidad para el índice de Shannon-Wiener se muestran en la Tabla N°6.

**Tabla N° 5. Rangos para la diversidad de Shannon-Wiener**

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

*Fuente: Magurran, 2004*

### 3.3.3 Equidad mediante el Índice de Pielou (J')

El índice de equidad o 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.

### 3.3.4 Índice Biótico Andino (ABI)

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores. En las Tablas N° 7 se presenta el índice BMWP/col y en la tabla N°9 el índice ABI (Andean Biotic Index) que es una adaptación del primero para los Andes. En este caso se parte de una lista de taxones que tienen la distribución por encima de los 2000 msnm (Ríos *et al.*, en prep).

El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación reciben una puntuación de 1.0 (Armitage *et al.* 1983). La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP (Roldán, 2003; Zúñiga, 2010).

**Tabla N° 6. Puntajes para las familias de macroinvertebrados acuáticos en el Índice BMWP/Col.**

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Gripopterygidae	10
Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae	9
Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae	7
Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae	6
Pyralidae, Tabanidae, Dugesidae, Planariidae	5
Dolichopodidae, Empididae, Hydrachnidae	4
Ceratopogonidae, Hydroptilidae, Physidae, Tipulidae, Asellidae, Ostracoda, Planorbidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Syrphidae	2

Fuente: Roldán, 2003

**Tabla N° 7. Significado de los valores del índice biológico (BMWP/Col.)**

Clase	Valor	Significado
I	>120	Aguas limpias
	101-120	Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible

II	61-100	Evidentes algunos efectos de contaminación
III	36-60	Agua contaminada
IV	16-35	Aguas muy Contaminadas
V	<15	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Sánchez, H. 2005

**Tabla N° 8. Puntuaciones del Índice Biótico Andino (ABI)  
para las familias de Macroinvertebrados acuáticos de los Andes Tropicales  
distribuidos desde los 2000 m.s.n.m hasta el límite con las nieves perpetúas.**

Familias		Puntaje s	Familias	Puntajes	
Turbellaria		5	Trichoptera	Xiphocentronidae	8
Hirudinea		3		Hydrobiosidae	8
Oligochaeta		1		Glossosomatidae	7
Gasteropoda	Ancylidae	6	Lepidoptera	Hydropsychidae	5
	Physidae	3		Anomalopsychidae	10
	Hydrobiidae	3		Philopotamidae	8
	Limnacidae	3		Limnephilidae	7
	Planorbidae	3		Pyrilidae	4
Bivalvia	Sphaeriidae	3	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
Amphipoda	Hyalellidae	6		Lampyridae	5
Ostracoda		3		Psephenidae	5
Hydracarina		4		Scirtidae (Helodidae)	5
Ephemeroptera	Baetidae	4		Staphylinidae	3
	Leptophlebiidae	10		Elmidae	5
	Leptohyphidae	7		Dryopidae	5
	Oligoneuriidae	10		Gyrinidae	3
Odonata	Aeshnidae	6		Dytiscidae	3
	Gomphidae	8		Hydrophilidae	3
	Libellulidae	6	Hydraenidae	5	
	Coenagrionidae	6	Blepharoceridae	10	
	Calopterygidae	8	Simuliidae	5	
	Polythoridae	10	Tabanidae	4	
Plecoptera	Perlidae	10	Diptera	Tipulidae	5
	Gripopterygidae	10		Limoniidae	4
Heteroptera	Veliidae	5		Ceratopogonidae	4
	Gerridae	5		Dixidae	4
	Corixidae	5		Psychodidae	3
	Notonectidae	5		Dolichopodidae	4
	Belostomatidae	4		Stratiomyidae	4
	Naucoridae	5		Empididae	4

Trichoptera	Helicopsychidae	10	Chironomidae	2
	Calamoceratidae	10	Culicidae	2
	Odontoceridae	10	Muscidae	2
	Leptoceridae	8	Ephydriidae	2
	Polycentropodidae	8	Athericidae	10
	Hydroptilidae	6	Syrphidae	1

*Fuente. Acosta et. al, 2009*

**Tabla N° 9. Categorías del índice ABI para Perú**

Valor	Categoría
>74	Muy bueno
45-74	Bueno
27-44	Moderado
11-26	Malo
<11	Pésimo

*Fuente. Acosta et. al, 2009*

### 3.3.5 Peces

Se realizó captura mediante electropesca.

#### 3.3.5.1 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para truchas

Para el cálculo de los rendimientos se utilizó como unidad de esfuerzo la operación individual de cada uno de las descargas eléctricas, correspondiendo la CPUE al número de peces capturados/avistados por cada intento (peces/ descarga).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Parámetros de campo

En la Tabla N° 11, se muestran los resultados realizado en los 19 puntos de monitoreo, de los parámetros fisicoquímicos registrados in situ (temperatura del agua, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto).

**Tabla N° 10. Parámetros de campo**

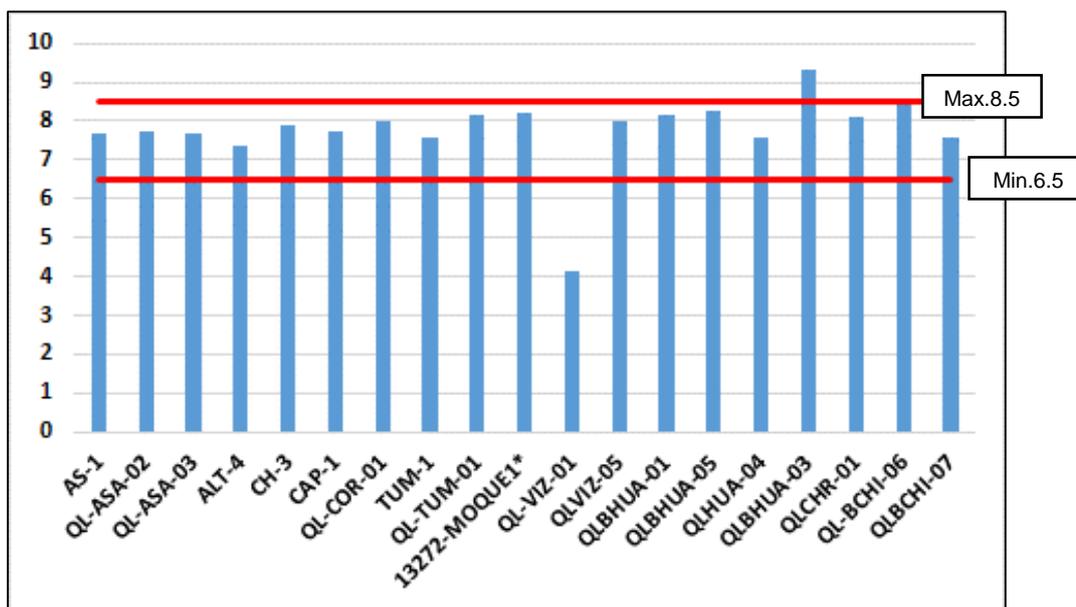
Ubicación	Punto	pH	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (µs/cm)	Temperatura (°C)
Río Asana	AS-1	7.7	6.35	159.3	12.8
	QL-ASA-02	7.76	7.45	133.7	16.2
	QL-ASA-03	7.67	7.54	163.5	16.6
Quebrada Altarani	ALT-4	7.34	7.4	57	14.7
Río Charaque	CH-3	7.9	7.35	88.1	14.1
Río Capillune	CAP-1	7.72	6.44	105.3	19.9
Quebrada Cortadera	QL-COR-01	8.02	4.46	1032	21.8
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	7.56	6.99	258	17
Río Tumilaca (Parte baja)	QL-TUM-01	8.18	6.83	340	21.9
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	8.22	6.52	1153	28.2
Río Vizcachas	QL-VIZ-01	4.12	6.25	538	14.7
	QLVIZ-05	8	7.36	160.3	13.3
Zona de Huachunta	QLBHUA-01	8.16	6.63	88.5	18.9
	QLBHUA-05	8.24	7.12	103.9	16.2
	QLHUA-04	7.55	7.82	137.4	16.6
	QLBHUA-03	9.3	8.28	144	12.8
Río Chincune	QLCHR-01	8.13	6.89	98.1	13.9
Río Chilota	QL-BCHI-06	8.42	7.81	157.4	15.7
	QLBCHI-07	7.59	7.29	87.1	16.6

Fuente: Pronaturaleza

- **pH**

Los resultados obtenidos muestran que 2 puntos de los 19 muestreados están fuera del rango establecido en el ECA (D.S N° 004-2017-MINAM; Categoría 3; Subcategoría D-1; Riego de vegetales; Riego no restringido), esto en el río Vizcachas (QL-VIZ-01) y en un bofedal de Huachunta (QLBHUA-03), ambos en la zona de Abastecimiento. Los valores obtenidos son similares a los reportados en el monitoreo anterior. En el MAP VI-ES 2018 se reportó que 7 puntos están fuera de rango establecido por el ECA, todos en la zona de Abastecimiento. Estos cambios podrían estar dados por la temporada de lluvias.

