

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA QUEBRADA
DE LA COMUNIDAD SAN JOSÉ DE CANAY, CAJAMARCA
EN EL AÑO 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental



Autores:

Jose Smith Montalvo Quiroz

Miguel Quispe Becerra

Asesor:

Mg. Mariela Nuñez Figueroa

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, y a todas las personas que nos han apoyado en nuestra formación tanto profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Agradecemos a nuestros docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental por haber compartido sus conocimientos y su apoyo incondicional para desarrollarnos profesionalmente.

Finalmente agradecemos a la Universidad Privada del Norte, por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.1.1. Descripción del problema de investigación	10
1.1.2. Antecedentes.....	13
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Objetivos.....	20
1.3.1. Objetivo general.....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Hipótesis	21
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	22
2.1. Tipo de investigación.....	22
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	22
2.2.1. Población	22
2.2.2. Muestra	22
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	24

2.3.1. Recolección de datos.....	24
2.3.2. Análisis de datos.....	25
2.3.3. Métodos de recolección y análisis de datos.....	25
2.4. Procedimiento	25
2.4.1. Ubicación y delimitación del área de estudio	25
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	36
4.1 Discusión	36
4.2. Conclusiones	63
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Identificación de puntos de monitoreo	26
Tabla 2. Resultados de aniones para la quebrada – Julio del 2019.....	28
Tabla 3. Resultados de metales totales para la quebrada - Julio del 2019	29
Tabla 4. Resultados de coliformes termotolerantes para la quebrada- Julio del 2019.....	31
Tabla 5. Resultados de aniones para la quebrada – Noviembre del 2019.....	32
Tabla 6. Resultados de Metales totales para la quebrada – Noviembre del 2019	32
Tabla 7. Resultados de coliformes termotolerantes para la quebrada – Noviembre del 2019	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio y puntos de monitoreo.....	23
Figura 2. Comparación de fluoruro mes de julio con ECA - Agua	36
Figura 3. Comparación de fluoruro mes de noviembre con ECA - Agua.....	37
Figura 4. Comparación de cloruro mes de julio con ECA - Agua.....	38
Figura 5. Comparación de cloruro mes de noviembre con ECA - Agua	39
Figura 6. Comparación de DBO ₅ mes de julio con ECA - Agua.....	40
Figura 7. Comparación de DBO ₅ mes de noviembre con ECA - Agua.....	41
Figura 8. Comparación de DQO mes de julio con ECA - Agua	42
Figura 9. Comparación de DQO mes de noviembre con ECA - Agua.....	43
Figura 10. Comparación de aluminio mes de julio con ECA - Agua	44
Figura 11. Comparación de aluminio mes de noviembre con ECA - Agua.....	45
Figura 12. Comparación de arsénico mes de julio con ECA - Agua.....	46
Figura 13. Comparación de arsénico mes de noviembre con ECA - Agua.....	47
Figura 14. Comparación de bario mes de noviembre con ECA - Agua.....	48
Figura 15. Comparación de bario mes de julio con ECA - Agua.....	48
Figura 16. Comparación de cadmio mes de noviembre con ECA - Agua	48
Figura 17. Comparación de cadmio mes de julio con ECA - Agua.....	48
Figura 18. Comparación de cobre mes de julio con ECA - Agua	49
Figura 19. Comparación de cobre mes de noviembre con ECA - Agua.....	49
Figura 20. Comparación de hierro mes de julio con ECA - Agua.....	50
Figura 21. Comparación de hierro mes de noviembre con ECA - Agua	51
Figura 22. Comparación de litio mes de julio con ECA - Agua.....	52
Figura 23. Comparación de litio mes de noviembre con ECA - Agua	53

Figura 24. Comparación de magnesio mes de julio con ECA - Agua	54
Figura 25. Comparación de magnesio mes de noviembre con ECA - Agua.....	54
Figura 26. Comparación de manganeso mes de julio con ECA - Agua.....	55
Figura 27. Comparación de manganeso mes de noviembre con ECA - Agua	56
Figura 28. Comparación de níquel mes de julio con ECA - Agua	56
Figura 29. Comparación de níquel mes de noviembre con ECA - Agua.....	57
Figura 30. Comparación de plomo mes de julio con ECA - Agua	58
Figura 31. Comparación de plomo mes de noviembre con ECA - Agua.....	59
Figura 32. Comparación de coliformes termotolerantes mes de julio con ECA - Agua.....	60
Figura 33. Comparación de coliformes termotolerantes mes de noviembre con ECA - Agua	61

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la calidad del agua de la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019, debido a que es una zona vulnerable a la alteración por lixiviados que provienen del relleno sanitario. Para ello, se empleó la metodología de identificación de puntos de muestreo para el mes de julio y noviembre, el primer punto (M5M6) se ubicó en el ingreso de las aguas que discurren de un riachuelo cercano del relleno sanitario hacia la quebrada principal, y el segundo punto estuvo ubicado a la salida de la quebrada (M7M8 A02), mientras que para el mes de noviembre se identificó dos puntos: Al inicio y salida de la quebrada A01 y A02, respectivamente. Se evaluó los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua, tales como: Aniones – Metales Disueltos y Totales y Coliformes Termotolerantes y se comparó con los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3. Riego y Bebida de animales. Como resultado se obtuvo que la calidad del agua en la quebrada es buena y no está alterada por los lixiviados generados en el relleno sanitario que discurren a través de una quebrada. Del estudio se concluye que el agua en la quebrada en la comunidad cumple con las condiciones para riego y bebida de animales, siendo apta su uso en esta categoría sin riesgo de contaminación.

Palabras clave: calidad de agua, lixiviados, relleno sanitario y ECA

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. Descripción del problema de investigación

El recurso hídrico es un bien escaso y poco administrado, la disponibilidad de agua dulce en todo el mundo resulta ser un problema complejo debido, principalmente a la contaminación. (Agudelo, 2005)

Según la Organización de las Naciones Unidas, el crecimiento poblacional juega un papel muy importante entre la contaminación y el recurso hídrico, ya que, a mayor población, mayor consumo y mayor presión sobre los ecosistemas y los recursos naturales, principalmente las fuentes de agua. (Reyes et al.,2016)

A nivel mundial, el manejo y gestión de los residuos sólidos es cada día más complejo, especialmente los residuos domésticos municipales que no solo presenta problemas en la seguridad de la infraestructura de los rellenos sanitarios, sino que existe contaminación por lixiviados. (Gómez, Cruz, Porcel, & Velasco, 2015)

En América Latina la gran mayoría de países padecen de contaminación de las aguas por metales pesados. En países como México, Argentina, Chile, El Salvador, Nicaragua, Perú y Bolivia cerca de cuatro millones de personas consumen aguas contaminadas por arsénico. (Reyes et al.,2016)

En el Perú, un grupo de científicos del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (Ingemmet) realizan continuos inventarios de manantiales con el objetivo de conocer la cantidad y calidad del recurso hídrico, que se muestra posteriormente en diversos mapas hidrogeológicos a nivel nacional. (ANDINA, 2008)

En la región Cajamarca, la Autoridad Nacional del Agua en el 2017 identificó fuentes de aguas termales, doce fueron los manantiales registrados por dicha institución en el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos. (ANA, 2017). Sin embargo, existe una escasa información sobre la calidad de agua de los manantiales que abastecen diversas zonas de nuestra región y que algunos de ellos son aledaños a zonas destinadas a la disposición de residuos sólidos.

