



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LAS AGUAS DEL RÍO MASHCÓN EN HUAMBOCANCHA BAJA Y BELLA UNIÓN DURANTE SETIEMBRE Y DICIEMBRE DEL 2017 Y MAYO DEL 2018”.

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Ambiental**

Autor:

Saida Yojana Rodríguez Camacho

Asesor:

M.Cs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2019

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres René y Manuela, por su amor,  
apoyo incondicional y compañía a lo largo de mi vida.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por el regalo de la vida.

A la Universidad Privada del Norte, mi Alma Mater.

A mis docentes por impartirme sus conocimientos y experiencia académica. Una mención especial al asesor del presente estudio de investigación. Ing. Juan Carlos Flores Cerna y al Lic. Víctor Sánchez Cáceres.

A la Administración Local del Agua Cajamarca (ALA) -  
Autoridad Nacional del Agua (ANA) por el apoyo brindado.

A mis amigos Enrique Vergara Ugarte y Doris Castañeda Abanto, por su apoyo al presente estudio y valiosa amistad.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICES DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICES DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1 Realidad problemática.....	10
1.2 Formulación del problema .....	11
1.3 Objetivos .....	12
1.3.1 Objetivo general:.....	12
1.3.2 Objetivos específicos: .....	12
1.4 Hipótesis.....	12
1.4.1 Hipótesis general.....	12
1.4.2 Hipótesis específica.....	13
1.5 Antecedentes .....	13
1.5.1 A nivel mundial.....	13
1.5.2 A nivel nacional. ....	19
1.5.3 A nivel local. ....	20
1.6 Bases teóricas .....	22
1.6.1 Teoría de la calidad de agua superficial.....	22
1.6.2 Contaminación de aguas superficiales .....	24
1.6.3 Delimitación y Codificación Hidrográfica de la Cuenca Mashcón .....	25
1.6.4 Hidrología Superficial del Mashcón .....	26
1.6.5 Medición de los parámetros de campo.....	27
1.6.6 Marco Legal .....	28

1.7	Definiciones básicas .....	31
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>		<b>38</b>
2.1	Tipo de investigación .....	38
2.2	Población y muestra (Materiales, métodos) .....	38
2.2.1	Población:.....	38
2.2.2	Muestra: .....	38
2.2.3	Materiales:.....	40
2.2.4	Método .....	41
2.3	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	41
2.3.1	Instrumentos.....	41
2.3.2	Análisis de datos .....	42
2.4	Procedimiento.....	42
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>		<b>44</b>
3.1	Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1) .....	44
3.2	Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Bella Unión (RMash2).....	46
3.3	Resultados físicoquímicos y microbiológicos comparativos entre los dos puntos de monitoreo (RMash1 vs. RMash2) .....	48
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>51</b>
4.1	Discusiones: .....	51
4.2	Conclusiones: .....	98
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>100</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>106</b>

## ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1 Codificación Pfafstetter de la cuenca del Mashcón.....	26
Tabla 2 Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial. ....	40
Tabla 3 Materiales de Laboratorio. ....	40
Tabla 4 Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash1). 44	
Tabla 5 Resultados físicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash2). 46	
Tabla 6 Comparativa de los resultados físicoquímicos y microbiológicos (RMash1) vs (RMash2).....	48
Tabla 7 Comparación estadística de parámetros físicoquímicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión.....	92
Tabla 8 Comparación estadística de los parámetros microbiológicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión. ....	96

## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1 Estaciones de monitoreo RMahs1 y RMash2 ubicados en el río Mashcón. ....	39
Figura 2. Variación de Oxígeno Disuelto (OD) .....	51
Figura 3. Variación de pH .....	53
Figura 4. Variación de Temperatura.....	55
Figura 5. Variación de Conductividad Eléctrica .....	56
Figura 6. Variación de Aceites y Grasas .....	57
Figura 7. Variación de Bicarbonato.....	59
Figura 8. Variación de Cianuro (CN-).....	60
Figura 9. Variación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) .....	61
Figura 10. Variación de Demanda Química de Oxígeno (DQO) .....	62
Figura 11. Variación de Detergentes Aniónicos.....	64
Figura 12. Variación de Cloruros (Cl-) .....	66
Figura 13. Variación de Nitritos (como N) .....	67
Figura 14. Variación de Sulfatos (SO <sub>4-2</sub> ).....	68
Figura 15. Variación de Aluminio (Al) .....	69
Figura 16. Variación de Arsénico (As).....	71
Figura 17. Variación de Bario (Ba) .....	72
Figura 18. Variación de Berilio (Be).....	73
Figura 19. Variación de Cadmio (Cd) .....	74
Figura 20. Variación de Cobalto (Co) .....	75
Figura 21. Variación de Cobre (Cu).....	76
Figura 22. Variación de Cromo (Cr) .....	77
Figura 23. Variación de Hierro (Fe) .....	78
Figura 24. Variación de Litio (Li) .....	79

Figura 25. Variación de Manganeso (Mn) .....	80
Figura 26. Variación de Mercurio (Hg).....	82
Figura 27. Variación de Níquel (Ni).....	83
Figura 28. Variación de Plomo (Pb).....	84
Figura 29. Variación de Selenio (Se) .....	86
Figura 30. Variación de Zinc (Zn).....	87
Figura 31. Coliformes Termotolerantes .....	88
Figura 32. Variación de Escherichia coli.....	90



## RESUMEN

El presente estudio consideró 29 parámetros fisicoquímicos y 02 microbiológicos para evaluar la calidad de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2) ubicados en el distrito de Cajamarca, en setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018 relacionándolos con los Estándar de Calidad Ambiental (ECA) categoría 3 subcategoría D1, según D.S 004-2017-MINAM. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron monitoreados y analizados por la Autoridad Nacional del Agua. Se determinaron parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, temperatura, OD, aceites y grasas, bicarbonato, cianuro, DBO<sub>5</sub>, DQO, detergentes aniónicos, cloruros, nitritos, sulfatos, Al, As, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mn, Hg, Ni, Pb, Se y Zn) y microbiológicos (Coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*). Concluyendo que de los 29 parámetros fisicoquímicos en RMash1 todos estuvieron dentro lo normado y en RMash2 estuvieron 5 sobre lo normado (aceites y grasas, DBO<sub>5</sub>, DQO, detergentes aniónicos, Mn) y debajo de lo normado el OD; en RMash1 y RMash2 los coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* se encontraron sobre lo normado; acotando que el RMash2 es el punto de descarga de las aguas residuales de la ciudad.

**Palabras Clave:** Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, ECA categoría 3 subcategoría D1, calidad de aguas, contaminación.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

El agua constituye uno de los recursos naturales más valiosos y un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas. Sin embargo, el uso indiscriminado de este recurso, unido al crecimiento de la población a nivel mundial ha hecho que disminuya peligrosamente la calidad del agua de las fuentes de abasto y de los ecosistemas acuáticos naturales. Esta situación pone en peligro la disponibilidad de un recurso vital para la vida como lo es el agua. (Siew - Leng et al., 2012; Boehm y Soller, 2011, citado por Romeu 2015).

Uno de los usos del agua superficial continental está dirigido al uso agrícola de subsistencia y crianza de animales, es por ello que se debe contar con su óptima calidad en cuanto a sus propiedades químicas, físicas y biológicas, ya que su uso es sin previo tratamiento.

Las aguas superficiales están expuestas a una amplia gama de factores que pueden alterar la calidad del agua en diferentes niveles de intensidad de manera simple o compleja.

Las principales vías de entrada de contaminantes en el ambiente acuático son las aguas residuales, entre las que se incluyen las urbanas, industriales y las de origen agrícola o ganadero. Estas vías pueden experimentar distintos procesos de depuración o en algunos casos la atenuación natural, que en gran medida afecta a que prevalezcan en el ambiente (Ramírez, 2016)

En el inventario de fuentes de contaminación destaca, por una parte, los vertimientos poblacionales a lo largo de toda la cuenca y fundamentalmente donde se concentran los grandes centros poblados, que en su mayor parte vierten sin tratamiento o con sistemas de tratamiento colapsados. Otros se infiltran en el terreno lo que también supone un riesgo para las aguas subterráneas. (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

La aportación directa de las descargas de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca hacia el río Mashcón sin previo tratamiento, es el principal factor contaminante de sus aguas, esta realidad se suscita en el punto de monitoreo del sector Bella Unión del río en mención.

Por lo tanto, surge el interés en realizar un estudio que determine comparativamente la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de monitoreo en Huambocancha Baja y Bella Unión del río Mashcón, para evaluar la calidad del río por comparación con los estándares de calidad ambiental de las aguas categoría 3-D1 - Riego de vegetales. (DS N° 004-2017-MINAM).

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018?

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general:**

Evaluar la calidad físicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

Determinar la concentración de los parámetros físicoquímicos en las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos en las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

### **1.4 Hipótesis**

#### **1.4.1 Hipótesis general**

La calidad de las aguas del río Mashcón en los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión está dentro lo establecido por el ECA categoría 3 subcategoría D1 durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018, sin embargo, la calidad microbiológica se encuentra contaminada en los puntos mencionados.

### **1.4.2 Hipótesis específica**

La concentración físicoquímica en los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión se encuentran dentro del ECA categoría 3 subcategoría D1, sin embargo, el punto de monitoreo Bella Unión no cumple lo normado para los parámetros DBO<sub>5</sub>, DQO y OD durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

La concentración microbiológica para el parámetro coliformes termotolerantes para los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión no cumple con lo normado por el ECA categoría 3 subcategoría D1, durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018.

## **1.5 Antecedentes**

### **1.5.1 A nivel mundial**

Experiencias en el monitoreo ambiental: contaminación de ecosistemas dulceacuícolas de La Habana (Cuba).

En su investigación establece que uno de los problemas sanitarios más críticos en los países de América Latina y el Caribe es la descarga incontrolada de aguas residuales domésticas sin tratamiento, las cuales contaminan los recursos hídricos superficiales, subterráneos y las zonas costeras. La eliminación inadecuada de excretas, dada por la ausencia o el deficiente sistema de alcantarillado y tratamiento, están asociados a la contaminación del agua y causa numerosas enfermedades, tales como el cólera y brotes causados por microorganismos patógenos, cuya vía fundamental de transmisión es el agua,

han originado una alerta en diferentes países para tratar de prevenir estos eventos que han provocado una marcada morbilidad y mortalidad en la población mundial.

Diversos autores como Rodríguez et al. (2003) y Manafi (1994) plantean que cuando las concentraciones de *Escherichia coli* son elevadas en un ecosistema acuático, esto indica que ha tenido lugar un fuerte evento de contaminación por desechos animales y/o humanos y que el mismo tiene un carácter reciente. Sí, por el contrario, las concentraciones de *Escherichia coli* son bajas, indica que la contaminación, aunque del mismo tipo, es menos reciente o menos importante. Y si solo se detectan coliformes, pero no *Escherichia coli*, esto indica que la contaminación, aunque es reciente, tiene un origen no fecal o es de origen fecal pero lejano, de modo que los coliformes intestinales no pudieron sobrevivir.

Las elevadas concentraciones de microorganismos indicadores encontradas en estos ríos constituyen un indicativo de la posible presencia de microorganismos patógenos de transmisión hídrica. La especie *Escherichia coli* tiene una doble función en este tipo de ecosistemas contaminados, ya que además de funcionar como un indicador de contaminación fecal reciente, se debe tener en cuenta que dentro de esta especie se han descrito grupos patógenos capaces de causar enfermedades intestinales y extra intestinales en humanos y animales. Cuando las concentraciones de esta especie son elevadas en ecosistemas dulceacuícolas impactados por la contaminación, las probabilidades de que se encuentren

algunos de los grupos patógenos de *Escherichia coli* son altas, lo cual representa un elevado riesgo para la salud humana.

Por otra parte, la influencia de las precipitaciones es otro factor importante a considerar cuando se realiza un análisis de la calidad microbiológica de un ecosistema dulceacuático (Shehane et al., 2005). En Cuba, los meses de mayo a octubre (periodo lluvioso) se caracterizan por presentar altos acumulados de precipitaciones con respecto a los meses de noviembre a abril, correspondientes al periodo poco lluvioso.

Existen diversos informes que coinciden en que las precipitaciones tienen un aporte negativo en la calidad bacteriológica de las aguas, y esto se debe en gran parte a las escorrentías, las cuales pueden arrastrar heces de animales y/o humanas con un alto contenido de bacterias patógenas o también a la infiltración de aguas residuales (Llip et al., 2001; Boehm et al., 2002).

Bezuidenhout et al. (2002) observaron un incremento en los conteos bacterianos asociados a la temperatura del agua y a la época de lluvia en el río Mhlathuze en Sudáfrica.

Algunos autores (Shehane et al., 2005; Davis et al., 2005); (Crowther et al., 2001) coinciden en plantear que durante el periodo poco lluvioso disminuye el caudal de los ecosistemas acuáticos por las pocas precipitaciones durante el periodo, lo cual contribuye a una escasa dilución de las aguas residuales que llegan a estos ecosistemas.

Sin embargo, las mayores concentraciones de microorganismos indicadores, se presentaron en el periodo poco lluvioso, fenómeno que se observó al evaluar la

calidad química y microbiológica de las aguas de tres ríos habaneros (Almendares, Quibú y Luyano) mediante diferentes parámetros físico-químicos y la cuantificación de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* en un periodo de un año (junio 2013 – abril 2014).

Según los resultados obtenidos en los ecosistemas acuáticos evaluados se muestran los valores de los parámetros físico-químicos medidos en los tres ríos de la Habana durante el periodo evaluado.

Parámetros físicos – químicos:

Como se puede apreciar los valores de sólidos disueltos, conductividad y oxígeno disuelto presentaron una alta variabilidad entre los puntos muestreados.

Los valores de pH se mantuvieron en el rango permitido (7,33 a 7,60) en los diferentes puntos durante los muestreos realizados. La temperatura estuvo acorde con la época del año y la hora del día en que se tomaron las muestras, manteniéndose entre 26 y 28 °C en los muestreos, por lo que estas aguas se clasifican como hipotermales según los criterios de Castany (1971).

En cuanto a la calidad microbiológica de los ecosistemas acuáticos estudiados:

En el tramo evaluado del río Almendares las concentraciones de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, en todos los puntos de muestreo, mostraron valores superiores a los establecidos como aptos para los coliformes termotolerantes en la norma cubana 22 (1999).



Al analizar las concentraciones de los microorganismos indicadores durante los periodos poco lluvioso y lluvioso, se observó, en todas las estaciones de muestreo, que los mayores valores, tanto para los coliformes termotolerantes como para *Escherichia coli*, se obtuvieron durante el periodo poco lluvioso, con un promedio anual de  $1,4 \cdot 10^6$  y  $2,3 \cdot 10^5$  UFC.100 mL<sup>-1</sup> respectivamente.

Por definición, los coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* están relacionados entre sí, pues uno está incluido en el otro, por lo que las concentraciones de estos microorganismos en ecosistemas acuáticos contaminados pueden presentar una variación lineal. Sin embargo, no siempre sucede esto, ya que los valores de estos indicadores dependen de varios factores como son el escurrimiento de los suelos, los vertimientos que se realizan a estos cuerpos de agua, así como su naturaleza y la frecuencia con que se realizan los vertimientos.

La correlación positiva lineal encontrada en la presente investigación entre las concentraciones de los coliformes termotolerantes y de *Escherichia coli* en los tres ríos permite afirmar que ambas variables están fuertemente relacionadas, por lo que cualesquiera de estos indicadores podrían haber sido utilizados para la evaluación de la calidad microbiológica de estos ríos durante el periodo de estudio. (Romeu et al., 2015).

Clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México.

En su estudio discute, que la turbiedad aumentó en la época de lluvias, debido al incremento en el caudal del río Papagayo y por la presencia de hierro y

manganeso en todos los puntos de muestreo. Esto mismo ha sido reportado para los ríos Huacapa-Azul (IMTA 1998) y Atoyac (Jiménez et al., 2000).

En época de lluvias la alcalinidad se encuentra dentro de los límites normales establecidos en la normatividad (DOF 1989), aunque tiende a incrementar en la época de secas, debido a que no hay disoluciones de las aguas residuales domésticas, las cuales tienen por lo general una alcalinidad ligeramente mayor que el agua de la que provienen. La importancia de esta determinación radica, entre otros factores, en el daño que ocasiona a la población que se encuentra en contacto directo e indirecto con las aguas alcalinas y el daño a la infraestructura (Rivera et al. 2004). La DQO es un parámetro importante para medir la calidad de un sistema de agua natural, cuya importancia radica en la relación DQO/DBO<sub>5</sub>, ya que con esta se tiene un antecedente significativo al momento de decidir el tipo de tratamiento aplicable a las aguas naturales y/o residuales (Torres Beristaín et al. 2013). A partir de los resultados obtenidos y de acuerdo con los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la calidad del agua, el oxígeno disuelto (OD) se considera aceptable en la época de secas, pero de mala calidad en la de lluvias. Este tipo de resultados reflejan una tendencia a la disminución de poblaciones de peces y crustáceos de agua dulce (Matuk et al., 1997).

Como en la mayoría de los afluentes loticos y lenticos en el estado de Guerrero y en general del país, el río Papagayo y sus ramales están fuertemente contaminados por aguas negras. Este sin duda constituye el principal problema de contaminación (Hansen y Gonzáles - Márquez 2010, Torres – Beristaín et

al. 2013). En estudios realizados para conocer la contaminación de aguas en México y otras partes de Latinoamérica, el análisis bacteriológico es un parámetro que usualmente está fuera de normatividad. (Almanzan et al., 2016).

### **1.5.2 A nivel nacional.**

Evaluación físico - químico y bacteriológica de las aguas del río Reque – Chiclayo 2014.

En su tesis concluye que para la evaluación de la investigación de las aguas del río Reque con el objetivo de evaluar la composición físico químico y microbiológico de estas aguas y establecer si las aguas de este río están contaminadas, se procederá a determinar los parámetros de control de calidad de las aguas: pH, Turbiedad, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, Cloruros, Calcio, Magnesio, Alcalinidad, Sólidos Suspendidos Totales, Sulfatos, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Temperatura, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y compararlos con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados según D.S. N° 002-2008-MINAM en su Categoría 3 y los límites máximos permisibles, teniendo en cuenta la Ley de Recursos Hídricos D.S. N° 29338 (Santillán, 2014).

Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016.

En su tesis concluye que existe una diferencia marcada respecto al análisis de los parámetros bacteriológicos entre el punto M-01 y M-02, lo cual demuestra

que la contaminación es aguas abajo al pasar la zona urbana del distrito Challhuahuacho.

Los principales agentes contaminantes en el punto M-01 son los coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, indicando contaminación procedente de las heces de los humanos y de animales.

Los parámetros físicoquímicos y de metales analizados en las muestras, se encontraron dentro de los límites máximos permisibles en D.S 012-2015 Estándar de Calidad Ambiental ECA para el agua Categoría 3.

Las aguas del río Challhuahuacho que pasan el distrito no son aptas para el riego ni bebedero de animales, considerando que éstas alimentan a pueblos que se encuentran aguas abajo debe realizarse un tratamiento previo para su uso.

El estado de las aguas abajo puede facilitar la proliferación de vectores y convertirse en un problema de salud, debido a la presencia excesiva de coliformes termotolerantes (16000 NMP/100mL). (Córdova, 2017).

### **1.5.3 A nivel local.**

Caracterización de las aguas del río Mashcón y San Lucas, y del efluente de las lagunas de estabilización de la ciudad de Cajamarca con fines de evaluación ambiental, marzo - agosto del 2007.

Concluye en su tesis que en los puntos de muestreo las concentraciones de los parámetros químicos evaluados estuvieron por debajo de los valores establecidos por los ECAs respectivos, por lo que cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3 (D.S. 015-2015-MINAM), siendo

la excepción los parámetros manganeso (0,22 mg/L en promedio), DBO<sub>5</sub> (102,32 mg/L en promedio) y DQO (204,09 mg/L en promedio), que no cumplen con lo establecido en la categoría 3: Bebida de animales y riego de cultivos de los ECAs para agua categoría 3.

En todos los puntos de evaluación las concentraciones de los parámetros biológicos como: coliformes totales (5 654 293,2 NMP/100 mg/L) y coliformes fecales termotolerantes (5 539 983,4 NMP/100 mg/L); no cumplen con lo establecido en la categoría 3: Bebida de animales y riego de vegetales de los ECAs para agua categoría 3 (D.S. 015-2015-MINAM). (Escalante, 2018).

Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016.

Concluye en su tesis, que luego de determinar los niveles de concentración de metales pesados Al, Cd, Fe, Pb y Zn en la cuenca Mashcón – Cajamarca en base a los ECAs para agua, en el área de estudio que comprende el río Porcón y río Grande, en época de estiaje (setiembre y en época de creciente (diciembre) del año 2016. Se obtienen los siguientes resultados:

En el río Porcón, en época de estiaje el parámetro Aluminio tuvo una concentración de 0.615 mg/L y en época de creciente una concentración de 0.086 mg/L. El parámetro Cadmio en época de estiaje y en época de creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro fierro en época de estiaje tuvo una concentración de 1.021 mg/L y en época creciente una concentración de 1.680 mg/L. El parámetro plomo en época de estiaje tuvo una concentración de 0.004 mg/L; y

en época de creciente un valor menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Zinc en época de estiaje tuvo una concentración de 0.06 mg/L; y en época de creciente una concentración de 0.027 mg/L. Por lo tanto, el único metal que se encontró por encima de los ECAs en ambas épocas de monitoreo, fue el Fierro.

En el río Grande, en época de estiaje el parámetro Aluminio tuvo una concentración de 0.045 mg/L; y en época creciente una concentración de 0.038 mg/L. El parámetro Cadmio en la época de estiaje y en época creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Fierro en época de estiaje tuvo una concentración de 0.107 mg/L; y en época de creciente una concentración de 3.65 mg/L. El parámetro Plomo en época de estiaje y en época creciente tuvieron un resultado menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). El parámetro Zinc en época de estiaje tuvo una concentración 0.067 mg/L; y en época de estiaje un valor menor a la concentración del analito del laboratorio (<LCM). Por lo tanto, todos los metales evaluados en ambas épocas se encontraron en concentraciones normales, estando por debajo de los ECAs para agua. (Herrera et al., 2017).

## **1.6 Bases teóricas**

### **1.6.1 Teoría de la calidad de agua superficial**

(Sierra, 2011) Reporta que, la complejidad de los factores que determinan la calidad del agua y la gran cantidad de variables utilizadas para describir el estado de los cuerpos de agua en términos cuantitativos, es difícil dar una

definición simple de “calidad del agua”; sin embargo, puntualiza que calidad del agua se puede definir como: i) lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas y ii) la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua.

La contaminación de un ambiente acuático significa la introducción por el hombre directa e indirectamente de sustancias o energía lo cual resulta en problemas como: daños en los organismos vivos, efectos sobre la salud de los humanos, impedimento de actividades acuáticos como natación, buceo, canotaje, pesca, etc., e interferencia sobre actividades económicas como el riego, el abastecimiento de agua la industria, etc.

La descripción de la calidad del agua puede realizarse básicamente de dos formas:

1. Midiendo variables físicas (turbiedad, sólidos totales, entre otros), químicas (pH, acidez, entre otros) o biológicas (bioensayos).
2. Utilizando un índice de calidad del agua.

Ambas formas son aceptadas y las mediciones que se requieren se realizan, ya sea en el campo o en el laboratorio, y producen varios tipos de datos que luego es necesario interpretar antes de discutir propiedades y características del agua, por aspectos pedagógicos, se dice que se puede analizar la calidad del agua de acuerdo con su estado; para ello se hace distinción entre agua cruda (superficial, subterránea, marina), aguas residuales y aguas tratadas (potable).

Se puede decir que las aguas superficiales presentan condiciones que varían de una cuenca a otra, los ríos tienen características de calidad diferentes a las de los embalses y, además, la calidad del agua de las fuentes superficiales es variable con el tiempo. En cuanto a las aguas subterráneas, estas presentan condiciones de calidad más claras, pero más mineralizadas porque tienen un gran poder para disolver los estratos del suelo, principalmente aquellos terrenos ricos en hierro y manganeso.

### **1.6.2 Contaminación de aguas superficiales**

El bienestar del ser humano y la salud de los ecosistemas están sufriendo en muchos lugares por causa de los cambios del ciclo del agua, causados en su mayor parte por las presiones humanas. La disponibilidad y el uso de agua dulce, así como la conservación de los recursos acuáticos, son fundamentales para el bienestar humano (PNUMA, 2007).

La contaminación del agua consiste en una modificación antrópica de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas; así como para los animales domésticos y la vida natural. (carta del agua. Consejo de Europa 1968 citado por Orozco et al. 2008).

Una agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo queda menos apta para todos los usos a que va destinada para los que sería apta en su calidad natural (C.E.E de las naciones unidas 1961 citado por Orozco et al. 2008).



Orozco et al. (2008) consideran como parámetros generales indicadores a los siguientes:

De carácter físico: Características organolépticas, turbidez y materias en suspensión, temperatura, conductividad.

De carácter químico: Salinidad y dureza, pH, oxígeno disuelto.

Medidores de materia orgánica: Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Medidores de materia inorgánica: Cationes, aniones, metales.

De carácter radioactivo: Radiación alfa y beta totales, elementos individuales.

De carácter microbiológico: Bacterias, virus, hongos, algas.

También se habla de parámetros indicadores de contaminación, para referirse a aquellos que dan información de la presencia o ausencia de determinadas especies contaminantes. El color, el olor o los coliformes fecales (termotolerantes) y totales son un buen ejemplo (Orozco et al. 2008).

### **1.6.3 Delimitación y Codificación Hidrográfica de la Cuenca Mashcón**

A la cuenca del río Mashcón le corresponde el nivel 6, el código 498988 de la codificación Pfafstetter.

En la Tabla 1. Se muestra la codificación jerárquica hasta el nivel 6. Según la cual el río Mashcón es afluente del Crisnejas y éste de la intercuenca en la cabecera del Marañón y éste a su vez en la cabecera del Amazonas. (Aguirre, 2007).

Tabla 1

Codificación Pfafstetter de la cuenca del Mashcón

Nivel	Nombre	Código
1	Región Hidrográfica del Amazonas	4
2	Intercuenca Alto Amazonas	49
3	Cuenca del río Marañón	498
4	Intercuenca Alto Marañón	4889
5	Cuenca del río Crisnejas	49898
6	Cuenca del río Mashcón	498988

Fuente: Inventario de Fuentes de Agua Superficial de la cuenca del río Mashcón. 2007.

#### 1.6.4 Hidrología Superficial del Mashcón

El dren natural de la cuenca del Mashcón (312.07 km<sup>2</sup>) lo constituye el río del mismo nombre. Esta denominación se la conoce a partir de la unión de dos de sus afluentes, Porcón y Grande (Centro Poblado de Huambocancha Alta), hasta su confluencia con el Chonta. En adelante, corriente abajo, toma el nombre de Cajamarquino.

Según SEDACAJ en marzo del 2007, reporta, en el estudio de Prefactibilidad para fuentes de Abastecimiento de Agua potable en la ciudad de Cajamarca, elaborado por la empresa Servicios de Ingeniería S.A (SISA), que el caudal medio anual para el río Mashcón y con una probabilidad de 75 % es de 1.52 m<sup>3</sup>/s.

El Mashcón recibe las descargas de los ríos Porcón, Grande, Sambar, Shuiltín, Yanayaco, Paccha y San Lucas. (Aguirre, 2007).

### **1.6.5 Medición de los parámetros de campo.**

Los parámetros para medir en campo son pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. Para la medición de parámetros en campo se recomienda lo siguiente:

- En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
- Medir los parámetros oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura (como mínimo), la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas de medidas entre muestras, es necesario calibrar el equipo.
- Las mediciones deberán registrarse en la ficha de registro de datos de campo.
- Se deberán limpiar los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso y adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada/desionizada, sin causar daños internos que puedan alterar las características de los diferentes componentes. Es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para efectuar la limpieza de los

equipos que lo requieran. (Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. 2016).

### **1.6.6 Marco Legal**

Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338).