**Gráfico N° 1. Valores de pH por punto de muestreo MAP VII-EH 2019**

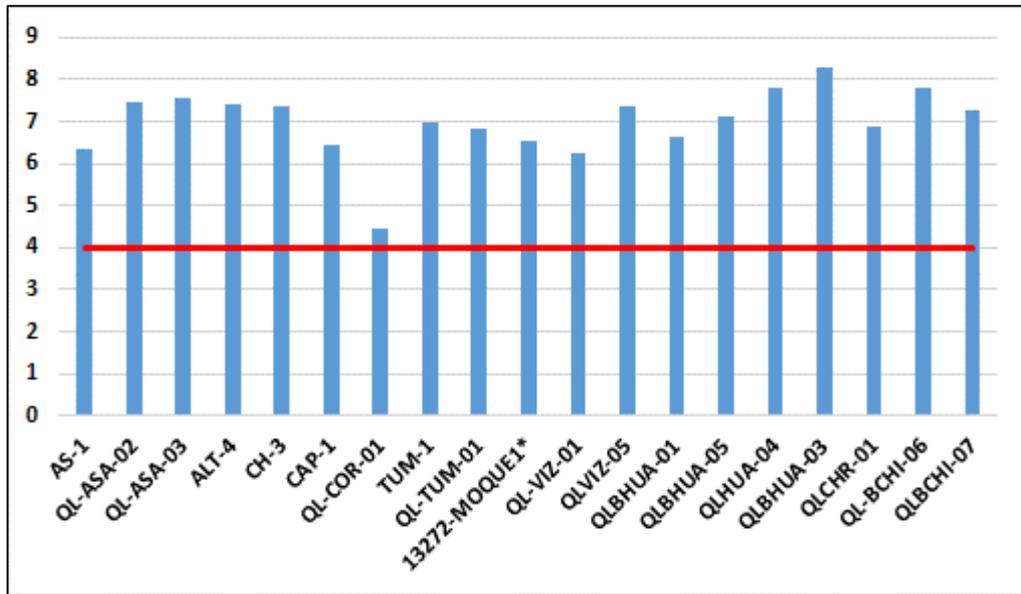


Fuente: Pronaturaleza

- **Oxígeno disuelto (OD)**

El oxígeno disuelto es importante para el desarrollo de la vida acuática. En las estaciones de monitoreo se observa que el nivel de oxígeno se mantiene por encima de ECA vigente para agua de riego. Solo en el punto QL-COR-01 de la quebrada Cortaderas presenta un valor cerca al límite, pero por encima de este. (Ver Gráfico N° 2)

**Gráfico N° 2. Valores de OD por punto de muestreo MAP VII-EH 2019**

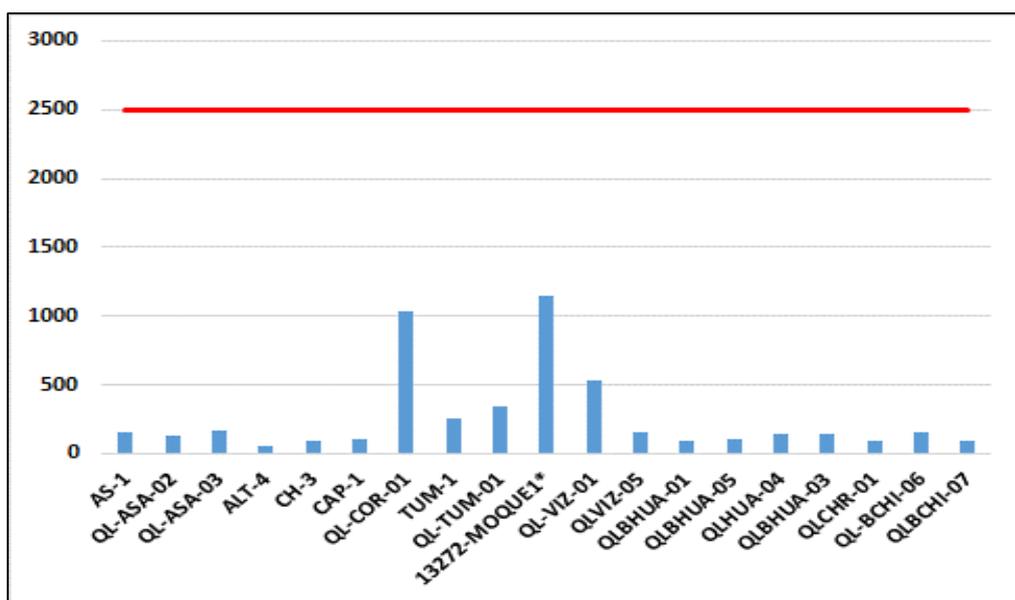


Fuente: Pronaturaleza

- Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica está relacionada al contenido de sales en el medio acuático, a lo largo del río la conductividad suele aumentar aguas abajo por el arrastre generado de sedimentos, o por la presencia de zonas mineralizas. En los resultados vemos que ningún punto excede el valor de 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  establecido en el ECA vigente. Los puntos de muestreo con mayor conductividad son QL-COR-01, 13272-MOQUE1 en Operaciones y QL-VIZ-01 en Abastecimiento.

**Gráfico N° 3. Valores de conductividad por punto de muestreo MAP VII-EH 2019**



Fuente: Pronaturaleza

## 4.2 Calidad del hábitat

### Análisis de calidad de hábitat por la metodología de SVAP (Stream Visual Assessment Protocol)

De los 10 puntos evaluados en la zona de Operaciones 6 presentan regular calidad de hábitat y 4 buena, el puntaje menor en algunos puntos respecto al monitoreo anterior (MAP VI-ES 2018) es debido al cambio sucedido por efecto de las lluvias sobre el cauce de los ríos y las riberas. Para la zona de abastecimiento vemos que la menor calidad de hábitat se da en QL-VIZ-01 (mala calidad de hábitat) este resultado está dado por el cauce rocoso, poco caudal, agua represada, etc. condiciones que dificultan el desarrollo de los componentes hidrobiológicos.

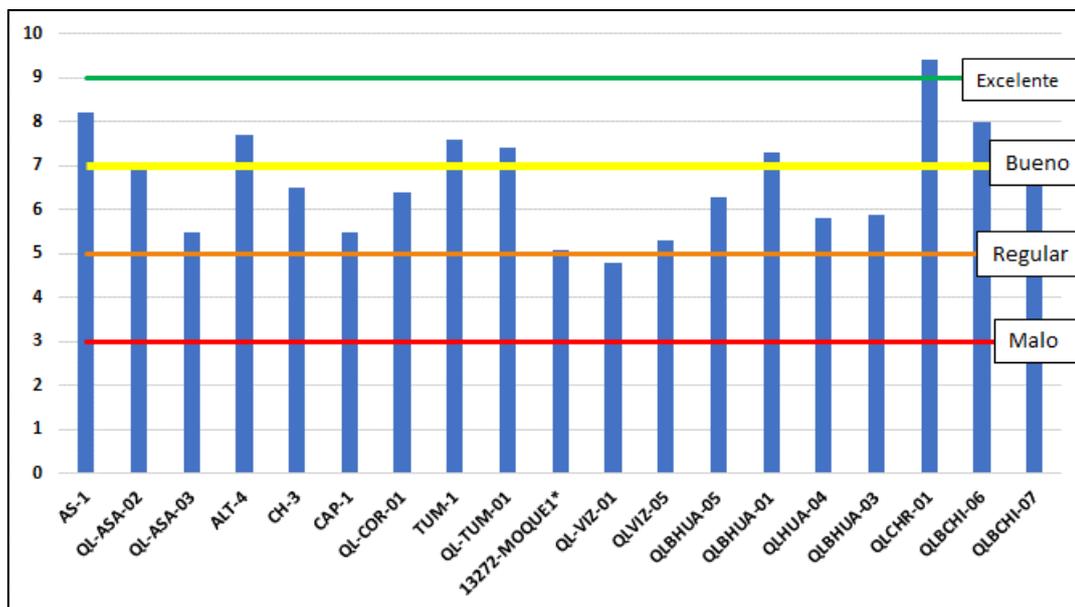
**Tabla N° 11. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP**

ZONA	ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPORADA SECA 2018	
		VALOR	CONDICIÓN DEL HÁBITAT
Río Asana	AS-1	8.2	BUENA
	QL-ASA-02	7	BUENA
	QL-ASA-03	5.5	REGULAR
Quebrada Altarani	ALT-4	7.7	BUENA
Río Charaque	CH-3	6.5	REGULAR
Río Capillune	CAP-1	5.5	REGULAR
Quebrada Cortadera	QL-COR-01	6.4	REGULAR
Río Tumilaca (Puente)	TUM-1	7.6	BUENA
Río Tumilaca (Parte baja)	QL-TUM-01	7.4	BUENA
Río Moquegua (Pte. Montalvo)	13272-MOQUE1*	5.1	REGULAR
Río Vizcachas	QL-VIZ-01	4.8	MALA
	QLVIZ-05	5.3	REGULAR
Zona de Huachunta	QLBHUA-05	6.3	REGULAR
	QLBHUA-01	7.3	BUENA
	QLHUA-04	5.8	REGULAR
	QLBHUA-03	5.9	REGULAR
Río Chincune	QLCHR-01	9.4	EXCELENTE
Río Chilota	QLBCHI-06	8	BUENA
	QLBCHI-07	7.6	BUENA

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

**Gráfico N° 4. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados por punto de muestreo MAP VII-EH 2019**



Fuente: Pronaturaleza

### 4.3 Riqueza específica

La identificación se realizó hasta el mayor nivel taxonómico posible.

#### 4.3.1 Fitoplancton

Observamos que la mayor riqueza taxonómica se presenta en el punto QLBHUA-01 de la zona de Abastecimiento. En general en esta zona se mantiene una similitud de riqueza entre los puntos muestreados siendo QL-VIZ-01 el punto de valores más bajos. Para la zona de operaciones el número de taxones registrados es en general menor que en Abastecimiento y se mantiene un margen de valores entre los puntos (20-25 especies). En la ZO el punto con mayor riqueza en fitoplancton es CAP-1 y el menor es QL-COR-01. Respecto a CAP-1 este resultado difiere de bentos dado el diferente tipo de hábitat que es menos favorable al bentos dado el sustrato arenoso/rocoso de la zona.