Los rellenos sanitarios son uno de los métodos más utilizados para la disposición final de residuos sólidos ya que han mostrado ser la forma más barata, en términos de aprovechamiento y costo para la disposición final de los residuos (Bernache-Pérez, 2012)

Sin embargo, los rellenos sanitarios liberan una amplia gama de compuestos debidos a la degradación de los residuos en todo su ciclo de vida, contaminantes líquidos llamados lixiviados, producidos principalmente cuando un caudal de agua pasa a través de los residuos y resulta ser una amenaza tanto para el suelo de los alrededores, como para el agua subterránea y superficial. (Chávez, 2011)

Los lixiviados son considerados como un residuo líquido con un gran impacto ambiental, por su significativa concentración de amonio, materia orgánica y sales. Sin embargo, la composición de estos varía dependiendo de la naturaleza de los residuos, características del suelo, patrones de lluvia y, en gran parte, a la edad del relleno. (Astorga, 2018)

El conocimiento del estado de los manantiales que se encuentran en la misma zona de los rellenos sanitarios se ha convertido en la mayor preocupación ambiental ya que son fuentes de agua que pueden estar vulnerables al impacto del relleno sanitario. (Astorga, 2018)

Debido a la problemática ambiental de dispersión de contaminantes como los lixiviados y el conflicto con los pobladores aledaños del relleno sanitario generados a raíz de una falta de espacio adecuado y eficientes prácticas para la disposición final de residuos sólidos se formula la presente tesis, la cual plantea determinar la calidad del agua de la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca durante el año 2019, que, a través de la evaluación de parámetros de calidad de agua en la quebrada destinado a riego y bebida de animales se aportará con una valiosa información que busca generar conciencia acerca de la gestión integral de residuos sólidos en el relleno sanitario, para que, de esta manera, no altere las condiciones ambientales mínimas que debe cumplir el recurso hídrico de la zona y que lo pobladores puedan hacer uso como hasta ahora, sin ningún riesgo. Sumado a ello, involucrar a los gobiernos locales para promover las prácticas ecologistas como las 3R y el monitoreo de la calidad de agua.

1.1.2. Antecedentes

Pinzón (2010) en su investigación determinó la contaminación por metales pesados en el botadero de basuras de Moravia en Medellín, Colombia. Para ello, localizó el cerro donde se realiza la disposición final de los desechos sólidos, el cual no cuenta con las condiciones necesarias de seguridad para su adecuado funcionamiento. Evaluó la concentración de metales en fauna (especies que colonizaron el cerro) y flora. Respecto a la fauna reportó un exceso de plomo, cadmio y níquel. Mientras que la evaluación con especies vegetales reafirmó los impactos ambientales negativos que ha generado el relleno sanitario en el agua superficial y las consecuencias que puede ocasionar en la salud de la población que se encuentra expuesta al contacto, inhalación o ingesta de estos vegetales. Es por ello que finalizado el estudio se ha procedido a un trabajo conjunto con las autoridades de Medellín para la implementación de técnicas de remediación que disminuyan el nivel de contaminación, reduciendo el lixiviado de contaminantes y sus efectos que en muchos casos resultan irreversible.

Reyes et al., (2016) realizaron un estudio global sobre la contaminación por metales pesados y sus implicancias en la salud, ambiente y seguridad alimentaria. Para ello, describieron las fuentes de contaminación y exposición que causan metales como el mercurio, arsénico, cadmio y plomo. Como resultado obtuvieron que la presencia de estos metales se evidenció en peces, leche, hortalizas, brócoli y papa, afirmando que la calidad de agua influye directamente sobre la producción del cultivo, la bebida de animales y la seguridad de los alimentos con concentraciones entre 100 y 1000 ug/kg. Del estudio se concluye que la población es vulnerable a las consecuencias de la exposición a metales como el cadmio, principalmente a través del agua y la ingesta de alimentos contaminados, que al

acumularse en los órganos vitales afecta de manera irreversible limitando la vida hasta los 30 años, seguido a este metal se encuentra el plomo y el mercurio que compromete la salud humana por sus altos niveles de toxicidad. Finalmente, se recomienda realizar monitoreo para la detección de contaminantes en el agua, flora y fauna y generar una data que permita la toma de decisiones en la ejecución de planes de acción de mitigación y remediación.

Un estudio de Teves (2016), determinó la calidad fisicoquímica del agua del río Caca en la región Lima, con una metodología de muestreo en dos épocas de lluvia (de diciembre a marzo) y de sequía (de julio a septiembre) en el río Caca, en seis estaciones (E1, E2, E3, E4, E5, E6); los parámetros estudiados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental ECA - agua para riego de vegetales y bebidas de animales, (según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA). Como resultado se obtuvo que la mayor concentración de DQO (3,62 mg/L) fue en la E2, y en general en todas las estaciones estuvieron dentro de los ECA establecidos, de igual manera para nitratos y sulfatos los valores máximos fueron de 2,232 y 45,63 respectivamente; el análisis de metales demostró que en todas las estaciones de muestreo las concentraciones de aluminio, hierro magnesio, cobre, aluminio, zinc, cadmio y plomo se encuentran por debajo de los valores límites del ECA para agua – Categoría 3. De la investigación se concluyó que los parámetros estudiados en el río Caca no sobrepasan los niveles establecidos en el estándar nacional de calidad ambiental para agua destinada a riego de vegetales y bebida para animales, con excepción del DQO que lo supero mínimamente, caracterizando las aguas del río Caca como básicas que tienden a la neutralidad, con bajo contenido de iones disueltos, bien oxigenadas, con un bajo contenido de sólidos suspendidos y materia orgánica.

