

# INFORME DE INTERPRETACIÓN DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA DE LA SEXTA CAMPAÑA

## ÉPOCA SECA



Elaborado por:



**Pronaturaleza**

Fundación Peruana para la  
Conservación de la Naturaleza

**Febrero, 2019**

## INDICE

|                |  |    |
|----------------|--|----|
| <b>I.</b>      | <b>INTRODUCCIÓN</b> .....  | 4  |
| <b>II.</b>     | <b>OBJETIVOS</b> .....   | 5  |
| <b>2.1</b>     | <b>Objetivo General</b> .....  | 5  |
| <b>2.2</b>     | <b>Objetivos Específicos</b> .....   | 5  |
| <b>III.</b>    | <b>UBICACIÓN Y METODOLOGÍA DE MUESTREO Y ANÁLISIS</b> .....                      | 6  |
| <b>3.1</b>     | <b>Ubicación</b> .....   | 6  |
| <b>3.2</b>     | <b>Metodología de muestreo en campo</b> .....                                    | 6  |
| <b>3.2.1</b>   | <b>Fitoplancton</b> .....  | 7  |
| <b>3.2.2</b>   | <b>Perifiton</b> .....   | 8  |
| <b>3.2.3</b>   | <b>Bentos</b> .....  | 9  |
| <b>3.2.4</b>   | <b>Pesca eléctrica</b> .....   | 9  |
| <b>3.2.5</b>   | <b>Parámetros fisicoquímicos <i>in situ</i></b> .....                            | 9  |
| <b>3.3</b>     | <b>Metodología empleada en el análisis e interpretación de resultados</b> .....  | 10 |
| <b>3.3.1</b>   | <b>Calidad del hábitat</b> .....   | 10 |
| <b>3.3.2</b>   | <b>Riqueza específica (s)</b> .....  | 11 |
| <b>3.3.3</b>   | <b>Diversidad mediante el Índice de Shannon- Wiener (<math>H'</math>)</b> .....  | 12 |
| <b>3.3.4</b>   | <b>Equidad mediante el Índice de Pielou (<math>J'</math>)</b> .....              | 12 |
| <b>3.3.5</b>   | <b>Índice Biótico Andino (ABI)</b> .....   | 13 |
| <b>3.3.6</b>   | <b>Peces</b> .....   | 15 |
| <b>3.3.6.1</b> | <b>Factor de condición (K)</b> .....   | 15 |
| <b>3.3.6.2</b> | <b>Captura por unidad de esfuerzo (peces)</b> .....                              | 15 |
| <b>IV.</b>     | <b>RESULTADOS</b> .....  | 16 |
| <b>4.1</b>     | <b>Parámetros de campo</b> .....   | 16 |
| <b>4.2</b>     | <b>Calidad del hábitat</b> .....   | 16 |
| <b>4.3</b>     | <b>Riqueza específica</b> .....  | 19 |
| <b>4.3.1</b>   | <b>Fitoplancton</b> .....  | 19 |
| <b>4.3.2</b>   | <b>Perifiton</b> .....   | 25 |
| <b>4.3.3</b>   | <b>Bentos (Macroinvertebrados)</b> .....   | 32 |
| <b>4.4</b>     | <b>Diversidad (Índice de Shannon- Wiener) y equidad (Índice de Pielou)</b> ..... | 36 |
| <b>4.4.1</b>   | <b>Fitoplancton</b> .....  | 36 |
| <b>4.4.2</b>   | <b>Perifiton</b> .....   | 37 |
| <b>4.4.3</b>   | <b>Bentos (Macroinvertebrados)</b> .....   | 37 |
| <b>4.5</b>     | <b>Índice Biótico Andino (ABI)</b> .....   | 37 |
| <b>4.6</b>     | <b>Factor de condición (K)</b> .....   | 39 |
| <b>4.7</b>     | <b>Captura por unidad de esfuerzo (peces)</b> .....                              | 40 |
| <b>V.</b>      | <b>CONCLUSIONES</b> .....  | 43 |
| <b>VI.</b>     | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 45 |

ANEXOS ..... 47

**RELACIÓN DE CUADROS**

**Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico, temporada seca..... 6**

**Tabla N° 2. Rangos de medición y resolución para las mediciones de campo. .... 10**

**Tabla N° 3. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP ..... 11**

**Tabla N° 4. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP ..... 11**

**Tabla N° 5. Rangos de valores para la diversidad de Shannon-Wiener..... 12**

**Tabla N° 6. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col..... 13**

**Tabla N° 7. Significado de los valores del índice biológico ..... 13**

**Tabla N° 8. Puntuaciones del Andean Biotic Index (ABI)..... 14**

**Tabla N° 9. Categorías del índice ABI para Perú ..... 15**

**Tabla N° 10. Valores de clasificación y condición de los hábitats evaluados – SVAP..... 19**

**Tabla N° 11. Número de taxones por punto de muestreo ..... 20**

**Tabla N° 12. Riqueza específica de fitoplancton en los puntos de muestreo..... 21**

**Tabla N° 13. Número de taxones por punto de muestreo ..... 25**

**Tabla N° 14. Riqueza específica de perifiton en los puntos de muestreo. .... 26**

**Tabla N° 15. Número de taxones por punto de muestreo ..... 32**

**Tabla N° 16. Riqueza específica de Bentos en los puntos de muestreo..... 33**

**Tabla N° 17. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Fitoplancton..... 36**

**Tabla N° 18. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Perifiton..... 37**

**Tabla N° 19. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos ..... 38**

**Tabla N° 20. Valores obtenidos para los índices Biótico Andino ..... 39**

**Tabla N° 21. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K) ..... 40**

**Tabla N° 22. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo..... 42**

## 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 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 con fines de calidad hídrica se usan 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 muestras de plancton, perifiton, bentos, además de parámetros fisicoquímicos y mediante los datos obtenidos se aplicó índices ecológicos a fin de obtener datos sobre el estado hidrobiológico de los ríos en las zonas de muestreo.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo General**

- Realizar el monitoreo hidrobiológico en los puntos de muestreo definidos

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los taxones presentes en los componentes biológicos colectados.
- Determinar la riqueza específica de los componentes biológicos colectados.
- Describir la diversidad y equidad mediante los índices de Shannon y Pielou respectivamente para los taxones colectados.
- Establecer la calidad ecológica de los puntos muestreados mediante el Índice de Calidad Biotica- 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 primera quincena de diciembre del 2018, se efectuó un total de 07 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 seca. Las coordenadas y descripciones de las estaciones de monitoreo se detallan a continuación.

**Tabla N° 1. Estaciones del monitoreo hidrobiológico, temporada seca.**

| 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 tunel 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 Charaque                       |
|                | 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), pH, oxígeno disuelto (OD), y conductividad eléctrica (CE)) y toma de

PRONATURALEZA

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, 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.

Los parámetros evaluados in situ se utilizó un multiparámetro portátil de acuerdo a las especificaciones de sus respectivos manuales; este equipo fue calibrado antes de iniciar el trabajo de campo y verificado antes de cada medición.

Se tomó los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua. La lectura de los valores se realizó de forma inmediata luego de tomada la muestra de agua. Los equipos de muestreo fueron limpiados inmediatamente después de su uso a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo se empleó agua destilada/desionizada.

### 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.

### Imagen N° 1. Muestreo de fitoplancton cuantitativo.



Fuente: Pronaturaleza

#### 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% ( $\approx 100\text{ml}$ ).

*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  $\pm 150\text{ V}$  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).

#### *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 de una disolución. 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 calculo 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. Clasificación de las aguas de acuerdo con el índice SVAP**

| N°                                   | CRITERIO/VARIABLE                         |
|--------------------------------------|---|
| 1                                    | Apariencia del agua                       |
| 2                                    | Sedimentos                                |
| 3                                    | Zona ribereña                             |
| 4                                    | Sombra                                    |
| 5                                    | Pozas                                     |
| 6                                    | Condicion del cauce                       |
| 7                                    | Alteracion Hidrobiológicas (desborde)     |
| 8                                    | Habitat para peces                        |
| 9                                    | Habitat para microinvertebrados acuaticos |
| 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).

### 3.3.3 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;

$p_i$  = 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°5.

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

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

*Fuente: Magurran, 2004*

### 3.3.4 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.

### 3.3.5 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° 6 se presenta el índice BMWP/col y en la tabla N°8 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 de las familias de macroinvertebrados acuáticos para 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, Leptohyphidae | 7        |
| Aeshnidae, Corydalidae, Elmidae, Staphylinidae  | 6        |
| Pyralidae, Tabanidae, Dugesiidae, 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**

| 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 Andean Biotic Index (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 perpetuas.**

| Familias      |                 | Puntajes | 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             |
|               | Limnacididae    | 3        |                 | Limnephilidae         | 7             |
|               | Planorbidae     | 3        |                 | Pyalidae              | 4             |
| Bivalvia      | Sphaeriidae     | 3        | Coleoptera      | Ptilodactylidae       | 5             |
| Amphipoda     | Hyaellidae      | 6        |                 | Lampyridae            | 5             |
| Ostracoda     |                 | 3        |                 | Psephenidae           | 5             |
| Hydracarina   |                 | 4        |                 | Scirtidae (Helodidae) | 5             |
|               | Baetidae        |          |                 | 4                     | Staphylinidae |
| Ephemeroptera | Leptophlebiidae | 10       |                 | Elmidae               | 5             |
|               | Leptohiphidae   | 7        |                 | Dryopidae             | 5             |
|               | Oligoneuriidae  | 10       |                 | Gyrinidae             | 3             |
|               |                 |          |                 | Dytiscidae            | 3             |
| Odonata       | Aeshnidae       | 6        |                 | Hydrophilidae         | 3             |
|               | Gomphidae       | 8        | Hydraenidae     | 5                     |               |
|               | Libellulidae    | 6        | Blepharoceridae | 10                    |               |
|               | Coenagrionidae  | 6        | Simuliidae      | 5                     |               |
|               | Calopterygidae  | 8        | Tabanidae       | 4                     |               |
|               | Polythoridae    | 10       | Tipulidae       | 5                     |               |
| Plecoptera    | Perlidae        | 10       | Limoniidae      | 4                     |               |
|               | Gripopterygidae | 10       | Ceratopogonidae | 4                     |               |
| Heteroptera   | Veliidae        | 5        | Diptera         | Dixidae               | 4             |
|               | Gerridae        | 5        | Psychodidae     | 3                     |               |
|               | Corixidae       | 5        | Dolichopodidae  | 4                     |               |
|               | Notonectidae    | 5        | Stratiomyidae   | 4                     |               |
|               | Belostomatidae  | 4        | Empididae       | 4                     |               |
|               | Naucoridae      | 5        |                 |                       |               |

|             |                   |    | <i>PRONATURALEZA</i> |    |
|-------------|-------------------|----|----------------------|----|
| 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

### 3.3.6 Peces

Se establecieron 19 puntos de muestreo para captura de peces mediante electropesca.

#### 3.3.6.1 Factor de condición (K)

El factor de condición, comúnmente designado como K, es utilizado para comparar la "condición" o "bienestar" de un pez o población, basándose en que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese 2006).

El factor de condición (K) expresa en peces, la relación volumétrica en función del peso, según la expresión matemática:

$$K = P^{100}/L^3$$

Dónde P es el peso en gramos y L la longitud en cm.