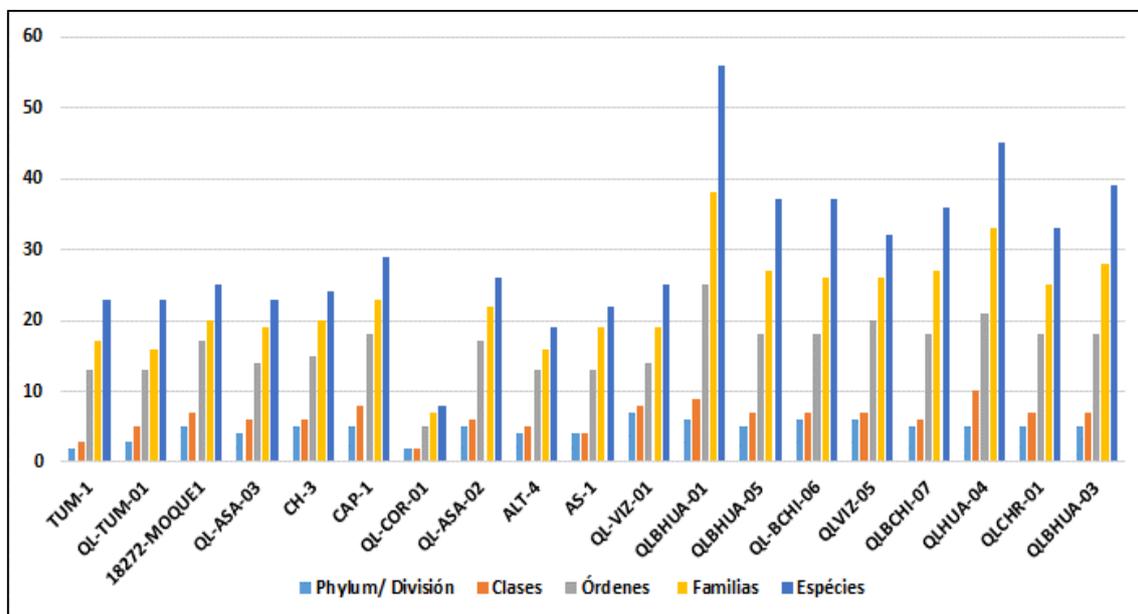
**Tabla N° 12. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Fitoplancton**

PUNTOS DE MONITOREO	PHYLUM/DIVISIÓN	CLASES	ÓRDENES	FAMILIAS	ESPÉCIES
TUM-1	2	3	13	17	23
QL-TUM-01	3	5	13	16	23
18272-MOQUE1	5	7	17	20	25
QL-ASA-03	4	6	14	19	23

CH-3	5	6	15	20	24
CAP-1	5	8	18	23	29
QL-COR-01	2	2	5	7	8
QL-ASA-02	5	6	17	22	26
ALT-4	4	5	13	16	19
AS-1	4	4	13	19	22
QL-VIZ-01	7	8	14	19	25
QLBHUA-01	6	9	25	38	56
QLBHUA-05	5	7	18	27	37
QL-BCHI-06	6	7	18	26	37
QLVIZ-05	6	7	20	26	32
QLBCHI-07	5	6	18	27	36
QLHUA-04	5	10	21	33	45
QLCHR-01	5	7	18	25	33
QLBHUA-03	5	7	18	28	39

Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 5. Riqueza taxonómica de Fitoplancton MAP-VII EH



Fuente: Pronaturaleza

### 4.3.2 Perifiton

Observamos que la mayor riqueza taxonómica se presenta en el punto QLBHUA-03 de la zona de Abastecimiento. En general en esta zona se mantiene

una similitud de riqueza entre los puntos muestreados siendo QL-VIZ-01 y el QLHUA-04 los puntos de valores más bajos.

Para la zona de operaciones el punto con mayor riqueza en Perifiton es QL-TUM-01 y el menor es QL-COR-01; estos resultados pueden estar influenciados por la reciente temporada de lluvias a los previos días de muestreo, lo cual puede haber tenido un efecto sobre la comunidad perifítica.

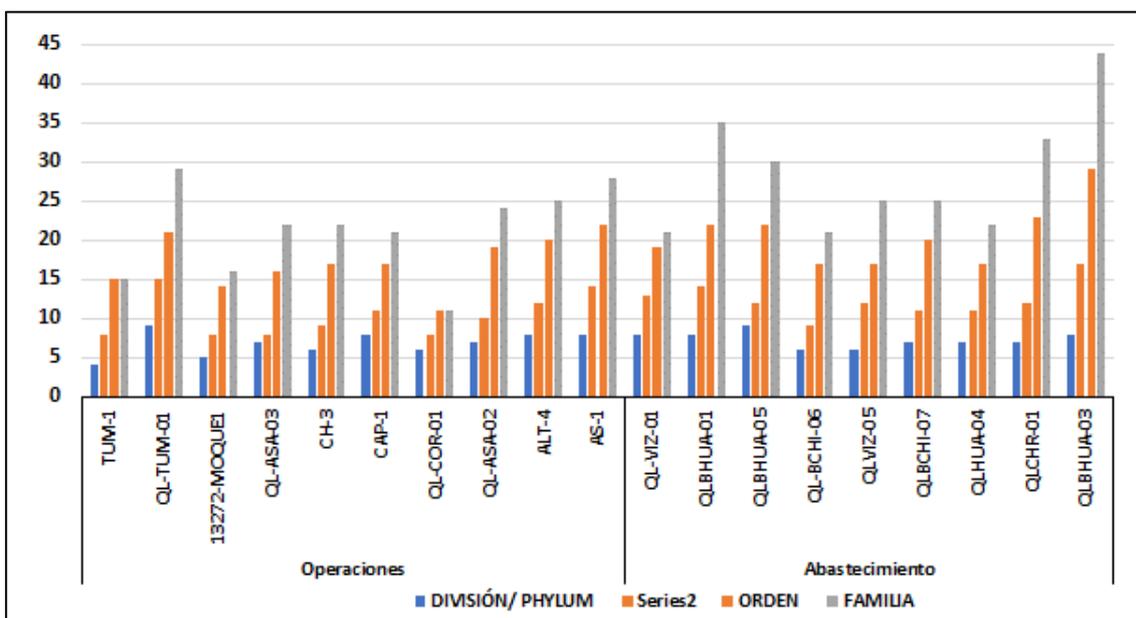
**Tabla N° 13. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Perifiton**

ZONA	PUNTOS DE MONITOREO	DIVISIÓN/ PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIES
OPERACIONES	TUM-1	4	8	15	15	22
	QL-TUM-01	9	15	21	29	34
	13272-MOQUE1	5	8	14	16	18
	QL-ASA-03	7	8	16	22	30
	CH-3	6	9	17	22	24
	CAP-1	8	11	17	21	22
	QL-COR-01	6	8	11	11	13
	QL-ASA-02	7	10	19	24	26
	ALT-4	8	12	20	25	28
	AS-1	8	14	22	28	33
ABASTECIMIENTO	QL-VIZ-01	8	13	19	21	26
	QLBHUA-01	8	14	22	35	55
	QLBHUA-05	9	12	22	30	39
	QL-BCHI-06	6	9	17	21	27
	QLVIZ-05	6	12	17	25	33
	QLBCHI-07	7	11	20	25	29
	QLHUA-04	7	11	17	22	26
	QLCHR-01	7	12	23	33	39
	QLBHUA-03	8	17	29	44	60

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

**Gráfico N° 6. Riqueza taxonómica de Perifiton MAP-VII EH**



Fuente: Pronaturaleza

### 4.3.3 Bentos (Macroinvertebrados)

Para la zona de Operaciones se observa que existe mayor riqueza taxonómica de Macroinvertebrados en los puntos ALT-4 y AS-1 correspondiente a los ríos Altarani y Asana respectivamente los cuales poseen una buena calidad de hábitat (pozas, rápidos, rabiones, tablas, ribera conservada, etc) para el desarrollo de Macroinvertebrados y favorece las cadenas tróficas. Menor riqueza de especies se encontró en los ríos de Capillune (CAP-1) y Cortaderas (QL-COR-01), el río Capillune y Cortaderas presentan una menor calidad de hábitat siendo su curso casi homogéneo y de poca relación con la ribera, presenta taxones propios como familias del orden Diptera.

En la zona de Abastecimiento los puntos con mayor riqueza son los ubicados en Huachunta, río Chilota (QL-BCHI-06) y Chincune (QL-CHR-01), en los puntos de muestreo no se observa alteraciones en las riberas y presenta buena calidad de hábitat.

El monitoreo durante y posterior a la época de lluvias presenta condiciones alteradas de los cuerpos de agua dado el aumento de caudal y arrastre de sedimentos, estos cambios acentúan más aguas abajo de las cuencas dado la suma de caudal de los aportantes. En este caso podemos esperar que la zona de abastecimiento presente menores cambios dada la altura a la que se ubican los puntos. Además, la presencia de bofedales funciona como un reservorio de agua y regula los caudales haciendo menor el impacto de la lluvia en estas zonas.