Un trabajo de Villareal (2016), con el objetivo de determinar la calidad del agua del río San Juan y su cumplimiento de acuerdo a lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3: Riego para Vegetales y Bebida de Animales durante el periodo 2001 al 2011 y 2014, estableció 6 puntos de muestreo (M-01, M-02, M-03, M-04, M-05 y M-06) en época de estiaje (junio) y avenida (noviembre), de los cuales se obtuvo que la presencia de metales pesados como arsénico, cadmio, cobre superaron los estándares de calidad ambiental para agua, especialmente el hierro para el año 2001 tuvo las concentraciones más altas (180 mg/L), las concentraciones más altas de manganeso fue en el 2001 llegando a picos de 185, 125 mg/L, el plomo tuvo sus concentraciones más altas en el año 2001 con 3,156 mg/L, así mismo el Zinc supero los limites en el año 2001 con valores máximos de 31,170 y 74,688 mg/L; los parámetros de coliformes termotolerantes y coliformes totales indicaron que el agua está contaminada con materia orgánica de origen fecal, superando ampliamente los ECA con valores máximos de hasta 6333 y 12000 para coliformes termotolerantes y 16000 para coliformes totales, el pH (4,80) para la época analizada calificó el agua como ácida y el análisis de DBO presentó valores máximos de 10 y 8,1 que estuvieron dentro de los ECA para agua. Del estudio se concluye que las fuentes de contaminación fue la presencia de pasivos ambientales, así como también la descarga de las empresas mineras al cuerpo receptor por lo que se plantea la recirculación del agua industrial como alternativa para reducir las concentraciones de los metales pesados, y mitigar la contaminación por los efluentes mineros en las aguas del río San Juan.

Meza (2016) en su estudio determinó la calidad ambiental del recurso hídrico de la Subcuenca del Río Lampa en la provincia de Huancayo. Para ello delimitó su zona de estudio y seleccionó una frecuencia de dos monitoreos durante el 2015, siendo los meses seleccionados, enero y agosto. Aplicando el Protocolo de monitoreo de aguas superficiales evaluó parámetros fisicoquímicos y bioquímicos en siete puntos de muestreo. Comparó los valores obtenidos con los estándares de Calidad Ambiental ECA – agua categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales) y obtuvo que los valores más altos para la DBO5 (20.87 mg/L), DQO (35 mg/L), pH (8.4) OD (10 mg/L) y coliformes fecales (820 NMP/100 mL) se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, a excepción del valor de la demanda bioquímica de oxígeno que superó el ECA con 23.35 mg/L. Del estudio se concluye que el agua presenta una buena calidad de agua y es apta para riego de vegetales y bebida de animales, recomendando, además el adecuado manejo de residuos sólidos domiciliarios que es uno de los principales problemas que afectan el agua por los vertimientos que se produce y que la convierte en una zona vulnerable.

Díaz (2018) en su investigación determinó la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña, provincia de Lamas, en la región San Martín para el uso de riego de vegetales y bebida de animales basado en la normativa del D.S. N° 004-2017 MINAM. La metodología que utilizó fue experimental aplicando una frecuencia de monitoreo y recojo de muestras para dos temporadas, época de avenida en abril del 2018 y época de estiaje en julio. Evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en tres puntos de monitoreo y compararon los valores con los ECA- agua. Como resultado obtuvieron que el OD fue el único que no cumplió el ECA en época de avenida, muy contrario

al pH, OD, metales que en sus máximas concentraciones se obtuvo para aluminio (0.24 mg/L, arsénico (0.001mg/L), bario (0.19 mg/L), cadmio (0.004 mg/L) cobre (0.014 mg/L), hierro (0.279 mg/L), litio (0.002 mg/L), magnesio (6.95 mg/L), manganeso (0.045 mg/L), níquel (0.0008 mg/L), plomo (0.014 mg/L), selenio (0.001 mg/L) y Zinc (0.006 mg/L) que cumplieron con el ECA en ambas temporadas, tanto de lluvia como de estiaje. Por otro lado, la concentración de Coliformes Termotolerantes (54000 NMP/100 Ml) superó los ECA para la categoría 3 indicando presencia de contaminación. Por la variabilidad en los resultados, del estudio se concluye que la calidad del agua de la Quebrada únicamente cumple parámetros fisicoquímicos, los microbiológicos superan el estándar de calidad ambiental, evidenciando contaminación por fuentes antropogénicas que convierte al agua como recurso inapropiado para riego de vegetales y bebida de animales.

El agua es el recurso universal presente en los aspectos del desarrollo social, económico y medioambiental, así también, está involucrada en la erradicación de la pobreza, la seguridad alimentaria, la resiliencia ante los desastres naturales y de origen humano, y el desarrollo sostenible mundial. (FAO, 2015). En riego es fundamental la calidad del agua, ya que de eso depende la producción intensiva en forma rentable de cosechas y se rige a una evaluación constante de parámetros físico, químico y microbiológico del agua para determinar su calidad (FAO, 2015).

Entre los parámetros fisicoquímicos más comunes en los muestreos se encuentran los aniones como los nitratos y nitritos que en exceso contaminan las aguas y producen una proliferación de vegetación llegando a eutrofizar el recurso, también está presente la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO) y pH. (DIGESA, 2009). Mientras que para parámetros microbiológicos están los Coliformes Termotolerantes. Por otro lado, en aguas de riego es muy importante la evaluación de metales totales, debido a su alta toxicidad y el impacto causado en la salud humana por exposición o ingesta de alimentos contaminados durante el riego y la producción del cultivo. (Reyes et al., 2016). Un exceso en las concentraciones de metales como el aluminio, arsénico, cadmio, cobre, magnesio, manganeso, mercurio, níquel o plomo afectarán el desarrollo en el crecimiento de la vegetación que es regada con el agua en mención. (DIGESA, 2009)

La contaminación por metales pesados es muy frecuente en botaderos de basura o rellenos sanitarios, es por ello la necesidad de investigaciones para conducir a procesos de mitigación, control o alternativas de recuperación en dichos lugares. (Pinzón 2010)

Los rellenos sanitarios son una infraestructura destinada a la disposición final de residuos sólidos, ambientalmente segura. Se ubican en la superficie o bajo tierra,

siguiendo la normativa y metodología de ingeniería sanitaria y ambiental, para minimizar la contaminación que se pueda generar, especialmente por lixiviados a cuerpos de agua cercanos. (OEFA, 2014)

El lixiviado es el líquido generado por la descomposición de la materia orgánica y putrescible de los residuos, compuesto de partículas disueltas y en suspensión que tiene efectos muy nocivos si atraviesan el nivel freático y la contaminación que producen en las fuentes de agua puede extenderse a largo plazo, un promedio de 25 años. (Garrido 2008)

La degradación de la materia orgánica aporta significativamente a la calidad de los lixiviados y éstos al entrar en contacto con fuentes naturales de agua dado su elevada carga orgánica DBO₅, fósforo y nitrógeno disminuyen el oxígeno presente en el agua, produciendo la proliferación de algas que acaba con la vida de los peces, la oxigenación de las plantas acuáticas, el deterioro de la biodiversidad, generación de malos olores, a todo este proceso se le conoce como eutrofización. (Méndez, 2007)

Los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua establece el nivel de concentración o del grado de elementos en el cuerpo receptor y está clasificado en 3 categorías: Ctg.1 poblacional y recreacional, Ctg.2 extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales, Ctg. 3: riego de vegetales y bebida de animales, Ctg. 4 conservación del ambiente acuático. (MINAM). La finalidad de esta normativa es mejorar la gestión de calidad ambiental y brindar adecuados niveles de protección a la salud de la población involucrada. (MINAM)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Determinar la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019.