#### 3.3.6.2 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° 10, 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

| Punto                        | pH            | Oxígeno     | Conductividad | T°    |      |
|------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------|------|
| Río Asana                    | AS-1          | 7.06        | 7.29          | 145.4 | 11.3 |
|                              | QL-ASA-02     | 7.69        | 6.66          | 181.9 | 16.7 |
|                              | QL-ASA-03     | 7.03        | 6.95          | 160.6 | 13.9 |
| Quebrada Altarani            | ALT-4         | 6.81        | 6.76          | 52.5  | 13.7 |
| Río Charaque                 | CH-3          | 7.16        | 6.72          | 85    | 16   |
| Río Capillune                | CAP-1         | 7.63        | 6.19          | 84.9  | 21.9 |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01     | 6.99        | 6.4           | 1917  | 26.7 |
| Río Tumilaca (Puente)        | TUM-1         | 7.36        | 7.83          | 223   | 17.8 |
| Río Tumilaca (Parte baja)    | QL-TUM-01     | 8.2         | 7.2           | 388   | 23.3 |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1* | 7.72        | 10.45         | 1433  | 26.1 |
| Río Vizcachas                | QL-VIZ-01     | <b>4.1</b>  | 5.84          | 743   | 15.8 |
|                              | QLVIZ-05      | 8.19        | 7.08          | 254   | 13.5 |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-01     | <b>9.55</b> | 6.28          | 86.5  | 23.1 |
|                              | QLBHUA-05     | 8.23        | 7.55          | 122.6 | 10.6 |
|                              | QLHUA-04      | <b>8.62</b> | 6.57          | 179.2 | 21.4 |
|                              | QLBHUA-03     | <b>8.82</b> | 10.96         | 223   | 21.2 |
| Río Chincune                 | QLCHR-01      | <b>8.54</b> | 6.5           | 101.3 | 18.5 |
| Río Chilota                  | QL-BCHI-06    | <b>8.84</b> | 7.23          | 75.3  | 16.5 |
|                              | QLBCHI-07     | <b>8.88</b> | 6.44          | 94.1  | 15.1 |

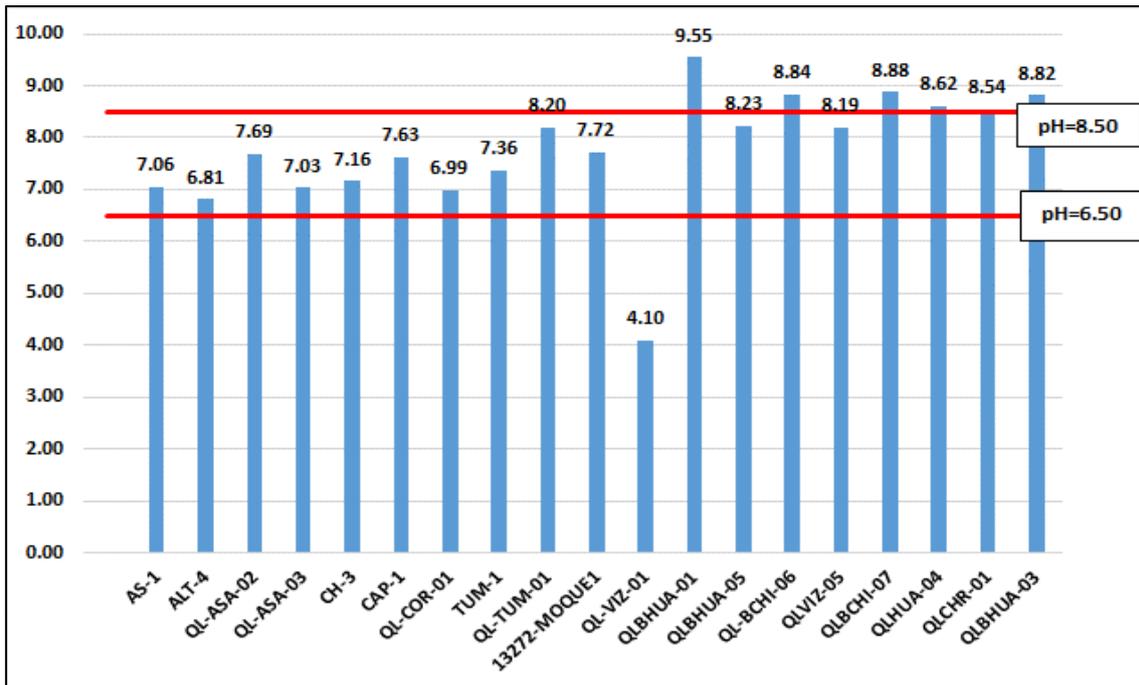
\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

- **pH**

Comparando los resultados con el ECA para agua superficial D.S N° 004-2017-MINAM; Categoría 3; Subcategoría D-1; Riego de vegetales; riego no restringido se observa que en el área de operaciones los valores de pH se mantienen dentro de los valores establecidos en el ECA vigente, y sobrepasan en los puntos QL-VIZ-01, QLBHUA-01, QLHUA-04, QLBHUA-03, QLCHR-01, QL-BCHI-06, QLBCHI-07 del área de abastecimiento. (Ver Gráfico N° 1)

Gráfico N° 1. Resultados de pH

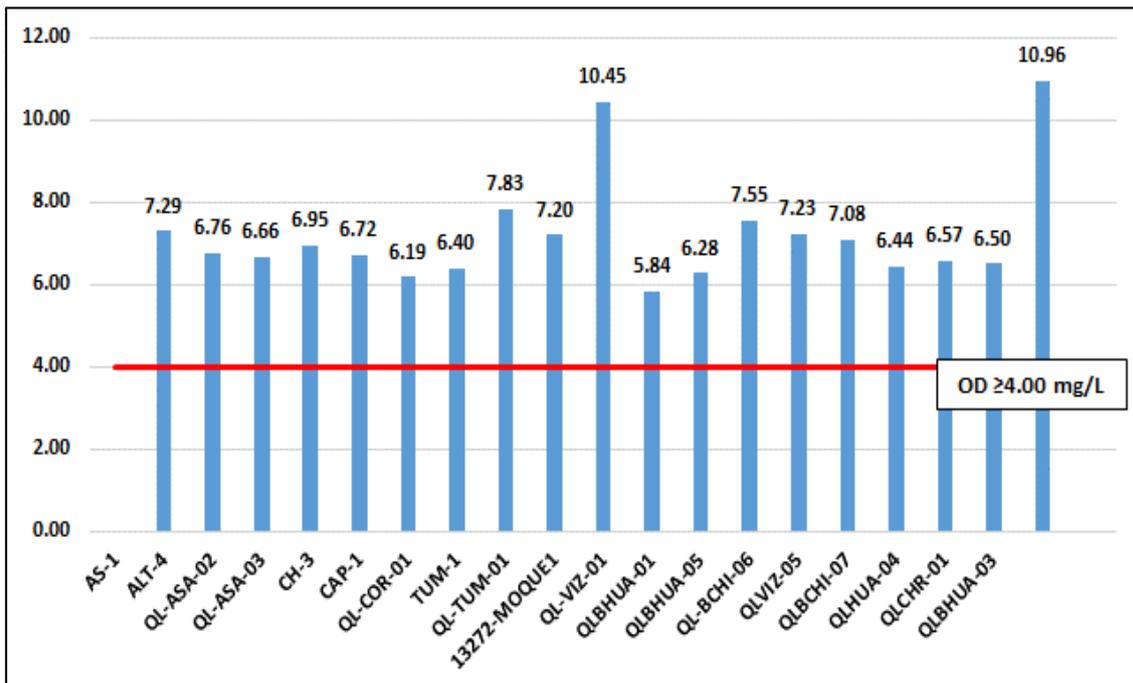


Fuente: Pronaturaleza

- **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. (Ver Gráfico N° 2)

Gráfico N° 2. Resultados de Oxígeno Disuelto

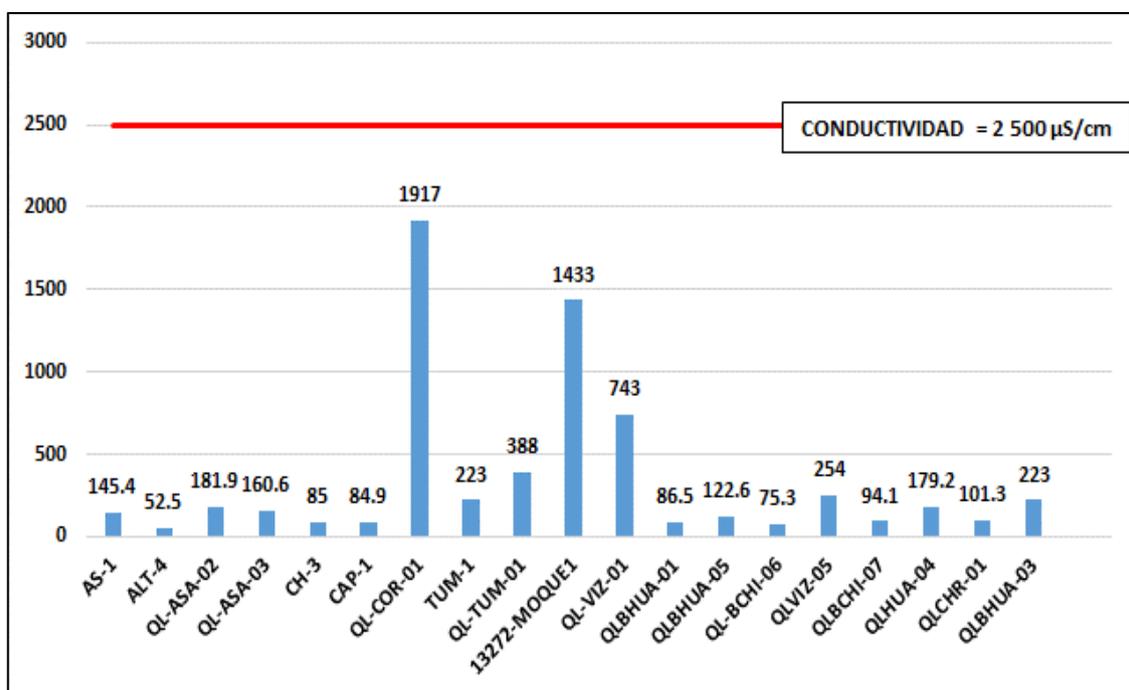


Fuente: Pronaturaleza

- **Oxígeno disuelto (OD)**

Los valores de conductividad están relacionados al contenido de sales en el medio acuático, a lo largo del río la conductividad suele aumentar aguas abajo por el arrastre generado, 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, las estaciones de mayor valor son QL-COR-01 de la quebrada Cortaderas y 13272-MOQUE1 ubicada en Moquegua. (Ver Gráfico N° 3)

**Gráfico N° 3. Resultados de Conductividad Eléctrica**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.2 Calidad del hábitat

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

De acuerdo con los resultados del análisis de calidad de condición de hábitats correspondiente a la temporada seca 2018, se observó que sólo el punto QLCHR-01 tiene como condición de hábitat excelente; 10 puntos de monitoreo (AS-1, QL-ASA-02, ALT-4, QL-COR-01, TUM-1, QL-TUM-01, QLBHUA-01, QLHUA-04, QLBHUA-03, QLBCHI-06, CH-3 y QLBCHI-07) tienen como condición de hábitat buena; 7 puntos de monitoreo tienen como condición regular y 1 puntos de monitoreo (QL-VIZ-01) tienen como condición mala. Ver Tabla N° 11.

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                  | 8.1                 | BUENA                 |
|                              | QL-ASA-02             | 7.2                 | BUENA                 |
|                              | QL-ASA-03             | 5.8                 | REGULAR               |
| Quebrada Altarani            | ALT-4                 | 7.4                 | BUENA                 |
| Río Charaque                 | CH-3                  | 6.2                 | REGULAR               |
| Río Capillune                | CAP-1                 | 6.3                 | REGULAR               |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01             | 7.7                 | BUENA                 |
| Río Tumilaca (Puente)        | TUM-1                 | 8.2                 | BUENA                 |
| Río Tumilaca (Parte baja)    | QL-TUM-01             | 8.5                 | BUENA                 |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1*         | 5.1                 | REGULAR               |
| Río Vizcachas                | QL-VIZ-01             | 4.9                 | MALA                  |
|                              | QLVIZ-05              | 5.2                 | REGULAR               |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-05             | 6.3                 | REGULAR               |
|                              | QLBHUA-01             | 7.3                 | BUENA                 |
|                              | QLHUA-04              | 8.5                 | BUENA                 |
|                              | QLBHUA-03             | 5.6                 | REGULAR               |
| Río Chincune                 | QLCHR-01              | 9.4                 | EXCELENTE             |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06             | 7.8                 | BUENA                 |
|                              | QLBCHI-07             | 7.4                 | BUENA                 |

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

### 4.3 Riqueza específica

La identificación se realizó hasta el menor nivel taxonómico posible. En las tablas N° 13, 15 y 17, se observa la sistemática de las especies identificadas.

#### 4.3.1 Fitoplancton

**Riqueza específica.** Se determinaron 82 especies distribuidas en 47 familias, 29 ordenes, 12 clases y 6 divisiones. Las especies con mayor presencia en los puntos de monitoreo fueron *Nitzschia sp.* perteneciente a la familia Bacillariaceae y *Navicula sp.* perteneciente a la familia Naviculaceae, ambas aparecen en los 19 puntos de monitoreo; hay especies de poca presencia como *Achnanthes sp.*, *Gomphonema truncatum*, *Diploneis sp.*, *Fragilaria crotonensis*, *Stauridium sp.*, *Closterium acicularis*, *Staurodesmus sp.* y *Chamaesiphon sp.* que aparecen en solo 1 punto de monitoreo.