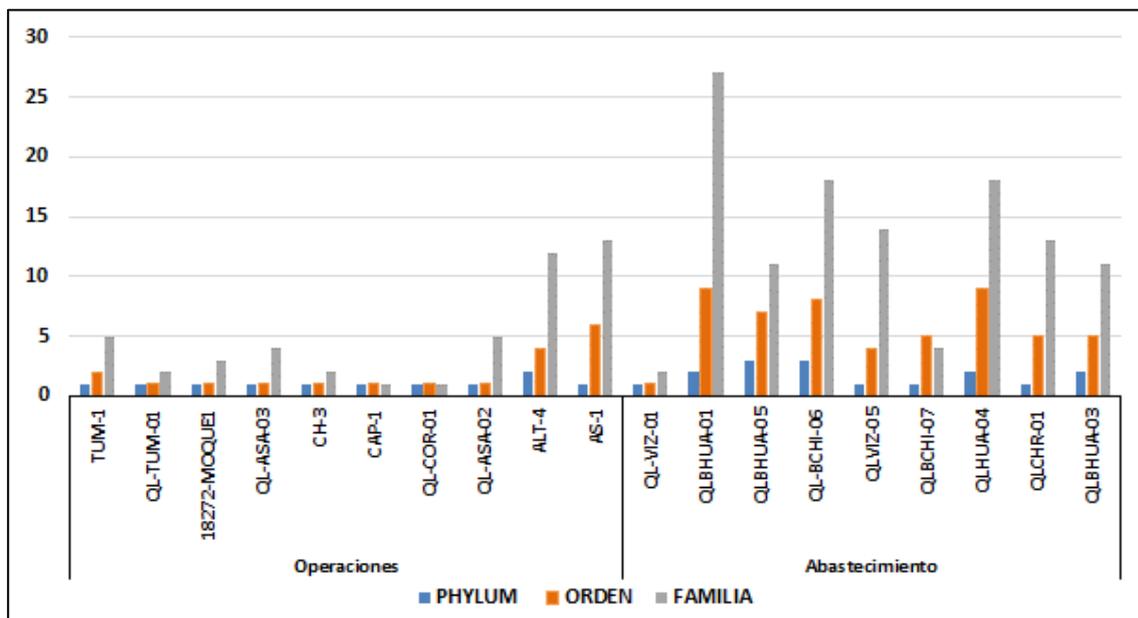
**Tabla N° 14. Número de taxones identificados por punto de muestreo - Bentos**

ZONA	PUNTO	PHYLUM	ORDEN	FAMILIA
OPERACIONES	TUM-1	1	2	5
	QL-TUM-01	1	1	2
	18272-MOQUE1	1	1	3
	QL-ASA-03	1	1	4
	CH-3	1	1	2
	CAP-1	1	1	1
	QL-COR-01	1	1	1
	QL-ASA-02	1	1	5
	ALT-4	2	4	12
	AS-1	1	6	13
ABASTECIMIENTO	QL-VIZ-01	1	1	2
	QLBHUA-01	2	9	27
	QLBHUA-05	3	7	11
	QL-BCHI-06	3	8	18
	QLVIZ-05	1	4	14
	QLBCHI-07	1	5	4
	QLHUA-04	2	9	18
	QLCHR-01	1	5	13
	QLBHUA-03	2	5	11

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

**Gráfico N° 7. Riqueza taxonómica de Bentos MAP-VII EH**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4 Índice de Shannon- Wiener y Pielou

Se obtuvieron resultados por punto de monitoreo, así como por cada uno de los componentes muestreados.

##### 4.4.1 Fitoplancton

En la siguiente tabla se observa los Valores obtenidos para los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en las 19 estaciones de monitoreo.

**Tabla N° 15. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton**

Zona	Punto	H'	J'
Operaciones	TUM-1	0.85	0.33
	QL-TUM-01	0.87	0.35
	18272-MOQUE1	0.29	0.12
	QL-ASA-03	1.06	0.40
	CH-3	1.51	0.63
	CAP-1	0.98	0.45
	QL-COR-01	0.78	0.48
	QL-ASA-02	1.96	0.73
	ALT-4	1.28	0.48
	AS-1	1.53	0.64

<b>Abastecimiento</b>	<b>QL-VIZ-01</b>	0.40	0.21
	<b>QLBHUA-01</b>	2.10	0.73
	<b>QLBHUA-05</b>	1.42	0.47
	<b>QL-BCHI-06</b>	1.95	0.85
	<b>QLVIZ-05</b>	1.44	0.80
	<b>QLBCHI-07</b>	1.20	0.40
	<b>QLHUA-04</b>	1.35	0.61
	<b>QLCHR-01</b>	1.87	0.71
	<b>QLBHUA-03</b>	1.70	0.82

*H'* = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

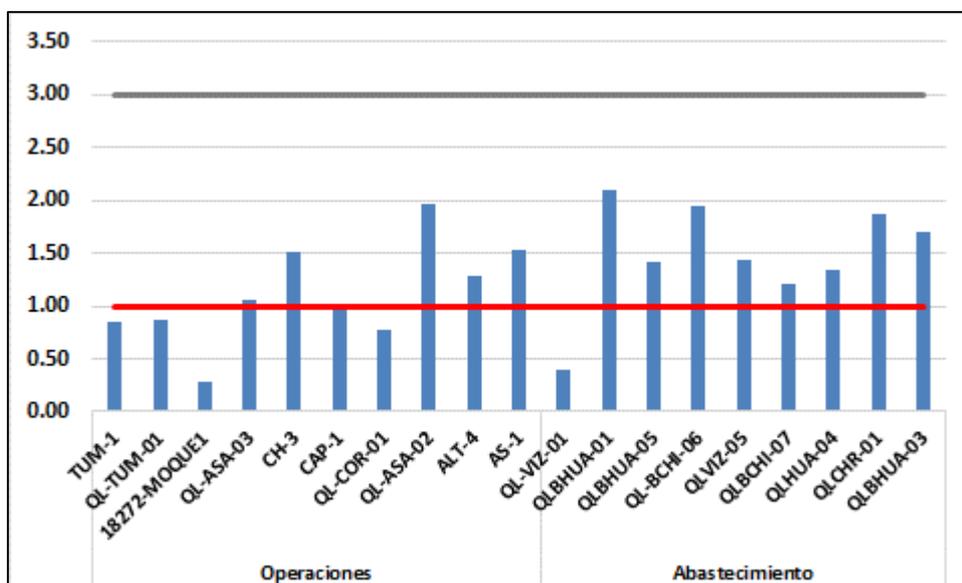
*J'* = Índice de Equidad de Pielou

Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Shannon – Wiener**

En la zona de Operaciones las estaciones de los ríos Altarani, Asana y Charaque presentan diversidad media, los otros cinco puntos tienen diversidad baja. En contraste con el monitoreo anterior (MAP VI-ES 2018) donde un punto tuvo diversidad alta y nueve puntos diversidad media se observa que se obtuvo valores menores en el actual monitoreo, esto debido posiblemente al efecto de la temporada de lluvias que observamos en la evaluación de calidad del hábitat. Para la zona de abastecimiento una estación (QL-VIZ-01) tiene diversidad baja, el resto de puntos diversidad media. En comparación con el MAP VI-ES 2018 los resultados se mantienen excepto en QL-VIZ-01, QLBHUA-01 y QLBCHI-07 de los ríos Vizcachas, Huachunta y Chilota respectivamente que en el monitoreo anterior tenían diversidad alta.

**Gráfico N° 8. Índice de Shannon- Wiener para Fitoplancton MAP-VII EH**

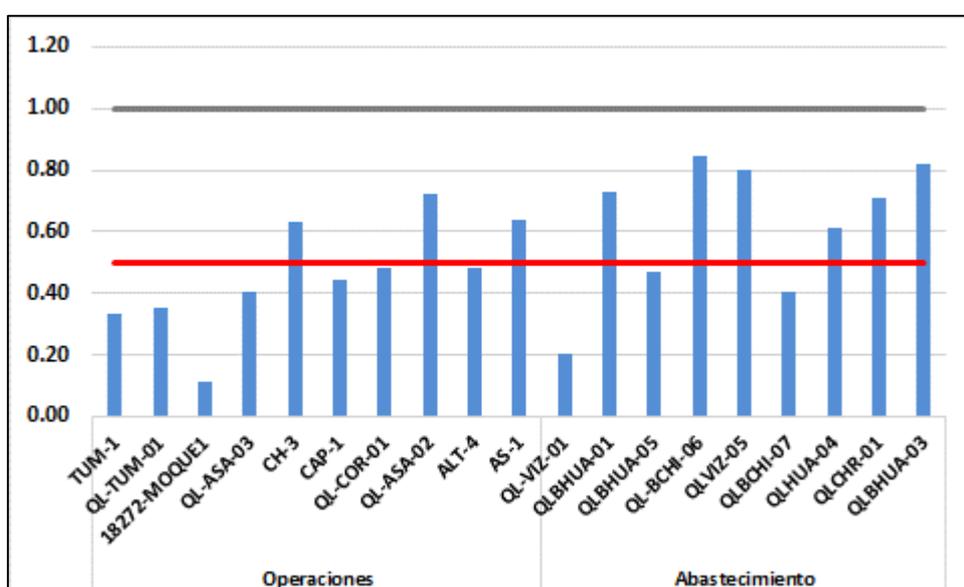


Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Pielou**

Un valor de equidad cercano a uno muestra uniformidad en el número de individuos por especie, esto es indicador del buen estado ecológico de los puntos muestreados, donde un río afectado presenta altas poblaciones de pocas especies. Los resultados muestran alta uniformidad en los puntos de los ríos Charaque, Asana en operaciones y Vizcachas, Huachunta, Chilota, Chincune en Abastecimiento. El resto de puntos muestreados muestran baja equidad entre sus especies.

**Gráfico N° 9. Índice de Pielou para Fitoplancton MAP-VII EH**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4.2 Perifiton

En la siguiente tabla se observa los Valores obtenidos para los índices de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en las 19 estaciones de monitoreo.