La presente ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, la cual se basa en los principios de valoración del agua, prioridad en el acceso del agua, participación de la población y cultura del agua, seguridad jurídica, respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y nativas, descentralización, sostenibilidad, precaución, eficiencia, gestión integrada y tutela jurídica; para lo cual se ha creado el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, siendo la ANA el ente rector y la máxima autoridad técnico normativa la cual está conformada por el consejo directivo, jefatura, tribunal de resolución de controversias hídricas, órganos de apoyo, órganos desconcentrados denominados Autoridades Administrativas del Agua y Administradores Locales del Agua. La retribución económica del agua se ha fijado para su uso, así como para su vertimiento; las tarifas han sido fijadas por la utilización de infraestructura hidráulica mayor y menor, por el servicio de monitoreo y por la gestión de las aguas subterráneas. Cabe mencionar que la presente ley derogó el Decreto Ley N° 17752. Ley General de Aguas y el Decreto Supremo 261-69-AP Reglamento de la Ley General de Aguas.

Estándar Nacional de Calidad para agua (ECA-Agua)

La Ley General del Ambiente (Ley 28611) establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM) define Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como “la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgos significativos para la salud de las personas ni al medio ambiente.

ECA-Agua: El Perú cuenta con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobado el 7 de junio del 2017 mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

a.- Subcategoría D1: Riego de vegetales.

Son aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas; hace referencia del agua para riego no restringido y agua para riego restringido.

Agua para riego no restringido: Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales o cualquier otro tipo de cultivo.

Agua para riego restringido: Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas), cultivos de tallos alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

#### b.- Subcategoría D2: Bebida de animales

Son aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos. (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

Protocolo Nacional de monitoreo de recursos hídricos superficiales (aprobado por Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).

En este protocolo se estandarizan los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos continentales y marino costeros considerando el diseño de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad y la seguridad del desarrollo del monitoreo.

También se señalan indicaciones para: El análisis de la calidad del agua en cuanto a parámetros y frecuencia; para el muestreo en campo en lo referente a preparación de equipos e instrumentos analíticos, tipos de muestras, control de

calidad en las mediciones de campo y el programa de campo (observaciones, toma de muestras, mediciones de campo, preservación de las muestras, rotulado, almacenamiento, manipuleo y embarque). Asimismo, especifica criterios para los aspectos analíticos de selección del laboratorio, garantía de calidad y control de calidad, certificación y evaluación del laboratorio. Como se puede observar en el anexo N° 01.

### 1.7 Definiciones básicas

**Acidez:** La acidez de un agua es su capacidad cuantitativa para reaccionar con una base fuerte hasta un pH designado. El valor medio puede variar significativamente con el pH final utilizado en la determinación. La acidez constituye la medida de una propiedad sobreañadida del agua y puede interpretarse en términos de sustancias específicas solamente cuando se conoce la composición química de la muestra. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Aguas residuales:** Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (OEFA, 2014).

**Alcalinidad:** La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables. El valor medido puede variar significativamente con el pH de punto final utilizado. La alcalinidad es la medida de una propiedad agregada del agua y solamente puede interpretarse en términos de sustancias específicas cuando se conoce la composición química de la muestra.

La alcalinidad es importante en muchos usos y tratamientos de aguas naturales y residuales. La alcalinidad de muchas aguas de superficie depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de la concentración de estos componentes. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Arsénico:** Una cantidad tan pequeña como 100 mg puede ocasionar un grave envenenamiento; además, pueden aparecer efectos crónicos por su acumulación en el cuerpo por repetidos niveles bajos de ingesta. También se le atribuyen al arsénico propiedades cancerígenas. El arsénico puede encontrarse en el agua como resultado de una dilución de minerales, descargas industriales o aplicación de insecticidas (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Autoridad nacional del agua (ANA):** La Autoridad Nacional es el ente rector y máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Es responsable del funcionamiento de dicho sistema en el marco de lo estipulado en la Ley. (Ley de Recursos Hídricos. Ley N° 29338).

**Cadmio:** Es muy tóxico y se le han atribuido algunos casos de intoxicación por alimentos. Se cree que muy pequeñas cantidades de cadmio podrían ser la causa de alteraciones adversas en las arterias renales. También produce cánceres generalizados en animales de laboratorio y ha sido relacionado epidemiológicamente con ciertos cánceres humanos. Una concentración de cadmio de 200 ug/l es tóxica para ciertos peces. El cadmio puede llegar al agua a través de vertidos industriales o por deterioro



de tuberías galvanizadas. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

**Cloruros:** El cloruro en forma de ion ( $\text{Cl}^-$ ), es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. La concentración de cloruro es mayor en las aguas residuales que en las naturales, debido a que el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

**Coliformes fecales:** Los coliformes forman parte de varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, etc. Dentro de ese grupo la única bacteria que es de origen fecal (intestino del hombre y animales) es la *Escherichia coli*, que compone las “Coliformes fecales” que son capaces de crecer a  $44\text{ }^\circ\text{C}$  a diferencia de las otras Coliformes que no resisten esa temperatura. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

**Coliformes termotolerantes:** Los coliformes termotolerantes integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de estos últimos, en que son indol positivo, su intervalo de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta  $45\text{ }^\circ\text{C}$ ) y son los mejores indicadores de higiene en alimentos y agua. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformes termotolerantes que están presentes en el microbiota intestinal, siendo *E. coli* la más representativa, con un 90-100%. (Carrillo & Lozano, 2008).

**Conductividad:** Es una expresión numérica de su habilidad de transportar corriente eléctrica. Depende de la presencia de iones y de su concentración total, movilidad, valencia y de la temperatura. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Cromo:** El cromo hexavalente es cancerígeno, normalmente este pasa a contaminar las aguas por desechos industriales. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Cuenca hidrográfica:** Es el área de terreno donde las aguas de escorrentía se distribuyen en una red natural de drenaje, confluyendo luego hacia un colector común o curso principal. (Ortiz, 1994).

***Escherichia coli:*** Es un huésped normal del aparato digestivo. No obstante, se han aislado *E. coli* productores de enfermedades de agua corriente, fuentes de agua potable y corrientes de montaña. Estos microorganismos se encuentran en todo el mundo. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Fosfatos:** Se considera como nutriente para el crecimiento de las algas, la presencia de fosfatos indica la presencia de detergentes y de algas. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Fuentes de aguas residuales:** Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos, procesos industriales, o de procesos agrícolas, los cuales por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no

pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos, ríos o corrientes convencionales. (ANA-DGCRH, 2010).

**Mercurio:** Las sales orgánicas e inorgánicas de mercurio son muy tóxicas y su presencia en el ambiente, y en especial en el agua, debe controlarse. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Metales pesados:** El término de "metal pesado" se refiere a aquellos metales de la tabla periódica cuyo peso específico es superior a 5 g/cm<sup>3</sup> o que tienen un número atómico por encima de 20. Son uno de los contaminantes ambientales más peligrosos, debido a que no son biodegradables y a su potencial de bioacumulación en los organismos vivos. Entre ellos destacan por su toxicidad y su mayor presencia en el medio ambiente, el mercurio (Hg), cadmio (Cd) y el plomo (Pb). (Orozco et al., 2008).

**Nitritos:** El ion nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) puede estar presente en las aguas bien como consecuencia de la oxidación del NH<sub>3</sub> o como resultado de la reducción de los nitratos. Su presencia en el agua puede ser una evidencia de contaminación reciente, dada su inestabilidad. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Oxígeno disuelto:** Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de Oxígeno Disuelto es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales.

Su importancia deriva de su capacidad de oxidación de diferentes constituyentes y de modificar por ello, la solubilidad de los mismos. La fuente mayoritaria de oxígeno

disuelto en aguas en contacto con el aire es la atmósfera. Una fuente indirecta es también la fotosíntesis. El contenido en oxígeno disuelto puede llegar incluso a valores de saturación: 13,3 mg/L a 10 °C y 7,6 mg/L a 30 °C. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**pH:** Mide el grado de acidez o basicidad de una muestra. El pH se utiliza en las determinaciones de alcalinidad y dióxido de calcio y en muchos otros equilibrios ácido-base. A una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución viene dada por la actividad del ion hidrógeno o pH. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Plomo:** Es un importante veneno que se acumula en el organismo. El plomo de un suministro de agua puede ser de origen industrial, minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de plomo. Las aguas de grifo blandas y ácidas y que no reciben un tratamiento adecuado contienen plomo como resultado del ataque a las tuberías de servicio. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Pluviometría:** Es la medida de la precipitación. Se expresa por el espesor (en milímetros) de una lámina de agua ficticia que quedaría sobre la superficie terrestre de no existir flujo ni pérdidas después de haber hecho contacto con el suelo. (Ortiz, 1994).

**Precipitación:** Se llama precipitación a toda forma de humedad que llega a la superficie terrestre luego de haberse iniciado en las nubes. Por lo tanto, son formas de precipitación: la lluvia, granizadas, nevadas, garúas, escarcha, etc. (Ortiz, 1994).

**Sólidos disueltos totales TDS:** La medida TDS tiene como principal aplicación el estudio de la cantidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales y otras del agua. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Sulfatos:** El ion sulfato procede del lavado de materiales sedimentarios salinos, de la oxidación de sulfuros, de la descomposición de sustancias orgánicas, etc. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de  $\text{SO}_4^{2-}$  debido a la oxidación de la pirita. Los sulfatos de sodio y magnesio ejercen una acción catalítica. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

**Temperatura:** Es un factor regulador de los procesos naturales en el medio acuático, determinando la evolución o tendencia de las propiedades físicas, químicas o biológicas. (Bureau Veritas, 2008).

**Turbiedad:** Es causada por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua. Es la propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión, debido a una gran variedad de materiales en suspensión que varían de tamaño como arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finalmente dividida, microorganismos, organismos plantónicos, etc. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

Descriptivo, comparativo.

Porque se describe los indicadores de calidad de agua comparados con el ECA.

### 2.2 Población y muestra (Materiales, métodos)

#### 2.2.1 Población:

Para esta investigación se considera como población a las aguas del río Mashcón comprendidas en los puntos de muestreo Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2), en los meses de setiembre y diciembre del 2017 así como mayo del 2018, monitoreadas por la Autoridad Local del Agua, quien tomó las muestras.

#### 2.2.2 Muestra:

Es la cantidad de agua que se ha extraído para el análisis del laboratorio, tomadas del monitoreo de aguas de los puntos Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2), en los días 19 de setiembre, 08 de diciembre del 2017 y 04 de mayo del 2018.

Geográficamente se ubicada en las coordenadas UTM - WGS 84 (zona 17).



Fuente: Google Earth

*Figura 1* Estaciones de monitoreo RMash1 y RMash2 ubicados en el río Mashcón.

Tabla 2

*Ubicación de las Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial.*

N°	Código de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM- WGS 84 (zona 17)	
			Norte	Este
1	RMash1	Río Mashcón, a 200 m. Aguas abajo en la confluencia de los ríos Porcón y Grande.	9 212 707	773 152
2	RMash2	Río Mashcón, a 300 m. Aguas abajo del puente Mashcón.	9 207 012	778 528

### 2.2.3 Materiales:

Los materiales utilizados fueron cooler grandes y pequeños, frascos de plástico y vidrio, baldes de plástico transparente de primer uso y limpios (4-20 litros de volumen), guantes descartables, mascarillas, pisetas, refrigerantes.

Tabla 3

*Materiales de Laboratorio.*

Parámetros	Puntos de muestreo	Tipo de frasco y volumen
Aceites y Grasas	2	Vidrio, 1 L
Bicarbonatos	2	Plástico, 250 mL
Alcalinidad, Carbonatos	2	Plástico, 250 mL
Aniones (cloruros, fosfatos, nitratos, Nitritos, Nitritos (como N), Sulfatos, Nitratos (como N))	2	Plástico, 100 mL
Cianuro Wad	2	Plástico oscuro, 120 mL
Coliformes Termotolerantes	2	Plástico estéril, 250 mL
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO <sub>5</sub>	2	Plástico, 1 L
Demanda Química de Oxígeno, DQO	2	Plástico, 100 mL
Detergentes Aniónicos	2	Plástico, 1 L
<i>Escherichia coli</i>	2	Plástico estéril, 250 mL
Huevos de Helmintos	2	Plástico, 4 L
Metales Totales (Al, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Zn)	2	Plástico, 100 mL



#### **2.2.4 Método**

El monitoreo del agua fue realizado según el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, el mismo que permitió el aseguramiento y control de la calidad del monitoreo.

### **2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **2.3.1 Instrumentos**

Los instrumentos utilizados fueron los equipos medidores, recipientes y herramientas usados tanto en campo como laboratorio para el análisis de las concentraciones de los parámetros seleccionados.

A nivel de campo los equipos usados fueron calibrados y verificados, se utilizó el equipo portátil de terreno para la medición, grabación de parámetros y el seguimiento de la calidad de aguas (Multiparámetro), de marca Ponsel Measure Gama Odeón, sonda multiparamétrica TRIPOD, con tres sensores DIGISENS para determinar la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica; así mismo botellas hidrográficas, GPS de marca Garmin y cámara fotográfica.

A nivel de laboratorio gran parte del equipamiento analítico necesario para llevar a cabo estos análisis (absorción atómica, espectrofotometría, cromatografía, colorimetría, entre otros), fue parte de su implementación.

### 2.3.2 Análisis de datos

El análisis de datos de las tablas, gráficos estadísticos descriptivos: media, desviación estándar, coeficiente de variación en porcentaje, indicadores coeficiente de variedad y confiabilidad del grupo de parámetros. Comparación con el ECA.

## 2.4 Procedimiento

El desarrollo de la presente investigación siguió los siguientes pasos:

Selección de las zonas de muestreo (Tabla 3). Estos puntos, conforman la red de monitoreo de agua de la ANA.

Selección de parámetros (Tabla 8). Estos parámetros son los seleccionados para monitorear por la ANA.

### Recolección de muestras:

Para la recolección de muestras se tuvo en cuenta:

- El volumen de agua requerido fue concordante con el método de ensayo para el parámetro evaluado.
- La recolección de las muestras de agua fue tomada en un recipiente de plástico el cual fue colocado a nivel superficial y contracorriente.
- Luego se procedió al etiquetado y preservación de muestras, tomando en cuenta los procedimientos y recomendaciones para cada parámetro que se requiere analizar.

- A continuación, se procedió a llenar la “cadena de custodia” la misma que rastrea la historia de las muestras desde el momento de la recolección.
- Las muestras fueron colocadas en coolers térmicos para su transporte y conservadas a 4 °C con refrigerantes (ice packs) para garantizar su adecuada preservación hasta su entrega a un laboratorio acreditado, contratado por la ANA juntamente con la cadena de custodia. Las muestras de los parámetros cuyos tiempos de conservación fueron de 24 horas, se transportaron en un tiempo inferior a éste.

#### **Análisis de las muestras tomadas** (físicoquímico y microbiológico).

Se recopilaron y analizaron los resultados de los monitoreos tanto de los parámetros de campo como los de laboratorio.

#### **Evaluación de resultados.**

Los resultados fueron contrastados por los valores establecidos por el ECA categoría 3 subcategoría D1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1)

Tabla 4

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash1).

Fecha y Hora de Monitoreo		ECA-Agua: Categoría 3-D riego de vegetales	19/09/2017 13:05	08/12/2017 11:08	04/05/2018 11:10
Parámetros	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	RMash1	RMash1	RMash1
<b>Parámetros Fisicoquímicos:</b>					
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	>4	6.60	7.17	7.42
pH	Unidad pH	6.5 - 8.5	8.03	7.87	7.9
Temperatura	Celsius	Δ3	18.94	15.48	14.41
Conductibilidad Eléctrica	μs/cm	2500	667.50	404.10	346.2
Aceites y Grasas	mg/L	5	<1.0	<1.0	<1.0
Bicarbonato	mg HCO <sub>3</sub> /L	518	19.50	31.50	32.9
Cianuro Wad	mg CN-/L	0.1	<0.001	<0.001	<0.001
DBO <sub>5</sub>	mg/L	15	<2	<2	<2
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	40	3.00	15.00	9
<b>Detergentes</b>					
Aniónicos	mg/L	0.2	<0.01	<0.01	<0.01
Cloruros, Cl-	mg/L	500	3.572	6.239	2.298
Nitritos (como N)	mg NO <sub>2</sub> - N/L	10	<0.004	0.022	<0.004
Sulfatos, SO <sub>4-2</sub>	mg SO <sub>4-2</sub> /L	1000	323.6	157.2	141.7
Aluminio (Al)	mg/L	5	1.177	2.677	0.422
Arsénico (As)	mg/L	0.1	0.00154	0.00518	0.0001
Bario (Ba)	mg/L	0.7	0.0662	0.1127	0.0484
Berilio (Be)	mg/L	0.1	<0.00002	<0.00002	<0.00002
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	<0.00001	<0.00001	<0.00001
Cobalto (Co)	mg/L	0.05	0.002	0.00413	0.0013
Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.00327	0.00802	0.00285
Cromo (Cr)	mg/L	0.1	<0.0001	0.0021	<0.0001
Hierro (Fe)	mg/L	5	1.358	3.786	0.9919
Litio (Li)	mg/L	2.5	0.004	0.0078	0.0019

Fecha y Hora de Monitoreo		ECA-Agua: Categoría		19/09/2017	08/12/2017	04/05/2018
		3-D riego de vegetales		13:05	11:08	11:10
Parámetros	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	RMash1	RMash1	RMash1
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2		0.15416	0.26184	0.15353
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001		<0.00003	<0.00003	<0.00003
Níquel (Ni)	mg/L	0.2		0.001	0.0027	0.0009
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.0012	0.0045	0.0005
Selenio (Se)	mg/L	0.02		<0.0004	0.0017	<0.0004
Zinc (Zn)	mg/L	2		<0.0100	0.0189	<0.0100
<b>Microbiológicos:</b>						
Coliformes						
Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	1,300	1,700	940
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	1000	**	790	1,100	700
Huevos de Helminthos	Huevos/L	1	1	<1	<1	<1

**Huambocancha Baja = (RMash1)**

Fuente: ANA a través del V, VI y VII monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Crisnejas sub cuenca del Cajamarquino.

Acompañan a la presente tabla las pruebas de ensayo de laboratorio. Véase en anexo 03.

### 3.2 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo Bella Unión (RMash2)

Tabla 5

Resultados fisicoquímicos y microbiológicos del punto de monitoreo (RMash2).

Fecha y Hora de Monitoreo		ECA-Agua: Categoría 3- D1 Riego de Vegetales		19/09/2017 18:20	08/12/2017 16:15	04/05/2018 17:30
Parámetros	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	RMash2	RMash2	RMash2
<b>Parámetros Fisicoquímicos:</b>						
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	≥4		2.43	4.92	2.93
pH	Unidad de pH	6.5 - 8.5		7.53	7.14	7.35
Temperatura	°Celsius	Δ3		18.18	20.31	17.81
<b>Conductibilidad</b>						
Eléctrica	μs/cm	2500		1200.00	576.40	597.8
Aceites y Grasas	mg/L	5		26.30	3.20	8.9
Bicarbonato	mg HCO <sub>3</sub> /L	518		360.40	132.00	132.4
Cianuro Wad	mg CN-/L	0.1		0.01	<0.001	<0.001
DBO <sub>5</sub>	mg/L	15		322.00	5.00	133
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	40		553.00	12.00	306
<b>Detergentes</b>						
Aniónicos	mg/L	0.2		1.11	0.40	0.42
Cloruros, Cl-	mg/L	500		88.85	21.14	44.55
<b>Nitritos (como N)</b>						
	mg NO <sub>2</sub> -N/L	10		<0.004	<0.004	<0.004
Sulfatos, SO <sub>4-2</sub>	mg SO <sub>4-2</sub> /L	1000		179	148.2	123.2
Aluminio (Al)	mg/L	5		0.613	5.33	1.88
Arsénico (As)	mg/L	0.1		0.00281	0.00821	0.0025
Bario (Ba)	mg/L	0.7		0.0991	0.1552	0.0903
Berilio (Be)	mg/L	0.1		<0.00002	<0.00002	0.00008
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		<0.00001	<0.00001	0.00014
Cobalto (Co)	mg/L	0.05		0.0012	0.0056	0.002
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.02018	0.01876	0.01194
Cromo (Cr)	mg/L	0.1		0.0016	0.0094	0.0013
Hierro (Fe)	mg/L	5		0.7393	6.982	2.42
Litio (Li)	mg/L	2.5		0.0036	0.005	0.0026
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2		0.2935	0.44423	0.29703
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001		0.00077	<0.00003	<0.00003
Níquel (Ni)	mg/L	0.2		0.0021	0.0071	0.0021
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.0025	0.0093	0.0029
Selenio (Se)	mg/L	0.02		<0.0004	0.0022	<0.0004

Fecha y Hora de Monitoreo		ECA-Agua: Categoría 3- D1 Riego de Vegetales		19/09/2017 18:20	08/12/2017 16:15	04/05/2018 17:30
Parámetros	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	RMash2	RMash2	RMash2
Zinc (Zn)	mg/L	2		0.1129	0.0551	0.049
<b>Microbiológicos:</b>						
Coliformes				17'000,00		
Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	0	280,000	4'600,000
				17'000,00		
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	1000	**	0	110,000	1'700,000
Huevos de						
Helminthos	Huevos/L	1	1	<1	<1	<1

**Bella Unión = RMash2**

Fuente: ANA a través del V, VI y VII monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Crisnejas sub cuenca del Cajamarquino.

Acompañan a la presente tabla las pruebas de ensayo de laboratorio. Véase en anexo 03.

### 3.3 Resultados fisicoquímicos y microbiológicos comparativos entre los dos puntos de monitoreo (RMash1 vs. RMash2)

Tabla 6

Comparativa de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos (RMash1) vs (RMash2).

Fecha y Hora de Monitoreo		ECA-Agua: Categoría 3-D Riego de Vegetales		19/09/2017	19/09/2017	08/12/2017	08/12/2017	04/05/2018	04/05/2018
				13:05	18:20	11:08	16:15	11:10	17:30
Parámetro	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	RMash1	RMash2	RMash1	RMash2	RMash1	RMash2
Parámetros Fisicoquímicos:									
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	≥4		6.60	2.43	7.17	4.92	7.42	2.93
pH	Unidad pH	6.5 - 8.5		8.03	7.53	7.87	7.14	7.9	7.35
Temperatura	°Celsius	Δ3		18.94	18.18	15.48	20.31	14.41	17.81
Conductibilidad Eléctrica	μs/cm	2500		667.50	1200.00	404.10	576.40	346.2	597.8
Aceites y Grasas	mg/L	5		<1.0	26.30	<1.0	3.20	<1.0	8.9
Bicarbonato	mg HCO <sub>3</sub> /L	518		19.50	360.40	31.50	132.00	32.9	132.4
Cianuro Wad	mg CN-/L	0.1		<0.001	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
DBO <sub>5</sub>	mg/L	15		<2	322.00	<2	5.00	<2	133
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	40		3.00	553.00	15.00	12.00	9	306



Fecha y Hora de Monitoreo		ECA-Agua: Categoría 3-D Riego de Vegetales		19/09/2017 13:05	19/09/2017 18:20	08/12/2017 11:08	08/12/2017 16:15	04/05/2018 11:10	04/05/2018 17:30
Parámetro	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	RMash1	RMash2	RMash1	RMash2	RMash1	RMash2
Detergentes Aniónicos	mg/L	0.2		<0.01	1.11	<0.01	0.40	<0.01	0.42
Cloruros, Cl-	mg/L	500		3.572	88.85	6.239	21.14	2.298	44.55
Nitritos (como N)	mg NO <sub>2</sub> -N/L	10		<0.004	<0.004	0.022	<0.004	<0.004	<0.004
Sulfatos, SO <sub>4-2</sub>	mg SO <sub>4-2</sub> /L	1000		323.6	179	157.2	148.2	141.7	123.2
Aluminio (Al)	mg/L	5		1.177	0.613	2.677	5.33	0.422	1.88
Arsénico (As)	mg/L	0.1		0.00154	0.00281	0.00518	0.00821	0.0001	0.0025
Bario (Ba)	mg/L	0.7		0.0662	0.0991	0.1127	0.1552	0.0484	0.0903
Berilio (Be)	mg/L	0.1		<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	<0.00002	0.00008
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.00014
Cobalto (Co)	mg/L	0.05		0.002	0.0012	0.00413	0.0056	0.0013	0.002
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.00327	0.02018	0.00802	0.01876	0.00285	0.01194
Cromo (Cr)	mg/L	0.1		<0.0001	0.0016	0.0021	0.0094	<0.0001	0.0013
Hierro (Fe)	mg/L	5		1.358	0.7393	3.786	6.982	0.9919	2.42
Litio (Li)	mg/L	2.5		0.004	0.0036	0.0078	0.005	0.0019	0.0026
Manganeso (Mn)	mg/L	0.2		0.15416	0.2935	0.26184	0.44423	0.15353	0.29703

Fecha y Hora de Monitoreo		ECA-Agua: Categoría 3-D Riego de Vegetales		19/09/2017 13:05	19/09/2017 18:20	08/12/2017 11:08	08/12/2017 16:15	04/05/2018 11:10	04/05/2018 17:30
Parámetro	Unidad	Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	RMash1	RMash2	RMash1	RMash2	RMash1	RMash2
Mercurio (Hg)	mg/L	0.001		<0.00003	0.00077	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00003
Níquel (Ni)	mg/L	0.2		0.001	0.0021	0.0027	0.0071	0.0009	0.0021
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.0012	0.0025	0.0045	0.0093	0.0005	0.0029
Selenio (Se)	mg/L	0.02		<0.0004	<0.0004	0.0017	0.0022	<0.0004	<0.0004
Zinc (Zn)	mg/L	2		<0.0100	0.1129	0.0189	0.0551	<0.0100	0.049
<b>Microbiológicos:</b>									
Coliformes									
Termotolerantes	NMP/100mL	1000	2000	1,300	17'000,000	1,700	280,000	940	4'600,000
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	**	790	17'000,000	1,100	110,000	700	1'700,000
Huevos de Helminthos	Huevos/L	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

**Huambocancha Baja = RMash1, Bella Unión = RMash2.**

Fuente: ANA a través del V, VI y VII monitoreo participativo de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Crisnejas sub cuenca del Cajamarquino.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusiones:

#### 4.1.1. Comparación de las concentraciones de parámetros en los puntos RMash1 y RMash2 con los estándares de calidad ambiental.

##### 4.1.1.1 Parámetros Fisicoquímicos:

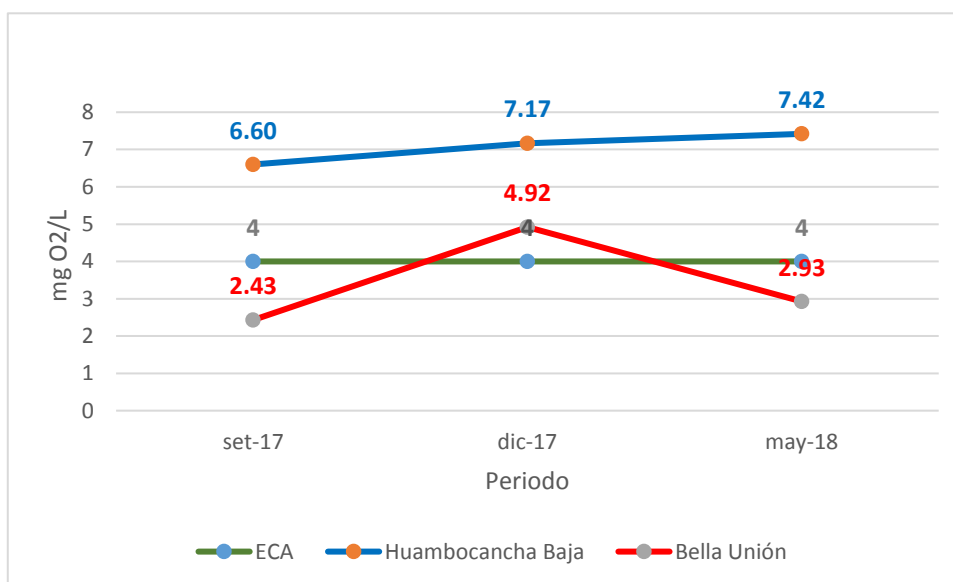


Figura 2. Variación de Oxígeno Disuelto (OD)

En la Figura 2 se establece los ECA categoría 3 subcategoría D1 del Oxígeno disuelto que debe ser  $\geq 4$  mgO<sub>2</sub>/L, sin embargo, para el punto de monitoreo Bella Unión (RMsh2) para los meses de setiembre y mayo los resultados fueron 2.43 y 2.93 mgO<sub>2</sub>/L, los cuales se encuentran por debajo de lo establecido en el ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 4.92 mgO<sub>2</sub>/L. Su media viene hacer 3.427 mgO<sub>2</sub>/L.