Tabla N° 12. Número de taxones por punto de muestreo

| ZONA                         | PUNTOS DE MONITOREO | DIVISIÓN | CLASE | ORDEN | FAMILIA | ESPECIES |
|------------------------------|---------------------|----------|-------|-------|---------|----------|
| Río Asana                    | AS-1                | 5        | 7     | 21    | 29      | 35       |
|                              | QL-ASA-02           | 4        | 4     | 14    | 17      | 18       |
|                              | QL-ASA-03           | 4        | 6     | 15    | 17      | 19       |
| Quebrada Altarani            | ALT-4               | 4        | 6     | 16    | 20      | 24       |
| Río Charaque                 | CH-3                | 4        | 8     | 18    | 24      | 27       |
| Río Capillune                | CAP-1               | 4        | 5     | 16    | 25      | 30       |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01           | 5        | 7     | 16    | 17      | 21       |
| Río Tumilaca (Puente)        | TUM-1               | 4        | 6     | 20    | 24      | 28       |
| Río Tumilaca (Parte baja)    | QL-TUM-01           | 5        | 7     | 19    | 24      | 27       |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1*       | 5        | 8     | 20    | 23      | 26       |
| Rio Vizcachas                | QLVIZ-05            | 4        | 6     | 14    | 14      | 17       |
|                              | QL-VIZ-01           | 4        | 6     | 17    | 21      | 30       |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-03           | 5        | 6     | 19    | 30      | 39       |
|                              | QLHUA-04            | 5        | 6     | 19    | 32      | 46       |
|                              | QLBHUA-05           | 4        | 7     | 19    | 29      | 33       |
|                              | QLBHUA-01           | 5        | 8     | 21    | 30      | 38       |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06           | 5        | 8     | 20    | 25      | 31       |
|                              | QLBCHI-07           | 4        | 5     | 17    | 28      | 36       |
| Río Chincune                 | QLCHR-01            | 5        | 8     | 18    | 26      | 37       |

Fuente: Pronaturaleza

Tabla N° 13. Riqueza específica de fitoplancton en los puntos de muestreo.

| División   | Clase             | Orden               | Familia           | Espécie                      | AS-1 | ALT-4 | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUEI* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |
|------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------------------------|------|-------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|
| Ochrophyta | Bacillariophyceae | Cocconeidales       | Achnanthidiaceae  | <i>Achnanthidium sp.</i>     | 1    | 1     | 0         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 0        | 0         | 1        | 1        | 1         |   |   |
|            |                   |                     |                   | <i>Planothidium sp.</i>      | 0    | 0     | 0         | 0    | 1         | 1     | 1         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   |                     | Cocconeidaceae    | <i>Cocconeis sp.</i>         | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 0         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 |
|            |                   | Thalassiophysales   | Catenulaceae      | <i>Amphora sp.</i>           | 1    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 1         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 |
|            |                   | Mastogloiales       | Achnantheaceae    | <i>Achnanthes sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   | Tabellariales       | Tabellariaceae    | <i>Diatoma sp.</i>           | 1    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 1         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   | Eunotiales          | Eunotiaceae       | <i>Eunotia sp.</i>           | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 1         | 1         | 1         | 0        | 0         | 0        | 1        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   | Cymbellales         | Gomphonemataceae  | <i>Gomphonema sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 1 |
|            |                   |                     |                   | <i>Gomphonema acuminatum</i> | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 1         | 1 | 1 |
|            |                   |                     |                   | <i>Gomphonema truncatum</i>  | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   |                     |                   | <i>sp.</i>                   | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 |
|            |                   |                     |                   | <i>Encyonema sp.</i>         | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 0         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 0        | 0        | 1         | 1 | 1 |
|            |                   |                     | Rhoicospheniaceae | <i>Rhoicosphenia sp.</i>     | 1    | 1     | 1         | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 1         | 0             | 1         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 | 0 |
|            |                   |                     | Cymbellaceae      | <i>Cymbopleura sp.</i>       | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 1 |
|            |                   | <i>Cymbella sp.</i> |                   | 1                            | 1    | 1     | 1         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 1         | 0             | 1         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 1        | 0         | 1 |   |
|            |                   | Rhopalodiales       | Rhopalodiaceae    | <i>Epithemia sp.</i>         | 1    | 1     | 0         | 0    | 1         | 0     | 1         | 1     | 1         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 1        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   |                     |                   | <i>Rhopalodia sp.</i>        | 1    | 1     | 1         | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 0         | 1             | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 1 | 1 |
|            |                   | Melosirales         | Melosiraceae      | <i>Melosira sp.</i>          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 1     | 0         | 1     | 1         | 1             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   | Licmophorales       | Ulnariaceae       | <i>Ulnaria sp.</i>           | 1    | 1     | 1         | 1    | 0         | 1     | 1         | 1     | 0         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 |
|            |                   |                     |                   | <i>Hannaea sp.</i>           | 1    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|            |                   | Bacillariales       | Bacillariaceae    | <i>Nitzschia linearis</i>    | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 0         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 0 | 1 |

| División      | Clase          | Orden               | Familia          | Espécie                    | AS-1                          | ALT-4                    | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUE1* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |   |
|---------------|----------------|---------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|---|
|               |                |                     |                  | <i>Nitzschia sigmoidea</i> | 1                             | 0                        | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 0         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         |   |   |   |
|               |                |                     |                  | <i>Nitzschia sp.</i>       | 1                             | 1                        | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 |   |
|               |                |                     |                  | <i>Hantzschia sp.</i>      | 1                             | 0                        | 0         | 1    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         | 1 | 0 | 1 |
|               |                | Naviculales         | Pinnulariaceae   |                            | <i>Pinnularia borealis</i>    | 1                        | 1         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 0        | 1        | 1         | 0 | 0 |   |
|               |                |                     |                  |                            | <i>Pinnularia sp.</i>         | 1                        | 1         | 0    | 1         | 0     | 1         | 0     | 1         | 0             | 1         | 0         | 0         | 1         | 1        | 1         | 1        | 0        | 1         | 1 | 0 | 1 |
|               |                |                     | Stauroneidaceae  |                            | <i>Stauroneis sp.</i>         | 1                        | 1         | 1    | 0         | 0     | 1         | 0     | 0         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 | 1 |   |
|               |                |                     | Sellaphoraceae   |                            | <i>Sellaphora sp.</i>         | 0                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 1         | 0     | 0         | 1             | 1         | 0         | 1         | 1         | 1        | 1         | 0        | 1        | 1         | 0 | 1 |   |
|               |                |                     | Amphipleuraceae  |                            | <i>Frustulia sp.</i>          | 0                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         | 0 | 0 |   |
|               |                |                     | Naviculaceae     |                            | <i>Gyrosigma sp.</i>          | 0                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 1        | 1        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|               |                |                     |                  |                            | <i>Navicula sp.</i>           | 1                        | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 | 1 |
|               |                |                     | Diploneidaceae   |                            | <i>Diploneis sp.</i>          | 1                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|               |                | Surirellales        | Surirellaceae    |                            | <i>Surirella angusta</i>      | 1                        | 0         | 0    | 0         | 1     | 0         | 1     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|               |                |                     |                  | <i>Surirella sp.</i>       | 0                             | 0                        | 1         | 0    | 0         | 0     | 0         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 0        | 1         | 0        | 1        | 1         | 0 | 1 |   |
|               |                | Fragilariales       | Fragilariaceae   |                            | <i>Fragilaria crotonensis</i> | 0                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|               |                |                     |                  | <i>sp.</i>                 | 1                             | 1                        | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 0     | 1         | 0             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 |   |
|               |                | Coscinodiscophyceae | Melosirales      | Melosiraceae               | <i>Melosira sp.</i>           | 0                        | 1         | 0    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 0        | 1         | 1 | 0 |   |
|               |                | Mediophyceae        | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae          | <i>Cyclostephanos sp.</i>     | 0                        | 0         | 0    | 1         | 0     | 0         | 1     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 | 0 |
|               |                |                     |                  |                            | <i>Cyclotella sp.</i>         | 0                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 1         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|               |                |                     | Eupodiscales     | Eupodiscaceae              | <i>Pleurosira sp.</i>         | 0                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 1         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|               |                | Chlorophyta         | Trebouxiophyceae | Chlorellales               | Oocystaceae                   | <i>Oocystis sp.</i>      | 0         | 0    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|               |                |                     |                  |                            |                               | <i>Crucigeniella sp.</i> | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 1        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
| Chlorophyceae | Sphaeropleales |                     | Selenastraceae   | <i>Monoraphidium sp.</i>   | 1                             | 0                        | 0         | 0    | 1         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 1         | 1         | 1         | 0        | 1         | 1        | 1        | 1         |   |   |   |
|               |                |                     |                  | <i>Ankistrodesmus sp.</i>  | 0                             | 0                        | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 | 1 |   |

| División                     | Clase                   | Orden                | Familia              | Espécie                | AS-1                     | ALT-4         | QL-ASA-02             | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUE1* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |   |
|------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|---------------|-----------------------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|---|
|                              |                         |                      | Radiococcaceae       | <i>sp.</i>             | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 1     | 1         | 0     | 0         | 0             | 0         | 1         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         |   |   |   |
|                              |                         |                      | Hydrodictyaceae      | <i>Stauridium sp.</i>  | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 0 |   |
|                              |                         |                      |                      | <i>Pediastrum sp.</i>  | 1                        | 0             | 0                     | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 0         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 |   |
|                              |                         |                      | Scenedesmaceae       | <i>Acutodesmus sp.</i> | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 1         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 1        | 0         | 1 | 1 |   |
|                              |                         |                      |                      | <i>Desmodesmus sp.</i> | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 1 |   |
|                              |                         |                      |                      | <i>Coelastrum sp.</i>  | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 1         | 1 | 1 |   |
|                              |                         |                      |                      | <i>Scenedesmus sp.</i> | 0                        | 1             | 0                     | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 0         | 1             | 1         | 1         | 0         | 0         | 1        | 1         | 0        | 0        | 0         | 1 | 1 | 0 |
|                              |                         |                      | Chlamydomonadales    | Volvocaceae            | <i>Eudorina sp.</i>      | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 | 1 |
|                              |                         |                      |                      |                        | <i>Pandorina sp.</i>     | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 1         | 0         | 0         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 | 1 |
|                              |                         |                      | Oedogoniales         | Oedogoniaceae          | <i>Oedogonium sp.</i>    | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 1        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 1 |
|                              |                         |                      | Chaetophorales       | Chaetophoraceae        | <i>Stigeoclonium sp.</i> | 1             | 1                     | 0    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 0         | 1         | 1         | 1         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         | 1 | 0 | 0 |
|                              |                         |                      |                      | Ulvophyceae            | Ulotrichales             |               | <i>sp.</i>            | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 0         | 0             | 0         | 1         | 1         | 1         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         | 0 | 1 | 1 |
|                              |                         |                      | Charophyta           | Conjugatophyceae       | Desmiales                | Closteriaceae | <i>Closterium sp.</i> | 1    | 0         | 1     | 1         | 0     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 0         | 1        | 0         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 | 0 |
| <i>Closterium acicularis</i> | 0                       | 0                    |                      |                        |                          |               | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 0 |   |
| Desmidiaceae                 | <i>Cosmarium sp.</i>    | 1                    |                      |                        |                          | 0             | 1                     | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 | 1 |   |
|                              | <i>Staurastrum sp.</i>  | 1                    |                      |                        |                          | 1             | 0                     | 0    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 1        | 0        | 0         | 0 | 1 |   |
|                              | <i>Staurodesmus sp.</i> | 0                    |                      |                        | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 |   |
| Zygnematales                 | Zygnemataceae           | <i>Euastrum sp.</i>  |                      |                        | 1                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                              |                         | <i>Mougeotia sp.</i> |                      |                        | 1                        | 1             | 0                     | 1    | 1         | 1     | 1         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 1        | 1         | 0        | 0        | 1         | 1 | 1 | 0 |
|                              |                         | <i>Zygnema sp.</i>   |                      |                        | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 1 | 0 |
|                              |                         |                      | <i>Spirogyra sp.</i> | 0                      | 1                        | 1             | 1                     | 0    | 1         | 1     | 0         | 1     | 1         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         |   |   |   |
| Cyanobacteria                | Nostocophyceae          | Nostocales           |                      | <i>sp.</i>             | 1                        | 1             | 0                     | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 0         | 0             | 0         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         |   |   |   |
|                              |                         | Nostocales           | Tolypothrichaceae    | <i>Tolypothrix sp.</i> | 0                        | 0             | 0                     | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 1        | 0        | 0         | 1 | 0 |   |

| División          | Clase                  | Orden                  | Familia                 | Espécie                    | AS-1 | ALT-4 | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUE1* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |
|-------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|------|-------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|
|                   |                        |                        | Nostocaceae             | <i>Cylindrospermum sp.</i> | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 1     | 1         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |
|                   | Cyanophyceae           | Synechococcales        | Chamaesiphonaceae       | <i>Chamaesiphon sp.</i>    | 0    | 0     | 0         | 0    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |
| Coelosphaeriaceae |                        |                        | <i>Snowella sp.</i>     | 0                          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 1        | 0         | 1        | 1        | 0         | 1 |   |
| Pseudanabaenaceae |                        |                        | <i>sp.</i>              | 0                          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 1 |
| Leptolyngbyaceae  |                        |                        | <i>sp.</i>              | 0                          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 0        | 1         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 |
| Merismopediaceae  |                        |                        | <i>Merismopedia sp.</i> | 0                          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
| Chroococcales     |                        | Chroococcaceae         | <i>Chroococcus sp.</i>  | 0                          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 1         | 0             | 1         | 0         | 1         | 1         | 0        | 0         | 1        | 1        | 0         | 1 |   |
| Oscillatoriales   |                        | Microcoleaceae         |                         | 1                          | 0    | 0     | 0         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 1        | 0        | 0         | 0 |   |
|                   |                        | <i>sp.</i>             |                         | 0                          | 0    | 1     | 0         | 1    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 1        | 0        | 1         | 0 |   |
| Euglenozoa        | Euglenophyceae         | Euglenales             | Euglenaceae             | <i>Trachelomonas sp.</i>   | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 0        | 0         | 1        | 1        | 0         |   |   |
|                   |                        |                        |                         | <i>Euglena sp.</i>         | 1    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 1         | 0     | 1         | 1             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 |   |
|                   |                        |                        | Phacaceae               | <i>Phacus sp.</i>          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 1 |
| Otros             | Algas cocales          |                        | <i>sp.</i>              | 0                          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |
|                   | Fitoflagelados < 20 µm |                        | <i>sp.</i>              | 0                          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |
|                   |                        | Fitoflagelados < 20 µm |                         | <i>sp.</i>                 | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 1        | 0         | 0 |   |

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

### 4.3.2 Perifiton

Para los puntos muestreados se identificó 118 especies divididas en 66 familias, 41 ordenes y 20 clases; la especie con más presencia es *Navicula sp.* de la familia Naviculaceae, esta especie aparece en 18 puntos de monitoreo; se observaron varias especies con menor presencia, de las cuales algunas especies fueron *Craticula sp.* perteneciente a la familia Stauroneidaceae, *Gomphonema acuminatum* perteneciente a la familia Gomphonemataceae, *Cymbella sp.* perteneciente a la familia Cymbellaceae, *Pleurosira laevis* perteneciente a la familia Eupodiscaceae, *Ankistrodesmus falcatus*, *A. fusiformis*, *A. spiralis* pertenecientes a la familia Selenastraceae, *Stauridium sp.* perteneciente a la familia Hydrodictyceae.