**Tabla N° 16. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad en Fitoplancton**

Zona	Punto	H'	J'
Operaciones	TUM-1	0.86	0.37
	QL-TUM-01	0.99	0.33
	18272-MOQUE1	1.47	0.53
	QL-ASA-03	1.54	0.48
	CH-3	0.94	0.37

	<b>CAP-1</b>	1.51	0.55
	<b>QL-COR-01</b>	0.56	0.31
	<b>QL-ASA-02</b>	0.74	0.23
	<b>ALT-4</b>	1.17	0.39
	<b>AS-1</b>	1.59	0.49
<b>Abastecimiento</b>	<b>QL-VIZ-01</b>	1.41	0.64
	<b>QLBHUA-01</b>	2.38	0.62
	<b>QLBHUA-05</b>	0.55	0.16
	<b>QL-BCHI-06</b>	1.42	0.55
	<b>QLVIZ-05</b>	1.13	0.35
	<b>QLBCHI-07</b>	1.42	0.46
	<b>QLHUA-04</b>	1.85	0.77
	<b>QLCHR-01</b>	1.93	0.55
	<b>QLBHUA-03</b>	1.93	0.49

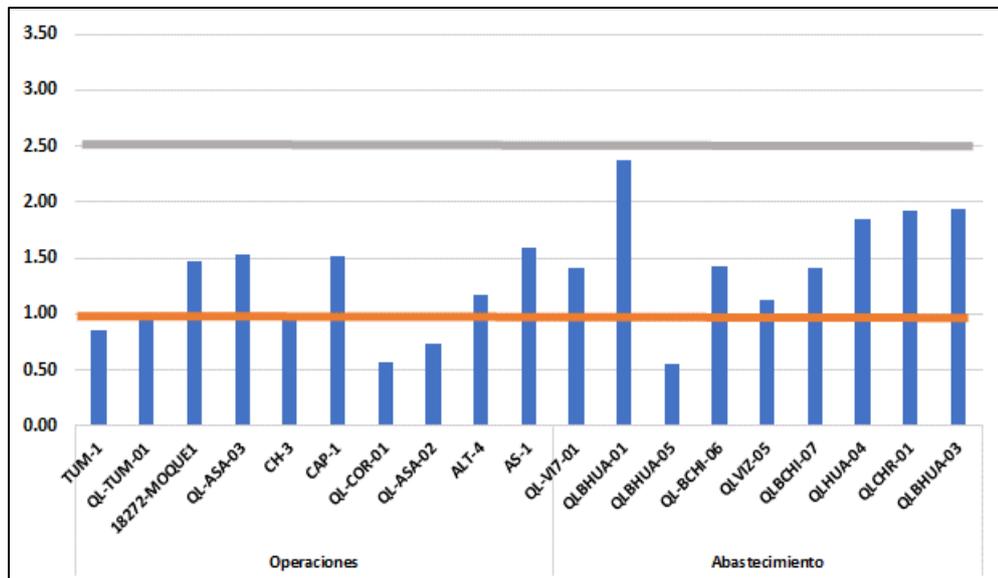
$H'$  = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

$J'$  = Índice de Equidad de Pielou

Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Shannon – Wiener**

**Gráfico N° 10. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH**



Fuente: Pronaturaleza

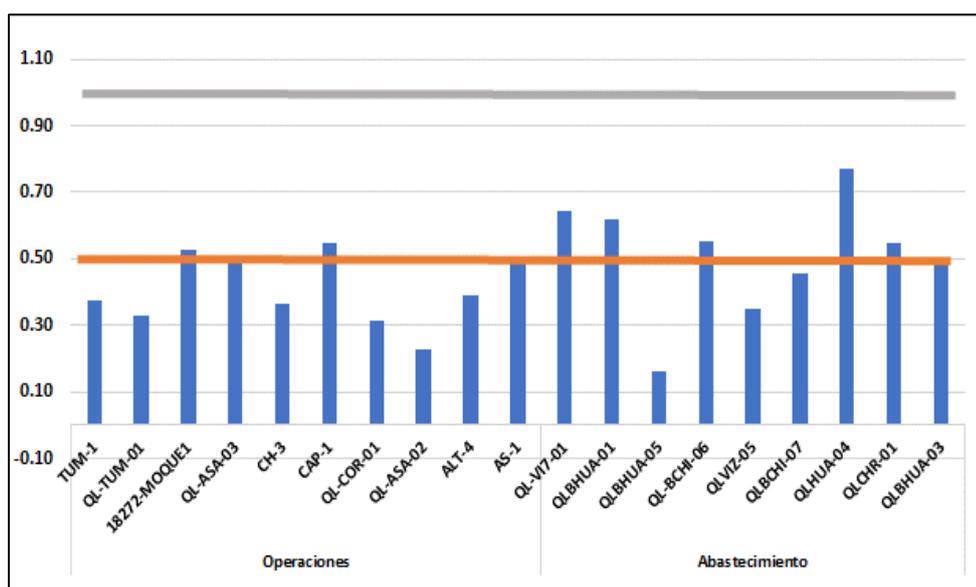
Los ríos Moquegua, Asana, Altarani y Capillune muestran los mejores valores en diversidad para la zona de Operaciones, el resto de punto como en Cortaderas se observa baja diversidad. De forma similar en la zona de Abastecimiento se

reporta los mejores valores en los puntos de Huachunta y Chincune, el punto de valor mas bajo se repora en el punto QLBHUA-05 del río Vizcachas.

- **Índice de Pielou**

Los resultados muestran una equidad media/baja para la zona de operaciones, estos resultados son indicadores de baja uniformidad entre sus especies, es decir, que son algunas las que presentan mayor población. Para Abastecimiento se observa uniformidad media/alta excepto en el punto QLBHUA-05 donde tiene valor bajo.

**Gráfico N° 11. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4.3 Bentos (Macroinvertebrados)

**Tabla N° 17. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos**

ZONA	PUNTO	H'	J'
	TUM-1	1.38	0.86
	QL-TUM-01	0.64	0.92
	18272-MOQUE1	0.85	0.78
	QL-ASA-03	1.33	0.96
	CH-3	1.52	0.78
	CAP-1	0.94	0.53
	QL-COR-01	-	-
	QL-ASA-02	2.26	0.86

	<b>ALT-4</b>	2.10	0.84
	<b>AS-1</b>	1.43	0.56
<b>ABASTECIMIENTO</b>	<b>QL-VIZ-01</b>	0.69	1.00
	<b>QLBHUA-01</b>	2.45	0.74
	<b>QLBHUA-05</b>	1.37	0.51
	<b>QL-BCHI-06</b>	2.28	0.74
	<b>QLVIZ-05</b>	1.55	0.54
	<b>QLBCHI-07</b>	2.14	0.79
	<b>QLHUA-04</b>	1.67	0.54
	<b>QLCHR-01</b>	1.69	0.60
	<b>QLBHUA-03</b>	1.75	0.65

*H'* = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

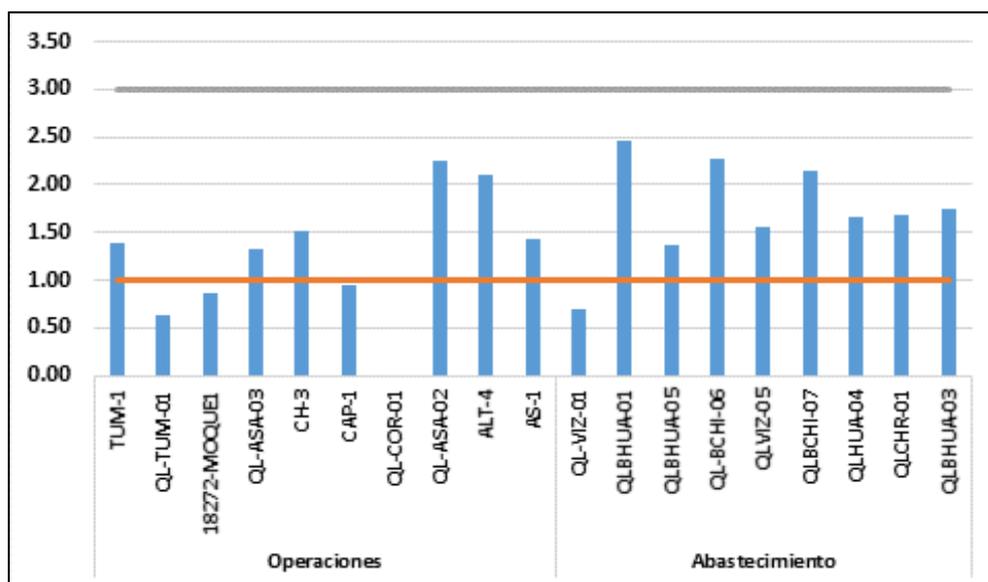
*J'* = Índice de Equidad de Pielou

Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Shannon – Wiener**

Como se observa de los diez puntos evaluados en la ZO, seis de ellos presentan una diversidad media, de la misma forma en la ZA ocho de los nueve puntos tienen esta valoración. Los puntos de mayor diversidad corresponden a los ríos y cuerpos de agua que dado su hábitat presentan menos alteraciones antrópicas y naturales y además ofrecen las condiciones para el desarrollo de Macroinvertebrados.

**Gráfico N° 12. Índice de Shannon- Wiener para Perifiton MAP-VII EH**

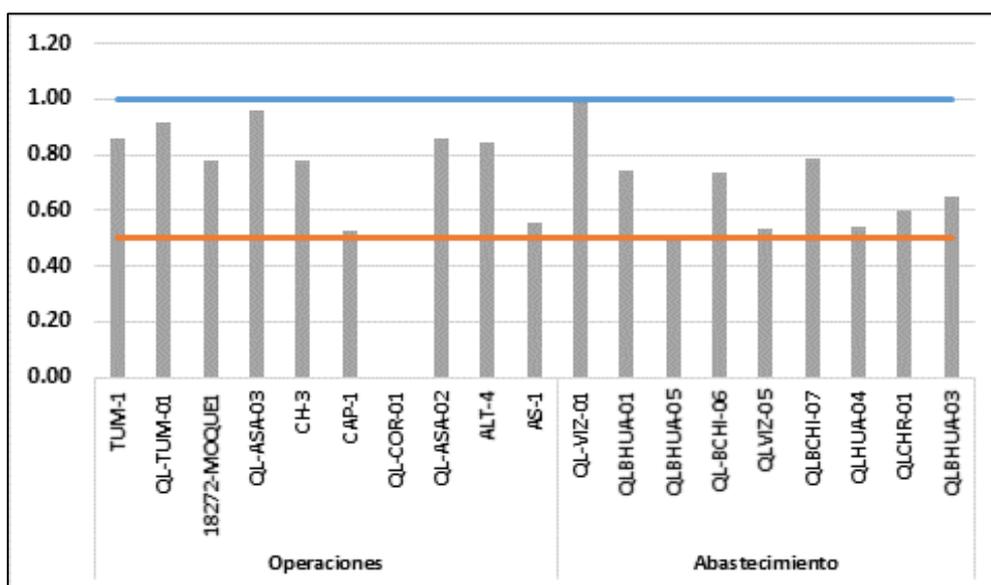


Fuente: Pronaturaleza

- **Índice de Pielou**

Presentan mayor equidad, uniformidad en el número de familias los puntos muestreados del río Tumilaca, Moquegua, Asana y Altarani en la ZO. Para la ZA se observan puntos de los ríos Vizcachas, Huachunta y Chilota con valor alto en equidad. Se infiere que, aunque algunos puntos su diversidad (I. Shannon) es media o baja estos presentan alta equidad (I. Pielou) ya que existe similitud en el número de individuos por taxón sin existir uno que tenga una población muy por encima del resto.