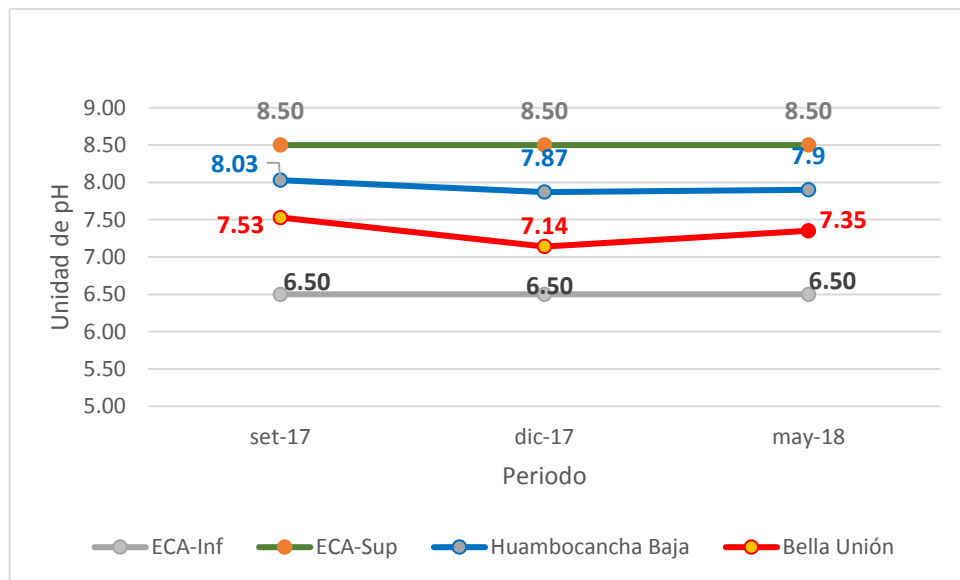
Mientras tanto para el punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1), los resultados obtenidos para los meses setiembre, diciembre y mayo sus valores estuvieron dentro lo establecido por el ECA (6.60, 7.17 y 7.42 mgO<sub>2</sub>/L respectivamente). La media es 7.063 mgO<sub>2</sub>/L.

El oxígeno disuelto en el agua proviene de la mezcla del agua con el aire, causada por la acción del viento y del oxígeno liberado por las plantas acuáticas en sus procesos de fotosíntesis. El oxígeno disuelto es un parámetro indicador del estado del agua y de gran peso al momento de realizar análisis de agua residual y potable. El oxígeno disuelto debe mantenerse en un valor de 4-6 mg/L, debido a que cuando los niveles de oxígeno caen por debajo de dicho límite, la reproducción de peces y los macroinvertebrados se ve afectada (Mihelcic y Zimmerman, 2013 cita a Lozano et al., 2005).

Los niveles de oxígeno disuelto en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de aguas. El análisis de oxígeno disuelto es una prueba clave en la contaminación del agua y control del proceso de tratamiento de aguas residuales. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

La importancia del oxígeno disuelto y la temperatura estriba en que son factores que influye en la mayoría de los procesos vitales de los organismos, así como en variados factores abióticos del ecosistema. (Beltrán et al., 2012 cita a Betancourt et al., 2009).

El impacto de una baja concentración de OD o de condiciones anaeróbicas se refleja en un ecosistema desbalanceado, mortandad de peces, olores y otras molestias estéticas. El problema del OD se puede resumir como la descarga de desechos orgánicos e inorgánicos en un cuerpo de agua que ocasiona el descenso en las concentraciones de OD interfiriendo con los usos benéficos del agua (Sierra, 2011).



*Figura 3. Variación de pH*

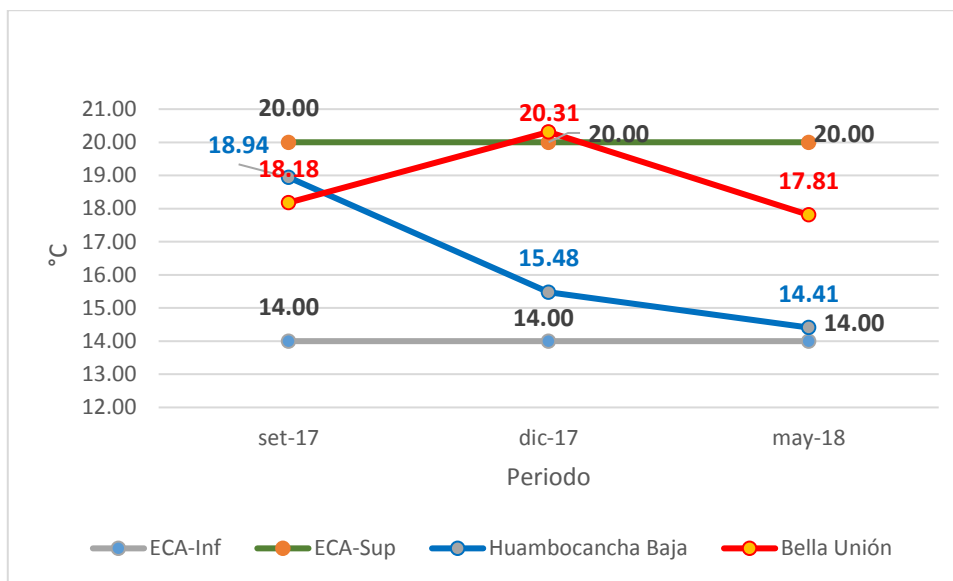
En la Figura 3 se muestra el pH, el cual se encuentra dentro de los rangos 6.5 a 8.5 unidad de pH establecidos en los límites del Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1.

Para el punto de monitoreo de Huambocancha Baja los resultados obtenidos en los meses de setiembre, diciembre y mayo fueron de 8.03, 7.87 y 7.90 respectivamente, con una media de 7.93.

Mientras que para el punto de monitoreo de Bella Unión para los meses de setiembre, diciembre y mayo se reportaron los valores 7.53, 7.14 y 7.35 respectivamente.

El pH es una variable importante en la evaluación de la calidad del agua, ya que influencia muchos procesos químicos y biológicos dentro de un cuerpo de agua, todos los procesos asociados con el suministro y tratamiento del agua. (Martínez, J., 1996).

Los cambios de pH pueden influir fuertemente en la adsorción o liberación de cationes (desorción) por las sustancias orgánicas. Los aminoácidos, que aparecen en elevadas concentraciones tanto en solución como precipitados en sedimentos de aguas eutróficas o contaminadas, pueden adsorber o liberar cationes metálicos, debido a su carácter anfótero (Rosas, 2001 cita a Prosi, 1981; Rovira, 1993; Calmano et al., 1993).



*Figura 4. Variación de Temperatura*

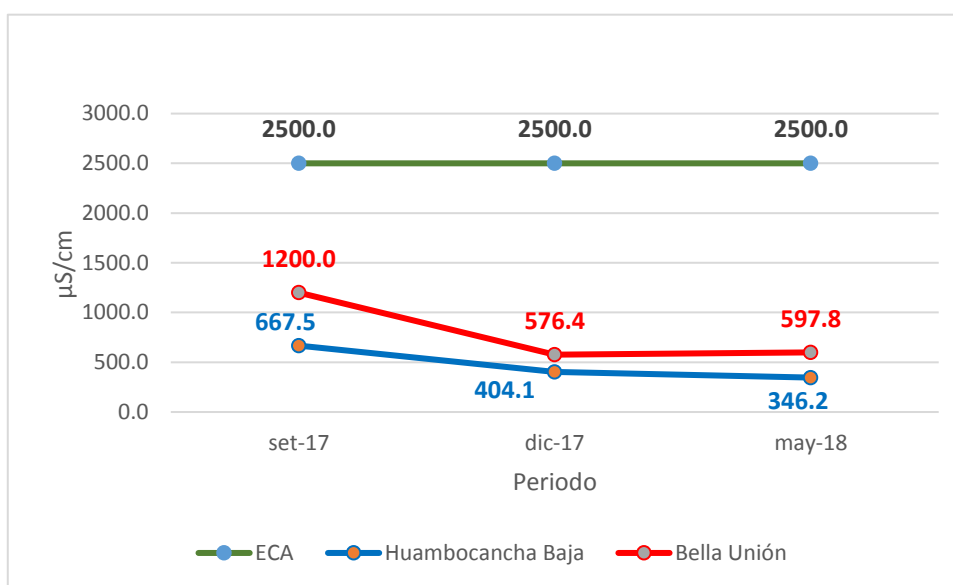
En la Figura 4 se aprecia que las temperaturas de ambos puntos de monitoreo guardan una forma inversamente proporcional.

Se aprecia que el punto de monitoreo Bella Unión muestra temperaturas elevadas con relación al obtenido en Huambocancha Baja para los meses de diciembre y mayo siendo 20.31 °C y 17.81 °C, sin embargo, setiembre registra 18.18 °C valor inferior al registrado en el mismo mes en el punto de monitoreo de Huambocancha Baja. Siendo su media 18.76.

En el punto de monitoreo de Huambocancha Baja se registra valores de 18.94, 15.48 y 14.41 °C para setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 16.28.

El incremento de temperatura acelera los procesos bacteriológicos y la tasa de utilización del oxígeno. Es decir, la tasa de velocidad de la reacción biológica, está en función de la temperatura. (Del Ángel, 1994 cita a Rivas, G. 1967).

Las aguas superficiales del río tienen un rango de temperatura de 10.5 °C a 30 °C. Estas temperaturas fluctúan estacionalmente con mínimos durante el invierno o periodos húmedos (10.5 a 18.6 °C) y máximos en el verano o periodos secos (27 a 31 °C). (Martínez, 1996).



*Figura 5. Variación de Conductividad Eléctrica*

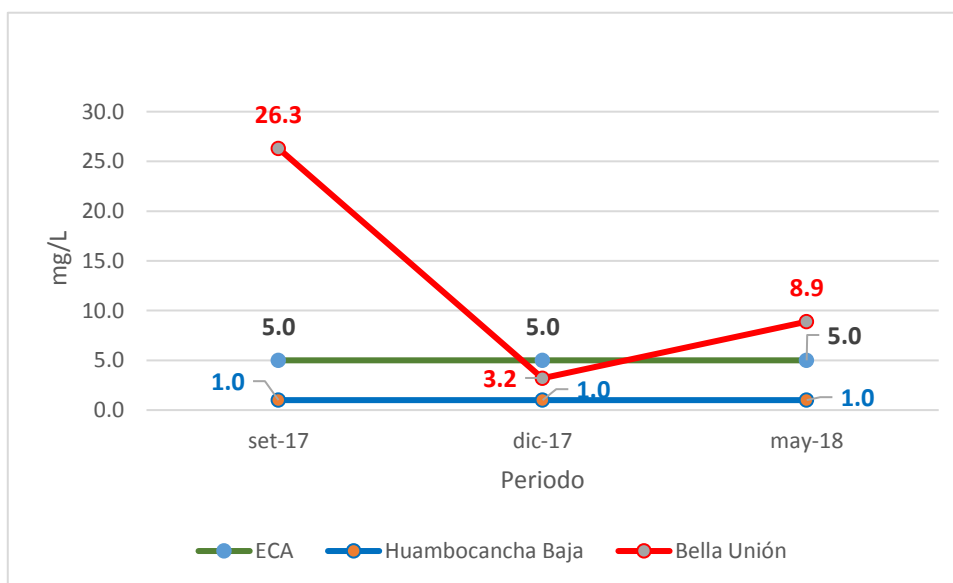
En la Figura 5 la conductividad eléctrica para ambos puntos de monitoreo se encuentra dentro de lo establecido en los límites del Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1, siendo lo normado 2500 µS/cm de conductividad.

La conductividad del agua del punto de monitoreo Huambocancha Baja es menor con relación a la de Bella Unión. Se muestran valores de 667.50, 404.10 y 346.20 µS/cm, los cuales corresponden respectivamente a los meses de setiembre, diciembre y mayo. Se registra una media de 472.6 µS/cm.



La conductividad en la estación de monitoreo Bella Unión es superior a la de Huambocancha Baja. Se reportan para los meses en estudio setiembre, diciembre y mayo valores de 1200.00, 576.40 y 597.80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de conductividad respectivamente. Siendo su media de 791.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La conductividad expresa el carácter conductor de la electricidad en el agua como consecuencia de su contenido iónico, de su concentración y de la temperatura de medición; es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución, fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio (Goyenola, 2007).



*Figura 6. Variación de Aceites y Grasas*

La Figura 6 muestra al ECA categoría 3 subcategoría D1 para aceites y grasas la cual debe ser inferior a 5 mg/L, sin embargo, para el punto de monitoreo Bella Unión (RMsh2) para los meses de setiembre y mayo los resultados fueron 26.30 y 8.90 mg/L, los cuales se encuentran por encima de lo establecido en el

ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 3.20 mg/L, estando dentro de lo establecido. Su media es 12.80 mg/L.

La estación de monitoreo Huambocancha Baja reporta valores inferiores a lo estipulado por el ECA categoría 3 subcategoría D1, registrando valores menores a 1 mg/L para los meses en estudio estando dentro lo establecido. Su media es 1.0 mg/L.

Las grasas y aceite, son las sustancias químicas no miscibles en el agua, pero solubles en solventes orgánicos, las grasas y aceites que son altamente estables, inmiscibles con agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. Al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. (Vidales et al., 2010 cita a Erista, S., 2007 y Kemmer, F., 1999).

Los aceites y grasas si se presentan en cantidades excesivas, pueden interferir con los procesos biológicos aerobios y anaerobios y llegan a reducir la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales.

Cuando son arrojados a las aguas residuales o los efluentes tratados, pueden crear películas de superficie y depósitos de borde de playa que llevan a la degradación del ambiente.

Es útil conocer la cantidad de aceite y grasa presente, para el diseño y funcionamiento adecuado de sistemas de tratamiento de aguas residuales y puede llamar también la atención de ciertas dificultades de tratamiento.

(American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)

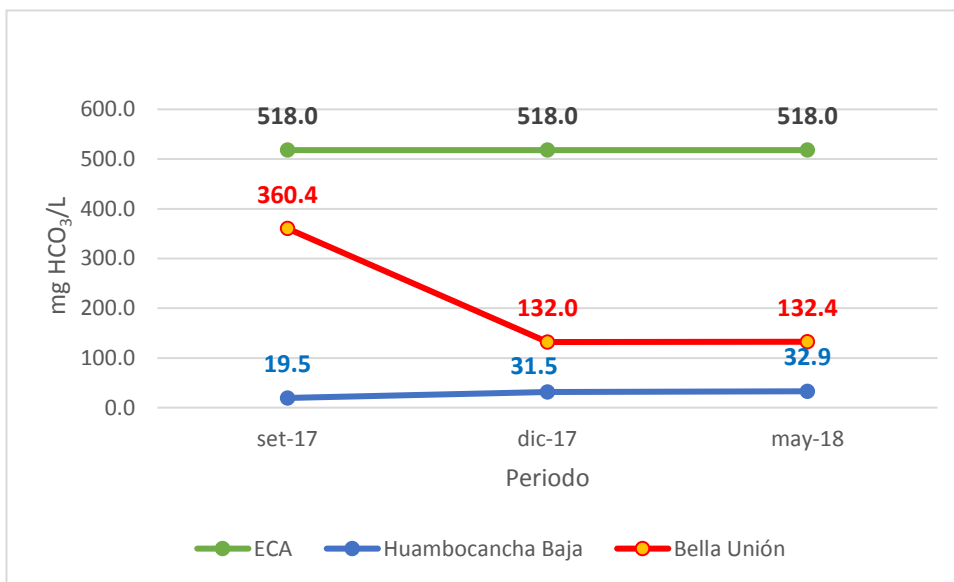


Figura 7. Variación de Bicarbonato

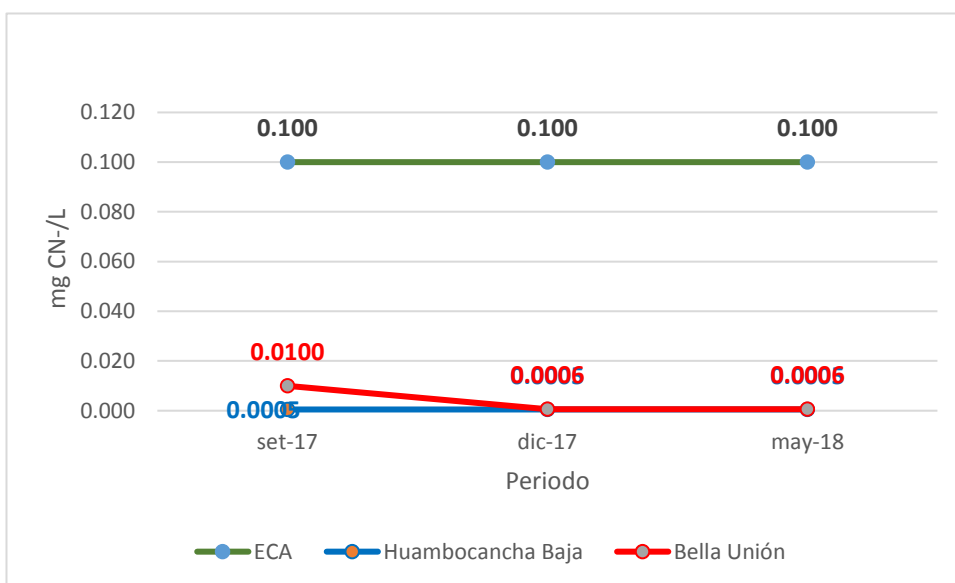
En la Figura 7 muestra la relación establecida entre los dos puntos de monitoreo y los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales la cual establece que la concentración de bicarbonatos debe ser inferior a 518 mgHCO<sub>3</sub>/L. Estando los dos puntos de monitoreo dentro lo establecido por el ECA.

El punto de monitoreo Bella Unión muestra valores superiores a los registrados al de Huambocancha Baja, registrando para los meses de setiembre, diciembre y mayo 360.40, 132.00 y 132.40 mgHCO<sub>3</sub>/L respectivamente, siendo su media 208.30 mgHCO<sub>3</sub>/L.

Los valores obtenidos para la estación de monitoreo de Huambocancha Baja son muy inferiores a los obtenidos para Bella Unión. Reportando valores de

19.50, 31.50 y 32.90 mgHCO<sub>3</sub>/L para los meses de setiembre, diciembre y mayo respectivamente, su media es 27.97 mgHCO<sub>3</sub>/L.

El bicarbonato es la forma más común del carbono inorgánico que se encuentra entre el pH de 6 y 8,2 y se deriva parcialmente de la disolución de minerales carbonatados. Cuando en un río no hay rocas carbonatadas el contenido de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> se origina parcialmente del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el suelo y de la respiración biológica. (Chapman, 1996).



*Figura 8. Variación de Cianuro (CN-)*

La Figura 8 muestra la relación establecida entre los dos puntos de monitoreo y los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales la cual establece que la concentración de cianuro debe ser inferior a 0.1 mg CN<sup>-</sup>/L.

Los valores obtenidos en los dos puntos de monitoreo son inferiores a los normados por el Estándar de Calidad Ambiental, observándose similares resultados en ambos puntos de monitoreo < 0.001 para los meses de setiembre,

diciembre y mayo, con un ligero incremento en el mes de setiembre en la estación de Bella unión con un reporte de 0.01 mg CN<sup>-</sup>/L.

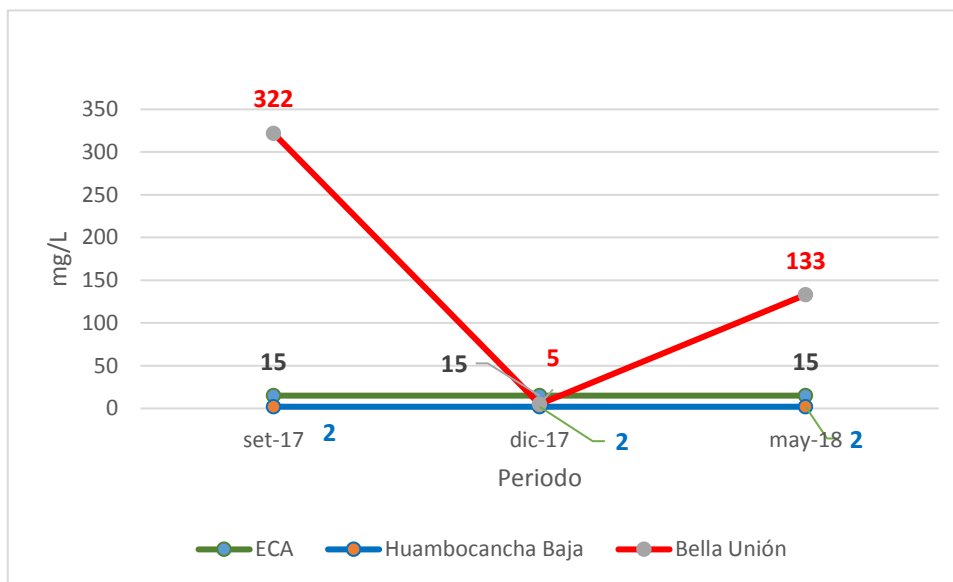


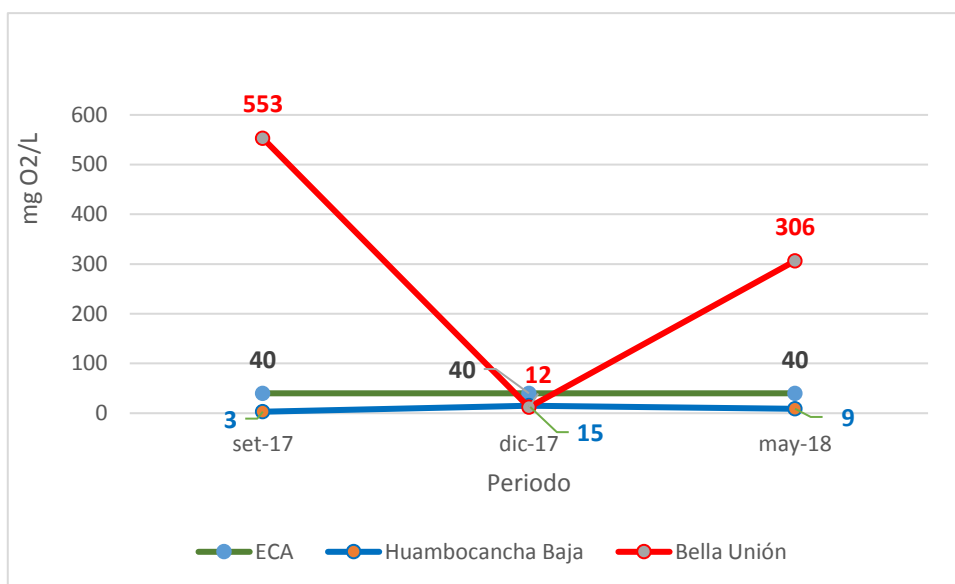
Figura 9. Variación de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Como se muestra en la Figura 9, los estándares de calidad ambiental categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales establece que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) debe ser 15 mg/L, sin embargo, para el punto de monitoreo Bella Unión para los meses de setiembre y mayo los resultados fueron 322.00 y 133.00 mg/L, los cuales se encuentran significativamente por encima de lo establecido en el ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 5.00 mg/L, inferior a lo establecido. Su media es 153.30 mg/L.

El punto de Huambocancha Baja se encuentra por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para categoría 3 subcategoría D1, registra valores inferiores a lo establecido para los meses en estudio siendo estos < 2 mg/L.

La DBO de cinco días, o  $DBO_5$  es la cantidad total de oxígeno consumida por los microorganismos durante los primeros cinco días de biodegradación. (Raffo, 2014).

Para controlar las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, y optimizar la eficiencia de las plantas de tratamiento, se debe determinar la cantidad de materia orgánica. Los parámetros que se usan para tales determinaciones son la  $DBO_5$ , DQO y COT (Carbono Orgánico Total) (Del Ángel, 1994 cita a Florence, O. 1992).



*Figura 10.* Variación de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

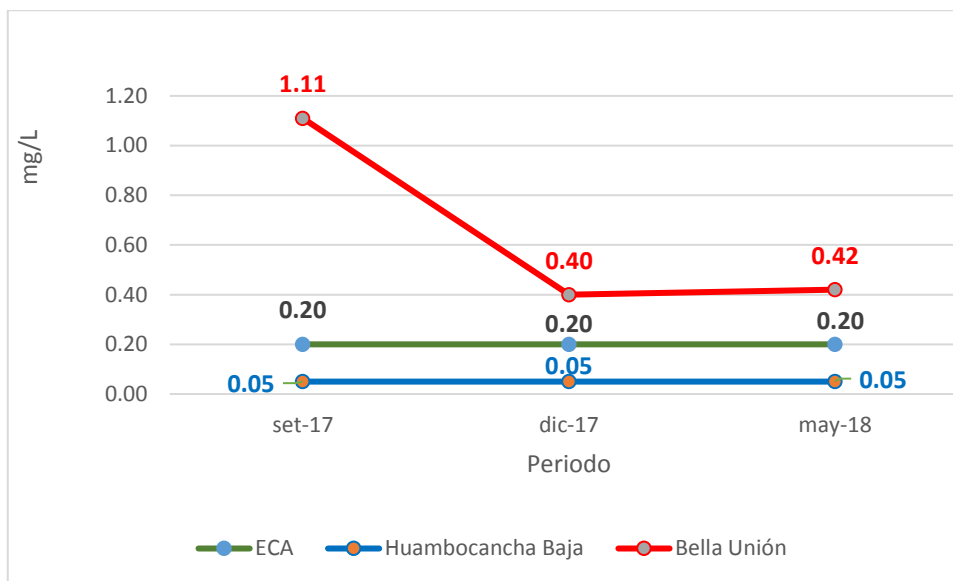
La Figura 10 establece la relación de los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales de la demanda química de oxígeno (DQO) cuya concentración debe ser inferior a 40  $mgO_2/L$ . La cual medirá principalmente la concentración de materia orgánica disuelta en las aguas continentales, aguas negras o pluviales.

Se observa que el punto de monitoreo Bella Unión para los meses de setiembre y mayo fueron 553.00 y 306.00 mgO<sub>2</sub>/L, los cuales se encuentran significativamente por encima de lo establecido en el ECA; mientras que en el mes de diciembre el resultado fue de 12.00 mgO<sub>2</sub>/L, inferior a lo establecido. Su media es 290.00.

El punto de Huambocancha Baja se encuentra dentro lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para categoría 3 subcategoría D1, registrando para los meses setiembre, diciembre y mayo valores de 3.00, 15.00 y 9.00 mgO<sub>2</sub>/L respectivamente. Su media es 9.0 mgO<sub>2</sub>/L.

La DQO es solo una manera indirecta de estimar la cantidad de compuestos orgánicos presentes y la contaminación asociada a estos, mas no es un método para determinar la concentración de compuestos específicos. Además, su efecto sobre la calidad del agua no es directo, sino que la concentración de estos compuestos como nutrientes va a favorecer el consumo del oxígeno disuelto y, por ende, va a restringir la disponibilidad de este para muchos organismos vivos cuya existencia puede verse amenazada. (Matienzo, 2014).

Los parámetros principales que determinan la magnitud contaminante y las características de tratamiento de las aguas residuales son: La Demanda Química de Oxígeno (DQO), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y el Oxígeno Disuelto (OD). (Rosabal et al., 2012).