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

| ZONA                         | PUNTOS DE MONITOREO | DIVISIÓN/<br>PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | ESPECIES |
|------------------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|---------|----------|
| Río Asana                    | AS-1                | 6                   | 6     | 14    | 20      | 29       |
|                              | QL-ASA-02           | 5                   | 6     | 13    | 17      | 21       |
|                              | QL-ASA-03           | 6                   | 7     | 16    | 23      | 29       |
| Quebrada Altarani            | ALT-4               | 5                   | 8     | 16    | 19      | 23       |
| Río Charaque                 | CH-3                | 7                   | 11    | 21    | 28      | 37       |
| Río Capillune                | CAP-1               | 6                   | 9     | 19    | 29      | 37       |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01           | 7                   | 10    | 17    | 21      | 22       |
| Río Tumulaca (Puente)        | TUM-1               | 4                   | 7     | 15    | 20      | 24       |
| Río Tumulaca (Parte baja)    | QL-TUM-01           | 6                   | 8     | 17    | 20      | 26       |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1*       | 9                   | 13    | 24    | 27      | 31       |
| Rio Vizcachas                | QLVIZ-05            | 4                   | 5     | 15    | 21      | 25       |
|                              | QL-VIZ-01           | 7                   | 9     | 15    | 18      | 19       |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-03           | 7                   | 10    | 18    | 23      | 24       |
|                              | QLHUA-04            | 8                   | 12    | 20    | 33      | 39       |
|                              | QLBHUA-05           | 7                   | 9     | 22    | 30      | 34       |
|                              | QLBHUA-01           | 6                   | 7     | 23    | 35      | 44       |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06           | 4                   | 4     | 14    | 18      | 24       |
|                              | QLBCHI-07           | 6                   | 8     | 18    | 26      | 31       |
| Río Chincune                 | QLCHR-01            | 7                   | 11    | 20    | 28      | 36       |

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

Tabla N° 15. Riqueza específica de perifiton en los puntos de muestreo.

| División/<br>Phylum* | Clase                 | Orden             | Familia           | Espécie                      | AS-1 | ALT-4 | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUE1* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |   |
|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|------|-------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|---|
| Ochrophyta           | Bacillariophyc<br>eae | Cocconeidales     | Achnanthidiaceae  | <i>Achnanthidium sp.</i>     | 0    | 0     | 1         | 1    | 1         | 0     | 1         | 1     | 1         | 1             | 0         | 1         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1        | 0         |   |   |   |
|                      |                       |                   | Cocconeidaceae    | <i>Cocconeis sp.</i>         | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 0         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 |   |
|                      |                       |                   | Planothidium      | <i>Planothidium sp.</i>      | 0    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 |   |
|                      |                       | Thalassiophysales | Amphora           | <i>Amphora sp.</i>           | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 1     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 1         | 1        | 1         | 0        | 0        | 1         | 0 |   |   |
|                      |                       | Tabellariales     | Tabellariaceae    | <i>Diatoma sp.</i>           | 0    | 1     | 1         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |   |
|                      |                       | Naviculales       | Diploneidaceae    | <i>Diploneis sp.</i>         | 0    | 0     | 0         | 0    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |   |
|                      |                       |                   | Stauroneidaceae   | <i>Craticula sp.</i>         | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |                       |                   |                   | <i>Stauroneis sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 1         | 1 | 0 | 1 |
|                      |                       |                   | Amphipleuraceae   | <i>Frustulia sp.</i>         | 0    | 0     | 1         | 0    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |                       |                   | Diadesmidaceae    | <i>Luticola sp.</i>          | 0    | 0     | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |                       |                   | Naviculaceae      | <i>Gyrosigma sp.</i>         | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                      |                       |                   |                   | <i>Navicula sp.</i>          | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 0         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 | 1 |
|                      |                       |                   | Neidiaceae        | <i>Neidium sp.</i>           | 0    | 0     | 0         | 0    | 1         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         | 0 | 1 |   |
|                      |                       |                   | Pleurosigmataceae | <i>Pleurosigma sp.</i>       | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 1        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |                       |                   | Sellaphoraceae    | <i>Sellaphora sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 0 |   |
|                      |                       |                   | Pinnulariaceae    | <i>Pinnularia sp.</i>        | 1    | 1     | 0         | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 0         | 1             | 0         | 0         | 1         | 1         | 1        | 1         | 0        | 1        | 1         | 0 | 1 |   |
|                      |                       | Cymbellales       | Gomphonemataceae  | <i>Encyonema sp.</i>         | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 0     | 1         | 1             | 0         | 1         | 1         | 1         | 1        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 | 1 |   |
|                      |                       |                   |                   | <i>Gomphonema acuminatum</i> | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 0 | 0 |
|                      |                       |                   |                   | <i>Gomphonema sp.</i>        | 1    | 0     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 1         | 0         | 0        | 1         | 1        | 0        | 0         | 1 | 0 | 0 |

| División/<br>Phylum* | Clase | Orden             | Familia                  | Espécie                     | AS-1 | ALT-4 | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUEI* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |   |
|----------------------|-------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|------|-------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|---|
|                      |       |                   |                          | <i>sp.</i>                  | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 1        | 1         | 0        | 1        | 0         |   |   |   |
|                      |       |                   |                          | <i>Reimeria sp.</i>         | 1    | 1     | 0         | 1    | 1         | 1     | 0         | 1     | 1         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 | 0 |   |
|                      |       | Cymbellaceae      | <i>Cymbella sp.</i>      | 0                           | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |       |                   | <i>Cymbopleura sp.</i>   | 0                           | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 |   |
|                      |       | Rhoicospheniaceae | <i>Rhoicosphenia sp.</i> | 1                           | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 0         | 0         | 1         | 0         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 |   |
|                      |       | Rhopalodiales     | Rhopalodiaceae           | <i>Epithemia sorex</i>      | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 1         | 1             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |       |                   |                          | <i>Epithemia sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 1         | 1             | 1         | 0         | 0         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 | 0 |
|                      |       | Eunotiales        | Eunotiaceae              | <i>Eunotia sp.</i>          | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |       | Licmophorales     | Ulnariaceae              | <i>Ulnaria sp.</i>          | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 | 0 |
|                      |       |                   |                          | <i>Hannaea sp.</i>          | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                      |       | Bacillariales     | Bacillariaceae           | <i>Hantzschia sp.</i>       | 1    | 0     | 0         | 1    | 1         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 1        | 0        | 0         | 0 | 1 |   |
|                      |       |                   |                          | <i>Nitzschia acicularis</i> | 1    | 0     | 0         | 0    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 1         | 1        | 1        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |       |                   |                          | <i>Nitzschia sigmaidea</i>  | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         | 1 | 0 |   |
|                      |       |                   |                          | <i>Nitzschia linearis</i>   | 1    | 0     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 0     | 0         | 1             | 1         | 1         | 0         | 0         | 1        | 1         | 1        | 1        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                      |       |                   |                          | <i>Nitzschia sp.</i>        | 1    | 1     | 0         | 1    | 1         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 1         | 1         | 0         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 0 | 0 | 0 |
|                      |       | Rhopalodiales     | Rhopalodiaceae           | <i>Rhopalodia sp.</i>       | 0    | 0     | 0         | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 1        | 0        | 1         | 1 | 1 |   |
|                      |       | Surirellales      | Surirellaceae            | <i>Surirella sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 1         | 0         | 1         | 0         | 1        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                      |       |                   |                          | <i>Surirella angusta</i>    | 0    | 0     | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 |   |
|                      |       | Fragilariales     | Fragilariaceae           | <i>sp.</i>                  | 1    | 1     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 0     | 1         | 0             | 1         | 1         | 1         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 |   |
|                      |       | Aulacoseirales    | Aulacoseiraceae          | <i>Aulacoseira sp.</i>      | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 1        | 0         | 0        | 1        | 1         | 0 | 0 |   |

| División/<br>Phylum* | Clase                      | Orden            | Familia           | Espécie                          | AS-1       | ALT-4 | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUEI* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |   |
|----------------------|----------------------------|------------------|-------------------|----------------------------------|------------|-------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|---|
|                      | Coccinodiscophyceae        | Melosirales      | Melosiraceae      | <i>Melosira sp.</i>              | 0          | 0     | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 1     | 1         | 1             | 0         | 1         | 0         | 0         | 1        | 1         | 0        | 1        | 0         |   |   |   |
|                      | Mediophyceae               | Stephanodiscales | Stephanodiscaceae | <i>Cyclotella sp.</i>            | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |   |
|                      |                            | Eupodiscales     | Eupodiscaceae     | <i>Pleurosira laevis</i>         | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |   |
|                      | Fragilariophyceae          | Licmophorales    | Ulnariaceae       | <i>Ulnaria sp.</i>               | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 1     | 1         | 1     | 1         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |   |
|                      | Diatomeas pennadas < 20 µm |                  |                   |                                  | <i>sp.</i> | 0     | 1         | 0    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
| Chlorophyta          | Chlorophyceae              | Sphaeropleales   | Scenedesmaceae    | <i>Acutodesmus sp.</i>           | 0          | 0     | 0         | 1    | 0         | 1     | 0         | 0     | 1         | 1             | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |   |
|                      |                            |                  |                   | <i>Desmodesmus sp.</i>           | 1          | 0     | 0         | 1    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 1         | 1         | 1         | 1        | 0         | 1        | 1        | 1         | 1 | 0 |   |
|                      |                            |                  |                   | <i>Coelastrum sp.</i>            | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Scenedesmus sp.</i>           | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Tetradesmus sp.</i>           | 1          | 0     | 0         | 1    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 | 0 |
|                      |                            |                  | Selenastraceae    | <i>Ankistrodesmus falcatus</i>   | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Ankistrodesmus spiralis</i>   | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Ankistrodesmus sp.</i>        | 1          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 | 0 |
|                      |                            |                  | Hydrodictyaceae   | <i>Pediastrum boryanum</i>       | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 1        | 0         | 1        | 1        | 0         | 0 | 1 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Pediastrum sp.</i>            | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Stauridium sp.</i>            | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 1 | 0 |
|                      |                            |                  |                   | <i>Tetraëdron minimum</i>        | 0          | 0     | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                      |                            |                  | Microsporaceae    | <i>sp.</i>                       | 0          | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                      |                            |                  | Selenastraceae    | <i>Monoraphidium contortum</i>   | 0          | 0     | 1         | 0    | 0         | 0     | 1         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 1 | 0 |