1.3.2. Objetivos específicos.

Determinar parámetros fisicoquímicos del agua, como aniones, DBO₅, DQO y metales totales en el agua como Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Li, Mg, Mn, Ni, Pb, Se y Zn.

Determinar el parámetro microbiológico del agua, como Coliformes Termotolerantes.

Comparar los resultados de los parámetros evaluados con los estándares de calidad ambiental – Categoría 3, establecidos en el D.S. N° 004-2017.MINAM.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

La calidad del agua de la quebrada de la comunidad San José de Canay en el año 2019 es buena, ya que cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para riego y bebida de animales.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos como aniones, DBO₅, DQO y metales totales en el agua cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental, siendo el agua apta para riego y bebida de animales.
- Las concentraciones del parámetro microbiológico del agua como coliformes termotolerantes se encuentran por debajo de la normativa vigente.
- Los resultados de los parámetros evaluados cumplen con los estándares de calidad ambiental – Categoría 3, establecidos en el D.S. N° 004-2017.MINAM.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación fue del tipo transversal descriptiva y comparativa, porque se efectuó un trabajo de campo y comparación con la normativa vigente con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia en un momento dado. (Hernández, 2014)

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

La población estuvo representada por el agua de la quebrada principal de la comunidad San José de Canay, aledaña al relleno sanitario de la provincia de Cajamarca, que tiene una longitud de 1766. 156 km.

2.2.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por 6 puntos de muestreo: cuatro puntos para el mes de julio, y dos puntos para el mes de noviembre (Ver figura 1). De los cuales se recolectó 1 litro de capacidad por cada frasco para los parámetros fisicoquímicos, 600 mL para metales totales y 250 mL para coliformes termotolerantes.

- Para el mes de julio se localizaron los siguientes puntos de muestreo:

M5 y M6 (Correspondientes al riachuelo antes del cruce con el punto A01, que es la quebrada principal y discurre aguas abajo)

Coordenadas UTM: 788205, 9201650

M7 y M8, llamado también A02 (punto de muestreo final después de la intersección con el A01)

Coordenadas UTM: 787976, 9201658

- Para el mes de noviembre los puntos de muestreo fueron:

A01 (Inicio de la quebrada principal, que en algunas ocasiones abastece al relleno sanitario y en otras solo recorre aguas abajo como es su naturaleza)

Coordenadas UTM: 788383, 9201835

A02 (correspondiente al punto final del monitoreo, llamado también M7M8 del primer muestreo), agua posiblemente vulnerable por contaminación de lixiviados que recibe del M5 M6.

Coordenadas UTM: 787976,9201658

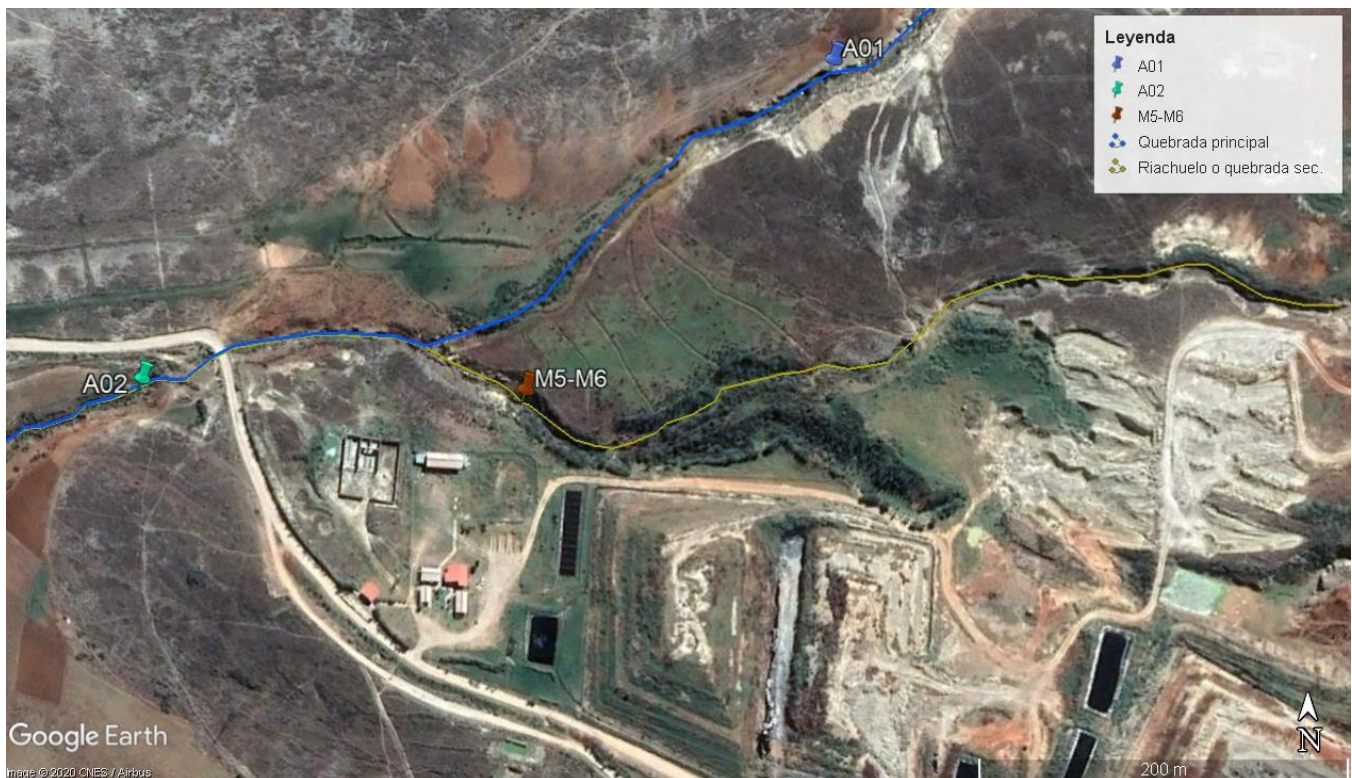


Figura 1. Localización del área de estudio y puntos de monitoreo.