*Figura 11. Variación de Detergentes Aniónicos*

La Figura 11 establece que el ECA categoría 3 subcategoría D1 para detergentes aniónicos debe ser 0.2 mg/L. Se observa en Bella Unión valores superiores a lo normado, así para setiembre reporta 1.11 mg/L, es significativamente superior a lo establecido; mientras que en los meses de diciembre y mayo los resultados fueron 0.40 y 0.42 mg/L respectivamente. Siendo su media 0.64 mg/L.

En el monitoreo de Huambocancha Baja los valores se encuentran por debajo del ECA para categoría 3 subcategoría D1, registrando valores inferiores a lo establecido para los meses en estudio siendo estos < 0.01 mg/L.

En general, las concentraciones de detergentes aniónicos en aguas residuales domésticas oscilan entre 1 y 20 mg/l, mientras en aguas superficiales, las concentraciones no suelen superar 0.5 mg/l salvo en la proximidad de vertimientos de aguas residuales. Se ha comprobado que contenidos de



detergentes de 2,5 mg/l afectan al crecimiento de las plantas y concentraciones de 5-6 mg/l son tóxicas para algas y peces en general.

Los detergentes pueden impartir olor o sabor al agua a concentraciones de 0.4 a 3 mg/L. Son responsables de la formación de espumas en las aguas superficiales, la presencia de espuma sobre las aguas superficiales hace la aireación del agua difícil, disminuye los niveles de O<sub>2</sub>, reduce los procesos de autopurificación y afecta adversamente a la biota acuática. (Martínez, 1996).

Está demostrado que la introducción de trazas de detergentes en ríos, lagos y embalses puede ser asimilada y acumulada por los organismos acuáticos residentes (Walker et al., 1996), convirtiendo a los detergentes en una de las fuentes de contaminación más agresivas de nuestros días (León, 2006 cita a Lannacone et al., 2002, Peña et al., 2001, Álvarez et al., 1999).

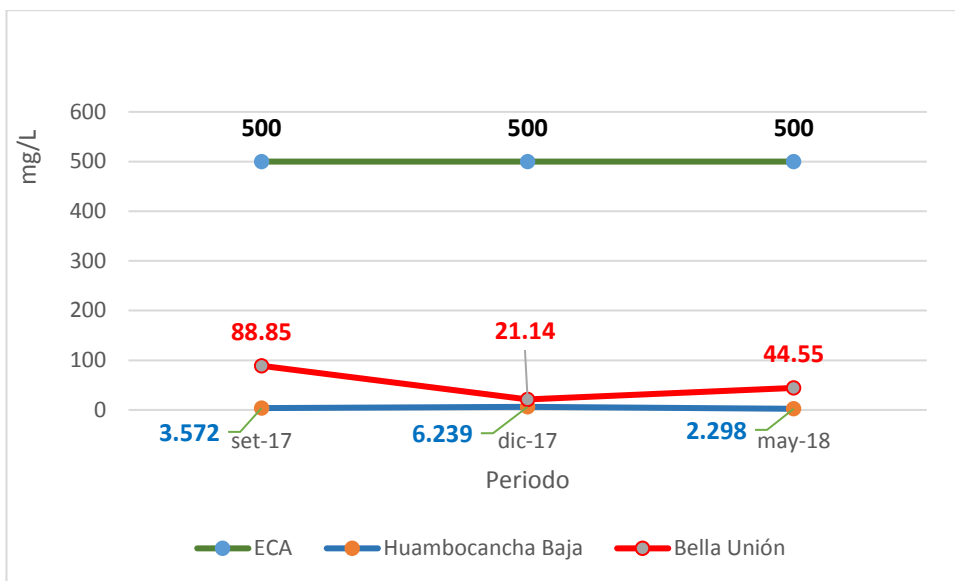


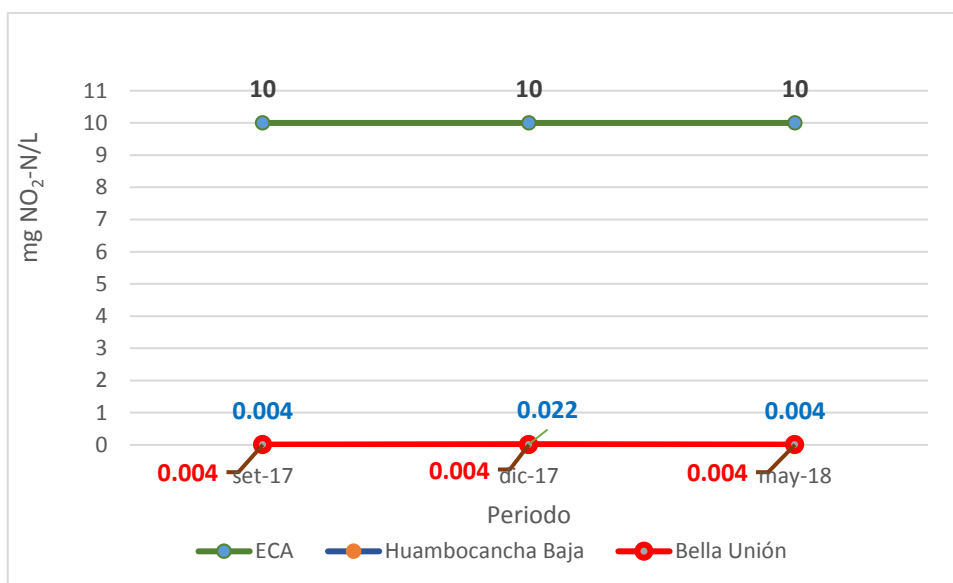
Figura 12. Variación de Cloruros (Cl<sup>-</sup>)

La Figura 12 muestra la relación establecida entre los dos puntos de monitoreo y los ECA categoría 3 subcategoría D1 para riego de vegetales la cual establece que la concentración de cloruros debe ser inferior a 500.0 mg/L.

Los valores obtenidos en los dos puntos de monitoreo son inferiores a los normados por el Estándar de Calidad Ambiental, sin embargo, se observa que para el punto de monitoreo Bella Unión hay un incremento considerable en su concentración con relación a Huambocancha Baja, observándose para el mes de setiembre una concentración de 88.85 mg/L, en setiembre 21.14 mg/L y en mayo 44.55 mg/L. Su media es 51.5 mg/L.

Los valores obtenidos en el punto de monitoreo Huambocancha Baja fueron muy inferiores a los normados por el ECA siendo para el mes de setiembre 3.57 mg/L, diciembre 6.24 mg/L y mayo 2.30 mg/L. Su media es 4.04 mg/L.

El cloruro no se oxida ni se reduce en aguas naturales. Más de 300 mg/L produce un sabor salado, pero no es perjudicial hasta unos miles mg/L; es esencial para la vida. (Custodio, 2001).



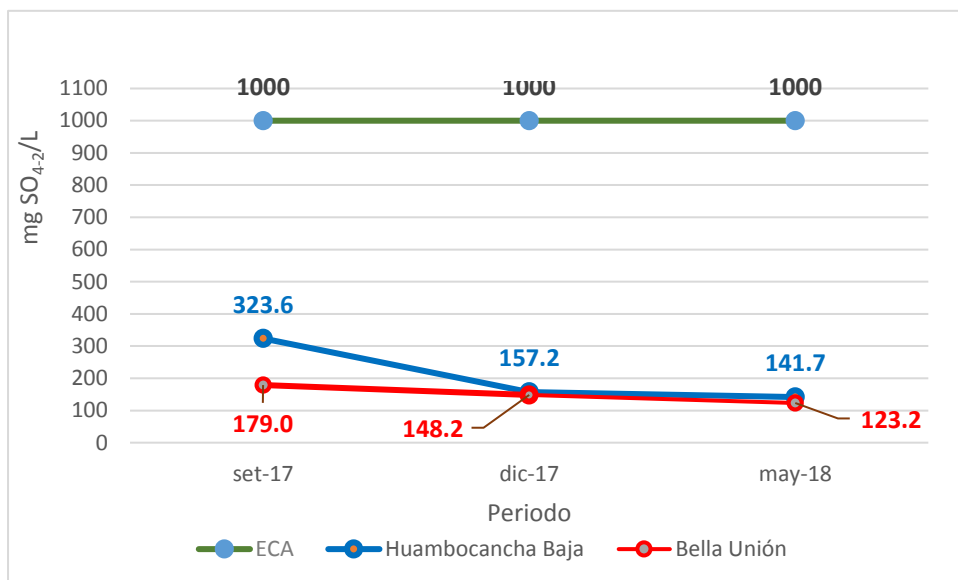
*Figura 13. Variación de Nitritos (como N)*

En la Figura 13 se muestra los dos puntos de monitoreo, los cuales presentan valores inferiores a los establecidos por el ECA para categoría 3 subcategoría D1 riego de vegetales, siendo éste de 10 mg NO<sub>2</sub>-N/L.

La concentración de nitritos como se muestra en el presente gráfico, para el punto de monitoreo de Huambocancha Baja durante los meses de setiembre, diciembre y mayo fueron < 0.004, 0.022 y < 0.004 mg NO<sub>2</sub>-N/L respectivamente. Se registra una media de 0.01 mg NO<sub>2</sub>-N/L.

Para el punto de monitoreo de Bella Unión para los meses en estudio se registraron los siguientes valores < 0.004, < 0.004 y < 0.004 mg NO<sub>2</sub>-N/L

respectivamente. Su media viene hacer 0.004 mg NO<sub>2</sub>-N/L.



*Figura 14.* Variación de Sulfatos (SO<sub>4-2</sub>)

La Figura 14 establece la relación entre el ECA categoría 3 subcategoría D1 (1000 mgSO<sub>4-2</sub>/L) y los dos puntos de monitoreo, encontrándose dentro los límites normados.

Se observa que el punto de monitoreo Huambocancha Baja muestra valores relativamente superiores a los registrados al de Bella Unión, registrando para los meses de setiembre, diciembre y mayo 323.6, 157.2 y 141.7 mgSO<sub>4-2</sub>/L respectivamente, siendo su media 207.50 mgSO<sub>4-2</sub>/L.

Los valores obtenidos para la estación de monitoreo de Bella Unión son relativamente inferiores a los obtenidos para Huambocancha Baja. Reportando valores de 179.0, 148.2 y 123.2 mgSO<sub>4-2</sub>/L para los meses de setiembre, diciembre y mayo respectivamente, su media es 150.1 mgSO<sub>4-2</sub>/L.

En ambos puntos de monitoreo se observa mayor concentración de sulfatos en el mes de setiembre.

Los sulfatos se encuentran comúnmente en fuentes de agua naturales e incluso pueden encontrarse en grandes concentraciones de acuerdo al tipo de suelo, así como al tipo de efluentes. Debido a su alta solubilidad en el agua, el transporte de sulfatos a lo largo de la cuenca es favorable. Los sulfatos como tal no tienen efectos adversos ni tóxicos en el agua; sin embargo, una alta carga de sulfatos puede afectar el balance del ciclo natural del azufre (Matienzo, 2014 cita a Namasivayam, C. 2007).

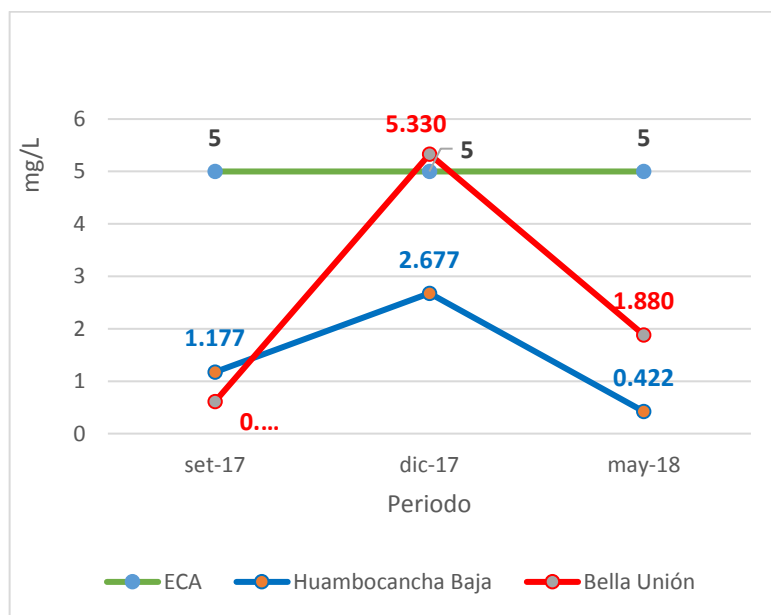


Figura 15. Variación de Aluminio (Al)

La Figura 15 establece la concentración máxima permitida 5 mg/L de aluminio en aguas categoría 3 subcategoría D1.

El punto de monitoreo de Bella unión es el que reporta mayor concentración de aluminio, apreciándose para diciembre su mayor concentración con 5.330 mg/L, superando lo establecido por el ECA, en el mes de setiembre 0.613 mg/L y mayo 1880 mg/L. Su media es 2.61 mg/L.

Sin embargo, el punto de monitoreo Huambocancha Baja se encuentra por debajo el límite establecido por el ECA 3 subcategoría D1, se puede observar concentraciones de 1.177 mg/L en setiembre, 2.677 mg/L en diciembre y 0.422 mg/L en mayo. Siendo su media 1.425 mg/L.

Se establece una relación de mayor concentración para ambos puntos de monitoreo para el mes de diciembre del referido metal.

El aluminio ocupa el tercer lugar en orden de abundancia entre los elementos de la corteza terrestre, formando parte de minerales, rocas y arcillas. Esta amplia distribución es la causa de la presencia del aluminio en casi todas las aguas naturales como sal soluble, coloide o compuesto insoluble. El aluminio soluble, coloidal e insoluble puede encontrarse también en aguas tratadas o en aguas residuales como residuo de la coagulación con material que contiene aluminio. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

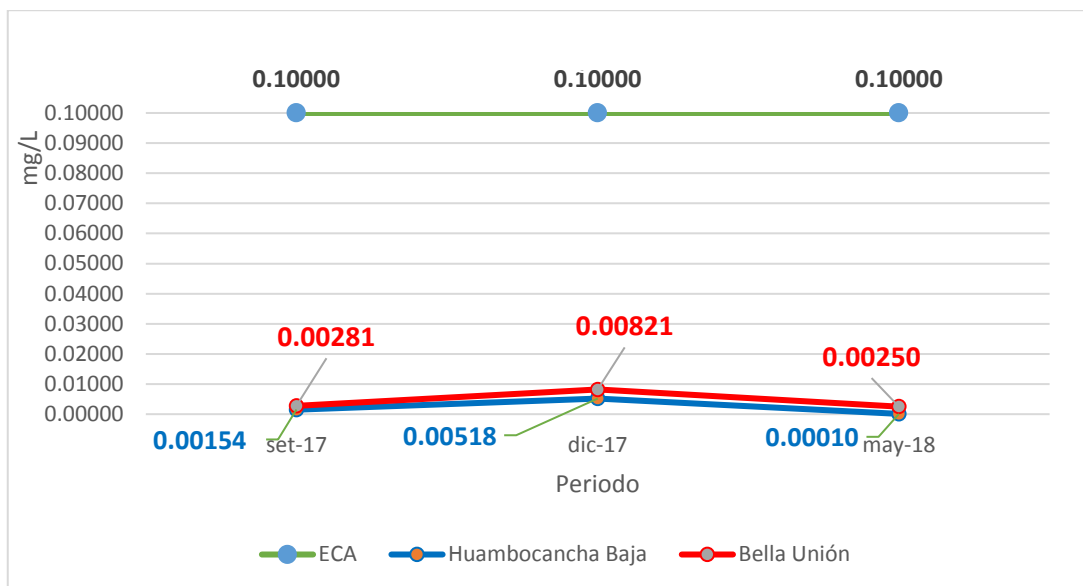


Figura 16. Variación de Arsénico (As)

La Figura 16 muestra el valor permitido por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para arsénico es de 0.1 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo (RMash1 y RMash2) se encuentran por debajo de lo normado.

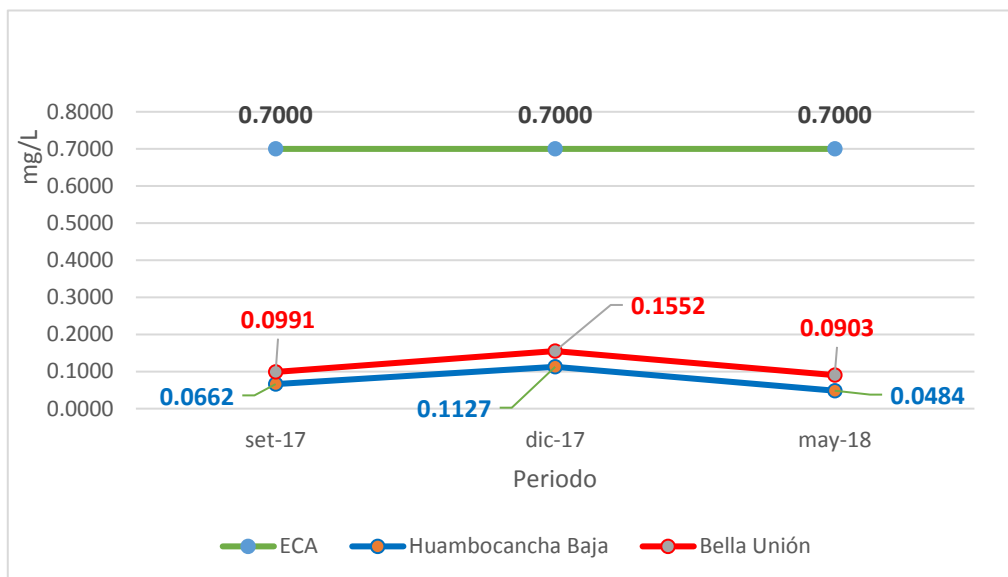
El punto de monitoreo de Bella Unión presenta un ligero incremento de concentración en los tres meses de estudio, registrando en setiembre 0.00281 mg/L, en diciembre 0.00821 mg/L y mayo 0.00250 mg/L. Su media es 0.00451.

Huambocancha Baja registra los siguientes valores 0.00154 mg/L, 0.00518 mg/L y 0.00010 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 0.00227 mg/L.

Los metales pesados y el arsénico se encuentran generalmente como componentes naturales de la corteza terrestre, en forma de minerales, sales u otros compuestos, pueden ser absorbidos por las plantas y así incorporarse a las cadenas tróficas (Mancilla et al., 2012 cita a Rooney et al. 2006, Zhao et al.

2006); pasan a la atmósfera por volatilización y movilizarse hacia el agua superficial o subterránea. No son degradados fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos. (Abollino et al. 2002 citado por (Mancilla et al., 2012).

En el entorno natural, el arsénico está presente en cantidades bastante abundantes en la corteza terrestre y en cantidades reducidas en la roca, el suelo, agua y aire. Está presente en numerosos minerales. (GreenFacts, 2001).



*Figura 17. Variación de Bario (Ba)*

La Figura 17 establece una concentración máxima para bario de 0.7 mg/L para el ECA categoría 3 subcategoría D1, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo normado.

El punto de monitoreo de Bella Unión presenta un ligero incremento de concentración en los tres meses de estudio, registrando en el mes de setiembre



0.0991 mg/L, en diciembre 0.1552 mg/L y mayo 0.0903 mg/L. Su media es 0.1149.

Huambocancha Baja registra valores de 0.0662 mg/L, 0.1127 mg/L y 0.0484 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 0.0758.

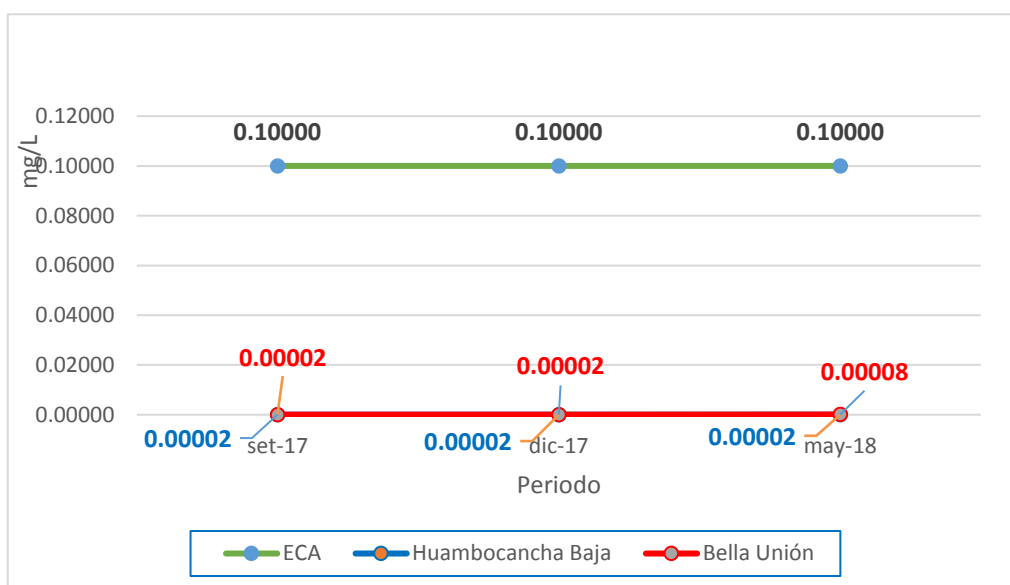


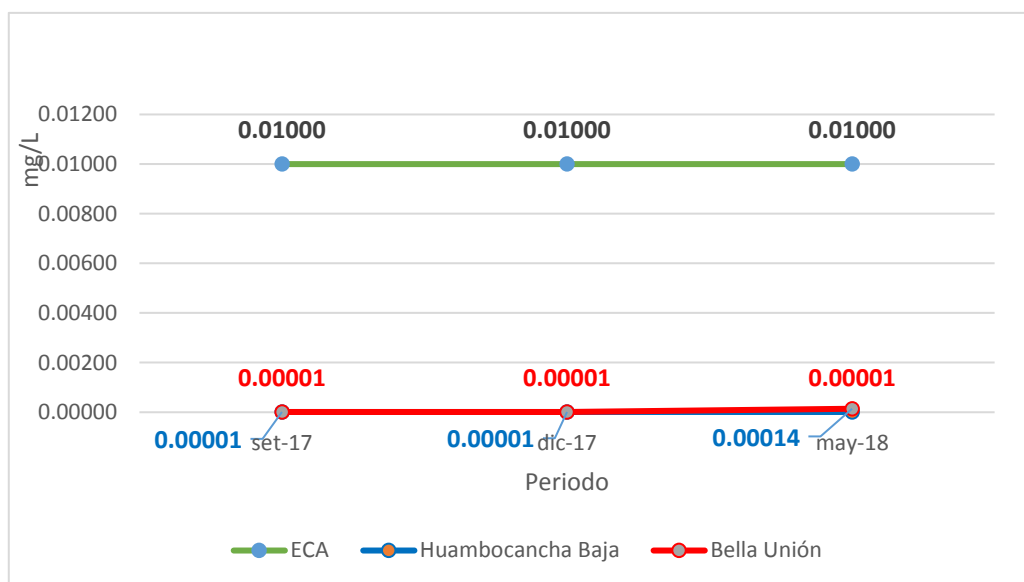
Figura 18. Variación de Berilio (Be)

La Figura 18 establece el valor permitido en el ECA categoría 3 subcategoría D1 para berilio siendo 0.1 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo (RMash1 y RMash2) se encuentran por debajo de lo normado.

El punto de monitoreo Bella Unión muestra en setiembre una concentración de < 0.00002 mg/L, en diciembre < 0.00002 mg/L y mayo 0.00008 mg/L.

Huambocancha Baja registra las concentraciones < 0.00002 mg/L, < 0.00002 mg/L y < 0.00002 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

El berilio y sus compuestos son muy tóxicos y en concentraciones elevadas pueden causar la muerte. La enfermedad ocasionada por el berilio puede tomar también la forma de dermatitis, conjuntivitis (enfermedad ocular), neumonía aguda (enfermedad pulmonar) y beriliosis pulmonar crónica. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992)



*Figura 19. Variación de Cadmio (Cd)*

La Figura 19 establece el ECA categoría 3 subcategoría D1 con una concentración máxima para cadmio de 0.01 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de < 0.00001 mg/L, en diciembre < 0.00001 mg/L y mayo 0.00014 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones  $< 0.00001$  mg/L,  $< 0.00001$  mg/L y  $< 0.00001$  mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

El cadmio como fuente de polución en el ambiente, proviene primariamente de efluentes industriales (fundición del cobre, zinc, plomo u níquel) y municipales, así como de la deposición atmosférica procedente de la combustión de plásticos, combustibles de autos, gomas y del humo de tabaco (Cousillas, 2007).

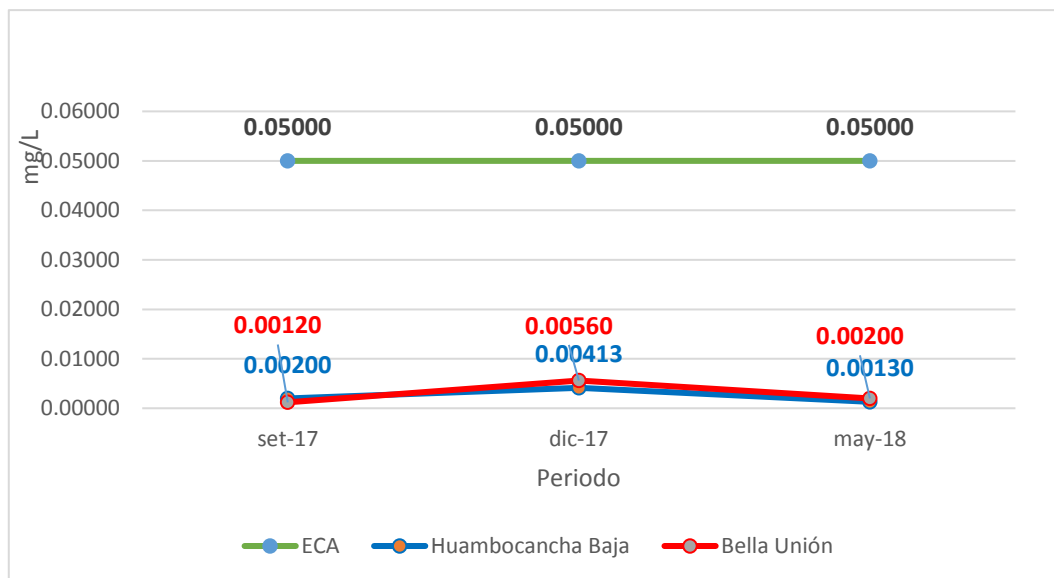


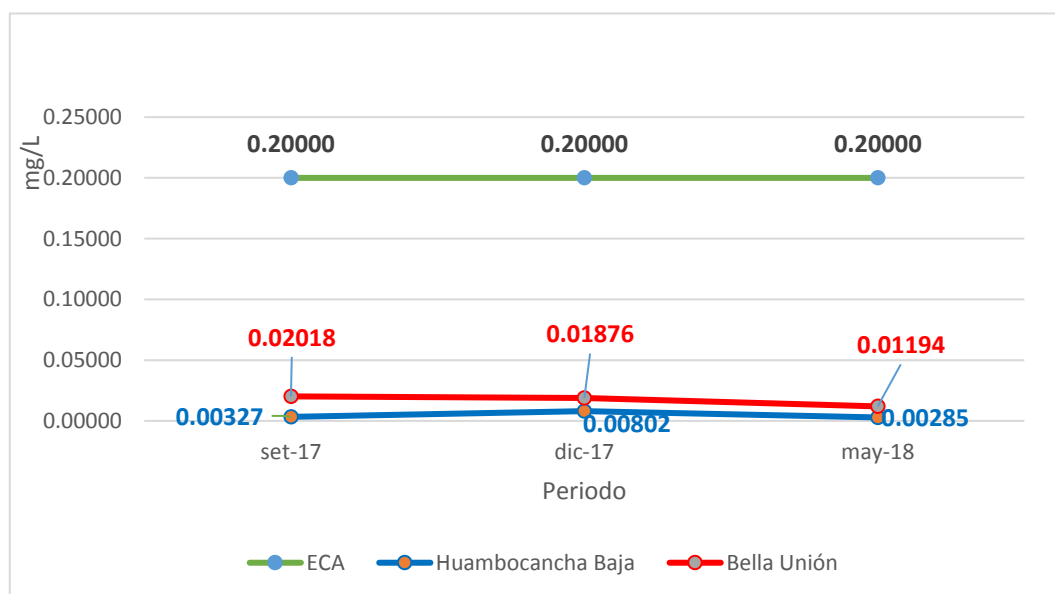
Figura 20. Variación de Cobalto (Co)

La Figura 20 muestra al ECA categoría 3 subcategoría D1 para cobalto con un límite de 0.05 mg/L.