| División/<br>Phylum*   | Clase             | Orden                | Familia       | Espécie                  | AS-1 | ALT-4 | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | 13272-MOQUEI* | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |
|------------------------|-------------------|----------------------|---------------|--------------------------|------|-------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|
| Euglenozoa             | Euglenophyceae    | Euglenales           | Euglenaceae   | <i>Euglena sp.</i>       | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |
|                        |                   |                      |               | <i>Trachelomonas sp.</i> | 1    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 |
| Rotifera*              | Eurotatoria       | Ploima               | Notommatidae  | <i>Cephalodella sp.</i>  | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 1         | 1        | 0        | 0         |   |   |
|                        |                   |                      | Lecanidae     | <i>Lecane sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         | 0 |   |
|                        |                   |                      | Lepadellidae  | <i>Lepadella sp.</i>     | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 |
|                        |                   |                      |               | <i>Colurella sp.</i>     | 0    | 1     | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 | 0 |
|                        |                   | SubClase: Bdelloidea | <i>sp.</i>    | 0                        | 1    | 1     | 0         | 0    | 0         | 1     | 1         | 0     | 0         | 1             | 1         | 0         | 1         | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 |   |
| Protozoa*              | Tubulinea         | Arcellinida          | Centropyxidae | <i>Centropyxis sp.</i>   | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 1         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         |   |   |
|                        |                   |                      | Arcellidae    | <i>Arcella sp.</i>       | 0    | 0     | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 1        | 1         | 1 |   |
|                        | Filosia           | Aconchulinida        | Euglyphidae   | <i>Euglypha sp.</i>      | 1    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         |   |   |
|                        | Rhizopoda         |                      |               | <i>Nebela sp.</i>        | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |
|                        | Imbricatea        | Euglyphida           | Euglyphidae   | <i>Trinema sp.</i>       | 0    | 0     | 0         | 1    | 1         | 0     | 1         | 0     | 1         | 0             | 0         | 1         | 1         | 0         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         |   |   |
| Ciliophora*            | Oligohymenophorea | Sessilida            | Vorticellidae | <i>Vorticella sp.</i>    | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 1         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 1         | 0         | 0        | 1         | 0        | 1        | 0         |   |   |
| Ciliophora*            |                   |                      |               | ND                       | 0    | 1     | 1         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 0         | 1         | 1         | 0         | 0        | 1         | 0        | 1        | 0         |   |   |
| Tartigrada*            |                   |                      |               | ND                       | 0    | 1     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
| Nematoda*              |                   |                      |               | ND                       | 1    | 0     | 1         | 1    | 1         | 1     | 1         | 0     | 1         | 1             | 1         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 1        | 0        | 1         | 1 |   |
| Arthropoda: Ostracoda* |                   |                      |               | ND                       | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1             | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
| Otros                  |                   |                      |               | <i>Algas cocales</i>     | 0    | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0             | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza

### 4.3.3 Bentos (Macroinvertebrados)

Para los puntos muestreados se identificó 42 especies divididas en 29 familias, 16 órdenes, 11 phylla; las especies con mayor presencia en los puntos de monitoreo fueron, una especie perteneciente a la familia Chironomidae y una especie perteneciente a la familia Orthoclaadiinae, ambas aparecen en 15 puntos de monitoreo; se observaron varias especies con menor presencia, de las cuales algunas especies fueron *Atrichopogon sp.* y *Dasyhelea sp.* pertenecientes a la familia Ceratopogonidae, una especie de la familia Ephydriidae, entre otras.

**Tabla N° 16. Número de taxones por punto de muestreo**

| ZONA                         | PUNTOS DE MONITOREO | PHYLUM | CLASE | ORDEN | FAMILIA | ESPECIES |
|------------------------------|---------------------|--------|-------|-------|---------|----------|
| Río Asana                    | AS-1                | 2      | 4     | 7     | 12      | 25       |
|                              | QL-ASA-02           | 2      | 3     | 7     | 12      | 24       |
|                              | QL-ASA-03           | 1      | 1     | 4     | 8       | 14       |
| Quebrada Altarani            | ALT-4               | 2      | 3     | 7     | 9       | 21       |
| Río Charaque                 | CH-3                | 2      | 3     | 4     | 8       | 17       |
| Río Capillune                | CAP-1               | 2      | 3     | 4     | 7       | 16       |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01           | 1      | 2     | 4     | 9       | 16       |
| Río Tumulaca (Puente)        | TUM-1               | 3      | 4     | 8     | 12      | 27       |
| Río Tumulaca (Parte baja)    | QL-TUM-01           | 2      | 2     | 4     | 4       | 12       |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1*       | 4      | 4     | 7     | 7       | 22       |
| Río Vizcachas                | QLVIZ-05            | 2      | 3     | 7     | 9       | 21       |
|                              | QL-VIZ-01           | 2      | 3     | 3     | 4       | 12       |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-03           | 2      | 2     | 4     | 8       | 16       |
|                              | QLHUA-04            | 2      | 3     | 5     | 8       | 18       |
|                              | QLBHUA-05           | 2      | 3     | 6     | 10      | 21       |
|                              | QLBHUA-01           | 2      | 3     | 5     | 7       | 17       |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06           | 2      | 3     | 7     | 9       | 21       |
|                              | QLBCHI-07           | 1      | 2     | 5     | 9       | 17       |
| Río Chincune                 | QLCHR-01            | 2      | 2     | 6     | 7       | 17       |

\* Inicialmente con código MQ-1

Fuente: Pronaturaleza



| Phylum | Clase | Orden         | Familia         | Espécie                  | Estadio                   | AS-1   | ALT-4 | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | I3272-MOQUE1 | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |
|--------|-------|---------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------|-------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|
|        |       |               | Ephydriidae     | <i>sp.</i>               | Larva                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         |   |   |
|        |       |               | Simuliidae      | <i>Simulium sp.</i>      | Larva                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         |   |   |
|        |       |               | Empididae       | <i>Neoplasta sp.</i>     | Larva                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 1     | 1         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |
|        |       |               |                 | <i>Hemerodromia sp.</i>  | Larva                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       |               |                 | <i>Hemerodromia sp.</i>  | Pupa                      | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       |               |                 | <i>sp.</i>               | Larva                     | 0      | 0     | 1         | 1    | 0         | 0     | 0         | 1     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       |               |                 | <i>sp.</i>               | Pupa                      | 0      | 0     | 0         | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       |               |                 | Coleoptera               | <i>Microcylloepus sp.</i> | Larva  | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|        |       |               | Elmidae         |                          | <i>Austrelmis sp.</i>     | Larva  | 1     | 1         | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 1         | 0            | 0         | 0         | 0         | 1         | 1        | 1         | 1        | 1        | 1         | 1 | 1 |
|        |       |               |                 |                          | <i>Austrelmis sp.</i>     | Adulto | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|        |       |               | Dytiscidae      |                          | <i>Lancetes sp.</i>       | Larva  | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 1     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|        |       |               | Staphylinidae   |                          | <i>sp.</i>                | Adulto | 0     | 0         | 0    | 0         | 1     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|        |       | Ephemeroptera | Baetidae        | <i>Andesiops sp.</i>     | Ninfa                     | 0      | 1     | 1         | 1    | 1         | 0     | 0         | 1     | 0         | 0            | 0         | 1         | 0         | 1         | 1        | 1         | 0        | 1        | 1         | 1 |   |
|        |       |               | Leptophlebiidae | <i>Tricorythodes sp.</i> | Ninfa                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 1         | 1            | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|        |       |               |                 | <i>Meridialaris sp.</i>  | Ninfa                     | 0      | 1     | 1         | 0    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |
|        |       | Odonata       | Aeshnidae       | <i>sp.</i>               | Ninfa                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 1     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       | Hemiptera     | Corixidae       | <i>Ectemnostega sp.</i>  | Ninfa                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 1        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       |               | Corixidae       | <i>Ectemnostega sp.</i>  | Adulto                    | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 1         | 0        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       | Plecoptera    | Hydrobiosidae   | <i>Cailloma sp.</i>      | Larva                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 0        | 0         | 0 |   |
|        |       |               | Hydroptilidae   | <i>Oxyethira sp.</i>     | Larva                     | 0      | 0     | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 1        | 0        | 0         | 0 |   |

| Phylum          | Clase                   | Orden            | Familia         | Espécie                       | Estadio                     | AS-1                  | ALT-4  | QL-ASA-02 | CH-3 | QL-ASA-03 | CAP-1 | QL-COR-01 | TUM-1 | QL-TUM-01 | I3272-MOQUE1 | QL-VIZ-01 | QLBHUA-05 | QLBHUA-01 | QLBCHI-06 | QLVIZ-05 | QLBCHI-07 | QLHUA-04 | QLCHR-01 | QLBHUA-03 |   |   |   |
|-----------------|-------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------|-----------|------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---|---|---|
|                 |                         |                  |                 | <i>Metrichia sp.</i>          | Larva                       | 0                     | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 0        | 1        | 0         |   |   |   |
|                 |                         |                  |                 | <i>Metrichia sp.</i>          | Pupa                        | 0                     | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 1 | 0 |   |
|                 |                         |                  | Gripopterygidae | <i>Claudioperla sp.</i>       | Ninfa                       | 1                     | 1      | 1         | 0    | 1         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 1         | 1        | 1        | 1         | 0 | 0 |   |
|                 |                         |                  | Trichoptera     | Limnephilidae                 | <i>Anomalocosmoecus sp.</i> | Larva                 | 1      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                 |                         |                  |                 | Hydroptilidae                 | <i>Metrichia sp.</i>        | Pupa                  | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                 |                         |                  |                 |                               | <i>Metrichia sp.</i>        | Larva                 | 1      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 1     | 1         | 1            | 0         | 1         | 0         | 1         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 | 0 |
|                 |                         | Malacostraca     | Amphipoda       | Hyalellidae                   | <i>Hyalella sp.</i>         | Juvenil               | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 1         | 1        | 1         | 0        | 1        | 1         | 0 | 0 |   |
|                 |                         |                  |                 |                               | <i>Hyalella sp.</i>         | Adulto                | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 1         | 1        | 1        | 0         | 1 | 0 | 0 |
|                 |                         |                  | Arachnida       | Sarcoptiformes                | Hydrozetidae                | <i>Hydrozetes sp.</i> | Adulto | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                 |                         |                  |                 | Acari                         |                             | <i>sp.</i>            | ND     | 2         | 1    | 1         | 1     | 1         | 0     | 1         | 1            | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 | 0 | 0 |
| Mollusca        | Gastropoda              | Discopoda        | Thiaridae       | <i>Melanoides tuberculata</i> | Juvenil                     | 0                     | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |   |
|                 |                         |                  |                 | Physidae                      | <i>Physa sp.</i>            | Juvenil               | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1            | 0         | 1         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
|                 |                         | <i>Physa sp.</i> | Adulto          |                               | 0                           | 0                     | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 1         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0 | 0 |   |
| Platyhelminthes | Rhabditophora           | Tricladida       | Dugesiiidae     | <i>Girardia sp.</i>           | Juvenil                     | 0                     | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 1            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |   |
| Annelida        | Clitellata: Hirudinea   | Rhynchobdellida  | Glossiphoniidae | <i>sp.</i>                    | Juvenil                     | 1                     | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 1         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         |   |   |   |
|                 |                         |                  |                 | <i>sp.</i>                    | Adulto                      | 0                     | 0      | 0         | 0    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 1         | 0        | 0         | 0        | 1        | 0         | 0 |   |   |
|                 | Clitellata: Oligochaeta | Lumbriculida     | Lumbriculidae   | <i>sp.</i>                    | Juvenil                     | 1                     | 1      | 1         | 1    | 0         | 1     | 0         | 1     | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0         | 0        | 0         | 0        | 0        | 1         | 0 |   |   |
|                 |                         |                  | Haplotaxida     | Naididae                      | <i>sp.</i>                  | ND                    | 0      | 1         | 1    | 0         | 0     | 0         | 0     | 0         | 0            | 1         | 1         | 1         | 0         | 1        | 1         | 0        | 0        | 1         | 1 |   |   |

\* Inicialmente con código MQ-1  
Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4 Diversidad (Índice de Shannon- Wiener) y equidad (Índice de Pielou)

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

##### 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.

En la siguiente tabla se puede observar que según el valor del índice de Shannon-Wiener (Log2), las estaciones AS-1, ALT-4 y QLBHUA-01 presentaron una diversidad alta; las 16 estaciones restantes presentaron una diversidad media, cabe señalar que según el valor del índice de Shannon-Wiener ninguna estación presentó un índice de diversidad baja.

**Tabla N° 18. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Fitoplancton**

| Sector                       | Estación      | Por punto de monitoreo |           |      |
|------------------------------|---------------|------------------------|-----------|------|
|                              |               | H'                     | Resultado | J'   |
| Río Asana                    | AS-1          | 3.18                   | Alta      | 0.81 |
|                              | QL-ASA-02     | 1.58                   | Media     | 0.68 |
|                              | QL-ASA-03     | 2.07                   | Media     | 0.60 |
| Quebrada Altarani            | ALT-4         | 3.14                   | Alta      | 0.91 |
| Río Charaque                 | CH-3          | 2.56                   | Media     | 0.61 |
| Río Capillune                | CAP-1         | 2.51                   | Media     | 0.61 |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01     | 1.63                   | Media     | 0.45 |
| Río Tumilaca (Puente)        | TUM-1         | 2.87                   | Media     | 0.86 |
| Río Tumilaca (Parte baja)    | QL-TUM-01     | 2.70                   | Media     | 0.78 |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1* | 2.92                   | Media     | 0.81 |
| Río Vizcachas                | QLVIZ-05      | 2.62                   | Media     | 0.79 |
|                              | QL-VIZ-01     | 1.19                   | Media     | 0.26 |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-05     | 2.36                   | Media     | 0.60 |
|                              | QLBHUA-01     | 3.42                   | Alta      | 0.74 |
|                              | QLHUA-04      | 2.88                   | Media     | 0.62 |
|                              | QLBHUA-03     | 1.58                   | Media     | 0.34 |
| Río Chincune                 | QLCHR-01      | 2.58                   | Media     | 0.58 |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06     | 1.80                   | Media     | 0.49 |
|                              | QLBCHI-07     | 2.84                   | Media     | 0.69 |

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

J' = Índice de Equidad de Pielou

\* Inicialmente con código MQ-1

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.