En la figura 1 se puede apreciar la Quebrada principal está determinada por las aguas abajo que corren desde el punto A 01, que en la parte central de la imagen se combinan con las aguas del M5 M6 provenientes de una quebrada secundaria o riachuelo cercano al relleno sanitario y vulnerable a contaminación por lixiviados. Finalmente se observa un tercer punto

de monitoreo, el A 02, agua de la quebrada principal del cual los pobladores de la comunidad San José de Canay utilizan para riego de vegetales y bebida de animales, con el temor de que esté contaminada.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Recolección de datos

La recolección de datos estuvo sujeta a la metodología establecida en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales y el Manual de Procedimientos de los Análisis de Suelos y Agua con fines de Riego desarrollado

- Técnicas

Las técnicas utilizadas fueron la observación y el recojo de muestras en los dos meses en la quebrada de la comunidad de Canay, basadas en los protocolos antes mencionados, georreferenciando los puntos de muestreo.

- Instrumentos

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- ✓ GPS
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Ficha de campo
- ✓ Cadena de custodia
- ✓ Material de laboratorio (recolección y preservación de muestras)
- ✓ Microsoft Excel

2.3.2. Análisis de datos

Con los resultados obtenidos del laboratorio, se aplicó el análisis de datos mediante técnicas estadísticas en Microsoft Excel, fusionando resultados de la quebrada en estudio para el mes de julio y noviembre con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, procediendo, de esta manera a la comparación e interpretación de resultados con la Categoría 3 Riego y Bebida de Animales, normativa vigente D.S. N° 004-2017 MINAM.

2.3.3. Métodos de recolección y análisis de datos

La metodología aplicada en la investigación estuvo basada en la observación, la georreferenciación, el recojo de datos a través de muestreos de campo, el análisis de datos mediante el procedimiento de laboratorio para determinar la concentración de los parámetros evaluados y finalmente, la comparación de los resultados con la normativa vigente en los dos de monitoreo para la determinación de la calidad de agua en la quebrada.

2.4. Procedimiento

De acuerdo al Protocolo Nacional de Monitoreo del agua establecido por la Autoridad Nacional del agua (ANA) se realizó el siguiente procedimiento.

2.4.1. Ubicación y delimitación del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la comunidad de San José de Canay, perteneciente al distrito de Jesús, donde se estableció los puntos de monitoreo.

- 1 zona de monitoreo: A01, Agua superficial de la parte alta de la comunidad, se identifica como quebrada principal.

- 2 zona de monitoreo: M5 y M6, pertenecientes al riachuelo probablemente vulnerable al impacto por la descarga de lixiviados y que se une al A01 discurriendo aguas abajo hasta el A02.
- 3 zona de monitoreo: M7 M8, también llamado A02, punto final de la quebrada principal zona ubicada en la parte baja que comprende aguas tanto del A01 como del M5 y M6, provenientes del relleno sanitario.

La localización de los puntos de muestreo se realizó mediante el uso de un GPS (Sistema WGS84), obteniéndose las siguientes coordenadas:

Tabla 1.

Identificación de puntos de monitoreo

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM –julio		Coordenadas UTM – noviembre	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
A 01			788383	9201835
M5 – M6	788205	9201650		
M7 – M8 o A 02			787976	9201658

ASPECTOS ÉTICOS

El presente trabajo de investigación se orienta a la ética medioambiental, debido a que se basa en la relación entre el ser humano – naturaleza, para que reflexionemos acerca de las acciones negativas que estamos llevando a cabo, además de incentivar este tipo de investigaciones para informar, conocer, preservar nuestro recurso agua que están indispensable en nuestras vidas, así como, determinar su calidad de acuerdo al uso, si es apta en el riego de vegetales y la bebida de animales, con el uso de datos confiables obtenidos por un laboratorio debidamente acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N° LE-084, así mismo las muestras fueron tomadas personalmente y siguiendo los protocolos establecidos para asegurar que sean representativas para el trabajo de investigación, adicionalmente las fuentes de información fueron obtenidas de sitios fidedignos y la data del mes de noviembre de entidades responsables y acreditadas, toda la información está debidamente citada para evitar confusiones de copia o plagio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tabla 2.

Resultados de aniones para la quebrada – Julio del 2019

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7 A 02	M8 A 02	ECA – Categoría 3.	
						Riego de vegetales	Bebida de animales
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.159	0.170	0.155	0.155	1	--
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.747	0.748	0.751	0.771	500	--
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	10	10
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	--	--
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	8.980	9.154	9.123	9.142	--	--
Sulfato (SO ₄ ⁻)	mg/L	3.039	2.990	3.020	3.080	1000	1000
Fosfato (PO ₄ ⁻)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	--	--
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	40	40

Se muestran los resultados de las concentraciones de aniones, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno para la quebrada en estudio durante el mes de julio del 2019.

Tabla 3.

Resultados de metales totales para la quebrada - Julio del 2019

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7 A 02	M8 A 02	ECA – Categoría 3.	
						Riego de vegetales	Bebida de animales
Aluminio (Al)	mg/L	0.149	0.169	0.149	0.155	5	5
Arsénico (As)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.1	0.2
Boro (B)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	1	5
Bario (Ba)	mg/L	0.030	0.030	0.029	0.030	0.7	--
Berilio (Be)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.1	0.1
Cadmio (Cd)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.01	0.05
Cobalto (Co)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.05	1
Cromo (Cr)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.1	1
Cobre (Cu)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.2	0.5

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7 A 02	M8 A 02	ECA – Categoría 3.	
						Riego de vegetales	Bebida de animales
Hierro (Fe)	mg/L	0.096	0.097	0.109	0.105	5	--
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	0.004	<LCM	2.5	2.5
Magnesio (Mg)	mg/L	12.32	12.31	12.34	12.33	--	250
Manganeso (Mn)	mg/L	0.046	0.048	0.044	0.046	0.2	0.2
Níquel (Ni)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCMC	0.2	1
Plomo (Pb)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.05	0.05
Selenio (Se)	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	0.02	0.05
Zinc	mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	2	24

En la tabla se muestra los resultados de las concentraciones de metales totales evaluados en la quebrada de la comunidad San José de Canay durante el mes de julio del 2019.

Tabla 4.

Resultados de coliformes termotolerantes para la quebrada- Julio del 2019

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7	M8	ECA – Categoría 3.		
				A 02	A 02			
						Riego de vegetales	Bebida animales	de
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	23	70	34	33	1000/2000	1000	

En la siguiente tabla se muestra los resultados de las concentraciones de coliformes termotolerantes para la quebrada en estudio durante el mes de julio del 2019.