**Gráfico N° 13. Índice de Pielou para Perifiton MAP-VII EH**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.5 Índice Biótico Andino (ABI)

La evaluación de la calidad del agua es un concepto ampliamente utilizado y tradicionalmente basado en análisis fisicoquímicos.

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 calculó el índice ABI, cuyo resumen de los resultados obtenidos se presenta en la Tabla N° 18.

**Tabla N° 18. Resultados del Índice Biótico Andino para los puntos de muestreo**

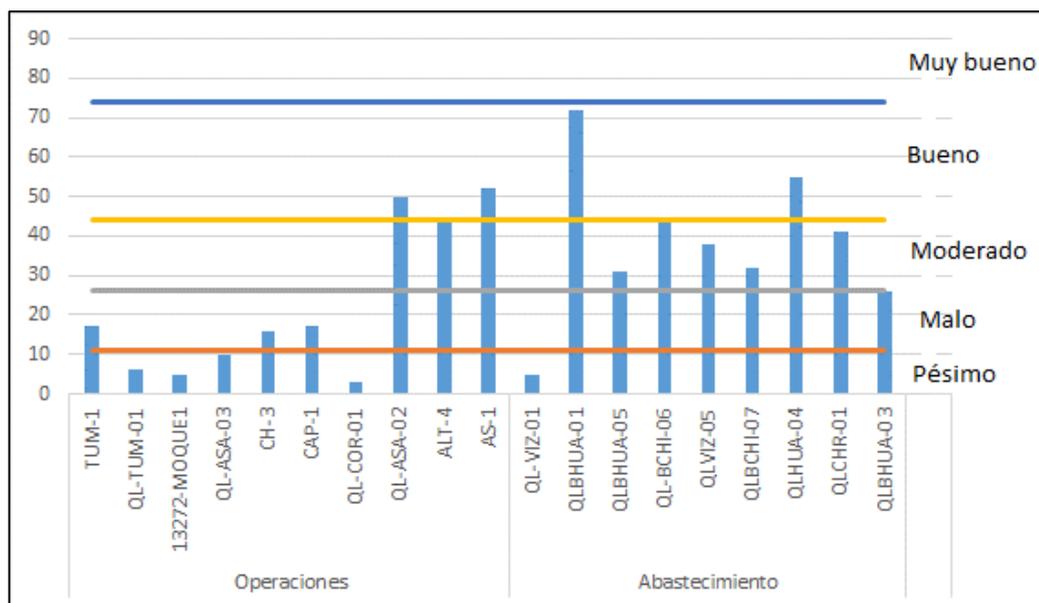
ZONA	ESTACIÓN DE MONITOREO	TEMPORADA HÚMEDA 2018	
		VALOR	CONDICIÓN DEL HÁBITAT
Operaciones	TUM-1	17	MALO
	QL-TUM-01	6	PÉSIMO
	13272-MOQUE1	5	PÉSIMO
	QL-ASA-03	10	PÉSIMO
	CH-3	16	MALO
	CAP-1	17	MALO
	QL-COR-01	3	PÉSIMO
	QL-ASA-02	50	BUENO
	ALT-4	44	MODERADO
	AS-1	52	BUENO
Abastecimiento	QL-VIZ-01	5	PÉSIMO
	QLBHUA-01	72	BUENO
	QLBHUA-05	31	MODERADO
	QL-BCHI-06	44	MODERADO
	QLVIZ-05	38	MODERADO
	QLBCHI-07	32	MODERADO
	QLHUA-04	55	BUENO
	QLCHR-01	41	MODERADO
	QLBHUA-03	26	MALO

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

El índice ABI usa la sensibilidad a las alteraciones del medio de los diferentes grupos de Macroinvertebrados para determinar el estado de calidad hídrica y ecológica de los ríos.

**Gráfico N° 14. Índice ABI para los puntos muestreados MAP VII-EH 2019**



Fuente: Pronaturaleza

Según el índice ABI el río Asana es el que mejor estado ecológico presenta en la zona de Operaciones, a su vez el río Altarani tiene una calificación de calidad moderado. El resto de punto califican como calidad media y pésimo, estos resultados están en relación a las familias halladas en los puntos de muestreo, es decir que una alteración sobre las comunidades de macroinvertebrados tiene relación directa con el índice ABI, se presume como causa principal la temporada de lluvias previa a los días de muestreo. En la zona de abastecimiento el punto QLBHUA-01 y QLHUA-04 de Huachunta están en la categoría de Bueno, Los demás puntos a excepción de QL-VIZ-01 están con calificación moderada. Resaltar que los efectos de las lluvias son mayores en aguas abajo de los ríos.

#### 4.6 Captura por unidad de esfuerzo (peces)

En la zona de Operaciones los puntos AS-1 y ALT-4 reúnen las condiciones para el desarrollo de poblaciones de trucha, no sucede así en los otros puntos de muestreo en donde las condiciones de caudal, sitios de refugio, interacción con las riberas, oxígeno disuelto, temperatura, etc dificultan el desarrollo de esta especie. Adicionalmente la temporada de lluvias previa a los días de muestreo, el fuerte aumento de caudal y arrastre de sedimentos pudo haber tenido un efecto sobre las poblaciones de peces y organismos menores (macroinvertebrados, perifiton) que son la base para su desarrollo.

Tabla N° 19. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo

Puntos de muestreo		Muestreo		
		Capturados	Observados	Peces/ Descarga
Operaciones	TUM-1	-	-	-
	QL-TUM-01	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	18272-MOQUE1	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QL-ASA-03	La poblacion de truchas fue trasladada aguas arriba		
	CH-3	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	CAP-1	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QL-COR-01	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QL-ASA-02	La poblacion de truchas fue trasladada aguas arriba		
	ALT-4	1	9	0.1
	AS-1	7	8	1
Abastecimiento	QL-VIZ-01	No existe óptimas condiciones para el desarrollo de truchas		
	QLBHUA-01	Se observó alevines		
	QLBHUA-05	-		
	QL-BCHI-06	Se observó presencia de truchas		
	QLVIZ-05	-		
	QLBCHI-07	Se observó presencia de truchas		
	QLHUA-04	Se observó presencia de truchas		
	QLCHR-01	Se observó presencia de truchas		
	QLBHUA-03	-		

Fuente: Pronaturaleza

## V. CONCLUSIONES

### 5.1 Parámetros de campo

Todos los parámetros medidos muestran valores aceptables para los puntos muestreados según el ECA vigente, excepto en pH para QL-VIZ-01 y QLBHUA-03, puntos con resultados históricos similares.

### 5.2 Riqueza específica

#### Fitoplancton

Se determinó un total de 89 especies distribuidas en un total de 49 familias, 29 órdenes, 12 clases y 6 divisiones. El punto de menor riqueza es QL-COR-01 y el de mayor resultado es QLBHUA-01. El área de Abastecimiento presenta mayor riqueza taxonómica que en Operaciones.

#### Perifiton

Se encontró un total de 107 especies agrupadas en 69 familias, 40 órdenes, 22 clases y 10 divisiones/ phylum. En operaciones el punto QL-TUM-01 tiene el mayor número de taxones, QL-COR-01 el menor. La zona de abastecimiento presenta mayor riqueza que abastecimiento en la mayoría de sus puntos.

#### Bentos

La reciente temporada de lluvia afectó las comunidades de macroinvertebrados. Los puntos AS-1 y ALT-04 presentaron mayor riqueza que el resto en la zona de Operaciones. La zona de Abastecimiento presenta menos alteraciones por la temporada de lluvia, presenta un número superior en taxones respecto a operaciones, exceptuando el punto QL-VIZ-01.

### 5.3 Índice de Shannon y Pielou

La evaluación de calidad de hábitat tuvo un resultado menor respecto al monitoreo anterior dado por el efecto de las lluvias como causa principal, esto tuvo un efecto sobre los índices reportados en el presente monitoreo.

- **Fitoplancton**

Los puntos de muestreo de los ríos Asana, Altarani y Charaque de operaciones y Chilota, Chincune, Huachunta, Vizcachas de Abastecimiento presentan diversidad media, los otros puntos de Operaciones junto con QL-VIZ-01 de Abastecimiento diversidad baja.

Los puntos con mayor uniformidad en población de sus especies muestreados de los ríos Asana y Charaque en la zona de Operaciones y Vizcachas, Huachunta,

Chilota, Chincune en Abastecimiento presentan la mayor uniformidad entre sus especies.

- **Perifiton**

La zona de abastecimiento tiene mejores resultados en diversidad y equidad que la zona de operaciones donde los ríos Asana, Altarani, Moquegua y Capillune tienen los mejores resultados, lo que muestra mejores condiciones de hábitat en estos ríos y el menor efecto de las lluvias en Abastecimiento.

- **Bentos**

Los puntos de Abastecimiento excepto QL-VIZ-01 del río vizcachas presentan un valor medio en diversidad, así también en operaciones los ríos Tumilaca, Charaque, Asana y Altarani. La diversidad es mayor en Abastecimiento, no así los resultados de equidad que son altos en los puntos de Operaciones. Esto muestra la alta uniformidad entre las poblaciones de las especies presentes, indicador de buena calidad de hábitat.