En la siguiente tabla se puede observar que según el valor del índice de Shannon-Wiener (Log2), las estaciones QL-TUM-01, QLBHUA-01 y QLBCHI-07 presentaron una diversidad alta; las 16 estaciones restantes presentaron una diversidad media, cabe señalar que según el valor del índice de Shannon-Wiener ninguna estación presentó un índice de diversidad baja.

**Tabla N° 19. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Perifiton**

| Sector                       | Estación      | Por punto de monitoreo |           |      |
|------------------------------|---------------|------------------------|-----------|------|
|                              |               | H'                     | Resultado | J'   |
| Río Asana                    | AS-1          | 1.92                   | Media     | 0.42 |
|                              | QL-ASA-02     | 1.86                   | Media     | 0.42 |
|                              | QL-ASA-03     | 1.48                   | Media     | 0.33 |
| Quebrada Altarani            | ALT-4         | 2.31                   | Media     | 0.59 |
| Río Charaque                 | CH-3          | 1.57                   | Media     | 0.44 |
| Río Capillune                | CAP-1         | 2.36                   | Media     | 0.48 |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01     | 1.90                   | Media     | 0.47 |
| Río Tumilaca (Puente)        | TUM-1         | 2.88                   | Media     | 0.66 |
| Río Tumilaca (Parte baja)    | QL-TUM-01     | 3.14                   | Alta      | 0.78 |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1* | 2.57                   | Media     | 0.53 |
| Rio Vizcachas                | QLVIZ-05      | 1.93                   | Media     | 0.37 |
|                              | QL-VIZ-01     | 1.86                   | Media     | 0.46 |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-05     | 1.68                   | Media     | 0.47 |
|                              | QLBHUA-01     | 3.46                   | Alta      | 0.75 |
|                              | QLHUA-04      | 1.96                   | Media     | 0.45 |
|                              | QLBHUA-03     | 2.77                   | Media     | 0.62 |
| Río Chincune                 | QLCHR-01      | 2.87                   | Media     | 0.70 |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06     | 1.93                   | Media     | 0.39 |
|                              | QLBCHI-07     | 3.04                   | Alta      | 0.66 |

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

*J' = Índice de Equidad de Pielou*

*\* Inicialmente con código MQ-1*

*Fuente: Pronaturaleza*

#### 4.4.3 Bentos (Macroinvertebrados)

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.

En la siguiente tabla se puede observar que según el valor del índice de Shannon-Wiener (Log2), la estación QL-ASA-02 presentó una diversidad alta; la estación QLVIZ-05

presentó una diversidad baja y las 17 estaciones restantes presentaron una diversidad media.

**Tabla N° 20. Valores obtenidos para los índices de diversidad y equidad de Bentos**

| Sector                       | Estación      | Por punto de monitoreo |           |      |
|------------------------------|---------------|------------------------|-----------|------|
|                              |               | H'                     | Resultado | J'   |
| Río Asana                    | AS-1          | 2.87                   | Media     | 0.63 |
|                              | QL-ASA-02     | 2.51                   | Media     | 0.64 |
|                              | QL-ASA-03     | 2.11                   | Media     | 0.47 |
| Quebrada Altarani            | ALT-4         | 3.35                   | Alta      | 0.93 |
| Río Charaque                 | CH-3          | 2.49                   | Media     | 0.55 |
| Río Capillune                | CAP-1         | 2.33                   | Media     | 0.47 |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01     | 1.96                   | Media     | 0.49 |
| Río Tumilaca (Puente)        | TUM-1         | 2.55                   | Media     | 0.58 |
| Río Tumilaca (Parte baja)    | QL-TUM-01     | 1.11                   | Media     | 0.28 |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1* | 2.24                   | Media     | 0.47 |
| Río Vizcachas                | QLVIZ-05      | 1.69                   | Media     | 0.42 |
|                              | QL-VIZ-01     | 0.97                   | Baja      | 0.27 |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-05     | 2.56                   | Media     | 0.55 |
|                              | QLBHUA-01     | 2.46                   | Media     | 0.50 |
|                              | QLHUA-04      | 1.82                   | Media     | 0.35 |
|                              | QLBHUA-03     | 2.26                   | Media     | 0.49 |
| Río Chincune                 | QLCHR-01      | 2.66                   | Media     | 0.61 |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06     | 2.49                   | Media     | 0.61 |
|                              | QLBCHI-07     | 2.21                   | Media     | 0.50 |

H' = Índice de Diversidad de Shannon-Wiener

J' = Índice de Equidad de Pielou

\* Inicialmente con código MQ-1

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 calcularon el índice ABI, cuyo resumen de valores se presenta en la Tabla N° 21. A continuación, se presenta los resultados de las 19 estaciones de monitoreo.

**Tabla N° 21. Valores obtenidos para los índices Biótico Andino**

| Sector                       | Estación      | ABI | Resultado |
|------------------------------|---------------|-----|-----------|
| Río Asana                    | AS-1          | 40  | Moderado  |
|                              | QL-ASA-02     | 29  | Moderado  |
|                              | QL-ASA-03     | 43  | Moderado  |
| Quebrada Altarani            | ALT-4         | 14  | Malo      |
| Río Charaque                 | CH-3          | 32  | Moderado  |
| Río Capillune                | CAP-1         | 18  | Malo      |
| Quebrada Cortadera           | QL-COR-01     | 30  | Moderado  |
| Río Tumilaca (Puente)        | TUM-1         | 50  | Bueno     |
| Río Tumilaca (Parte baja)    | QL-TUM-01     | 21  | Malo      |
| Río Moquegua (Pte. Montalvo) | 13272-MOQUE1* | 29  | Moderado  |
| Río Vizcachas                | QLVIZ-05      | 4   | Pésimo    |
|                              | QL-VIZ-01     | 30  | Moderado  |
| Zona de Huachunta            | QLBHUA-05     | 23  | Malo      |
|                              | QLBHUA-01     | 30  | Moderado  |
|                              | QLHUA-04      | 26  | Malo      |
|                              | QLBHUA-03     | 42  | Moderado  |
| Río Chincune                 | QLCHR-01      | 31  | Moderado  |
| Río Chilota                  | QLBCHI-06     | 17  | Malo      |
|                              | QLBCHI-07     | 15  | 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. Las diferencias obtenidas en cuanto a los resultados entre componentes biológicos para los puntos de muestreo esta en las ventajas o desventajas que cada medio da para el desarrollo de determinadas comunidades. Se obtuvo un punto con calidad hídrica de categoría BUENO, diez con MODERADO, 7 de categoría MALO y 1 de PÉSIMO.

#### 4.6 Factor de condición (K)

Un total de 12 ejemplares que fueron medidos y pesados. La talla mínima fue 16.9 cm, y la máxima de 27.0 cm, situándose la talla promedio de 20.4 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 22 g. y el máximo de 51 g. con un peso promedio 34.3 g.

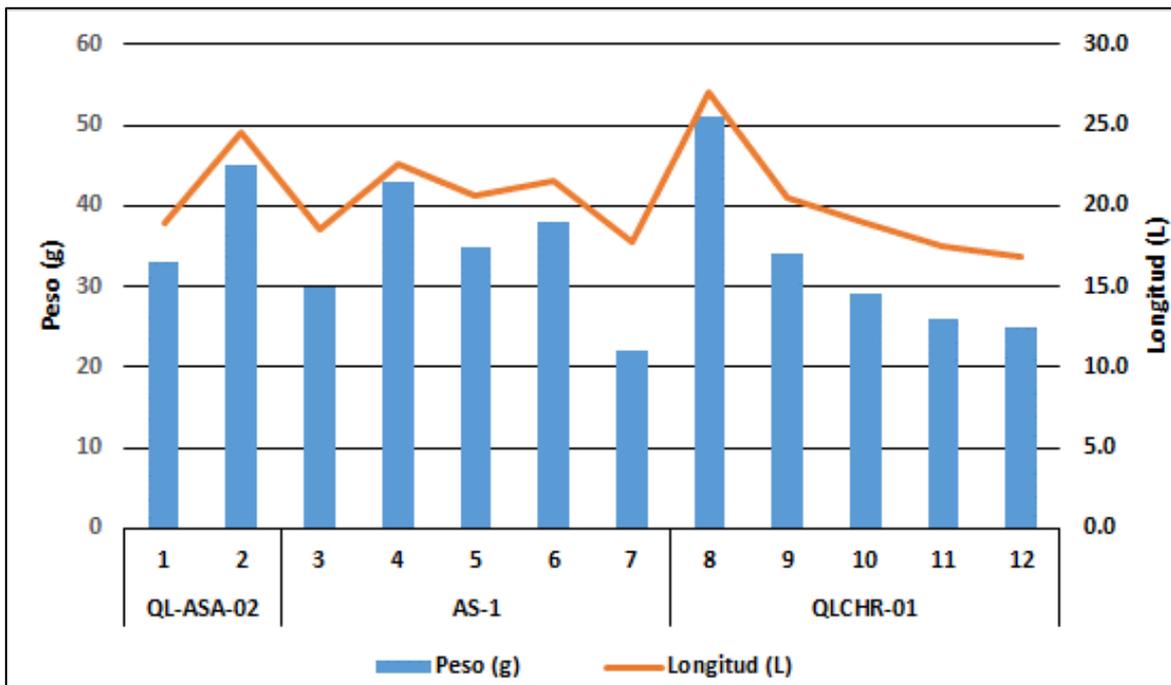
**Tabla N° 22. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)**

| Estación  | Peso (g) | Longitud (cm) | Factor de condición (K) |
|-----------|----------|---------------|-------------------------|
| QL-ASA-02 | 33       | 18.9          | 0.49                    |
|           | 45       | 24.6          | 0.30                    |
| AS-1      | 30       | 18.5          | 0.47                    |
|           | 43       | 22.6          | 0.37                    |
|           | 35       | 20.6          | 0.40                    |
|           | 38       | 21.5          | 0.38                    |
|           | 22       | 17.7          | 0.40                    |
| QLCHR-01  | 51       | 27.0          | 0.26                    |
|           | 34       | 20.5          | 0.39                    |
|           | 29       | 18.9          | 0.43                    |
|           | 26       | 17.5          | 0.49                    |
|           | 25       | 16.9          | 0.52                    |

\* Inicialmente con código MQ-1  
 Fuente: Pronaturaleza

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

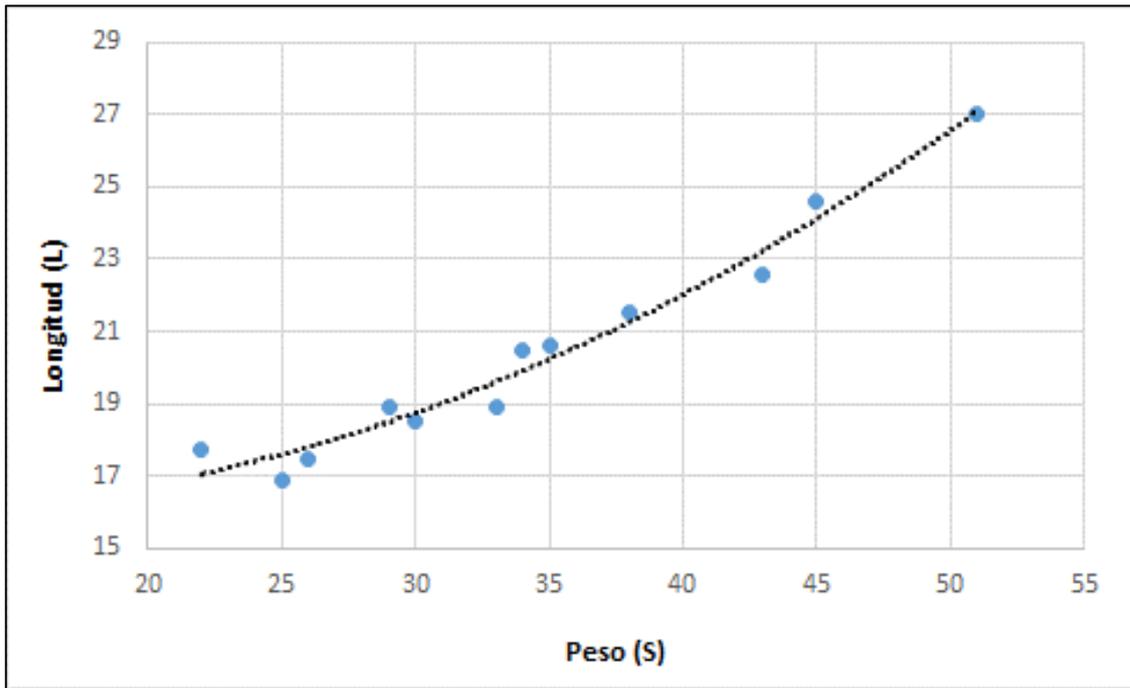
**Gráfico N° 4. Histograma de tallas con líneas de peso**



Fuente: Pronaturaleza

Los datos obtenidos siguieron un patrón muy definido en cuanto a la relación de estas variables. (Ver Gráfico N° 5).