Tabla 5.

Resultados de aniones para la quebrada – Noviembre del 2019.

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7 M8		ECA – Categoría 3.	
				A 01	A 02	Riego de vegetales	Bebida de animales
Fluoruro (F ⁻)	mg/L			<0.20	<0.20	1	--
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L			<5.0	<5.0	500	--
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L			<0.020	<0.020	10	10
Bromuro (Br ⁻)	mg/L			<0.20	<0.20	--	--
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L			0.042	0.241	--	--
Sulfato (SO ₄ ⁼)	mg/L			<2.5	<2.5	1000	1000
Fosfato (PO ₄ ⁼)	mg/L			-	-	--	--
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L			12.9	18.9	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L			22	31	40	40

Fuente: Analytical Laboratory E.I.R.L

Se muestra los resultados de las concentraciones de aniones, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno para la quebrada durante el mes de noviembre del 2019.

Tabla 6.

Resultados de Metales totales para la quebrada – Noviembre del 2019

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7 M8		ECA – Categoría 3.	
				A 01	A 02	Riego de vegetales	Bebida de animales
Aluminio (Al)	mg/L			0.940	4.400	5	5
Arsénico (As)	mg/L			<0.002	<0.002	0.1	0.2
Boro (B)	mg/L			<0.002	<0.002	1	5
Bario (Ba)	mg/L			0.018	0.039	0.7	--
Berilio (Be)	mg/L			<0.0003	<0.0003	0.1	0.1
Cadmio (Cd)	mg/L			<0.0001	<0.0001	0.01	0.05
Cobalto (Co)	mg/L			<0.002	<0.002	0.05	1
Cromo (Cr)	mg/L			<0.0002	<0.0002	0.1	1
Cobre (Cu)	mg/L			0.002	0.009	0.2	0.5

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7 M8		ECA – Categoría 3.	
				A 01	A 02	Riego de vegetales	Bebida de animales
Hierro (Fe)	mg/L			1.059	4.816	5	--
Litio (Li)	mg/L			<0.0003	<0.0003	2.5	2.5
Magnesio (Mg)	mg/L			4.610	3.330	--	250
Manganeso (Mn)	mg/L			<0.0001	<0.0001	0.2	0.2
Níquel (Ni)	mg/L			<0.0003	<0.0003	0.2	1
Plomo (Pb)	mg/L			<0.002	<0.002	0.05	0.05
Selenio (Se)	mg/L			<0.001	<0.001	0.02	0.05
Zinc	mg/L			<0.0001	<0.0001	2	24

Fuente: Analytical Laboratory E.I.R.L

En la tabla se muestra los resultados de las concentraciones de metales totales evaluados en la quebrada de la comunidad San José de Canay durante el mes de julio del 2019.

Tabla 7. Resultados de coliformes termotolerantes para la quebrada – Noviembre del 2019

Parámetro	Unidad	M5	M6	M7	M8	ECA – Categoría 3.	
				A 02	A 02		
						Riego de vegetales	Bebida de animales
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL			49.0	350.0	1000 / 2000	1000

Fuente: Analytical Laboratory E.I.R.L

La presente tabla muestra los resultados de las concentraciones de coliformes termotolerantes para la quebrada en estudio durante el mes de julio del 2019.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

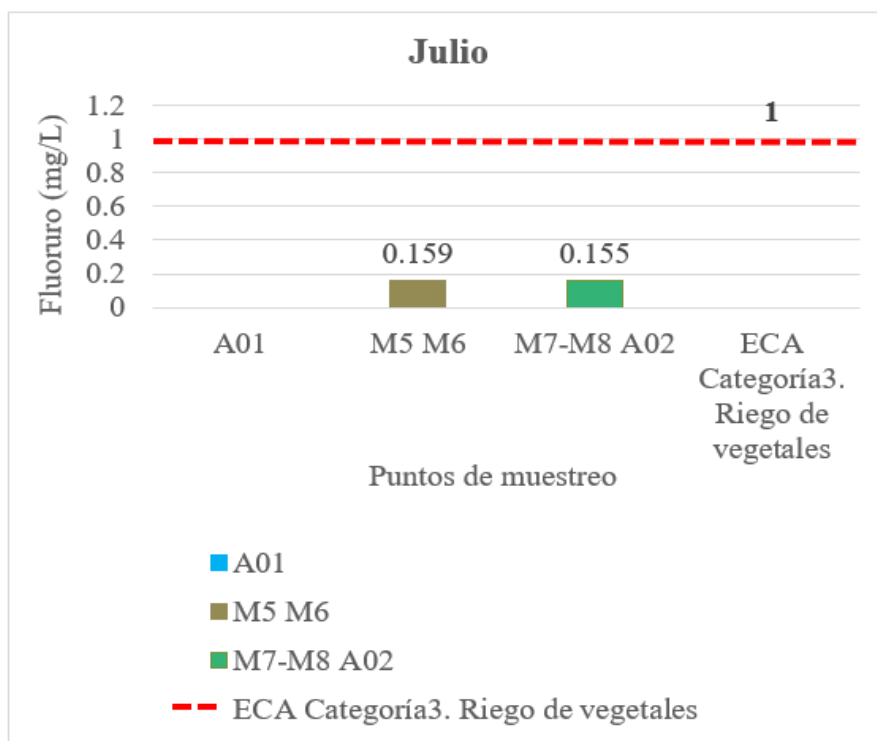


Figura 2. Comparación de fluoruro mes de julio con ECA - Agua

En la figura 2, se observa que la concentración inicial de fluoruro para el mes de julio del 2019 es de 0.159 mg/L, punto ubicado en el riachuelo más cercano al relleno sanitario de Cajamarca que en contacto con la quebrada principal desciende a 0.155 mg/L para el punto M7M8 A02. En ambos puntos de muestreo se puede apreciar que los valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que según el DS. N° 004 - 2017 – MINAM establece que para la Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales no se debe exceder de 1 mg/L.