Huambocancha Baja registra los siguientes valores 0.002 mg/L, 0.00413 mg/L y 0.0013 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Siendo su media 0.002477 mg/L.

El punto de monitoreo de Bella Unión presenta las siguientes concentraciones para los tres meses de estudio, siendo para el mes de setiembre 0.0012 mg/L, para diciembre 0.0056 mg/L y mayo 0.002 mg/L.

El cobalto se encuentra en las aguas naturales normalmente en una proporción  $< 10 \mu\text{g/l}$ . En las aguas residuales puede haber proporciones más altas. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).



*Figura 21. Variación de Cobre (Cu)*

En la Figura 21 se muestra que los dos puntos de monitoreo están dentro lo normado por el ECA categoría 3 subcategoría D1 siendo ésta de 0.2 mg/L.

El punto de monitoreo de Bella Unión presenta en el mes de setiembre una concentración de 0.02018 mg/L, en diciembre 0.01876 mg/L y mayo 0.01194 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones 0.00327 mg/L, 0.00802 mg/L y 0.00285 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

El cobre es esencial para los seres humanos; se calcula en 2,0 mg la necesidad diaria de cobre para una persona adulta. Las sales de cobre se utilizan en los sistemas de suministro de agua para control de crecimientos biológicos en depósitos y tuberías de distribución y para catalizar la oxidación de manganeso. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

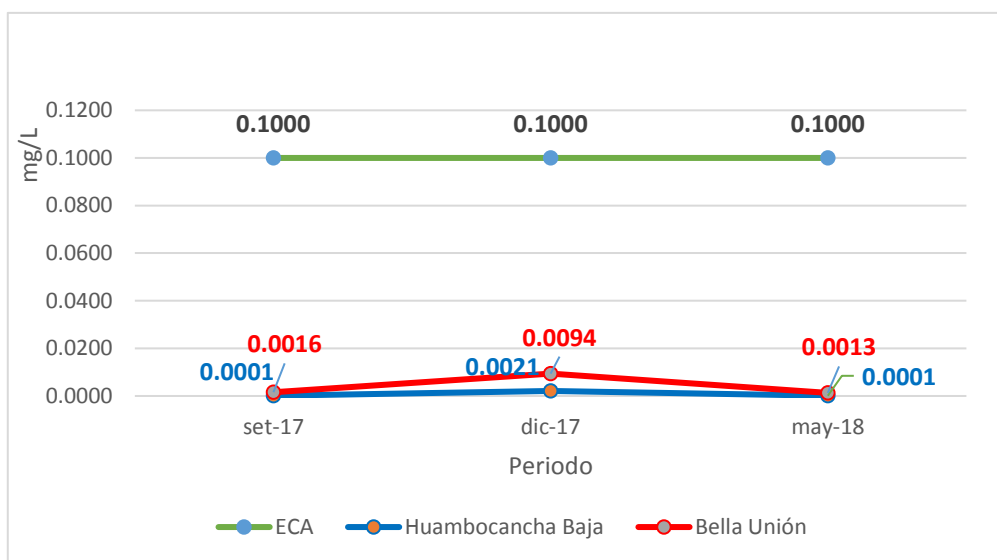


Figura 22. Variación de Cromo (Cr)

La Figura 22 muestra el valor permitido en el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Cromo es de 0.1 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo RMash1 y RMash2 se encuentran por debajo de lo normado.

Las concentraciones obtenidas en el punto de monitoreo de Bella Unión registran en el mes de setiembre una concentración de 0.0016 mg/L, en diciembre 0.0092 mg/L y mayo 0.0013 mg/L. Siendo su media 0.00410.

Huambocancha Baja registra concentraciones de  $< 0.0001$  mg/L, 0.0021 mg/L y  $< 0.0001$  mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Su media es 0.000767.

El cromo es un elemento natural ubicuo, que se encuentra en rocas, plantas, suelos, animales y en los humos y gases volcánicos. Por su alta reactividad, el cromo metálico no se encuentra libre en la naturaleza (Cousillas, 2007).

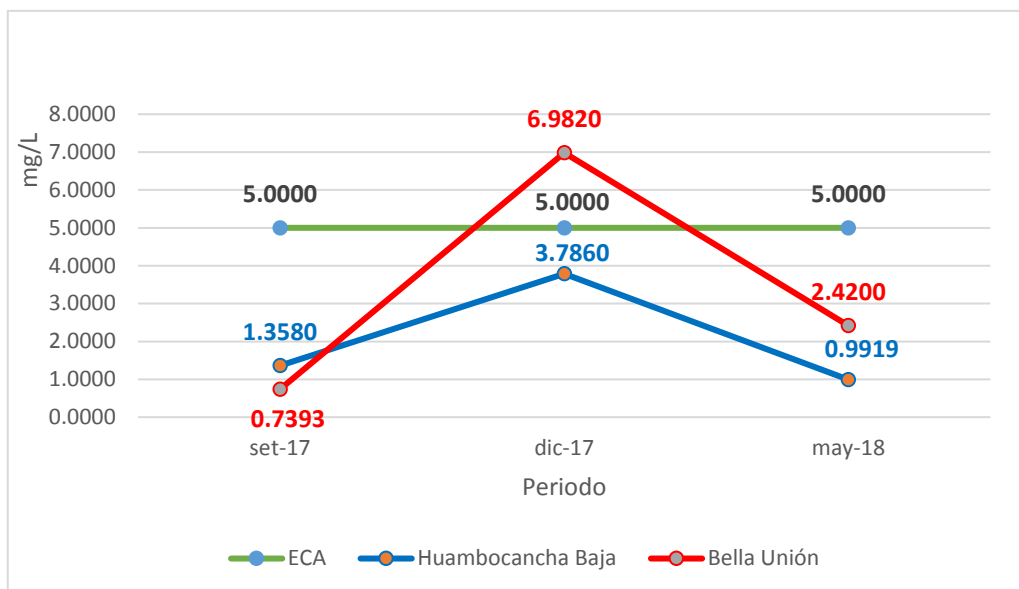


Figura 23. Variación de Hierro (Fe)

La Figura 23 muestra la concentración establecida por el ECA categoría 3 subcategoría D1 dentro de los límites aceptables para hierro es 5 mg/L.

El monitoreo de agua del punto de monitoreo Huambocancha Baja, se encuentra dentro de lo establecido por el ECA, apreciándose concentraciones para el mes de setiembre 1.3580 mg/L, en diciembre 3.7860 mg/L y 0.9919 mg/L en mayo. Se deduce una media de 2.045 mg/L.

En cuanto a las concentraciones de hierro en el punto de monitoreo de Bella Unión muestra una elevación sobre lo establecido por el ECA en el mes de diciembre de 6.9820 mg/L, siendo las concentraciones de 0.7393 mg/L y 2.42 mg/L, para los meses de setiembre y mayo respectivamente. Su media es 3.38 mg/L.

El hierro es considerado un micronutriente importante para el funcionamiento celular de plantas, animales y algunos microorganismos, además es elemento clave para citocromos y proteínas implicadas en el transporte de electrones, los cuales estimulan y favorecen la proliferación de estos organismos. (Arcos et al., 2010).

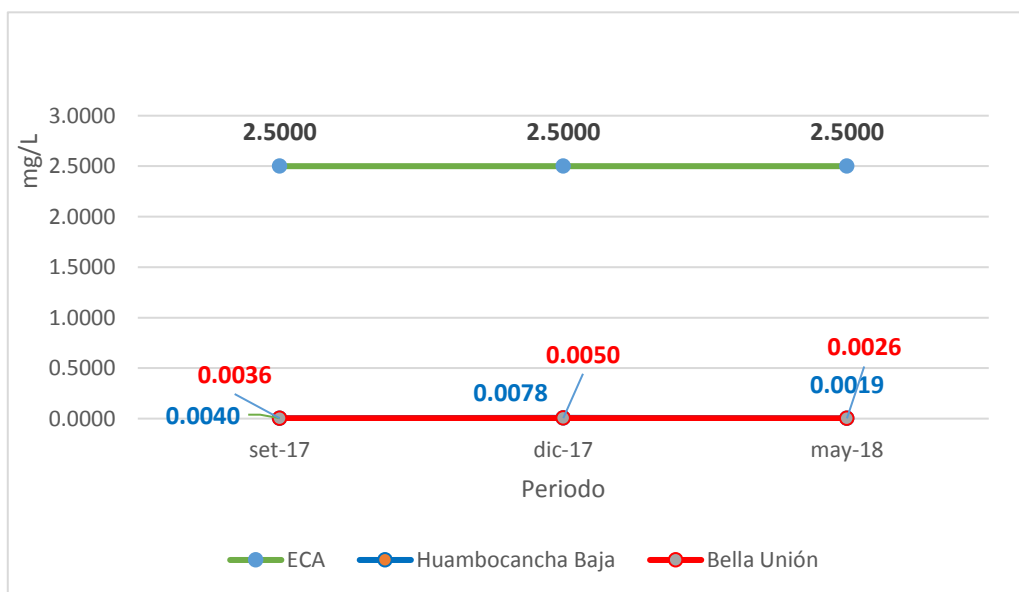
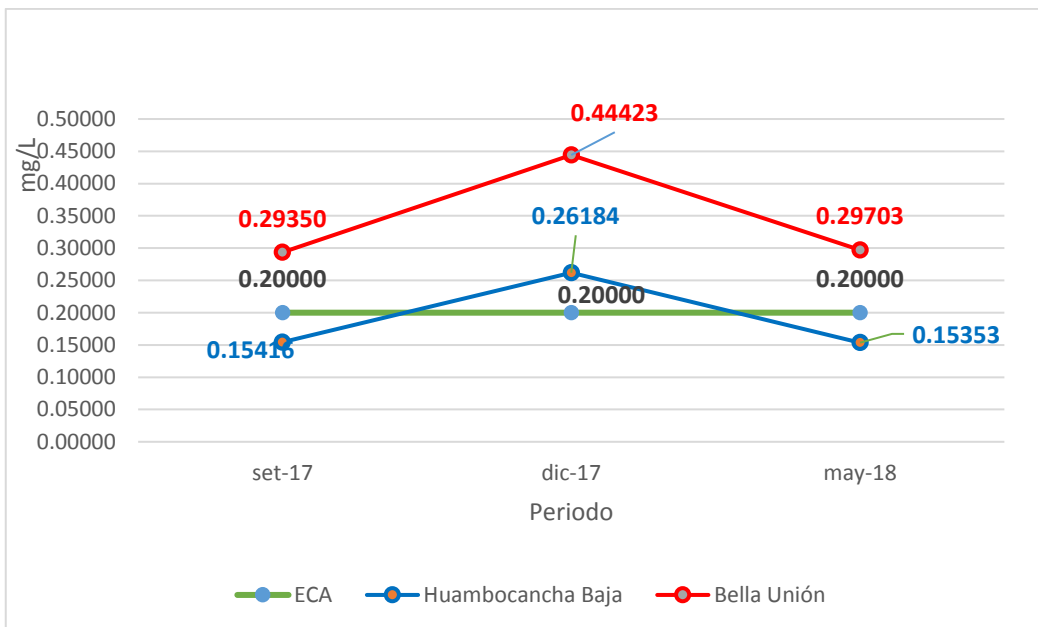


Figura 24. Variación de Litio (Li)

La Figura 24 establece una concentración máxima para Litio de 2.5 mg/L según el ECA categoría 3 subcategoría D1, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de 0.0036 mg/L, en diciembre 0.005 mg/L y mayo 0.0026 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones 0.004 mg/L, 0.0078 mg/L y 0.0019 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.



*Figura 25. Variación de Manganeso (Mn)*

La Figura 25 muestra la concentración normada por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para el Manganeso siendo 0.2 mg/L, y su relación con los puntos en estudio.

Se observa que Bella Unión registra concentraciones sobre lo normado por el ECA en los tres meses monitoreados, siendo como sigue: setiembre 0.29350 mg/L, diciembre 0.44423 mg/L y mayo 0.29703 mg/L. Su media es 0.3449 mg/L.

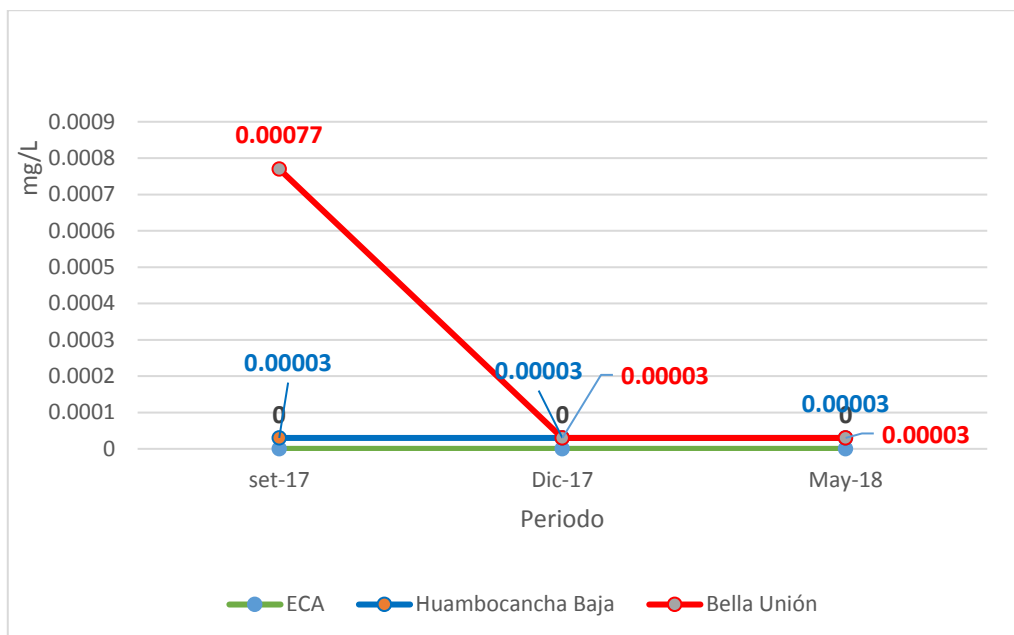


Huambocancha Baja registra en diciembre una concentración de 0.26184 mg/L, superando lo normado, sin embargo, para setiembre (0.15416 mg/L) y mayo (0.15353 mg/L) las concentraciones encuentran en lo normado. Su media es 0.1898 mg/L.

El manganeso se encuentra en las aguas residuales domésticas, efluentes industriales y corrientes receptoras. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

La oxidación del manganeso soluble tiene lugar en sedimentos, su oxidación química solo se produce a un pH >8 y en presencia de oxígeno originando el ion mangánico tetravalente. Este ion tetravalente forma un dióxido ( $MnO_2$ ) insoluble en agua que no puede ser asimilado directamente por las plantas y microorganismos. (Arcos et al., 2010).

La presencia de manganeso, hierro y aluminio están asociados tanto a la configuración geológica e hidrológica de la cuenca como a la actividad agrícola y ganadera. (Arcos et al., 2010) cita a Aguirre, N., 2002).



*Figura 26. Variación de Mercurio (Hg)*

Se muestra en la Figura 26 el ECA categoría 3 subcategoría D1 con una concentración máxima para Mercurio de 0.001 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo se encuentran por debajo de lo establecido.

Sin embargo, el punto de monitoreo Bella Unión registra en el mes de setiembre un incremento en su concentración siendo 0.00077 mg/L y se observa su decremento en los meses de diciembre < 0.00003 mg/L y mayo < 0.00003 mg/L.

El punto de monitoreo de Huambocancha Baja registra concentraciones inferiores a lo normado para los tres meses en estudio siendo < 0.00003 mg/L.

Se encontró que el mercurio y algunos compuestos inorgánicos de mercurio pueden ser metilados por bacterias anaerobias en el lodo del fondo de los lagos y también por los peces y los mamíferos. Por lo que, los desechos que contienen

mercurio o sus derivados que se han ido acumulando en los fondos ranosos de los lagos constituyen fuentes potenciales de contaminación y por procesos bioquímicos pueden incorporarse a las diversas cadenas alimenticias. Además, los compuestos de mercurio son del tipo de sustancias acumulables en los organismos y pueden llegar a alcanzar concentraciones lo suficientemente altas para ser venenosas (Fondo para la Contaminación y la Educación Ambiental, 2007).

En los ríos y lagos contaminados con mercurio, se han registrado niveles de hasta 0,03 mg/L (Robertson & Dreisbach, 1988).

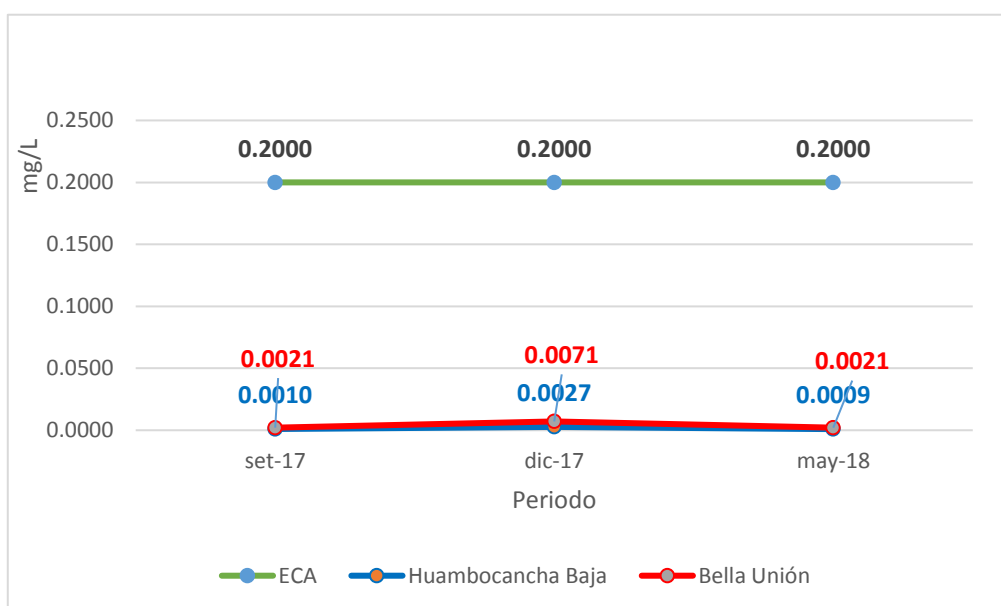
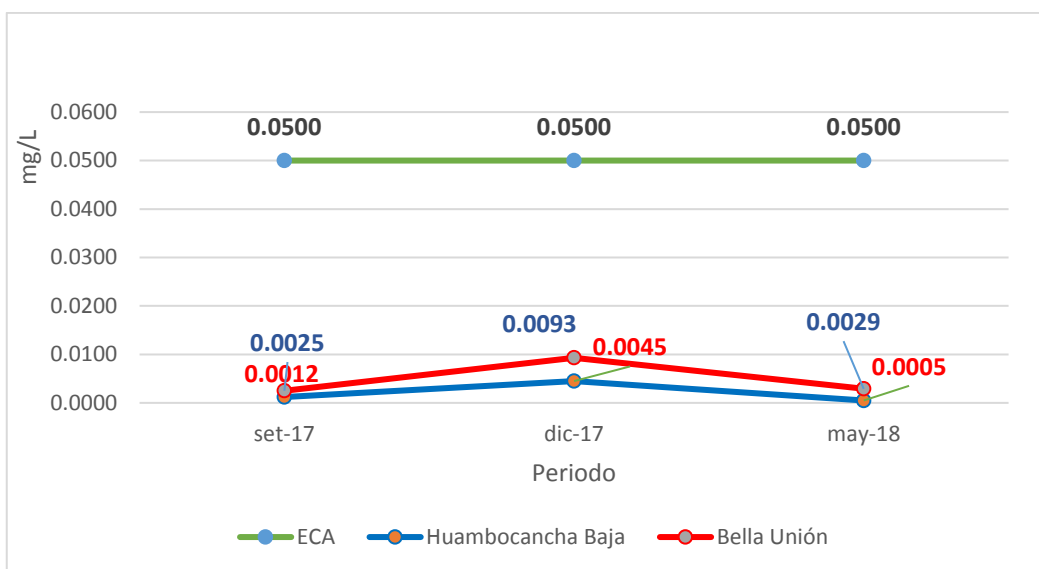


Figura 27. Variación de Níquel (Ni)

La Figura 27 muestra la concentración máxima por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Níquel es 0.2 mg/L. Las concentraciones obtenidas para los dos puntos de monitoreo en estudio se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de 0.0021 mg/L, en diciembre 0.0071 mg/L y mayo 0.0021 mg/L.

Huambocancha Baja registra las siguientes concentraciones 0.001 mg/L, 0.027 mg/L y 0.0009 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.



*Figura 28. Variación de Plomo (Pb)*

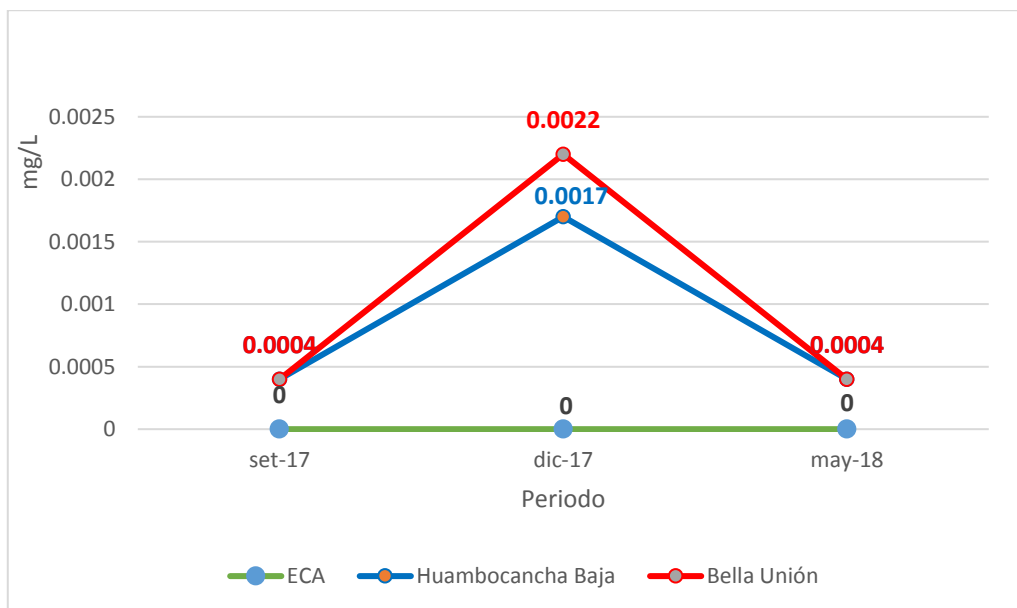
Se muestra en la Figura 28 el valor permitido por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Plomo que de 0.05 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo RMash1 y RMash2 se encuentran por debajo de lo normado.

El punto de monitoreo Bella Unión registra concentraciones en: setiembre 0.0025 mg/L, en diciembre 0.0093 mg/L y mayo 0.0029 mg/L. Siendo su media 0.00490.

Las concentraciones del monitoreo de Huambocancha Baja son: 0.0012 mg/L (setiembre), 0.0045 mg/L (diciembre) y 0.0005 mg/L (mayo). Su media es 0.00207.

La contaminación del agua se da por los vertimientos de aguas residuales que contienen desechos de plomo derivados de la industria. Así mismo por partículas contaminadas del suelo que son arrastradas hacia las fuentes de agua (Molina, Aguilar, & Cordovez, 2010).

Entre las fuentes de plomo en el agua de superficie o en sedimentos están la deposición de polvo que contiene plomo desde la atmósfera, el agua residual de industrias que manejan plomo (principalmente las industrias de hierro y acero y las que manufacturan plomo), agua de escorrentía en centros urbanos y apilamientos de minerales. Algunos compuestos de plomo son transformados a otras formas de plomo por la luz solar, el aire y agua. Sin embargo, el plomo elemental no puede ser degradado. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016).



*Figura 29. Variación de Selenio (Se)*

Se muestra en la Figura 29 el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Selenio siendo de 0.02 mg/L, los resultados obtenidos para los dos puntos de monitoreo RMash1 y RMash2 se encuentran por debajo de lo establecido.

El punto de monitoreo Bella Unión registra las siguientes concentraciones en los tres meses de estudio, en setiembre una concentración de < 0.0004 mg/L, en diciembre 0.0022 mg/L y mayo < 0.0004 mg/L.

Las concentraciones registradas en el punto de monitoreo Huambocancha Baja son las siguientes < 0.0004 mg/L, 0.0017 mg/L y < 0.0004 mg/L para los meses setiembre, diciembre y mayo respectivamente.

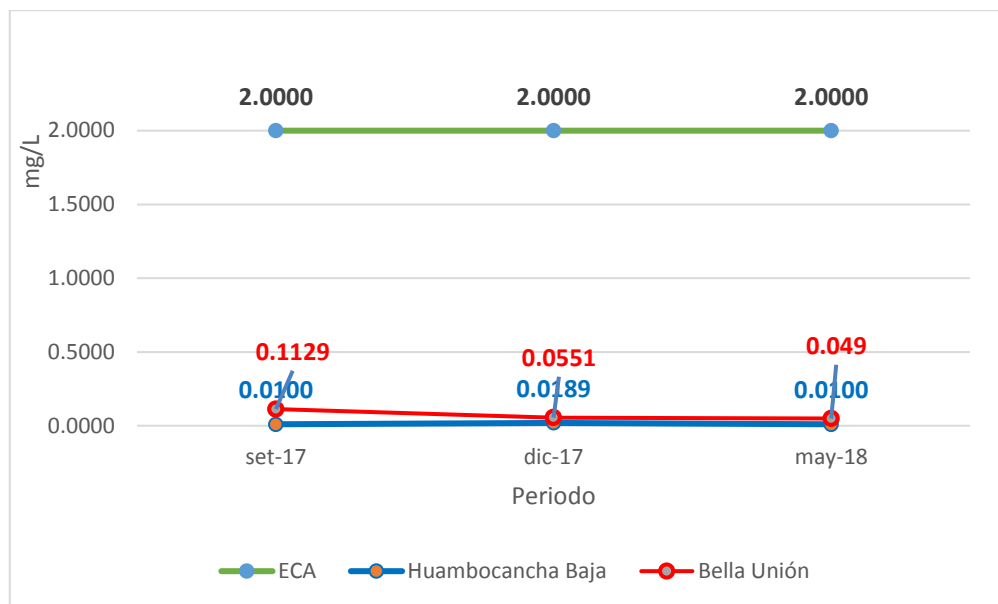


Figura 30. Variación de Zinc (Zn)

La Figura 30 muestra la relación de las concentraciones registradas en los dos puntos de monitoreo las cuales son inferiores a los establecidos por el ECA categoría 3 subcategoría D1 para Zinc siendo 2 mg/L.

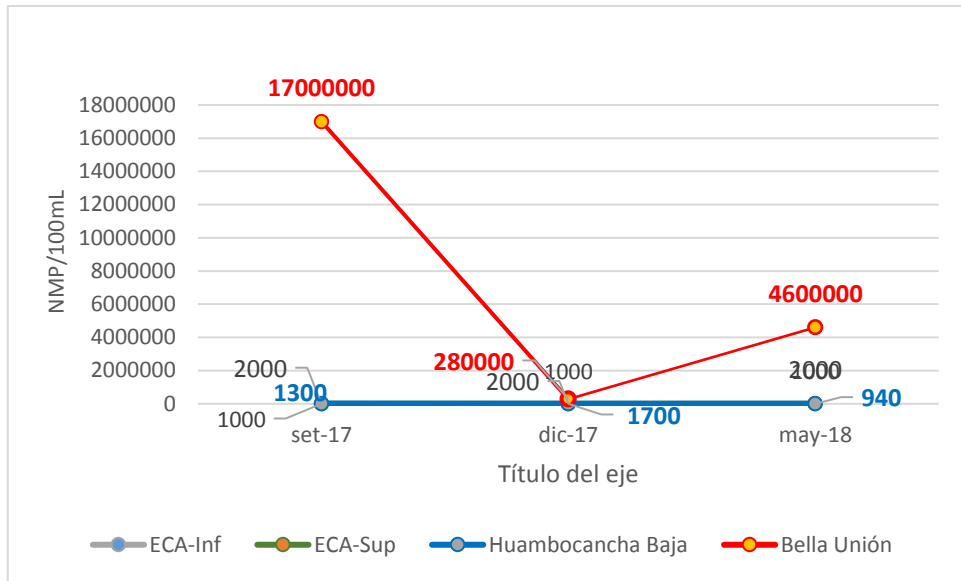
El punto de monitoreo de Huambocancha Baja registra concentraciones < 0.0100 mg/L (setiembre), 0.0189 mg/L (diciembre) y < 0.0100 mg/L (mayo).