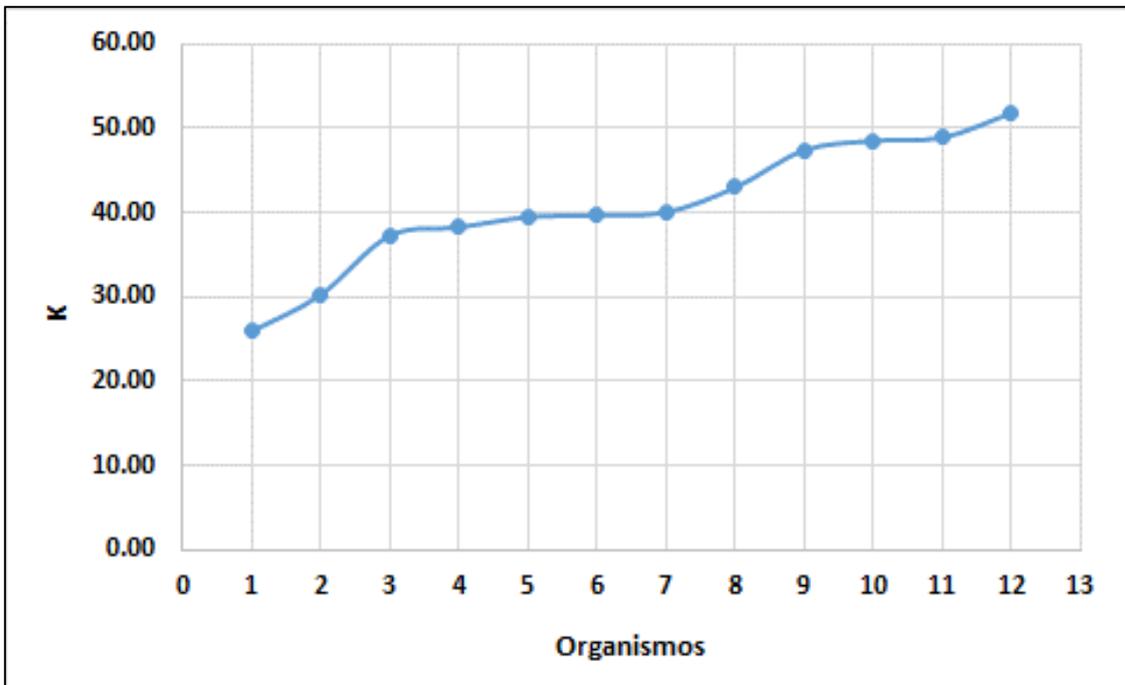
**Gráfico N° 5. Relación Longitud - Peso**



Fuente: Pronaturaleza

En el caso del índice del factor de condición (K), sus valores variaron entre K=25.91 a 51.79, situándose el valor promedio en K=40.86

**Gráfico N° 6. Tendencia del factor de condición**



Fuente: Pronaturaleza

En este sentido, resulta significativo el hecho de que acuerdo a la talla aumenta el factor de condición se incremente gradualmente hasta alcanzar su máximo.

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

En la siguiente tabla, se observan los valores obtenidos en la captura de peces

**Tabla N° 23. Valores obtenidos por la Captura por Unidad de Esfuerzo**

| Código            | Muestreo      |                |                      | Observaciones  |
|-------------------|---------------|----------------|----------------------|--|
|                   | Descargas *   | Capturados     | Captura/<br>descarga |  |
| AS-1              | 18            | 31             | 1.7                  | Número máximo por descarga: 6                                    |
| ALT-4             | 10            | 2              | 0.2                  | Número máximo por descarga: 1                                    |
| QL-ASA-02         | 5             | 3              | 0.6                  | Peces trasladados al río Asana.<br>Número máximo por descarga: 1 |
| QL-ASA-03**       | 15            | Sin resultados |                      | Peces trasladados a la parte alta del río Asana                  |
| CH-3              | 6             | Sin resultados |                      |  |
| CAP-1             | 6             | Sin resultados |                      |  |
| QL-COR-01         | No se realizó |                |                      | Caudal muy bajo  |
| TUM-1             | 10            | Sin resultados |                      |  |
| QL-TUM-01         | 10            | Sin resultados |                      |  |
| 13272-<br>MOQUE1* | 10            | Sin resultados |                      |  |
| QL-VIZ-01         | 5             | Sin resultados |                      |  |
| QLBHUA-01         | 6             | 180            | 30                   | Número máximo por descarga: 40 aprox.                            |
| QLBHUA-05         | No se realizó |                |                      | Caudal muy bajo  |
| QL-BCHI-06        | 20            | Sin resultados |                      |  |
| QLVIZ-05          | 15            | Sin resultados |                      |  |
| QLBCHI-07         | 12            | 32             | 2.7                  |  |
| QLHUA-04          | 12            | 37             | 3.1                  | Número máximo por descarga: 6                                    |
| QLCHR-01          | 35            | 159            | 4.5                  | Número máximo por descarga: 8                                    |
| QLBHUA-03         | 12            | Sin resultados |                      |  |

\* El número de descargas está en relación a la cantidad de pozas y otros lugares de refugio de los peces

\*\*Antes del muestreo los peces fueron trasladados aguas arriba

- La conductividad y el tamaño de peces influye en el funcionamiento del electrofisher

## V. CONCLUSIONES

### 5.1 Parámetros de campo

Los puntos muestreados en la zona de operaciones no sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental vigente (DS 004-2017 MINAM) para los valores de conductividad, oxígeno y pH. En abastecimiento los valores se mantienen en el rango excepto los puntos QL-VIZ-01, QLBHUA-01, QLHUA-04, QLBHUA-03, QLCHR-01, QL-BCHI-06, QLBCHI-07 que sobrepasan el estándar de pH.

Comparando los resultados con el ECA para agua superficial D.S N° 004-2017-MINAM, Categoría 3, Subcategoría D-1, Riego de vegetales, riego no restringido se observa que los valores de pH para la zona de operaciones se mantienen dentro de los valores del ECA. En el Area de abastecimiento, el punto QL-VIZ-01 ubicado a la salida de la represa Pasto Grande se encuentra con un pH por debajo del ECA.

### 5.2 Riqueza específica

En fitoplancton se determinaron 82 especies distribuidas en 47 familias, 29 ordenes, 12 clases y 6 divisiones. Las especies con mayor presencia en los puntos de monitoreo fueron *Nitzschia* sp. perteneciente a la familia Bacillariaceae. Para perifiton se identificó 118 especies divididas en 66 familias, 41 ordenes y 20 clases; la especie con más presencia es *Navicula* sp. de la familia Naviculaceae. En el muestreo de bentos se identificó 42 especies divididas en 29 familias, 16 órdenes, 11 phylla; las especies con mayor presencia en los puntos de monitoreo fueron, una especie perteneciente a la familia Chironomidae y una especie perteneciente a la familia Orthocladiinae.

### 5.3 Índice de diversidad de Shannon y equidad de Pielou

- **Fitoplancton**

Según el Índice de Shannon poseen una alta diversidad los puntos de AS-1, ALT-4 y QLBHUA-01, los dos primeros en los ríos Asana y Altarani respectivamente, el tercero en la zona de Huachunta. En los demás puntos de muestreo se tiene una diversidad media, no encontrándose puntos con baja diversidad. Estos valores comparados con el índice de Pielou se observa que los puntos AS-1, QL-ASA-02, ALT-4, TUM-1, QL-TUM-01, 13272-MOQUE1, QLVIZ-05 y QLBHUA-01 tienen una alta equidad, mientras el resto de puntos con valores medios, excepto QL-VIZ-01 que tiene un valor de equidad bajo de diversidad obtenida versus diversidad esperada.

- **Perifiton**

Presentan una alta diversidad en perifiton los puntos QL-TUM-01, QLBHUA-01 y QLBCHI-07, el resto de estaciones poseen una diversidad media. Haciendo la comparación con el índice de Pielou observamos que en las estaciones TUM-1, QL-TUM-01 y QLBHUA-01 tienen un índice de equidad alto, habiendo relación entre el valor de diversidad obtenido con el esperado.

- **Bentos**

Poseen una alta diversidad de Macroinvertebrados bentónicos la zona de río Altarani (ALT-4) y una baja diversidad en el punto QL-VIZ-01, el resto de los puntos con

diversidad media. Según el índice de Pielou para los puntos AS-1, QL-ASA-02 y ALT-4 existe un valor alto de diversidad obtenida versus esperada.

#### **5.4 ABI**

Se obtuvo, la calidad de agua en los puntos de muestreo de los ríos Asana, Charaque, quebrada Cortaderas, río Moquegua, río Vizcachas (QL-VIZ-01), zona de Huachunta (QLBHUA-01, QLBHUA-03) y río Chincune poseen una categoría de calidad de agua MODERADO. Los puntos en Quebrada Altarani, río Capillune, Río Tumilaca (Parte baja), Zona de Huachunta (QLBHUA-05, QLHUA-04) y Río Chilota poseen una calidad de agua de categoría MALO. El punto QLVIZ-05 es el único de categoría PÉSIMO y TUM-1 el único de categoría BUENO. Estos resultados se dan respecto al desarrollo de Macroinvertebrados, es decir a los hábitats propicios que cada medio ofrece a esta comunidad.

#### **5.5 Factor de condición (K)**

En la relación de longitud-peso dados en el factor de condición k, se evidenció similares patrones de crecimiento en los especímenes evaluados y por tanto en los puntos de muestreo. Para la totalidad de individuos analizados fue posible encontrar estadios juveniles y adultos, por lo cual los hábitats de dichas poblaciones constituyen centros de desarrollo para la especie.

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

De los diecinueve puntos se obtuvo resultados en AS-1, ALT-4, QL-ASA-02, QLBHUA-01, QLBCHI-07, QLHUA-04, QLCHR-01, de los cuales es la mejor relación captura/esfuerzo se dio en el punto QLBHUA-01, en este punto todos los especímenes fueron de una longitud menor a 10 cm. En el punto QLCHR-01 se obtuvo capturas de los peces en diferentes estadios. En el punto ALT-4 fue donde se obtuvo la menor relación captura/esfuerzo.

**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 Conjugatphyceae, Zygnematales und Desmidiales. 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 Zygnemales = 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.