Los bajos niveles de fluoruro detectados en el agua de la quebrada en estudio son un claro indicador de su buena calidad, debido a que la ubicación de la zona se rodea de agua superficial, ya que las probabilidades de encontrar altas concentraciones de este anión son

en aguas subterráneas donde la composición geológica del suelo y las condiciones son favorables para su disolución. (Valenzuela et al., 2011)

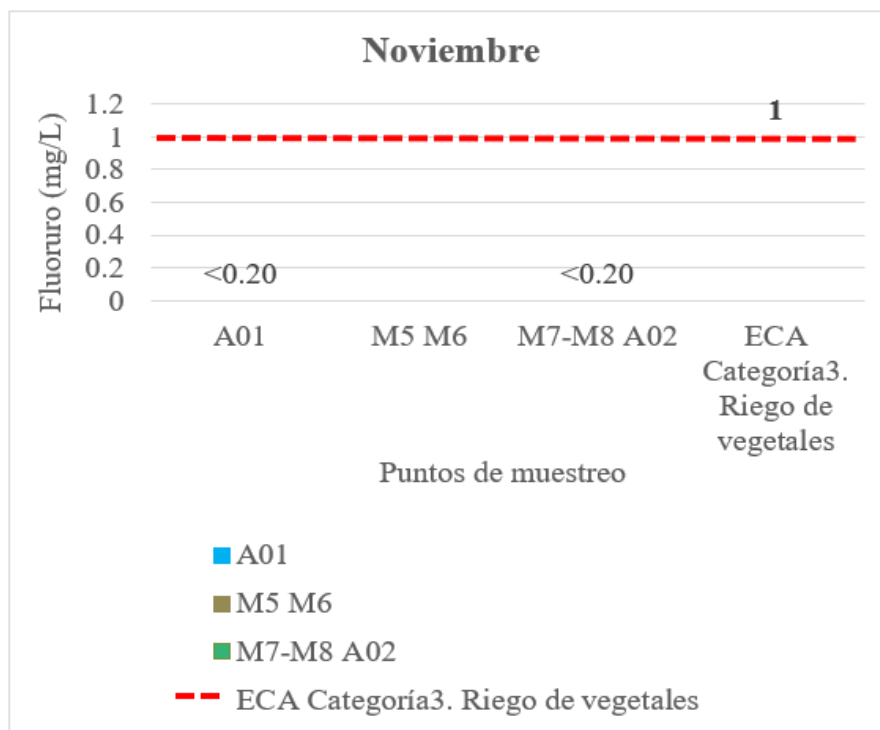


Figura 3. Comparación de fluoruro mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 3, se observa que las concentraciones de fluoruro para el mes de noviembre del 2019 son constantes en los puntos muestreados, tanto en la quebrada principal A01 como en el punto final de la quebrada M7M8 A02, con valores <0.20 mg/L, ambos resultados se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y contrastando con el mes de julio, se observa un descenso leve en las concentraciones de este parámetro, el cual reafirma que la calidad del agua en la quebrada para el año 2019 es buena.

El recurso hídrico superficial del que se abastece la comunidad San José de Canay resulta ser buena, siendo apta para riego de vegetales y bebida de animales, evitando todo riesgo para la salud de la población que ingiera dichos alimentos, ya que los bajos niveles no representan toxicidad y está muy lejos de ocasionar fluorosis. (Valenzuela et al., 2011)

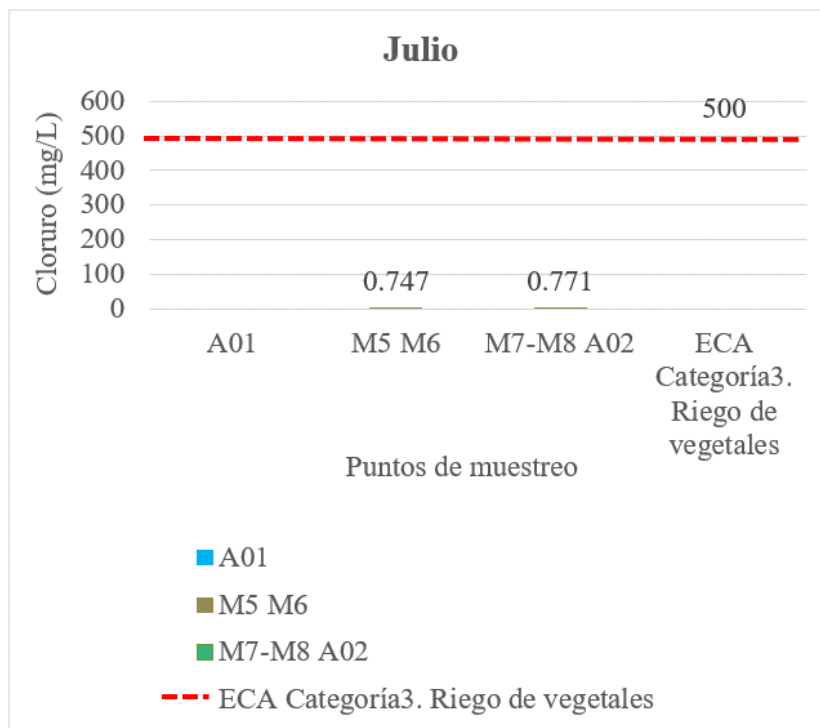


Figura 4. Comparación de cloruro mes de julio con ECA - Agua

En la figura 4 se aprecia que la concentración de cloruro para el mes de julio en el punto M5M6 perteneciente al riachuelo es de 0.747 mg/L, mientras que, para el segundo punto de muestreo, es 0.771 mg/L, concentraciones tan bajas que se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la Categoría 3, la cual establece no exceder de 500 mg/L para riego de vegetales y para bebida de animales.

Los valores bajos de este anión indican que no existe impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario de Cajamarca sobre los cuerpos superficiales aledaños, por ende, no altera la buena calidad del recurso y son bajas las posibilidades de presenciar contaminación en la zona de estudio.

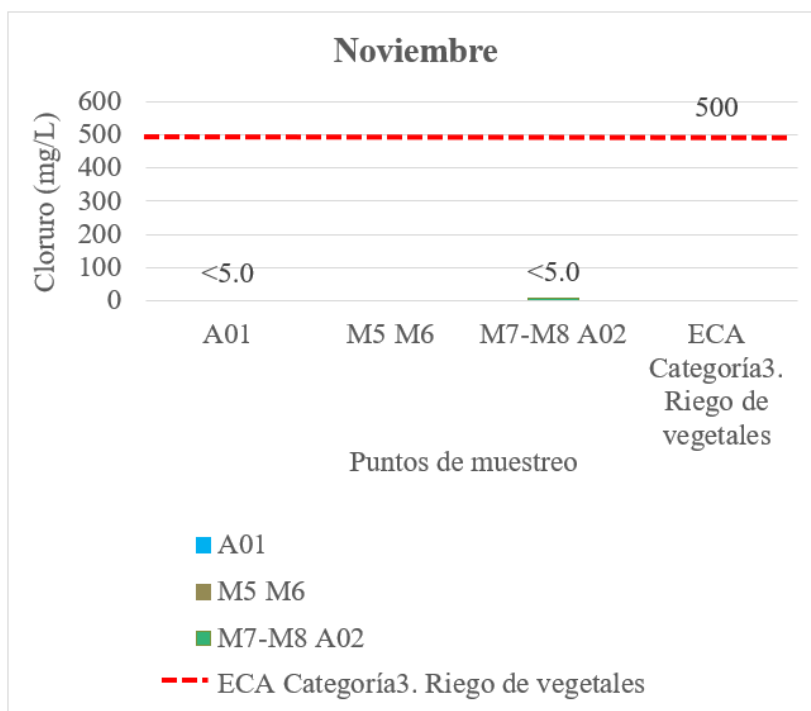


Figura 5. Comparación de cloruro mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 5, se aprecia que las concentraciones de cloruro en los puntos muestreados para el mes de noviembre del 2019 tienen valores por debajo de los 5 mg/L, tanto en la quebrada principal A01 como en el punto final de la quebrada M7M8 A02. Ambos resultados se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) lo que indica que el agua de la quebrada cumple las condiciones ambientales básicas para ser usada en riego de vegetales y bebida de animales.