Se observa también en el punto de monitoreo de Bella Unión concentraciones dentro de lo normado por el ECA, registrando para el mes de setiembre 0.1129 mg/L, diciembre 0.0551 mg/L y mayo 0.0490 mg/L.

El zinc es un nutriente de importancia para el crecimiento y desarrollo de plantas y animales, pero una elevada concentración de este puede ser perjudicial para el ecosistema acuático. Naturalmente el zinc se encuentra adsorbido en superficies minerales, en carbonatos y complejos orgánicos y su reactividad depende del pH y la temperatura por esto en condiciones

ambientales se caracteriza por su baja solubilidad. (Matienzo, 2014 cita a Environmental Protection división of British Columbia).

**4.1.1.2 Parámetros Microbiológicos:**



*Figura 31. Coliformes Termotolerantes*

La Figura 31 muestra las concentraciones para Coliformes Termotolerantes para los dos puntos de monitoreo que sobrepasan considerablemente lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1 (1000 NMP/100 mL).

La figura muestra en el punto de monitoreo Huambocancha Baja concentraciones superiores a lo normado por el ECA para los meses de setiembre 1,300.0 NMP/100 mL y diciembre 1,700.0 NMP/100 mL, reportando en mayo 940 NMP/100 mL concentración aceptable por el ECA. Siendo su media 1,313.0 NMP/100 mL.



El punto de monitoreo Bella Unión presenta concentraciones extremadamente elevadas a lo establecido por el ECA, debido a la aportación directa de las descargas de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca hacia el río Mashcón sin previo tratamiento, reportando para los meses en estudio concentraciones de 17'000,000 NMP/100 mL, 280,000 NMP/100 mL y 4'600,000 NMP/100 mL, correspondientes a los meses de setiembre, diciembre y mayo respectivamente. Siendo su media 7'293,333 NMP/100 mL.

Los coliformes termotolerantes integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de estos últimos, en que son indol positivo. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformes termotolerantes que están presentes en la microbiota intestinal, siendo *E. coli* la más representativa, con 90-100%. (Larrea et al., 2013 cita a Carrillo, E. 2008).

Se denominan coliformes termotolerantes porque soportan temperaturas hasta de 45°C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. Comprenden los géneros de *Escherichia* y en menor grado *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. El drenaje municipal típico puede contener de 10 a 100 millones de bacterias coliformes por 100 mL. (Martínez, 1996 cita a Narváez, S., et al. 2018).

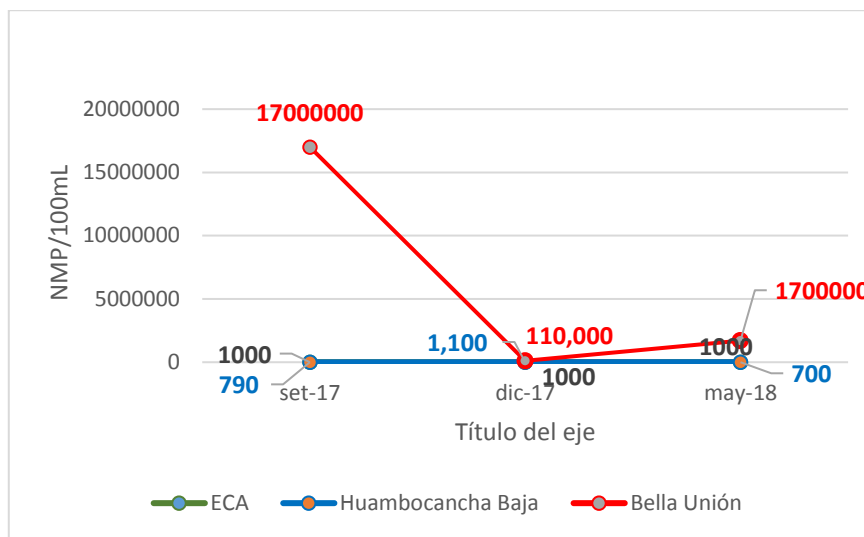


Figura 32. Variación de *Escherichia coli*

Se establece en la presente Figura 32 el ECA categoría 3 subcategoría D1 para *Escherichia coli* con una concentración máxima de 1000 NMP/100 mL. Los dos puntos de monitoreo sobrepasan considerablemente la concentración normada.

El punto de monitoreo Huambocancha Baja presenta concentraciones superiores a lo normado por el ECA en el mes de diciembre con 1,100.0 NMP/100 mL, y para los meses de setiembre 790 NMP/100 mL y mayo 700 NMP/100 mL concentraciones aceptables dentro lo establecido por el ECA. Su media es 863 NMP/100 mL.

El punto de monitoreo Bella Unión presenta concentraciones extremadamente elevadas a lo establecido por el ECA, esto debido a las descargas de aguas residuales de la ciudad de Cajamarca hacia el río Mashcón sin previo tratamiento, se reporta para el mes de setiembre concentraciones de 17'000,000 NMP/100 mL, para diciembre concentraciones de 110,000

NMP/100 mL y para mayo concentraciones de 1'700,000 NMP/100 mL. Su media es 6'270,000 NMP/100 mL.

*Escherichia coli*, es el principal indicador bacteriano en el agua. Estudios efectuados han demostrado que la *Escherichia coli* está presente en las heces de los humanos y animales de sangre caliente entre 10<sup>8</sup> y 10<sup>9</sup> por gramo de heces. (DIGESA-GESTA., 2011). Los patógenos asociados con estas descargas, subsecuentemente se distribuyen a través del cuerpo de agua, representando un riesgo para los usuarios del recurso río abajo. El drenaje municipal típico puede contener de 1 a 50 millones de *Escherichia coli* por 100 mL. (Martínez, J., 1996).

*Escherichia coli* y coliformes totales están estrechamente vinculadas a los residuos orgánicos de origen fecal tanto humanos como animales (Gamarra et al., 2018 cita a Gremmell y Schmidt, 2012).

*Escherichia coli* es un huésped normal del aparato digestivo. No obstante, se han aislado *E. coli* productores de enfermedades de agua corriente, fuentes de agua potable y corrientes de montaña. Estos microorganismos se encuentran en todo el mundo. (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 1992).

## 4.2 Estadística de parámetros físicoquímicos entre los puntos de monitoreo

### Huambocancha Baja y Bella Unión.

Tabla 7

*Comparación estadística de parámetros físicoquímicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión*

Variable	Zona	Media	Desv. Est.	Coef. Var%
Oxígeno Disuelto mg O <sub>2</sub> /L	Huambocancha Baja	7.063	0.420	5.95
	Bella Unión	3.427	1.317	38.44
pH Unidad de pH	Huambocancha Baja	7.9333	0.0850	1.07
	Bella Unión	7.340	0.195	2.66
Temperatura °Celsius	Huambocancha Baja	16.28	2.37	14.55
	Bella Unión	18.767	1.349	7.19
Conductividad Eléctrica us/cm	Huambocancha Baja	472.6	171.3	36.24
	Bella Unión	791	354	44.73
Aceites y Grasas mg/L	Huambocancha Baja	1,0000	0.000000	0.00
	Bella Unión	12.80	12.03	94.01
Bicarbonato mg HCO <sub>3</sub> /L	Huambocancha Baja	27.97	7.37	26.34
	Bella Unión	208.3	131.8	63.26
Cianuro Wad mg CN-/L	Huambocancha Baja	0.001000	0.000000	0.00
	Bella Unión	0.00267	0.00289	108.25
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Huambocancha Baja	2.0000	0.000000	0.00
	Bella Unión	153.3	159.5	104.01
Demanda Química de Oxígeno	Huambocancha Baja	9.00	6.00	66.67
	Bella Unión	290	271	93.29
Detergentes aniónicos mg/L	Huambocancha Baja	0.010000	0.000000	0.00
	Bella Unión	0.643	0.404	62.84
Cloruros, Cl- mg/L	Huambocancha Baja	4.04	2.01	49.83
	Bella Unión	51.5	34.4	66.76
Nitritos (como N) mg NO <sub>2</sub> -N/L	Huambocancha Baja	0.01000	0.01039	103.92

	Bella Unión	0.004000	0.000000	0.00
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2 mg SO <sub>4-2</sub> /L	Huambocancha Baja	207.5	100.8	48.60
	Bella Unión	150.1	28.0	18.62
Aluminio (Al) mg/L	Huambocancha Baja	1.425	1.148	80.53
	Bella Unión	2.61	2.44	93.62
Arsénico (As) mg/L	Huambocancha Baja	0.00227	0.00262	115.17
	Bella Unión	0.00451	0.00321	71.25
Bario (Ba) mg/L	Huambocancha Baja	0.0758	0.0332	43.82
	Bella Unión	0.1149	0.0352	30.65
Berilio (Be) mg/L	Huambocancha Baja	0.000020	0.000000	0.00
	Bella Unión	0.000040	0.000035	86.60
Cadmio (Cd) mg/L	Huambocancha Baja	0.000010	0.000000	0.00
	Bella Unión	0.000053	0.000075	140.73
Cobalto (Co) mg/L	Huambocancha Baja	0.002477	0.001474	59.51
	Bella Unión	0.00293	0.00234	79.90
Cobre (Cu) mg/L	Huambocancha Baja	0.00471	0.00287	60.92
	Bella Unión	0.01696	0.00441	25.97
Cromo (Cr) mg/L	Huambocancha Baja	0.000767	0.001155	150.61
	Bella Unión	0.00410	0.00459	112.01
Hierro (Fe) mg/L	Huambocancha Baja	2.045	1.519	74.25
	Bella Unión	3.38	3.23	95.56
Litio (Li) mg/L	Huambocancha Baja	0.00457	0.00299	65.49
	Bella Unión	0.003733	0.001206	32.29
Manganeso (Mn) mg/L	Huambocancha Baja	0.1898	0.0624	32.84
	Bella Unión	0.3449	0.0860	24.94
Mercurio (Hg) mg/L	Huambocancha Baja	0.000030	0.000000	0.00
	Bella Unión	0.000277	0.000427	154.42
Níquel (Ni) mg/L	Huambocancha Baja	0.001533	0.001012	65.97
	Bella Unión	0.00377	0.00289	76.64
Plomo (Pb) mg/L	Huambocancha Baja	0.00207	0.00214	103.36
	Bella Unión	0.00490	0.00382	77.87
Selenio (Se) mg/L	Huambocancha Baja	0.000833	0.000751	90.07
	Bella Unión	0.001000	0.001039	103.92

Zinc (Zn) mg/L	Huambocancha Baja	0.01297	0.00514	39.63
	Bella Unión	0.0723	0.0353	48.75

De la tabla 7, se determinó la confiabilidad al 90% y el coeficiente de variedad  $\geq 30\%$ , para demostrar estadísticamente la calidad del agua en los puntos de monitoreo del estudio.

La confiabilidad al 90% estadísticamente es un indicador de seguridad que nos permite conocer la calidad del agua, donde los valores mayores al porcentaje establecido representarán al agua aceptable para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad  $\geq$  al 33%, nos permite determinar la cantidad de parámetros que están dentro y fuera de lo permisible en el ECA; indicando las fluctuaciones de las aguas superiores al ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

Determinación de la Confiabilidad y Coeficiente de Variedad del punto de monitoreo Huambocancha Baja:

$$\text{Confiabilidad al } 90\% = 29/29 * 100 = 100.0\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad } \geq 33\% = 17/29 * 100 = 58.6\%$$

La confiabilidad de la calidad del agua evaluada en este punto de monitoreo es al 100%; así de los 29 parámetros evaluados todos se encontraron dentro lo normado, obteniéndose un resultado del 100% lo que significa que es aceptable según los valores de los parámetros físicoquímicos evaluados, encontrándose todos los parámetros evaluados dentro del ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad es mayor al 33%, indica que las aguas en este punto de monitoreo presentan fluctuaciones del 58.6%, superiores al ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

Determinación de la Confiabilidad y Coeficiente de Variedad del punto de monitoreo Bella Unión:

$$\text{Confiabilidad al } 90\% = 23/29 * 100 = 79.3\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad } \geq 33\% = 21/29 * 100 = 72.4\%$$

El resultado de confiabilidad es menor a 90%, lo cual significa que el agua en el punto de monitoreo de Bella Unión no es aceptable según los valores de los parámetros analizados. Son 23 de estos parámetros físicoquímicos los que se encuentran dentro del ECA para aguas de categoría 3 subcategoría D1.

Así mismo, el coeficiente de variedad es mayor a 33%, indicando fluctuaciones superiores al ECA con estos parámetros.

### 4.3 Estadística de los parámetros microbiológicos entre los puntos de monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión.

Tabla 8

Comparación estadística de los parámetros microbiológicos entre los puntos de  
monitoreo Huambocancha Baja y Bella Unión.

Variable	Zona	Media	Desv. Est.	Coef. Var %
Coliformes Termotolerantes NMP/100mL	Huambocancha Baja	1313	380	28.95
	Bella Unión	7293333	8679293	119.00
<i>Escherichia coli</i> NMP/100mL	Huambocancha Baja	863	210	24.31
	Bella Unión	6270000	9326398	148.75

De la tabla 8, se determinó confiabilidad y coeficiente de variedad del punto de  
monitoreo Huambocancha Baja:

$$\text{Confiabilidad al } 90\% = 1/2 * 100 = 50.0\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad } \geq 33\% = 0/2 * 100 = 0.0\%$$

El resultado de confiabilidad es inferior al 90 %, lo cual significa que la calidad  
del agua en el punto de monitoreo de Huambocancha Baja no es aceptable para  
los parámetros microbiológicos analizados según lo establecido por el Estándar  
de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad es 0%, lo que indica que los parámetros se mantienen  
constantes sin variedad relativa, los indicadores microbiológicos no están  
dentro los rangos permisibles del ECA categoría 3 subcategoría D1.

Determinación de la Confiabilidad y coeficiente de variedad del punto de  
monitoreo Bella Unión:



$$\text{Confiabilidad al 90\%} = 0/2 * 100 = 0.0\%$$

$$\text{Coeficiente de variedad} \geq 33\% = 2/2 * 100 = 100.0\%$$

El resultado de confiabilidad es inferior al 90 %, lo cual significa que la calidad del agua en el punto de monitoreo de Bella Unión no es aceptable para los parámetros microbiológicos analizados según lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental categoría 3 subcategoría D1.

El coeficiente de variedad es superior al 33%, indicando fluctuaciones superiores al ECA con los parámetros microbiológicos evaluados.

## 4.2 Conclusiones:

1. Se evaluaron 29 parámetros fisicoquímicos y 02 microbiológicos para determinar la calidad del agua en los puntos de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1) y Bella Unión (RMash2), encontrándose en el punto RMash1 los 29 parámetros fisicoquímicos dentro el rango normado y en RMash2 06 de los 29 parámetros evaluados no se encontraron dentro lo establecido por la norma. La calidad microbiológica del agua en RMash1 y RMash2 no son aceptables según lo establecido por el ECA categoría 3 subcategoría D1.
2. Los parámetros fisicoquímicos en el RMash1 se encontraron dentro lo establecido por el ECA categoría 3 subcategoría D1. Sin embargo, para el RMash2 se encontraron concentraciones superiores a lo normado en los siguientes parámetros fisicoquímicos: Aceites y grasas (12.80 mg/L), DBO<sub>5</sub> (153.3 mg/L), DQO (290 mgO<sub>2</sub>/L), detergentes aniónicos (0.643 mg/L) y manganeso (0.3449 mg/L), sin embargo, se registró concentraciones inferiores de Oxígeno Disuelto (3.427 mgO<sub>2</sub>/L); estas concentraciones se podrían atribuir a la contribución de las aguas residuales descargadas en el RMash2 procedentes de actividades antropogénicas.
3. La evaluación microbiológica en RMash1 y RMash2 registró concentraciones sobre lo normado para Coliformes Termotolerantes siendo 1,313 NMP/100 mL y 7'293,333 NMP/100 mL respectivamente; en el RMash2 se encontró elevado el *Escherichia coli* en 6'270,000 NMP/100 mL, acotando que este último es la zona de descarga directa de las aguas residuales sin tratamiento de la ciudad de Cajamarca. Por lo tanto, se puede concluir que las aguas del

río Mashcón ya se encontraban contaminadas por coliformes termotolerantes antes de entrar en contacto con los dos puntos en estudio.

## REFERENCIAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). *Resúmenes de salud pública - plomo*. Obtenido de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs13.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html).
- Aguirre, M. (2007). *Inventario Participativo de Fuentes de Agua Superficial de la Cuenca del río Mashcón*. Cajamarca, Perú.
- Almanzan, M., Almanzan, Á., Carreto, B., Hernandez, E., Damián, A., & Almanzan, R. (2016). Clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), 293-305.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. (1992). *Métodos Normalizados: Para el análisis de aguas potables y residuales* (17 ed.). Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.
- Arcos, Y., Betancur, J., Peñuela, G., & Jaime, N. (2010). *Relación entre las formas solubles de hierro y manganeso y la presencia de bacterias oxidadoras de ambos elementos en el embalse Riogrande II - Don Matías Antioquia, Colombia*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Autoridad Nacional del Agua. (2015). *Evaluación de recursos hídricos en la cuenca del Crisnejas. (INCLAM-PERÚ)*. Lima.
- Autoridad Nacional del Agua. (2017). *Informe de evaluación de resultados del quinto monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Crisnejas – Sub cuenca Cajamarquino – Ámbito ALA Cajamarca*. Informe Técnico, Autoridad Nacional del Agua, Lima.

Autoridad Nacional del Agua. (2017). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA-PE)*. Lima, Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Informe de Evaluación de Resultados del Séptimo Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca del río Crisnejas – Sub Cuenca Cajamarquino – Ámbito ALA Cajamarca*. Lima.

Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Informe de Evaluación de Resultados del Sexto Monitoreo Participativo de la Calidad de Agua Superficial de la Cuenca del Río Crisnejas - Sub Cuenca Cajamarquino – Ámbito ALA Cajamarca*. Informe Técnico, Lima.

Beltrán, R., Ramírez, J., & Sánchez, J. (2012). Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto en la presa Picachos Sinaloa. *Hidrobiológica*, 94-98.

Carrillo, E., & Lozano, A. (2008). *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Chapman, D. (1996). *Water quality assessment. A guide to use of biota, sediments and wáter in enviromental monitoring*. (Segunda ed.). London.

Córdova Castañeda, M. (2017). *Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Challhuahuacho*. Cotabamba - Apurímac, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

Cousillas, A. (2007). *Contaminación del agua. Introducción a la química ambiental.*

Obtenido de

[http://cedoc.infed.edu.ar/upload/informe\\_toxicologico\\_agua\\_adriana\\_cousillas.pdf](http://cedoc.infed.edu.ar/upload/informe_toxicologico_agua_adriana_cousillas.pdf)

Custodio, E. (2001). Effects of groundwater development on the environment. *Boletín Geológico y minero. rid*, 111, 107-120.

Del Ángel, M. (1994). *Contribución al estudio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).*

Monterrey, México : Universidad Autónoma de Nuevo León.

Escalante, J. (2018). *Caracterización de las aguas del río Mashcón y San Lucas, y del efluente de las lagunas de estabilización de la ciudad de Cajamarca con fines de evaluación ambiental.* Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

Fondo para la Contaminación y la Educación Ambiental. (2007). *Agua y salud:*

*Contaminación del agua por metales.* Obtenido de

<https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-del-agua-por-metales/>

Gamarra, O., Barrena, M., Barboza, E., Barrios, J., & Corroto, F. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú.

*ARNALDOA 25c*, 179-194.

Goyenola, G. (2007). Guía para la utilización de las valijas viajeras. *Red de monitoreo ambiental participativo de sistemas acuáticos.*

GreenFacts. (2001). *Compuestos inorgánicos de arsénico.* Obtenido de Facts on Health and

the Environment: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/compuestos-inorganicos-arsenico.htm>.

- Herrera, A. & Heredia, E. (2017). Determinación de los niveles de concentración de metales pesados en la Cuenca Mashcón – Cajamarca en los meses de setiembre y diciembre, 2016. Universidad de Lambayeque.
- Larrea, J., Rojas, M., Romeu, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas. *CENIC. Ciencias biológicas.*, 44(3), 24-34.
- León, M. (2006). *Efecto ecotoxicológico de los detergentes biodegradables en la trucha "Arco Iris" Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792), en el centro piscícola "El Ingenio"- Huancayo*. Lima: UNMSM.
- Mancilla et al. (2012). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz. *Internacional de contaminación ambiental*, 1(28), 39-48.
- Martínez, J. (1996). *Estudio de la calidad de las aguas superficiales del río San Pedro*. En *Revista Investigación y ciencia*. México D.F.: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Matienzo, R. (2014). *Análisis de la influencia de la represa de Gallito Ciego en la calidad del agua del curso inferior del río Jequetepeque*. Lima: PUCP.
- Mihelcic, J., & Zimmerman, J. (2013). *Ingeniería ambiental: Fundamentos, sustentabilidad, diseño*. Alfaomega.
- MINAM. (2017). *ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUAS*.
- Molina, N., Aguilar, P., & Cordovez, C. (2010). *Plomo, cromo III y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana*. (Vol. 8).

- Orozco, C., Pérez, A., Gonzales, N., Rodríguez, F., & Alfayate, J. (2008). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. Madrid, España.
- Ortiz, O. (1994). *Hidrografía de Superficie*. Cajamarca, Perú.
- PNUMA. (2007). *Perspectivas del medio ambiente mundial: Medio ambiente para el desarrollo*. Traducido e impreso por: Phoenix Design Aid. Dinamarca. 540 pág.
- Raffo, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista Industrial Data*, 1 , 71-80.
- Ramírez, A. (2016). *Estudio de la contaminación por pesticidas de las aguas superficiales de la provincia de Jaén*. Jaén - España: Universidad de Jaén. Obtenido de <http://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/2862>.
- Robertson, W., & Dreisbach, R. (1988). *Toxicología clínica*, . Distrito Federal, México: El Manual Moderno.
- Romeu, B., Quintero, H., Larrea, J., Lugo, D., Rojas, N., & Heydrich, M. (2015). *Experiencias en el monitoreo ambiental: Contaminación de ecosistemas dulceacuícolas de La Habana*. La Habana, Cuba.
- Rosabal, Y., Chang, L., Pérez, N., & Morales, J. (2012). Evaluación de la demanda química de oxígeno en aguas de la provincia de Granada. *Revista latinoamericana de recursos naturales*, 8, 15-20.
- Rosas, H. (2001). *Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat*. Universidad Politécnica de Catalunya. Obtenido de <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6978/02introducción.pdf?sequence=2>



- Santillán, D. (2014). *Evaluación Físico - Química y Microbiológica de las Aguas del Río Reque – Chiclayo*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico*. (Primera ed.). Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- Vidales, A., Leos, M., & Campos, M. (2010). Extracción de grasas y aceites en los efluentes de una industria automotriz. *Revista Conciencia Tecnológica*, 44, 29-34.

## **ANEXOS**

## ANEXO N° 01

Estándar de calidad ambiental para agua categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Parámetros	Unidad de Medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Aguas para riego no restringido (c)	Aguas para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICO-QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cianuro Wad	mg/L		0.1	0.1
Cloruros	mg/L		500	**
	Color verdadero			
Color (b)	escala Pt/Co		100 (a)	100(a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)		2500	5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L		0.2	0.5
Fenoles	mg/L		0.002	0.01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)+ Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L		100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		$\geq 4$	$\geq 5$
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6.5-8.5	6.5-8.4
Sulfatos	mg/L		1000	1000
Temperatura	°C		$\Delta 3$	$\Delta 3$
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L		5	5
Arsénico	mg/L		0.1	0.2
Bario	mg/L		0.7	**
Berilio	mg/L		0.1	0.1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0.01	0.05
Cobre	mg/L		0.2	0.5
Cobalto	mg/L		0.05	1
Cromo Total	mg/L		0.1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2.5	2.5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0.2	0.2

Parámetros	Unidad de Medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Mercurio	mg/L		0.001	0.01
Níquel	mg/L		0.2	1
Plomo	mg/L		0.05	0.05
Selenio	mg/L		0.02	0.05
Zinc	mg/L		2	24
<b>ORGÁNICO</b>				
<u>Bifenilos Policlorados</u>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L		0.04	0.045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	mg/L		35	35
<u>Organoclorados</u>				
Aldrín	µg/L		0.004	0.7
Clordano	µg/L		0.006	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L		0.001	30
Dieldrín	µg/L		0.5	0.5
Endosulfán	µg/L		0.01	0.01
Endrin	µg/L		0.004	0.2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0.01	0.03
Lindano	µg/L		4	4
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	µg/L		1	11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes				
Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de Helminthos	Huevos/L	1	1	**

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Notas:

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

- (a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
- (b): Después de filtración simple.
- (c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo no registrado.
- $\Delta 3$ : Significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

## ANEXO N° 02

### Datos Hidrometeorológicos setiembre 2017

Senamhi - Ultimos Datos

Estación : AUGUSTO WEBERBAUER , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : CAJAMARCA      Provincia : CAJAMARCA      Distrito : CAJAMARCA      Ir : 2017-09 ▼

Latitud : 7° 10' 2.98"      Longitud : 78° 29' 35.14"      Altitud : 2673

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Sep-2017	22.6	9.8	10.7	22.3	15.5	7.8	11.3	8.5	0	0	NE	6
02-Sep-2017	19.6	7.1	7.5	18.8	15.4	6.4	10.5	8.7	0	0	E	3
03-Sep-2017	20.1	5.8	11.2	18.5	16.9	8.9	10	10	0	0	NE	4
04-Sep-2017	21.4	5.1	6.4	21.3	15.1	5.8	9.6	8.1	0	0	E	3
05-Sep-2017	20	4.9	6.3	17.6	15.5	5	9.2	7.6	0	0	SE	5
06-Sep-2017	19.8	10.8	11.1	19.2	15.3	8.2	9.1	8.6	0	0	NE	3
07-Sep-2017	21.7	4.9	6.3	20.2	13.3	5.3	9	8.3	0	0	S	3
08-Sep-2017	23.2	5.4	7.4	22.8	13.8	5	10.5	8.5	0	0	SE	3
09-Sep-2017	22.6	8.7	11.3	22.2	14.2	9	11	9.3	0	-888	W	1
10-Sep-2017	20.8	7.6	8.4	19.2	16.4	8.8	10.6	10.1	0	-888	N	2
11-Sep-2017	22.4	9.8	10.3	21.4	16	8.5	11.5	9.7	0	0	SE	3
12-Sep-2017	20.3	9.7	12	20.2	16.3	9.5	10.8	10	-888	-888	SE	2
13-Sep-2017	24.3	10	10.2	23	15.3	8.6	11.2	9	.2	0	SE	4
14-Sep-2017	24.2	10.4	11	23.2	16	9	12.2	9.8	0	0	SE	3
15-Sep-2017	22.3	9.5	10.4	22	14.9	8.7	11.2	9.8	0	0	E	4
16-Sep-2017	19.8	9.7	10	18.3	15.8	8.4	9.4	12.9	0	2.8	NE	1
17-Sep-2017	20.5	10.5	11.2	20.3	16.2	9.8	10.5	10	0	-888	SE	2
18-Sep-2017	21.9	9.4	10.6	20.5	16.4	7.6	9.5	7.4	0	0	NE	3
19-Sep-2017	23.9	4.9	7.4	23	18	6	10	9.6	0	0	SE	3
20-Sep-2017	26	5	7.1	24.6	15.1	5.4	9.3	9.4	0	0	SE	4
21-Sep-2017	24.6	6.9	7.2	22.8	15.9	5.9	10	9.5	0	0	E	5
22-Sep-2017	23.2	7.6	10.1	22.2	17.6	7.9	10.3	9.1	0	0	NE	3
23-Sep-2017	20.6	8.1	10	20.4	16.6	8.5	10.7	9.5	0	0	E	3
24-Sep-2017	20.5	10.9	12	19	15.6	9.3	10.7	10.8	0	.5	SW	2
25-Sep-2017	21	8	9.6	19.5	13.6	8.8	12.4	12.2	0	.9	SE	2
26-Sep-2017	22.1	9.2	10.3	16.9	15.5	8.6	10.4	10	1.9	1	NW	1
27-Sep-2017	22.7	9.8	11.1	21.6	13.9	9.3	10.4	10.5	0	0	N	2
28-Sep-2017	23.3	10.8	12.1	23	14.9	8.9	10.6	10.3	-888	.3	E	2
29-Sep-2017	25.3	11.4	11.9	23.2	13.9	10.4	10.8	10.9	2.5	5.5	NE	1
30-Sep-2017	21.8	7.8	9.9	18.9	14.7	8.3	11.1	9.2	4.9	.7	NW	1

\* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

\* Información sin Control de Calidad

\* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

## Datos Hidrometeorológicos diciembre 2017

Senamhi - Ultimos Datos

Estación : AUGUSTO WEBERBAUER , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CAJAMARCA

Distrito : CAJAMARCA

Ir : 2017-12 ▼

Latitud : 7° 10' 2.98"

Longitud : 78° 29' 35.14"

Altitud : 2673

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitación (mm)		Dirección del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Dic-2017	22.6	7.4	8.6	22.4	13.6	7.3	11.5	10.1	0	0	SW	2
02-Dic-2017	20.4	12.2	12.4	17.4	13.5	11	11.9	11.1	0	0	S	2
03-Dic-2017	20.9	10.9	12.4	18.3	15.7	11.2	11.3	11.7	0	2.6	SW	2
04-Dic-2017	23.6	12.5	13.4	20.3	15.6	12.5	10.5	13.8	0	.9	SE	1
05-Dic-2017	22.8	11.7	12.9	22.2	15	11.9	11.8	12.5	.9	.6	E	3
06-Dic-2017	22.2	11.3	12.4	20.5	12.9	11.5	11.4	11.8	24.6	17.4	N	1
07-Dic-2017	22.8	10.4	12.2	20.6	13.5	10.7	11.7	12.2	7.4	.6	SE	2
08-Dic-2017	21.7	10.9	11.4	21.6	15.2	10.2	13.3	12.6	0	-888	SE	1
09-Dic-2017	22	11.1	14.8	21.4	14.4	11.2	12.9	12.8	0	1	SE	3
10-Dic-2017	21.3	8.4	12.9	20.4	15.2	11	12	12	1.3	-888	SE	4
11-Dic-2017	19.8	7.2	9.6	19.6	14.2	6.7	9.7	9.6	0	0	SW	2
12-Dic-2017	19.7	11.3	12.2	19.2	13.1	11	11.4	11.5	-888	.4	SE	2
13-Dic-2017	22.3	6	8.6	22	16.8	7.8	10.5	8.7	0	-888	S	2
14-Dic-2017	24.7	7.4	12.7	23.6	16	9.5	11	11.1	0	0	SE	2
15-Dic-2017	22.5	9.6	10.8	19.6	14	8.7	12.3	11.8	0	.3	NE	3
16-Dic-2017	21.9	12.8	14	19.5	14.1	12	10.7	11.8	.8	1.8	SE	1
17-Dic-2017	23.8	10.1	11.8	23	13.8	10.7	11.5	12.1	0	6.7	SE	1
18-Dic-2017	23.5	9.6	11.8	22.8	15.1	10.6	12.6	12	0	6.6	SE	1
19-Dic-2017	19.8	12.2	12.7	15.8	13.9	11.6	12.1	12.7	0	14.6	N	1
20-Dic-2017	20.5	11.1	11.5	18.4	15	10.5	12.5	12.9	.2	.5	SE	2
21-Dic-2017	21.6	11.8	12.9	21	14.3	10.7	13.7	11.7	0	1.3	SE	2
22-Dic-2017	22.8	11	12.6	22	12	11.5	11	11	0	51.8	SE	1
23-Dic-2017	22	9.4	10.8	21	14	9.7	11.8	11.7	0	1.1	SE	1
24-Dic-2017	22.4	8.8	10.4	22.1	15.3	9.1	12.3	10.5	0	0	SE	4
25-Dic-2017	21.6	7.7	10.6	21.1	15.6	7.1	11.1	10	0	0	SW	3
26-Dic-2017	21.7	6.8	9.7	21.2	14.2	8.3	12	10	0	0	SE	4
27-Dic-2017	20.3	11.4	12.2	17.2	12.4	9	12.5	11.3	0	2.7	NW	2
28-Dic-2017	20	11.1	12.4	18.3	13.3	10.4	13.7	12	0	9	N	1
29-Dic-2017	18.4	10.4	10.5	18.1	11.2	9.6	10.5	9.6	10.9	2.1	E	2
30-Dic-2017	21.4	7.9	8.5	20.2	13.9	7.4	9	12	0	0	C	
31-Dic-2017	21.4	5.9	6.8	20.7	13.7	5.4	8.9	8.5	0	0	SW	2

\* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

\* Información sin Control de Calidad

\* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad

## Datos Hidrometeorológicos mayo 2018

Senamhi - Últimos Datos

Estación : AUGUSTO WEBERBAUER , Tipo Convencional - Meteorológica

Departamento : CAJAMARCA

Provincia : CAJAMARCA

Distrito : CAJAMARCA

Ir : 2018-05 ▼

Latitud : 7° 10' 2.98"

Longitud : 78° 29' 35.14"

Altitud : 2673

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-May-2018	22	7.8	8.8	20.8	17.2	7.7	11	11.1	.4	0	S	1
02-May-2018	20.4	9.6	10.1	19.6	12.2	9	10.3	12.2	0	0	E	3
03-May-2018	21.1	5.6	7	20.2	14.9	6.3	10.5	12	0	0	E	2
04-May-2018	22.5	6.6	7.8	22.2	15.5	7.1	11.2	12.5	0	0	E	2
05-May-2018	22.2	9.1	10.7	21.5	15.4	9.5	11.5	9.5	-888	0	SE	2
06-May-2018	21.5	11.6	12.6	19.9	14.2	10.1	10.9	12.7	-888	-888	NE	2
07-May-2018	21.8	10.8	11.3	20.2	12.4	10.4	10.9	10.7	1.7	5.4	SW	2
08-May-2018	19.9	8.6	9	19.4	13.4	8	10.6	12	3.3	2.3	SE	2
09-May-2018	19.6	10.9	11.2	18.3	12.8	10.1	12.6	11.1	1	1.1	NW	1
10-May-2018	22	9.5	10	21.2	14	9	11.5	12.3	.8	-888	E	1
11-May-2018	21	8.4	11.9	21	12.8	10.5	12.8	11.5	0	3.3	N	1
12-May-2018	19.9	7.4	7.9	17.7	13.3	7	12.9	12	0	2.6	W	1
13-May-2018	17.4	9.4	9.6	17	13.4	8.8	11.1	11.1	6.1	.3	NE	1
14-May-2018	20.3	8.2	8.8	19.6	14.9	7.8	11.7	11	.2	0	E	2
15-May-2018	21	8.6	10.6	18.9	14.6	9.5	10.6	11.4	-888	1.3	S	2
16-May-2018	20.5	10	10.2	20	13.3	9	12.8	11.8	2.9	4.3	NE	2
17-May-2018	19.5	7.9	8.4	16.1	14	7.4	11.2	12.2	0	.8	NE	1
18-May-2018	20.2	11.1	11.2	19	15.1	9.9	12.6	11.6	1.9	.3	N	2
19-May-2018	21.9	9.4	10.2	21	12.5	8.6	11.1	11.1	0	3	E	2
20-May-2018	21.6	7	8.4	19.9	13.6	7.1	9.7	11.5	0	0	SE	2
21-May-2018	18.4	11.6	11.7	18.2	13.9	10.3	11.7	10.5	1.8	-888	SE	2
22-May-2018	20.7	9.6	10.6	20.4	13.6	9.2	11.1	12.1	0	2.5	E	2
23-May-2018	21.8	7.3	8.2	20.7	12.9	7.1	10.6	10.7	0	.4	NW	1
24-May-2018	22	5.2	6.6	20.3	15.5	5.7	10.4	9.4	0	0	SE	3
25-May-2018	21.7	6	7.3	20.5	14.7	6.2	9.9	8.9	0	0	SE	3
26-May-2018	20.3	5.6	6.8	20.3	15.1	5.9	10.1	9	0	0	E	1
27-May-2018	22.6	4.4	6.5	21.9	14	5.6	10.1	9.6	0	0	E	2
28-May-2018	22.8	7.3	8.6	20.5	14.2	7.6	10	10.1	0	0	N	1
29-May-2018	21.6	8.2	9.4	20.8	14.4	8.3	10.3	11	0	0	SE	2
30-May-2018	23.3	8.4	9.9	22.2	13.8	8.7	11.5	11	0	.7	SE	3
31-May-2018	22.8	6.1	7.8	22	14	6.8	11.3	11.5	0	2.1	SE	3

\* Fuente : SENAMHI - Dirección de Redes de Observación y Datos

\* Información sin Control de Calidad

\* El uso de esta Información es bajo su entera Responsabilidad



## ANEXO N° 03

Informes de ensayo de laboratorio (RMash1 y RMash2).

### INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

### AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

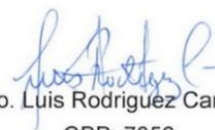
### MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 28/09/2017



Quím. Evelyn Miñan Castillo  
CQP: 778  
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza  
CBP: 7856  
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 8

## INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

Nº ALS LS					381864/2017-1.0
Fecha de Muestreo					19/09/2017
Hora de Muestreo					11:50:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales RGran3
Identificación					
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
Trematoda - Fasciola hepatica	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Paragonimus sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Schistosoma sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Clonorchis sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Echinostoma sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Ascaris sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Enterobius sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Strongyloides sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Trichuris sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Capillaria sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Trichostrongylus sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Diphylobothrium sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Hymenolepis sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Dipylidium sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Taenia sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp.	16877	Huevos/L	1	---	< 1
Huevos de Helmintos	16877	Huevos/L	1	---	< 1

### Muestras del ítem: 2

Nº ALS LS					381865/2017-1.0
Fecha de Muestreo					19/09/2017
Hora de Muestreo					13:05:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales RMash1
Identificación					
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	< 1,0
Bicarbonato	17591	mg HCO <sub>3</sub> /L	1,2	3,1	19,5
Carbonato	17591	mg CO <sub>3</sub> -2/L	0,6	1,5	< 0,6
Cianuro Wad	11597	mg CN <sup>-</sup> /L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	12413	mg/L	2	5	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	3
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	< 0,01
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	54
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica					
Cloruros, Cl <sup>-</sup>	8100	mg/L	0,061	0,200	3,572
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8100	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	0,009	0,023	4,798
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	1,084
Nitritos, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	8100	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	< 0,004
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	mg SO <sub>4</sub> -2/L	0,050	0,200	323,6
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	1,084
007 ANÁLISIS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS					
Plata (Ag)*	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003
Aluminio (Al)*	11420	mg/L	0,002	0,004	1,117
Arsénico (As)*	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00154
Boro (B)*	11420	mg/L	0,002	0,004	< 0,002
Bario (Ba)*	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0662
Berilio (Be)*	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002
Calcio (Ca)*	11420	mg/L	0,10	0,15	124,3
Cadmio (Cd)*	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001
Cobalto (Co)*	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00181

## INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

Nº ALS LS	381865/2017-1.0				
Fecha de Muestreo	19/09/2017				
Hora de Muestreo	13:05:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales				
Identificación	RMash1				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
Cromo (Cr)*	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001
Cobre (Cu)*	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00327
Hierro (Fe)*	11420	mg/L	0,0004	0,0020	1,358
Mercurio (Hg)*	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003
Potasio (K)*	11420	mg/L	0,04	0,10	3,88
Litio (Li)*	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0042
Magnesio (Mg)*	11420	mg/L	0,003	0,010	6,738
Manganeso (Mn)*	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,15416
Molibdeno (Mo)*	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00279
Sodio (Na)*	11420	mg/L	0,006	0,040	10,80
Níquel (Ni)*	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0010
Plomo (Pb)*	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0012
Antimonio (Sb)*	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00195
Selenio (Se)*	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004
Estañio (Sn)*	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003
Estroncio (Sr)*	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,6625
Titanio (Ti)*	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0156
Talio (Tl)*	11420	mg/L	0,00002	0,00004	0,00325
Vanadio (V)*	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0023
Zinc (Zn)*	11420	mg/L	0,0100	0,0200	< 0,0100
<b>015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>					
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100mL	1,8	---	1,3E+3
Escherichia coli*	7218	NMP/100mL	1,8	---	7,9E+2
<b>015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Parásitos Huevos de Helmintos</b>					
Trematoda - Fasciola hepatica	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Paragonimus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Schistosoma sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Clonorchis sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Echinostoma sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Ascaris sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Enterobius sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Strongyloides sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Trichuris sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Capillaria sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Trichostrongylus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Diphylobothrium sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Hymenolepis sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Dipylidium sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Taenia sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Huevos de Helminthos	16876	Huevos/L	1	---	< 1

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. ; El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno

### CONTROLES DE CALIDAD

#### Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado
Aceites y Grasas	1,0	5,0	mg/L	< 1,0
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003

## INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Reporte
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	26/09/2017
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	26/09/2017
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	26/09/2017
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	26/09/2017
Cianuro Wad	0,001	0,002	mg/L	< 0,001	22/09/2017
Cianuro Wad	0,001	0,002	mg/L	< 0,001	22/09/2017
Cianuro Wad	0,001	0,004	mg/L	< 0,001	28/09/2017
Clorofila A	0,020	0,100	mg/L	< 0,020	27/09/2017
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	25/09/2017
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	26/09/2017
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Coliformes Termotolerantes	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	26/09/2017
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	26/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	22/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	22/09/2017
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	21/09/2017
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	21/09/2017
Escherichia coli	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	26/09/2017
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	25/09/2017
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	25/09/2017
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	26/09/2017
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	26/09/2017
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	26/09/2017
Níquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO3-N/L	< 0,002	25/09/2017
Nitratos, NO3-	0,009	0,023	mg NO3-/L	< 0,009	25/09/2017
Nitritos, (como N)	0,004	0,010	mg NO2-N/L	< 0,004	25/09/2017
Nitritos, NO2-	0,015	0,038	mg NO2-/L	< 0,015	25/09/2017
Nitrógeno Amoniacal	0,006	0,062	mg NH3-N/L	< 0,006	26/09/2017
Nitrógeno Total	0,024	0,071	mg N/L	< 0,024	26/09/2017
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	26/09/2017
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	26/09/2017
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	26/09/2017
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	26/09/2017
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	26/09/2017
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	25/09/2017
Sulfuros	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	25/09/2017
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	26/09/2017
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	26/09/2017

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Aceites y Grasas	94,3	80-120	26/09/2017
Aceites y Grasas	88,8	80-120	26/09/2017
Aluminio (Al)	100,0	80-120	26/09/2017
Antimonio (Sb)	105,0	80-120	26/09/2017
Arsénico (As)	100,6	80-120	26/09/2017
Bario (Ba)	99,0	80-120	26/09/2017
Berilio (Be)	96,1	80-120	26/09/2017
Boro (B)	96,0	80-120	26/09/2017
Cadmio (Cd)	99,3	80-120	26/09/2017
Calcio (Ca)	102,6	80-120	26/09/2017
Cianuro Wad	102,5	80-120	22/09/2017

## INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Cianuro Wad	104,0	80-120	22/09/2017
Cianuro Wad	94,4	80-120	28/09/2017
Cianuro Wad	92,9	80-120	28/09/2017
Clorofila A	101,9	80-120	27/09/2017
Cloruros, Cl-	99,4	80-120	25/09/2017
Cobalto (Co)	98,6	80-120	26/09/2017
Cobre (Cu)	101,5	80-120	26/09/2017
Cromo (Cr)	97,6	80-120	26/09/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	107,1	80-120	26/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	105,4	80-120	22/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	86,0	80-120	22/09/2017
Detergentes Aniónicos	96,0	80-120	21/09/2017
Detergentes Aniónicos	96,0	80-120	21/09/2017
Estaño (Sn)	97,6	80-120	26/09/2017
Estroncio (Sr)	101,0	80-120	26/09/2017
Fosfatos (como P)	98,2	80-120	25/09/2017
Fosfatos, PO4-3	98,2	80-120	25/09/2017
Hierro (Fe)	98,7	80-120	26/09/2017
Litio (Li)	98,4	80-120	26/09/2017
Magnesio (Mg)	99,0	80-120	26/09/2017
Manganeso (Mn)	100,8	80-120	26/09/2017
Mercurio (Hg)	115,6	80-120	26/09/2017
Molibdeno (Mo)	101,5	80-120	26/09/2017
Níquel (Ni)	99,4	80-120	26/09/2017
Nitratos, (como N)	99,4	80-120	25/09/2017
Nitratos, NO3-	99,4	80-120	25/09/2017
Nitritos, (como N)	103,9	80-120	25/09/2017
Nitritos, NO2-	103,9	80-120	25/09/2017
Nitrógeno Amoniacal	100,7	80-120	26/09/2017
Nitrógeno Amoniacal	100,5	80-120	26/09/2017
Nitrógeno Total	94,2	80-120	26/09/2017
Nitrógeno Total	89,3	80-120	26/09/2017
Plata (Ag)	98,2	80-120	26/09/2017
Plomo (Pb)	101,0	80-120	26/09/2017
Potasio (K)	104,6	80-120	26/09/2017
Selenio (Se)	99,8	80-120	26/09/2017
Sodio (Na)	98,2	80-120	26/09/2017
Sólidos Totales Suspendidos	100,0	80-120	26/09/2017
Sólidos Totales Suspendidos	88,0	80-120	26/09/2017
Sulfatos, SO4-2	99,4	80-120	25/09/2017
Sulfuros	104,7	80-120	25/09/2017
Sulfuros	101,4	80-120	25/09/2017
Talio (Tl)	98,1	80-120	26/09/2017
Titanio (Ti)	88,0	80-120	26/09/2017
Vanadio (V)	98,4	80-120	26/09/2017
Zinc (Zn)	99,0	80-120	26/09/2017

LD = Límite de detección

### DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RGran3	Cliente	Agua Superficiales	20/09/2017	19/09/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMash1	Cliente	Agua Superficiales	20/09/2017	19/09/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

## INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografía Iónica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
12249	LME	Cianuro Wad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> I, E, 22nd Ed. 2012	Cyanide. Weak Acid Dissociable Cyanide.
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
13305	LME	Clorofila A	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200-H, 22st Ed. 2012	Chlorophyll Spectrophotometric
12146	LME	Coliformes Termotolerantes*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
12354	LME	Detergentes Aniónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012	SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS
7218	LME	Escherichia coli 1,8*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)
16877	LME	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado ) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
16876	LME	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado ) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS*	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
11652	LME	Sulfuros (Skalar)	SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012	Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 42560/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RGran3	381864/2017-1.0	stmspto&3468183
RMash1	381865/2017-1.0	utmspto&3568183

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

## INFORME DE ENSAYO: 42560/2017

### COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

### AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

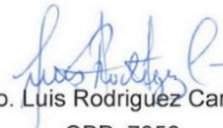
### MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 28/09/2017



Quím. Evelyn Miñan Castillo  
CQP: 778  
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza  
CBP: 7856  
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6



## INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

### RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestras del ítem: 2

Nº ALS LS	381866/2017-1.0
Fecha de Muestreo	19/09/2017
Hora de Muestreo	18:20:00
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales
Identificación	RMash2

Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
<b>003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	26,3
Bicarbonato	17591	mg HCO <sub>3</sub> /L	1,2	3,1	360,4
Carbonato	17591	mg CO <sub>3</sub> -2/L	0,6	1,5	< 0,6
Cianuro Wad	11597	mg CN <sup>-</sup> /L	0,001	0,004	0,006
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	12413	mg/L	2	5	322
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	553
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	1,11
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	150
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	0,233
<b>005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>					
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	88,85
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	< 0,009
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	< 0,002
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	8100	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	< 0,004
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	mg SO <sub>4</sub> -2/L	0,050	0,200	179,0
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	< 0,006
<b>007 ANÁLISIS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>					
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	0,000468
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,613
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00281
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,017
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0991
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	111,3
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00120
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0016
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,02018
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,7393
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00077
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	20,98
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0036
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	9,258
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,29349
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00265
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	87,70
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0021
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0025
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00091
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00058
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,6346
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0078
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0015
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,1129
<b>015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>					
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1,8	---	1,7E+7
Escherichia coli	7218	NMP/100mL	1,8	---	1,7E+7

## INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

Nº ALS LS	381866/2017-1.0				
Fecha de Muestreo	19/09/2017				
Hora de Muestreo	18:20:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales				
Identificación	RMash2				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
<b>015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Parásitos Huevos de Helmintos</b>					
Trematoda - Fasciola hepatica	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Paragonimus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Schistosoma sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Clonorchis sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Trematoda - Echinostoma sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Ascaris sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Enterobius sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Strongyloides sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Trichuris sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Capillaria sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Nematoda - Trichostrongylus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Diphyllbothrium sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Hymenolepis sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Dipylidium sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Cestoda - Taenia sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1
Huevos de Helmintos	16876	Huevos/L	1	---	< 1

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

## CONTROLES DE CALIDAD

### Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Reporte
Aceites y Grasas	1,0	5,0	mg/L	< 1,0	26/09/2017
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	26/09/2017
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	26/09/2017
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	26/09/2017
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	26/09/2017
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	26/09/2017
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	26/09/2017
Cianuro Wad	0,001	0,004	mg/L	< 0,001	28/09/2017
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	25/09/2017
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	26/09/2017
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Coliformes Termotolerantes	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	26/09/2017
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	27/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	22/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	22/09/2017
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	21/09/2017
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	21/09/2017
Escherichia coli	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	26/09/2017
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	25/09/2017
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	25/09/2017

## INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Reporte
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	26/09/2017
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	26/09/2017
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	26/09/2017
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	26/09/2017
Níquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO3-N/L	< 0,002	25/09/2017
Nitratos, NO3-	0,009	0,023	mg NO3-/L	< 0,009	25/09/2017
Nitritos, (como N)	0,004	0,010	mg NO2-N/L	< 0,004	25/09/2017
Nitritos, NO2-	0,015	0,038	mg NO2-/L	< 0,015	25/09/2017
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	26/09/2017
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	26/09/2017
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	26/09/2017
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	26/09/2017
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	26/09/2017
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	25/09/2017
Sulfuros	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	27/09/2017
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	26/09/2017
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	26/09/2017
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	26/09/2017
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	26/09/2017

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Aceites y Grasas	94,3	80-120	26/09/2017
Aceites y Grasas	88,8	80-120	26/09/2017
Aluminio (Al)	100,0	80-120	26/09/2017
Antimonio (Sb)	105,0	80-120	26/09/2017
Arsénico (As)	100,6	80-120	26/09/2017
Bario (Ba)	99,0	80-120	26/09/2017
Berilio (Be)	96,1	80-120	26/09/2017
Boro (B)	96,0	80-120	26/09/2017
Cadmio (Cd)	99,3	80-120	26/09/2017
Calcio (Ca)	102,6	80-120	26/09/2017
Cianuro Wad	94,4	80-120	28/09/2017
Cianuro Wad	92,9	80-120	28/09/2017
Cloruros, Cl-	99,4	80-120	25/09/2017
Cobalto (Co)	98,6	80-120	26/09/2017
Cobre (Cu)	101,5	80-120	26/09/2017
Cromo (Cr)	97,6	80-120	26/09/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	105,1	80-120	27/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	105,4	80-120	22/09/2017
Demanda Química de Oxígeno	86,0	80-120	22/09/2017
Detergentes Aniónicos	96,0	80-120	21/09/2017
Detergentes Aniónicos	96,0	80-120	21/09/2017
Estaño (Sn)	97,6	80-120	26/09/2017
Estroncio (Sr)	101,0	80-120	26/09/2017
Fosfatos (como P)	98,2	80-120	25/09/2017
Fosfatos, PO4-3	98,2	80-120	25/09/2017
Hierro (Fe)	98,7	80-120	26/09/2017
Litio (Li)	98,4	80-120	26/09/2017
Magnesio (Mg)	99,0	80-120	26/09/2017
Manganeso (Mn)	100,8	80-120	26/09/2017
Mercurio (Hg)	115,6	80-120	26/09/2017
Molibdeno (Mo)	101,5	80-120	26/09/2017
Níquel (Ni)	99,4	80-120	26/09/2017
Nitratos, (como N)	99,4	80-120	25/09/2017
Nitratos, NO3-	99,4	80-120	25/09/2017
Nitritos, (como N)	103,9	80-120	25/09/2017
Nitritos, NO2-	103,9	80-120	25/09/2017

## INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Plata (Ag)	98,2	80-120	26/09/2017
Plomo (Pb)	101,0	80-120	26/09/2017
Potasio (K)	104,6	80-120	26/09/2017
Selenio (Se)	99,8	80-120	26/09/2017
Sodio (Na)	98,2	80-120	26/09/2017
Sólidos Totales Suspendidos	100,0	80-120	26/09/2017
Sólidos Totales Suspendidos	88,0	80-120	26/09/2017
Sulfatos, SO4-2	99,4	80-120	25/09/2017
Sulfuros	88,4	80-120	27/09/2017
Sulfuros	100,5	80-120	27/09/2017
Talio (Tl)	98,1	80-120	26/09/2017
Titanio (Ti)	88,0	80-120	26/09/2017
Vanadio (V)	98,4	80-120	26/09/2017
Zinc (Zn)	99,0	80-120	26/09/2017

LD = Límite de detección

### DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RMash2	Ciente	Aguas Superficiales	20/09/2017	19/09/2017	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografía Iónica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
12354	LME	Detergentes Aniónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 5540 C, 22nd Ed. 2012	SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS
7218	LME	Escherichia coli 1,8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 9221 G-2, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)
16876	LME	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
11652	LME	Sulfuros (Skalar)	SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012	Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method

## INFORME DE ENSAYO: 42561/2017

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 42561/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RMash2	381866/2017-1.0	lumspto&3668183

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

**LME:** Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

**"EPA":** U.S. Environmental Protection Agency.

**"SM":** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**"ASTM":** American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

### AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

## MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS - SUB CUENCA CAJAMARQUINO

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 20/12/2017



Quím. Karin Zelada Trigos  
CQP: 830

Sup. Emisión Informes – Lima



Blgo. Luis Rodríguez Carranza  
CBP: 7856

Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

## INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 2

Nº ALS LS					523132/2017-1.0	523133/2017-1.0
Fecha de Muestreo					08/12/2017	08/12/2017
Hora de Muestreo					11:08:00	16:15:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación					RMash1	RMash2
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ		
<b>003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	< 1,0	3,2
Bicarbonato	17591	mg HCO <sub>3</sub> /L	1,2	3,1	31,5	132,0
Carbonato	17591	mg CO <sub>3</sub> -2/L	0,6	1,5	< 0,6	< 0,6
Cianuro Wad	11597	mg CN <sup>-</sup> /L	0,001	0,004	< 0,001	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )*	12413	mg/L	2	5	< 2	5
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	15	12
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	< 0,01	0,40
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	5	204	377
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	0,0292	< 0,0004
<b>005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Cloruros, Cl <sup>-</sup>	8100	mg/L	0,061	0,200	6,239	21,14
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0,012	0,084	< 0,012	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	< 0,004
Nitratos, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8100	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	0,009	0,023	6,265	< 0,009
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	1,415	< 0,002
Nitritos, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	8100	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L	0,015	0,038	0,072	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	0,022	< 0,004
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	mg SO <sub>4</sub> -2/L	0,050	0,200	157,2	148,2
<b>007 ANÁLISIS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	2,677	5,333
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00518	0,00821
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,020	0,021
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,1127	0,1552
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	61,36	80,20
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00413	0,00560
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0021	0,0094
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00802	0,01876
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	3,786	6,982
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	3,73	8,11
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0078	0,0050
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	5,219	7,072
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,26184	0,44423
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00228	0,00236
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	12,27	28,88
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0027	0,0071
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0045	0,0093
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00057	0,00049
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	0,0017	0,0022
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,4287	0,5124
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0416	0,0705
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	0,00221	0,00124
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0069	0,0141
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0189	0,0551
<b>015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100mL	1,8	---	1,7E+3	2,8E+5
Escherichia coli*	7218	NMP/100mL	1,8	---	1,1E+3	1,1E+5
<b>015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS - Parásitos Huevos de Helmintos</b>						
Trematoda - Fasciola hepatica	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Trematoda - Paragonimus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1

## INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

Nº ALS LS					523132/2017-1.0	523133/2017-1.0
Fecha de Muestreo					08/12/2017	08/12/2017
Hora de Muestreo					11:08:00	16:15:00
Tipo de Muestra					Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación					RMash1	RMash2
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ		
Trematoda - Schistosoma sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Trematoda - Clonorchis sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Trematoda - Echinostoma sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Nematoda - Ascaris sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Nematoda - Ancylostoma sp./Necator sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Nematoda - Enterobius sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Nematoda - Strongyloides sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Nematoda - Trichuris sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Nematoda - Capillaria sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Nematoda - Trichostrongylus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Cestoda - Diphylobothrium sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Cestoda - Hymenolepis sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Cestoda - Dipylidium sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Cestoda - Taenia sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Acanthocephala - Macracanthorhynchus sp.	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1
Huevos de Helmitos	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD = Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

## CONTROLES DE CALIDAD

### Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1,0	5,0	mg/L	< 1,0	15/12/2017
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	14/12/2017
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	14/12/2017
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	14/12/2017
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	14/12/2017
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	14/12/2017
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	14/12/2017
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	14/12/2017
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	14/12/2017
Cianuro Wad	0,001	0,004	mg/L	< 0,001	18/12/2017
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	10/12/2017
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	14/12/2017
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	14/12/2017
Coliformes Termotolerantes	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	10/12/2017
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	14/12/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	10/12/2017
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	16/12/2017
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	16/12/2017
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	10/12/2017
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	10/12/2017
Escherichia coli	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	10/12/2017
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	14/12/2017
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	14/12/2017
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	10/12/2017
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	10/12/2017
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	14/12/2017
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	14/12/2017
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	14/12/2017
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	14/12/2017



## INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	14/12/2017
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	14/12/2017
Níquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	14/12/2017
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO <sub>3</sub> -N/L	< 0,002	10/12/2017
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	0,009	0,023	mg NO <sub>3</sub> -/L	< 0,009	10/12/2017
Nitritos, (como N)	0,004	0,010	mg NO <sub>2</sub> -N/L	< 0,004	10/12/2017
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	0,015	0,038	mg NO <sub>2</sub> -/L	< 0,015	10/12/2017
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	14/12/2017
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	14/12/2017
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	14/12/2017
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	14/12/2017
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	14/12/2017
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	mg/L	< 2	14/12/2017
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	10/12/2017
Sulfuros	0,0004	0,0004	mg/L	< 0,0004	15/12/2017
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	14/12/2017
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	14/12/2017
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	14/12/2017
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	14/12/2017

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	93,8	80-120	15/12/2017
Aceites y Grasas	99,0	80-120	15/12/2017
Aluminio (Al)	106,3	80-120	14/12/2017
Antimonio (Sb)	111,8	80-120	14/12/2017
Arsénico (As)	108,2	80-120	14/12/2017
Bario (Ba)	109,6	80-120	14/12/2017
Berilio (Be)	109,1	80-120	14/12/2017
Boro (B)	100,0	80-120	14/12/2017
Cadmio (Cd)	108,5	80-120	14/12/2017
Calcio (Ca)	106,3	80-120	14/12/2017
Cianuro Wad	93,4	80-120	18/12/2017
Cianuro Wad	94,7	80-120	18/12/2017
Cloruros, Cl-	99,8	80-120	10/12/2017
Cobalto (Co)	108,8	80-120	14/12/2017
Cobre (Cu)	112,8	80-120	14/12/2017
Cromo (Cr)	113,2	80-120	14/12/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	106,6	80-120	10/12/2017
Demanda Química de Oxígeno	93,2	80-120	16/12/2017
Demanda Química de Oxígeno	106,0	80-120	16/12/2017
Detergentes Aniónicos	104,0	80-120	10/12/2017
Detergentes Aniónicos	104,0	80-120	10/12/2017
Estaño (Sn)	108,6	80-120	14/12/2017
Estroncio (Sr)	109,8	80-120	14/12/2017
Fosfatos (como P)	96,5	80-120	10/12/2017
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	96,5	80-120	10/12/2017
Hierro (Fe)	106,6	80-120	14/12/2017
Litio (Li)	115,0	80-120	14/12/2017
Magnesio (Mg)	106,4	80-120	14/12/2017
Manganeso (Mn)	111,8	80-120	14/12/2017
Mercurio (Hg)	111,6	80-120	14/12/2017
Molibdeno (Mo)	110,0	80-120	14/12/2017
Níquel (Ni)	110,6	80-120	14/12/2017
Nitratos, (como N)	100,9	80-120	10/12/2017
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	100,9	80-120	10/12/2017
Nitritos, (como N)	106,3	80-120	10/12/2017
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	106,3	80-120	10/12/2017
Plata (Ag)	109,4	80-120	14/12/2017
Plomo (Pb)	112,2	80-120	14/12/2017
Potasio (K)	109,3	80-120	14/12/2017
Selenio (Se)	105,0	80-120	14/12/2017
Sodio (Na)	107,0	80-120	14/12/2017

## INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Sólidos Totales Suspendidos	91,0	80-120	14/12/2017
Sólidos Totales Suspendidos	96,0	80-120	14/12/2017
Sulfatos, SO4-2	99,6	80-120	10/12/2017
Sulfuros	107,0	80-120	15/12/2017
Sulfuros	88,0	80-120	15/12/2017
Talio (Tl)	106,9	80-120	14/12/2017
Titanio (Ti)	109,6	80-120	14/12/2017
Vanadio (V)	110,0	80-120	14/12/2017
Zinc (Zn)	108,2	80-120	14/12/2017

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RMash1	Cliente	Agua Superficiales	10/12/2017	08/12/2017	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMash2	Cliente	Agua Superficiales	10/12/2017	08/12/2017	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\* ) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11597	LME	Cinuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
12146	LME	Coliformes Termotolerantes*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
12354	LME	Detergentes Aniónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012	SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS
7218	LME	Escherichia coli 1,8*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)
16876	LME	Huevos de Helminetos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Baillenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helminetos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
11652	LME	Sulfuros (Skalar)	SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012	Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method

## INFORME DE ENSAYO: 57693/2017

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 57693/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RMash1	523132/2017-1.0	otpmqjp&5231325
RMash2	523133/2017-1.0	otpmqjp&5331325

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

### AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

## MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 14/05/2018



Quím. Evelyn Miñan Castillo  
CQP: 778  
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza  
CBP: 7856  
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

## INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

Muestras del ítem: 1					208057/2018-1.0	208058/2018-1.0
Nº ALS LS					04/05/2018	04/05/2018
Fecha de Muestreo					10:00:00	11:10:00
Hora de Muestreo					Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Tipo de Muestra					RPorc1	RMash1
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ		
<b>003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	< 1,0	< 1,0
Bicarbonato	17591	mg HCO <sub>3</sub> /L	1,2	3,1	44,8	32,9
Carbonato	17591	mg CO <sub>3</sub> -2/L	0,6	1,5	< 0,6	< 0,6
Cianuro Wad	11597	mg CN <sup>-</sup> /L	0,001	0,004	< 0,001	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	12413	mg/L	2	5	< 2	< 2
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	2	9
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	< 0,01	< 0,01
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	< 0,0004	< 0,0004
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	1,009	2,298
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0,012	0,084	< 0,012	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0,004	0,025	< 0,004	< 0,004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	0,199	1,680
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	0,045	0,380
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	8100	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	< 0,015	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	< 0,004	< 0,004
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	mg SO <sub>4</sub> -2/L	0,050	0,200	46,69	141,7
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	0,045	0,380
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,493	0,422
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00098	0,00059
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	< 0,002	< 0,002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0422	0,0484
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	< 0,00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	21,62	53,72
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	< 0,00001	< 0,00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00161	0,00130
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	< 0,0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00110	0,00285
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	0,8940	0,9919
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	1,62	2,02
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	< 0,0001	0,0019
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	3,431	3,137
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,22188	0,15353
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	< 0,00002	0,00073
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	6,983	7,046
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0015	0,0009
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002	0,0005
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	< 0,00004	< 0,00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004	< 0,0004
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,2229	0,3221
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0038	0,0062
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	< 0,00002	0,00108
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0012	0,0013
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0106	< 0,0100
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100mL	1,8	---	940	940
Escherichia coli*	7218	NMP/100mL	1,8	---	490	700
Huevos de Helmintos	16876	Huevos/L	1	---	< 1	< 1

## INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD = Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

### CONTROLES DE CALIDAD

#### Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1,0	5,0	mg/L	< 1,0	09/05/2018
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	08/05/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	08/05/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	08/05/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	08/05/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	08/05/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	08/05/2018
Cianuro Wad	0,001	0,004	mg/L	< 0,001	09/05/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	06/05/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	08/05/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Coliformes Termotolerantes	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	05/05/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	06/05/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	08/05/2018
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	06/04/2018
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	06/04/2018
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	06/05/2018
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	06/05/2018
Escherichia coli	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	05/05/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	08/05/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	06/05/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	06/05/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	08/05/2018
Huevos de Helmintos	1	1	Huevos/L	< 1	11/05/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	08/05/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	08/05/2018
Níquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	08/05/2018
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO3-N/L	< 0,002	06/05/2018
Nitratos, NO3-	0,009	0,023	mg NO3-/L	< 0,009	06/05/2018
Nitritos, (como N)	0,004	0,010	mg NO2-N/L	< 0,004	06/05/2018
Nitritos, NO2-	0,015	0,038	mg NO2-/L	< 0,015	06/05/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	08/05/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	08/05/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	08/05/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	08/05/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	08/05/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	06/05/2018
Sulfuros	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	09/05/2018
Sulfuros	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	09/05/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	08/05/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	08/05/2018

## INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	08/05/2018

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	110,5	80-120	09/05/2018
Aceites y Grasas	110,0	80-120	09/05/2018
Aluminio (Al)	103,0	80-120	08/05/2018
Antimonio (Sb)	110,7	80-120	08/05/2018
Arsénico (As)	109,1	80-120	08/05/2018
Bario (Ba)	111,4	80-120	08/05/2018
Berilio (Be)	101,7	80-120	08/05/2018
Boro (B)	100,0	80-120	08/05/2018
Cadmio (Cd)	110,7	80-120	08/05/2018
Calcio (Ca)	5,12	---	08/05/2018
Cianuro Wad	103,0	80-120	09/05/2018
Cianuro Wad	92,8	80-120	09/05/2018
Cloruros, Cl-	89,3	80-120	06/05/2018
Cobalto (Co)	113,2	80-120	08/05/2018
Cobre (Cu)	113,1	80-120	08/05/2018
Cromo (Cr)	108,4	80-120	08/05/2018
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	99,0	80-120	06/05/2018
Demanda Química de Oxígeno	104,0	80-120	08/05/2018
Demanda Química de Oxígeno	98,0	80-120	08/05/2018
Detergentes Aniónicos	89,3	80-120	06/04/2018
Detergentes Aniónicos	107,1	80-120	06/04/2018
Detergentes Aniónicos	98,8	80-120	06/05/2018
Detergentes Aniónicos	100,0	80-120	06/05/2018
Estañio (Sn)	109,8	80-120	08/05/2018
Estroncio (Sr)	111,6	80-120	08/05/2018
Fosfatos (como P)	92,0	80-120	06/05/2018
Fosfatos, PO4-3	92,0	80-120	06/05/2018
Hierro (Fe)	101,1	80-120	08/05/2018
Litio (Li)	104,2	80-120	08/05/2018
Magnesio (Mg)	102,7	80-120	08/05/2018
Manganeso (Mn)	111,7	80-120	08/05/2018
Mercurio (Hg)	94,4	80-120	08/05/2018
Molibdeno (Mo)	111,9	80-120	08/05/2018
Niquel (Ni)	113,0	80-120	08/05/2018
Nitratos, (como N)	96,6	80-120	06/05/2018
Nitratos, NO3-	96,6	80-120	06/05/2018
Nitritos, (como N)	88,1	80-120	06/05/2018
Nitritos, NO2-	88,1	80-120	06/05/2018
Plata (Ag)	110,8	80-120	08/05/2018
Plomo (Pb)	113,0	80-120	08/05/2018
Potasio (K)	103,8	80-120	08/05/2018
Selenio (Se)	109,8	80-120	08/05/2018
Sodio (Na)	105,5	80-120	08/05/2018
Sulfatos, SO4-2	90,3	80-120	06/05/2018
Sulfuros	92,6	80-120	09/05/2018
Sulfuros	96,4	80-120	09/05/2018
Sulfuros	97,9	80-120	09/05/2018
Sulfuros	96,1	80-120	09/05/2018
Talio (Tl)	109,0	80-120	08/05/2018
Titanio (Ti)	92,6	80-120	08/05/2018
Vanadio (V)	109,4	80-120	08/05/2018
Zinc (Zn)	109,6	80-120	08/05/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

## INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

### DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RPorc1	Ciente	Aguas Superficiales	05/05/2018	04/05/2018	9214184N 771118E	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RMash1	Ciente	Aguas Superficiales	05/05/2018	04/05/2018	9212707N 773152E	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografía Iónica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
12146	LME	Coliformes Termotolerantes*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
12354	LME	Detergentes Aniónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012	SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS
7218	LME	Escherichia coli 1,8*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)
16876	LME	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bailenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11652	LME	Sulfuros (Skalar)	SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012	Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 23029/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RPorc1	208057/2018-1.0	rpptopp&2750802
RMash1	208058/2018-1.0	spptopp&2850802

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.



## INFORME DE ENSAYO: 23029/2018

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

### AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Calle Diecisiete Nro. 355 Urb. El Palomar San Isidro Lima Lima

## MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL - CUENCA CRISNEJAS (SUB CUENCA CAJAMARQUINO)

Emitido por: Evelyn Miñan Castillo - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 14/05/2018



Quím. Evelyn Miñan Castillo  
CQP: 778  
Jefe de Calidad – UEN Perú



Blgo. Luis Rodríguez Carranza  
CBP: 7856  
Sup. Microbiología - Lima

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 5

## INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

### RESULTADOS ANALÍTICOS

Muestras del ítem: 1

Nº ALS LS	208067/2018-1.0				
Fecha de Muestreo	04/05/2018				
Hora de Muestreo	17:30:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales				
Identificación	RMash2				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	
<b>003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	5,0	8,9
Bicarbonato	17591	mg HCO <sub>3</sub> /L	1,2	3,1	132,4
Carbonato	17591	mg CO <sub>3</sub> -2/L	0,6	1,5	< 0,6
Cianuro Wad	11597	mg CN <sup>-</sup> /L	0,001	0,004	< 0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	133
Demanda Química de Oxígeno	12336	mg O <sub>2</sub> /L	2	5	306
Detergentes Aniónicos	12354	mg/L	0,01	0,03	0,42
Sulfuros	11652	mg/L	0,0004	0,0020	0,176
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>					
Cloruros, Cl-	8100	mg/L	0,061	0,200	44,55
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0,012	0,084	< 0,012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0,004	0,025	< 0,004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0,009	0,023	< 0,009
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0,002	0,005	< 0,002
Nitritos, NO <sub>2</sub> -	8100	mg NO <sub>2</sub> -/L	0,015	0,038	< 0,015
Nitritos, (como N)	8100	mg NO <sub>2</sub> -N/L	0,004	0,010	< 0,004
Sulfatos, SO <sub>4</sub> -2	8100	mg SO <sub>4</sub> -2/L	0,050	0,200	123,2
Nitratos, (como N) + Nitritos, (como N)*	7427	mg/L	0,006	0,015	< 0,006
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>					
Plata (Ag)	11420	mg/L	0,000003	0,000010	< 0,000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0,002	0,004	1,880
Arsénico (As)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,00250
Boro (B)	11420	mg/L	0,002	0,004	0,007
Bario (Ba)	11420	mg/L	0,0001	0,0002	0,0903
Berilio (Be)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00098
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0,10	0,15	63,75
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00014
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0,00001	0,00002	0,00200
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0013
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	0,01194
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0,0004	0,0020	2,420
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0,00003	0,00009	< 0,00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0,04	0,10	10,01
Litio (Li)	11420	mg/L	0,0001	0,0004	0,0026
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0,003	0,010	4,961
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0,00003	0,00020	0,29703
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0,00002	0,00010	0,00140
Sodio (Na)	11420	mg/L	0,006	0,040	41,30
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0021
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,0029
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0,00004	0,00020	0,00039
Selenio (Se)	11420	mg/L	0,0004	0,0005	< 0,0004
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0,00003	0,00010	< 0,00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0,0002	0,0004	0,3909
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0,0002	0,0005	0,0210
Talio (Tl)	11420	mg/L	0,00002	0,00004	0,00071
Vanadio (V)	11420	mg/L	0,0001	0,0005	0,0046
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0,0100	0,0200	0,0490
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>					
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1,8	---	4600000
Escherichia coli	7218	NMP/100mL	1,8	---	1700000
Huevos de Helmintos	16876	Huevos/L	1	---	< 1

## INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD = Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012.

El parámetro de Detergentes Aniónicos es equivalente al parámetro SAAM que corresponde a decir Sustancias Activas al Azul de Metileno.

### CONTROLES DE CALIDAD

#### Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1,0	5,0	mg/L	< 1,0	09/05/2018
Aluminio (Al)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	08/05/2018
Antimonio (Sb)	0,00004	0,00020	mg/L	< 0,00004	08/05/2018
Arsénico (As)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Bario (Ba)	0,0001	0,0002	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Berilio (Be)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	08/05/2018
Boro (B)	0,002	0,004	mg/L	< 0,002	08/05/2018
Cadmio (Cd)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	08/05/2018
Calcio (Ca)	0,10	0,15	mg/L	< 0,10	08/05/2018
Cianuro Wad	0,001	0,004	mg/L	< 0,001	09/05/2018
Cloruros, Cl-	0,061	0,200	mg/L	< 0,061	06/05/2018
Cobalto (Co)	0,00001	0,00002	mg/L	< 0,00001	08/05/2018
Cobre (Cu)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Coliformes Termotolerantes	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	05/05/2018
Cromo (Cr)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	06/05/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	08/05/2018
Demanda Química de Oxígeno	2	5	mg O2/L	< 2	08/05/2018
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	06/05/2018
Detergentes Aniónicos	0,01	0,03	mg/L	< 0,01	06/05/2018
Escherichia coli	1,8	0,0	NMP/100 mL	< 1,8	05/05/2018
Estaño (Sn)	0,00003	0,00010	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Estroncio (Sr)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	08/05/2018
Fosfatos (como P)	0,004	0,025	mg PO4-3-P/L	< 0,004	06/05/2018
Fosfatos, PO4-3	0,012	0,084	mg PO4-3/L	< 0,012	06/05/2018
Hierro (Fe)	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	08/05/2018
Huevos de Helmintos	1	1	Huevos/L	< 1	11/05/2018
Litio (Li)	0,0001	0,0004	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Magnesio (Mg)	0,003	0,010	mg/L	< 0,003	08/05/2018
Manganeso (Mn)	0,00003	0,00020	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Mercurio (Hg)	0,00003	0,00009	mg/L	< 0,00003	08/05/2018
Molibdeno (Mo)	0,00002	0,00010	mg/L	< 0,00002	08/05/2018
Niquel (Ni)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	08/05/2018
Nitratos, (como N)	0,002	0,005	mg NO3-N/L	< 0,002	06/05/2018
Nitratos, NO3-	0,009	0,023	mg NO3-/L	< 0,009	06/05/2018
Nitritos, (como N)	0,004	0,010	mg NO2-N/L	< 0,004	06/05/2018
Nitritos, NO2-	0,015	0,038	mg NO2-/L	< 0,015	06/05/2018
Plata (Ag)	0,000003	0,000010	mg/L	< 0,000003	08/05/2018
Plomo (Pb)	0,0002	0,0004	mg/L	< 0,0002	08/05/2018
Potasio (K)	0,04	0,10	mg/L	< 0,04	08/05/2018
Selenio (Se)	0,0004	0,0005	mg/L	< 0,0004	08/05/2018
Sodio (Na)	0,006	0,040	mg/L	< 0,006	08/05/2018
Sulfatos, SO4-2	0,050	0,200	mg/L	< 0,050	06/05/2018
Sulfuros	0,0004	0,0020	mg/L	< 0,0004	09/05/2018
Talio (Tl)	0,00002	0,00004	mg/L	< 0,00002	08/05/2018
Titanio (Ti)	0,0002	0,0005	mg/L	< 0,0002	08/05/2018
Vanadio (V)	0,0001	0,0005	mg/L	< 0,0001	08/05/2018
Zinc (Zn)	0,01	0,02	mg/L	< 0,01	08/05/2018

## INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	110,5	80-120	09/05/2018
Aceites y Grasas	110,0	80-120	09/05/2018
Aluminio (Al)	103,0	80-120	08/05/2018
Antimonio (Sb)	110,7	80-120	08/05/2018
Arsénico (As)	109,1	80-120	08/05/2018
Bario (Ba)	111,4	80-120	08/05/2018
Berilio (Be)	101,7	80-120	08/05/2018
Boro (B)	100,0	80-120	08/05/2018
Cadmio (Cd)	110,7	80-120	08/05/2018
Calcio (Ca)	5,12	---	08/05/2018
Cianuro Wad	103,0	80-120	09/05/2018
Cianuro Wad	92,8	80-120	09/05/2018
Cloruros, Cl-	96,9	80-120	06/05/2018
Cobalto (Co)	113,2	80-120	08/05/2018
Cobre (Cu)	113,1	80-120	08/05/2018
Cromo (Cr)	108,4	80-120	08/05/2018
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	99,0	80-120	06/05/2018
Demanda Química de Oxígeno	104,0	80-120	08/05/2018
Demanda Química de Oxígeno	98,0	80-120	08/05/2018
Detergentes Aniónicos	98,8	80-120	06/05/2018
Detergentes Aniónicos	100,0	80-120	06/05/2018
Estaño (Sn)	109,8	80-120	08/05/2018
Estroncio (Sr)	111,6	80-120	08/05/2018
Fosfatos (como P)	100,2	80-120	06/05/2018
Fosfatos, PO4-3	100,2	80-120	06/05/2018
Hierro (Fe)	101,1	80-120	08/05/2018
Litio (Li)	104,2	80-120	08/05/2018
Magnesio (Mg)	102,7	80-120	08/05/2018
Manganeso (Mn)	111,7	80-120	08/05/2018
Mercurio (Hg)	94,4	80-120	08/05/2018
Molibdeno (Mo)	111,9	80-120	08/05/2018
Niquel (Ni)	113,0	80-120	08/05/2018
Nitratos, (como N)	106,2	80-120	06/05/2018
Nitratos, NO3-	106,2	80-120	06/05/2018
Nitritos, (como N)	99,7	80-120	06/05/2018
Nitritos, NO2-	99,7	80-120	06/05/2018
Plata (Ag)	110,8	80-120	08/05/2018
Plomo (Pb)	113,0	80-120	08/05/2018
Potasio (K)	103,8	80-120	08/05/2018
Selenio (Se)	109,8	80-120	08/05/2018
Sodio (Na)	105,5	80-120	08/05/2018
Sulfatos, SO4-2	98,0	80-120	06/05/2018
Sulfuros	97,9	80-120	09/05/2018
Sulfuros	96,1	80-120	09/05/2018
Talio (Tl)	109,0	80-120	08/05/2018
Titanio (Ti)	92,6	80-120	08/05/2018
Vanadio (V)	109,4	80-120	08/05/2018
Zinc (Zn)	109,6	80-120	08/05/2018

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las t Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONIT

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra
RMash2	Cliente	Aguas Superficiales	05/05/2018	04/05/2018	9207012N 778528E	---	Proporcionado por el cliente

## INFORME DE ENSAYO: 23032/2018

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
17591	LME	Alcalinidad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
7427	LME	Aniones por Cromatografía Iónica*	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado)	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11597	LME	Cianuro Wad (Skalar)	ASTM D6888-09 (Validado), 2009	Standard Test Method for Available Cyanide with Ligand Displacement and Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
12354	LME	Detergentes Aniónicos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 22nd Ed. 2012	SURFACTANTS: Anionic Surfactants as MBAS
7218	LME	Escherichia coli 1,8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G-2, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (Proposed). Escherichia coli Test (Indole Production)
16876	LME	Huevos de Helmintos	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Baillenger modificado) OMS 1997 (Validado) No incluye Muestreo.	Determinación de Huevos de Helmintos: Referenciado en Análisis de Aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de Técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio.
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11652	LME	Sulfuros (Skalar)	SM 4500 S2-E (Validado), 22nd. Ed. 2012	Gas Dialysis, Automated Methylene Blue Method

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 23032/2018, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RMash2	208067/2018-1.0	lqptopp&2760802

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

**LME:** Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

**"EPA":** U.S. Environmental Protection Agency.

**"SM":** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**"ASTM":** American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

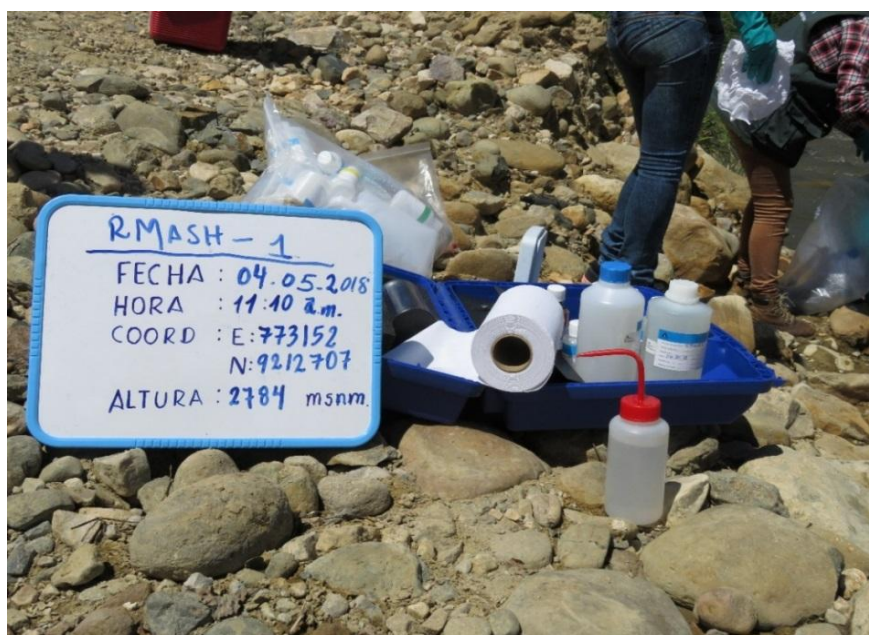
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

## ANEXO N° 04

### PANEL FOTOGRÁFICO



Punto de monitoreo Huambocancha Baja (RMash1).



Análisis de muestras in situ del punto de monitoreo RMash1



Georreferenciación del punto de monitoreo Bella Unión (RMash2).



Multiparámetro utilizado para el monitoreo de los puntos RMash1 y RMash2.



Fecha	Hora	pH	T	OD	DQO	Observaciones
04.05.18	08:00	5.33	7.42			Cajamarca 100 m aguas abajo de la estación

Cadena de Custodia de las muestras del monitoreo RMash1 y RMash2



Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras RMash1 y RMash2.