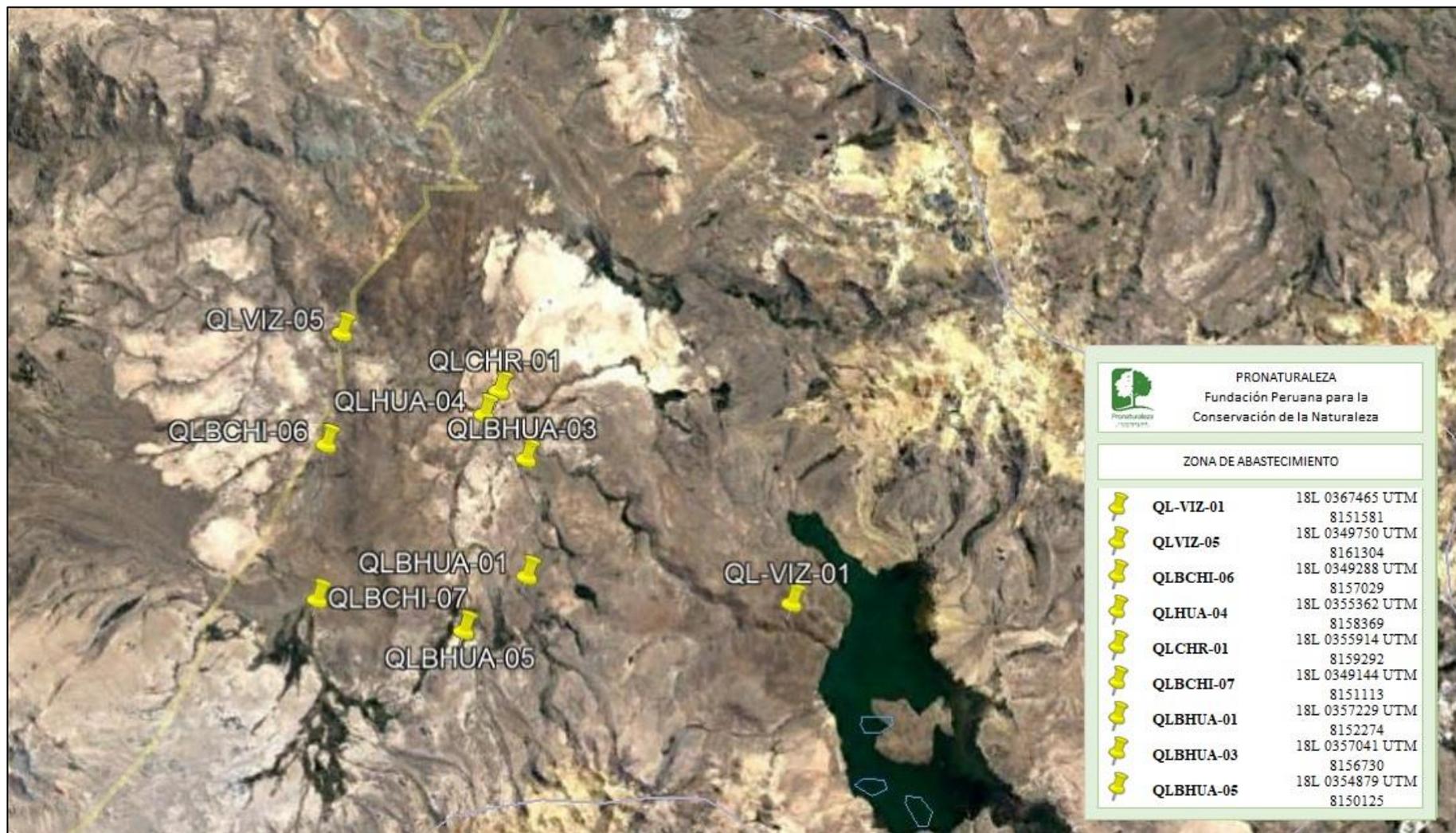
ROLDÁN, G. 2003. La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Editorial Universidad del Antioquia, Medellín. 170p.

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

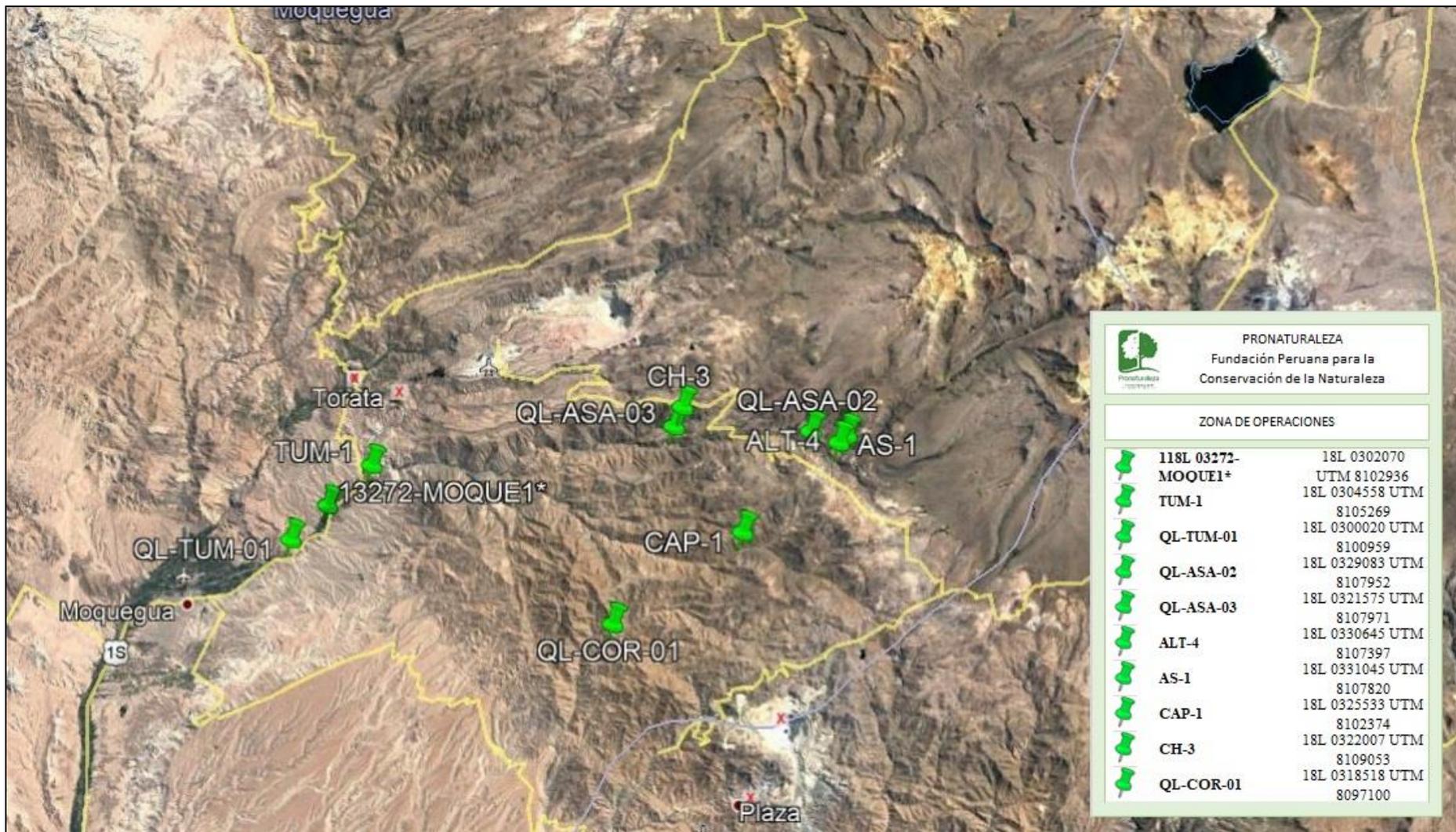
WETZEL, R.G. (ED.) 1983. Periphyton of aquatic ecosystem. B.V. Junk, The Hague, Holanda. 346 p.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Ubicación de los puntos de muestreo



Fuente: Pronaturaleza



Fuente: Pronaturaleza

**Anexo 2. Certificado de acreditación del laboratorio****Certificado**

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, OTORGA la presente Renovación de la Acreditación a:

**Servicios Analíticos Generales S.A.C.**

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-05P-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

**Sede Acreditada:** . Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima y departamento de Lima.

Fecha de Renovación: 17 de junio de 2016  
Fecha de Vencimiento: 17 de junio de 2020

Registro N° LE – 047  
Fecha de emisión: 09 de agosto de 2016  
DA-acr-01P-02M Ver. 00

*Augusto Mello Romero*  
**Augusto Mello Romero**  
Director - Dirección de Acreditación

The signature is in blue ink. To its right is a circular official stamp of the INACAL Dirección de Acreditación, with the name 'A. Mello Romero' and the title 'Director' inside.

Anexo 3. Certificados de calibración del equipo Multiparámetro WTW 3630



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° PL-AG0233-02**

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

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (pH)      CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08  
 MARCA: WTW      RANGO DE MEDICIÓN: 0.00 a 14.00 (pH)  
 MODELO: MULTI 3630 IDS      RESOLUCIÓN: De 0.001pH - 0.1 pH  
 SERIE: 17492448      CONDICIÓN: NUEVO  
 SERIE DE LA Sonda: C174734035

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

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb  
 FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 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              | N° DE CERTIFICADO    | SERIE      | VENCIMIENTO    |
|--------------------------|----------------------|------------|----------------|
| BAROTERMÓHIGROMETRO      | 51645-11388-CLT-2017 | 130134541  | 17-07-2018     |
| DESCRIPCIÓN              | MARCA/MODELO         | SERIE/LOTE | VENCIMIENTO    |
| SOLUCION BUFFER pH 4.01  | HANNA/HI5004         | 0204       | Mayo 2021      |
| SOLUCION BUFFER pH 10.01 | HANNA/HI5007         | 9824       | Febrero 2018   |
| SOLUCION BUFFER pH 7.01  | HANNA/HI2010         | 9322       | Setiembre 2020 |

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN:

| VALOR CERTIFICADO A 25°C (pH) | TEMPERATURA MEDICION (°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.

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

*Eduin Paz*  
**Eduin Edgardo Paz**  
 TÉCNICO RESPONSABLE  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Arequipa, 26 de Febrero del 2018

FEC-001 REV. 01

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

000234



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° PL-AG0234-02**

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

2.- DATOS DEL EQUIPO:

INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (CE) CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08  
 MARCA: WTW RANGO MEDICIÓN: 0,01µS/cm a 200 mS/cm  
 MODELO: MULTI 3630 IDS RESOLUCIÓN: 0,01 µS/cm  
 SERIE: 17492448 CONDICIÓN: NUEVO  
 SERIE DE LA SONDA: 17492528

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

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

INICIAL: TEMPERATURA: 22,0°C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb  
 FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% 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             | N° DE CERTIFICADO    | SERIE      | VENCIMIENTO |
|-------------------------|----------------------|------------|-------------|
| BAROTERMÓHIGROMETRO     | 51645-11388-CLT-2017 | 130134541  | 17-07-2018  |
| DESCRIPCIÓN             | MARCA/MODELO         | SERIE/LOTE | VENCIMIENTO |
| SOL. EST. CE 1413 µS/cm | HANNA/HI7031         | 8963       | Junio 2020  |

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, 26 de Febrero del 2018

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

*Eduardo Torres*  
**Eduardo Torres Oración**  
 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"

000285



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° PL-AG0235-02**

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

---

2.- DATOS DEL EQUIPO:  
 INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (OD)      CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08  
 MARCA: WTW      RANGO MEDICIÓN: 0,01 mg/L a 20 mg/L  
 MODELO: MULTI 3630 IDS      RESOLUCIÓN: 0,01 mg/L  
 SERIE: 17492448      CONDICIÓN: NUEVO  
 SERIE DE LA SONDA: 17492196

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

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:  
 INICIAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb  
 FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C HUMEDAD RELATIVA: 39% 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                | N° DE CERTIFICADO    | SERIE      | VENCIMIENTO |
|----------------------------|----------------------|------------|-------------|
| BAROTERMÓHIGROMETRO        | 51645-11388-CLT-2017 | 130134541  | 17-07-2018  |
| DESCRIPCIÓN                | MARCA/MODELO         | SERIE/LOTE | VENCIMIENTO |
| SOLUCION OXIGENO ZERO - I  | HANNA/HI7040-1       | 0333 12G   | Julio 2021  |
| SOLUCION OXIGENO ZERO - II | HANNA/HI7040-2       | 0431       | Julio 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, 26 de Febrero del 2018

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

Eduardo Torres Chacón  
 TÉCNICO RESPONSABLE  
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

000236

FEC-001 REV. 01

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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° PL-AG0236-02**

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

2.- DATOS DEL EQUIPO:

|  |                           |
|--|---------------------------|
| INSTRUMENTO CALIBRADO: MULTIPARÁMETRO (T°) | CÓDIGO INTERNO: EL/MUL/08 |
| MARCA: WTW                                 | ALCANCE: 0,0 °C a 60 °C   |
| MODELO: MULTI 3630 IDS                     | RESOLUCIÓN: 0,1 °C        |
| SERIE: 17492448                            | CONDICIÓN: NUEVO          |
| SERIE DE LA SONDA: C174734035              |                           |

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

4.- FECHA DE CALIBRACIÓN: 26-02-2018

5.- CONDICIONES AMBIENTALES:

|                               |                       |                               |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| INICIAL: TEMPERATURA: 22,0 °C | HUMEDAD RELATIVA: 39% | PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 767,4 mb |
| FINAL: TEMPERATURA: 22,0 °C   | HUMEDAD RELATIVA: 39% | 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         | N° DE CERTIFICADO    | SERIE      | VENCIMIENTO |
|---------------------|----------------------|------------|-------------|
| BAROTERMÓHIGROMETRO | 51645-11388-CLT-2017 | 130134541  | 17-07-2018  |
| DESCRIPCIÓN         | MARCA/MODELO         | SERIE/LOTE | VENCIMIENTO |
| TERMÓMETRO DIGITAL  | TP3001               | 060001531  | 06-02-2018  |

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, 26 de Febrero del 2018

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

*Edgardo Paz Gonzales*  
TÉCNICO RESPONSABLE  
PAZ LABORATORIOS S.R.L.

FEC-001 REV. 01

Oficina: Calle Oscar Benavides N° 602, Yanahuara - Arequipa  
☎ (054) 655069 RPC: 953766470 - 959010230  
web: www.pazlaboratorios.com Email: servicioalcliente@pazlaboratorios.com

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

000287

**Anexo 4. Informes de Ensayo**