#### **5.4 Índice Biótico Andino (ABI)**

En la zona de Operaciones dos puntos en el río Asana tienen buen estado ecológico, así también Huachunta en Abastecimiento. El río Altarani, Chilota, Chincune, Vizcachas (excepto QL-VIZ-01) y la zona de Huachunta tienen un impacto ambiental “moderado”.

#### **5.5 Captura por unidad de esfuerzo (peces)**

Se observa una menor relación peces/descarga respecto al monitoreo anterior MAP VI-ES 2019 para los ríos Altarani y Asana.

## VI. 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-waters 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 ritral del río Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

MOREIRA, J.A. 1988. Productividade primaria do periphyton em viveiros destinados a piscicultura. Dissertação do Mestrado, Univ. Federal de Bahia, Bahía, 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 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.

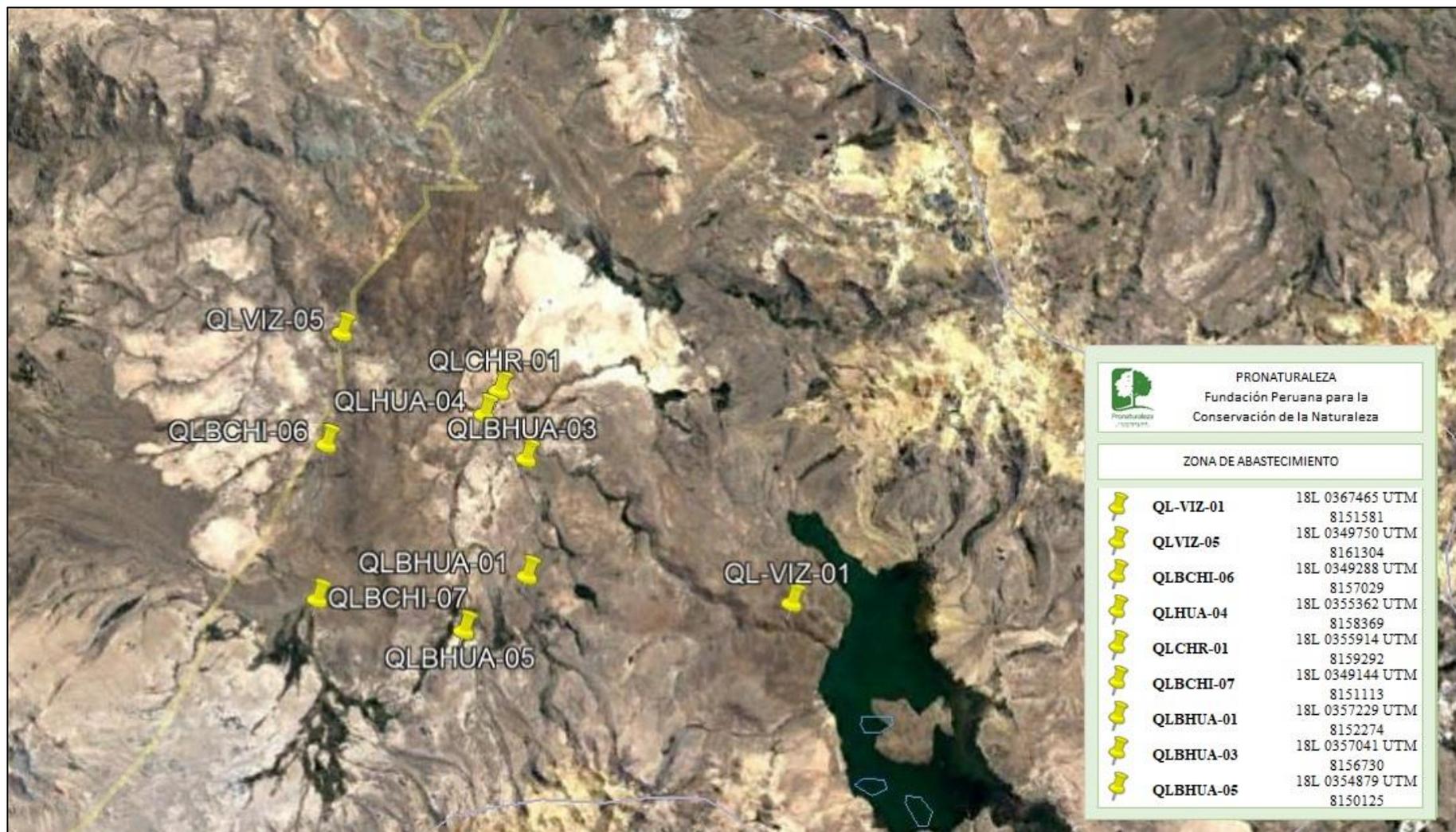
ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad del Antioquia, Medellín. 170p.

Roldán, G. & J. Ramírez (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Universidad de Antioquia.

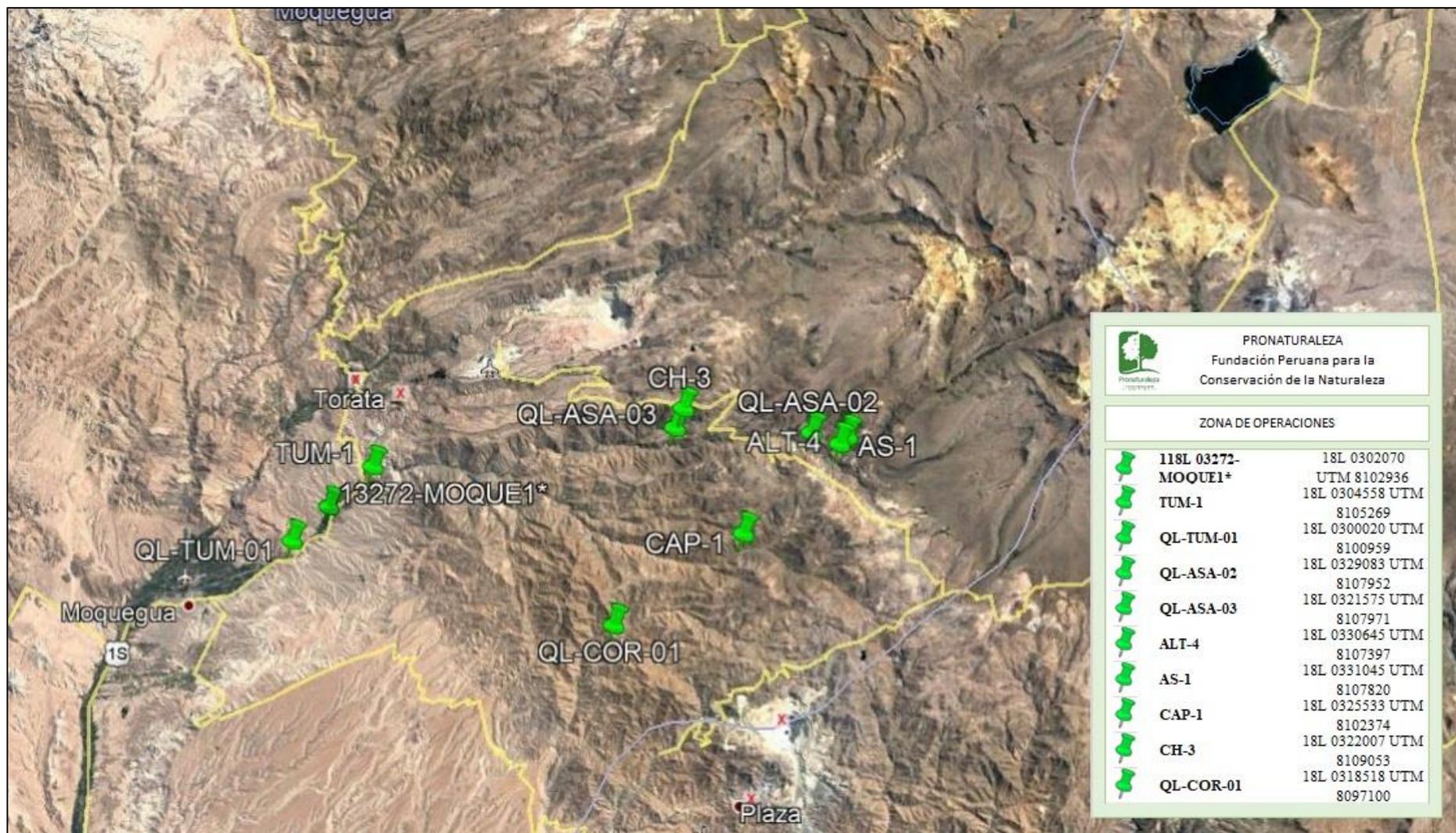
WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.

# ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Pronaturaleza



Fuente: Pronaturaleza









RIQUEZA DE PERIFITON

DIVISION/ PHYLUM*	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TUM-1	QL-TUM-01	13272-MOQUE1	QL-ASA-03	CH-3	CAP-1	QL-COR-01	QL-ASA-02	ALT-4	AS-1	QL-VIZ-01	QLBHUA-01	QLBHUA-05	QL-BCHI-06	QLVIZ-05	QLBCHI-07	QLHUA-04	QLCHR-01	QLBHUA-03			
CHAROPHYTA	Conjugatophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.						X		X	X	X	X	X					X					
			Desmidiaceae	<i>Actinotaenium</i> sp.	X			X									X		X	X					X	
				<i>Cosmarium regnesii</i>					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
				<i>Cosmarium</i> sp.		X		X										X						X		X
					<i>Staurastrum</i> sp.												X									
		Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i> sp.														X								
				<i>Spirogyra</i> sp.														X								
				<i>Zygnema</i> sp.																X	X			X	X	X
		CHLOROPHYTA	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i> sp.	X	X	X	X		X										X		X	X	
Chlamydomonadales	Volvocaceae			<i>Pandorina</i> sp.									X	X	X											
Oedogoniales	Oedogoniaceae			<i>Oedogonium</i> sp.	X																			X		
Sphaeropleales	Hydrodictyceae			<i>Pseudopediastrum boryanum</i>														X							X	X
				<i>Pseudopediastrum integrum</i>														X								
				<i>Pseudopediastrum</i> sp.	X																					X
				<i>Tetraëdron minimum</i>																						X
	Radiococcaceae			<i>Sp.</i>					X										X							
Scenedesmaceae	<i>Acutodesmus</i> sp.					X													X	X						
	<i>Coelastrum</i> sp.															X		X		X	X		X			





		Rhoicospheniaceae	<i>Rhoicosphenia</i> sp.		X		X							X							
	Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i> sp.				X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Hannaea</i> sp.	X	X		X							X					X	X	
	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i> sp.		X			X	X			X	X			X	X	X	X	X	
		Diadesmidaceae	<i>Luticola</i> sp.																	X	X
		Diploneidaceae	<i>Diploneis</i> sp.					X			X	X			X		X	X	X	X	X
		Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i> sp.						X						X		X	X		X	
			<i>Navicula</i> sp.	X	X	X	X														X
		Neidiaceae	<i>Neidium</i> sp.																		
		Pinnulariaceae	<i>Pinnularia borealis</i>												X		X	X	X	X	X
			<i>Pinnularia</i> sp.		X		X						X								
		Sellaphoraceae	<i>Sellaphora</i> sp.		X	X									X						X
		Stauroneidaceae	<i>Craticula</i> sp.		X	X		X	X		X		X	X		X	X	X		X	X
	<i>Stauroneis</i> sp.						X						X								
	Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i> sp.					X	X		X	X	X	X			X			X	
		<i>Rhopalodia</i> sp.																X			
	Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella angusta</i>	X	X		X									X				X	
			<i>Surirella</i> sp.	X			X							X							X
	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i> sp.					X	X		X	X	X		X		X			X	
			<i>Meridion circulare</i>				X					X		X	X	X	X	X	X	X	X
	Thalassiosiphysales	Catenulaceae	<i>Amphora</i> sp.		X															X	
Coscinodiscophyceae	Aulacoseirales	Aulacoseiraceae	<i>Aulacoseira</i> sp.					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.	X	X	X														X	
Diatomeas pennadas < 20 µm				X	X											X					









**Anexo 3. Informe de ensayo**

**Anexo 4. Certificado de acreditación del laboratorio**

**Anexo 5. Certificados de calibración del equipo Multiparámetro WTW 3630**



Página 1 de 4

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° PL-AG59-02**

**1.- CLIENTE:** E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

**2.- DATOS DEL EQUIPO:**

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (pH)      CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12  
 MARCA: WTW      RANGO DE MEDICIÓN: 0.00 a 14.00 (pH)  
 MODELO: MULTI 3500i      RESOLUCIÓN: De 0,001pH - 0.1 pH  
 SERIE: 8380660      CONDICIÓN: USADO  
 SERIE DE LA SONDA: A161319134

**3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN:** PAZ LABORATORIOS S.R.L.

**4.- FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2019-02-25

**5.- CONDICIONES AMBIENTALES:**

INICIAL: TEMPERATURA: 23,2 °C HUMEDAD RELATIVA: 48% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,2 mb  
 FINAL: TEMPERATURA: 23,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,2 mb

**6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:**

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.  
 Comparación directa y ajuste con patrones.  
 Reporte de valores.

**7.- PATRONES UTILIZADOS:**

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019
SOLUCION BUFFER pH 4.01	WTW / STP4	1	10-2021
SOLUCION BUFFER pH 10.01	WTW / STP10	1	10-2021
SOLUCION BUFFER pH 7.01	WTW / STP7	1	10-2021

**8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:**

VALOR CERTIFICADO A 25°C (pH)	TEMPERATURA MEDICIÓN (°C)	VALOR REFERENCIAL A 20°C (pH)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (pH)	CORRECCIÓN (pH)	INCERTIDUMBRE (pH)
4,01	22	4,00	4,01	-0,01	0,05
7,01	22	7,03	7,04	-0,01	0,05
10,01	22	10,04	10,05	-0,01	0,05

**9.- OBSERVACIONES:**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.  
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.  
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.  
 El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.  
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019

*Erwin Edgardo Paz Gonzales*  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

*Lys Mamani Chávez*  
 TÉCNICO RESPONSABLE  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000071



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° PL-AG060-02**

**1.- CLIENTE:** E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

**2.- DATOS DEL EQUIPO:**

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (CE)      CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12  
 MARCA: WTW      RANGO MEDICIÓN: 0,01µS/cm a 200 mS/cm  
 MODELO: MULTI 3500 I      RESOLUCIÓN: 0,01 µS/cm  
 SERIE: 8380660      CONDICIÓN: NUEVO  
 SERIE DE LA SONDA: 17380015

**3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN:** PAZ LABORATORIOS S.R.L.

**4.- FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2019-02-25

**5.- CONDICIONES AMBIENTALES:**

INICIAL: TEMPERATURA: 23,0°C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb  
 FINAL: TEMPERATURA: 23,1 °C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

**6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:**

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.  
 Comparación y ajuste con patrones.  
 Reporte de valores.

**7.- PATRONES UTILIZADOS:**

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019
SOL. EST. CE 1413 µS/cm	WTW / E-SET-TRACE	1	11-2021

**8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:**

VALOR CERTIFICADO A 25°C (µS/cm)	TEMPERATURA DE MEDICIÓN °C	VALOR REFERENCIAL A 20°C (µS/cm)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (µS/cm)	CORRECCIÓN (µS/cm)	INCERTIDUMBRE (µS/cm)
1413	22	1401	1402	+1,0	±4,0
1413	22	1401	1403	+2,0	±4,0
1413	22	1402	1404	+2,0	±4,0

**9.- OBSERVACIONES:**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.  
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.  
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.  
 El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.  
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019

*[Firma]*  
**Erwin Edgardo Paz Gonzales**  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

*[Firma]*  
**Luis Mamani Chávez**  
 TÉCNICO RESPONSABLE  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.



FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000072



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° PL-AG061-02**

**1.- CLIENTE:** E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

**2.- DATOS DEL EQUIPO:**

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (OD)	CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12
MARCA: WTW	RANGO MEDICIÓN: 0,01 mg/L a 20 mg/L
MODELO: MULTI 3500 IDS	RESOLUCIÓN: 0,01 mg/L
SERIE: 8380660	CONDICIÓN: NUEVO
SERIE DE LA SONDA: 237A028	

**3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN:** PAZ LABORATORIOS S.R.L.

**4.- FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2019-02-25

**5.- CONDICIONES AMBIENTALES:**

INICIAL: TEMPERATURA: 22,0°C	HUMEDAD RELATIVA: 49%	PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,3 mb
FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C	HUMEDAD RELATIVA: 49%	PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb

**6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:**

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.  
Comparación y ajuste con patrones.  
Reporte de valores.

**7.- PATRONES UTILIZADOS:**

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019
SOLUCION OXÍGENO ZERO - I	HANNA/HI7040-1	0333 12G	06-2021
SOLUCION OXÍGENO ZERO - II	HANNA/HI7040-2	0431	06-2021

**8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:**

REFERENCIA (mg/L)	LECTURA DEL INSTRUMENTO (mg/L)	CORRECCIÓN (mg/L)	INCERTIDUMBRE (mg/L)
0,00	0,00	0,00	0,01

**9.- OBSERVACIONES:**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ .  
La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.  
Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.  
El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.  
Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019

  
Erwin Edgardo Paz Gonzales  
REPRESENTANTE LEGAL  
PAZ LABORATORIOS S.R.L.

  
Lúis Mamani Chávez  
TÉCNICO RESPONSABLE  
PAZ LABORATORIOS S R L



FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000073



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° PL-AG062-02**

**1.- CLIENTE:** E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

**2.- DATOS DEL EQUIPO:**

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (T°)      CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/12  
 MARCA: WTW      ALCANCE: 0,0 °C a 60 °C  
 MODELO: MULTI 3500 IDS      RESOLUCIÓN: 0,1 °C  
 SERIE: 8380660      CONDICIÓN: USADO  
 SERIE DE LA Sonda: A161319134

**3.- LUGAR DE CALIBRACIÓN:** PAZ LABORATORIOS S.R.L.

**4.- FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2019-02-25

**5.- CONDICIONES AMBIENTALES:**

INICIAL: TEMPERATURA: 22,4°C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,9 mb  
 FINAL: TEMPERATURA: 22,4 °C HUMEDAD RELATIVA: 49% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,9 mb

**6.- PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:**

Referencia de Procedimiento de acuerdo a manual de fabricante.  
 Comparación y ajuste con patrones.  
 Reporte de valores.

**7.- PATRONES UTILIZADOS:**

DESCRIPCIÓN	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	VENCIMIENTO
TERMOHIGROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	15-01-2020
BAROMETRO	KESTREL / 5500	2277546	20-03-2019

**8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:**

TEMPERATURA REFERENCIAL (°C)	PATRON (°C)	LECTURA INSTRUMENTO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
10,0	10,20	10,22	0,02	0,08
25,0	25,25	25,27	0,02	0,08
35,0	35,35	35,39	0,04	0,08

\*TCV = Temperatura convencionalmente verdadera (Indicación del instrumento + corrección)

**9.- OBSERVACIONES:**

TCV. Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del termómetro + corrección.  
 La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2.  
 La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión para la incertidumbre en la medición". Generalmente el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.  
 Los resultados emitidos son válidos para el equipo utilizado, en el momento de la calibración.  
 El periodo de validez de este certificado de calibración dependerá del uso y cuidado que se dé a este equipo.  
 Se recomienda al usuario recalibrar el equipo a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos de acuerdo a las características del equipo, tiempo de uso y tipo de trabajo.

Arequipa, 25 de febrero del 2019

*Erwin Paz*  
 Erwin Edgardo Paz Gonzales  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

*Luis Mamani*  
 Luis Mamani Chávez  
 TÉCNICO RESPONSABLE  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.



FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000074