Por otro lado, el resto de aniones evaluados como nitritos y nitratos también se encuentran muy por debajo de los ECAS, lo que es un buen indicador de una adecuada oxigenación en el agua (Ver Tabla 3). Los resultados reportados son un claro indicativo que el manejo y disposición de residuos sólidos en el relleno para el periodo en estudio es el adecuado, y que no existe contaminación por lixiviados a la quebrada de la comunidad San José de Canay.

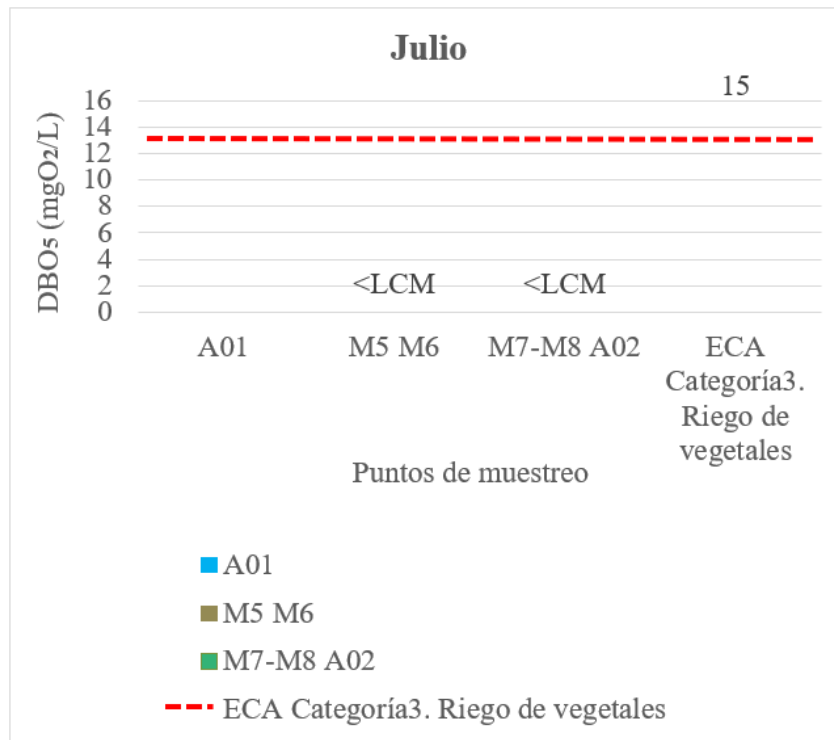


Figura 6. Comparación de DBO₅ mes de julio con ECA - Agua

En la figura 6 se muestra que las concentraciones de DBO₅ para el mes de julio del 2019 son muy bajas que el laboratorio lo reportó como <LCM (menor al límite de cuantificación del método) tanto en el punto M5M6 y el punto M7M8 A02, y, por ende, se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la Categoría 3, el cual establece no exceder de 15 mgO₂/L.

Los valores obtenidos señalan que el agua de la quebrada en estudio se encuentra libre de contaminación, a pesar que el punto M5M6 se encuentre muy cerca al relleno sanitario no existe descargas de aguas residuales ni lixiviados que alteren el recurso, caso contrario ya cantidades elevadas de material orgánico biodegradable en el agua de la quebrada hubiera sido muy perjudiciales debido a que acabarían con el oxígeno necesario del agua, llegando a consecuencias graves como eutrofización de la quebrada.

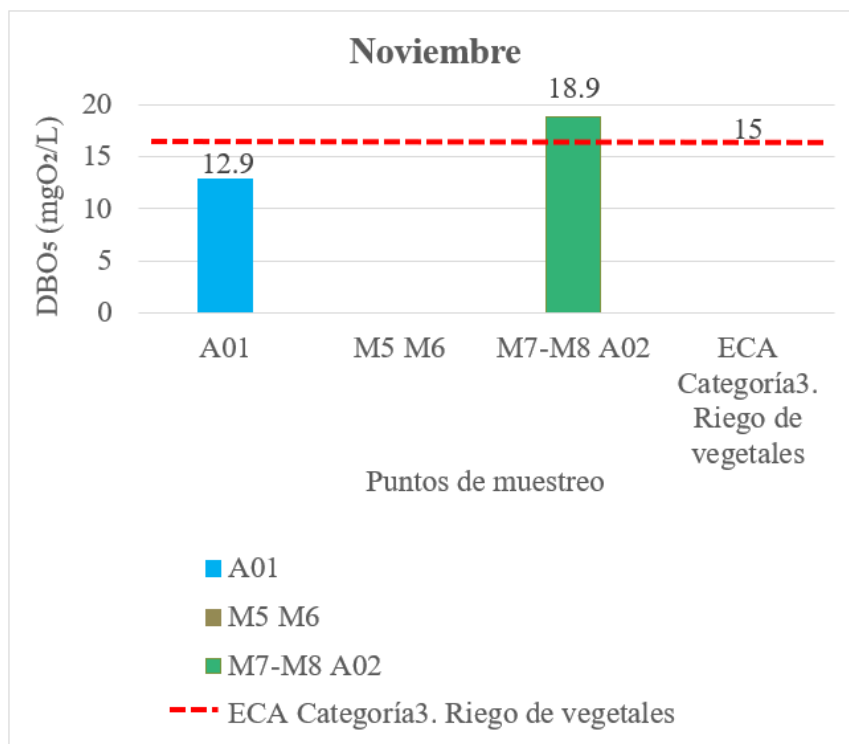


Figura 7. Comparación de DBO₅ mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 7 se aprecia que la concentración inicial de DBO₅ en el punto inicial de la quebrada A01 es de 12.9 mgO₂/L, mientras que en el punto final (M7 M8 A02) es de 18.9 mgO₂/L, lo que evidencia un aumento en sus concentraciones que sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), Categoría 3 para de vegetales. Similar al estudio de Meza (2016) en cuanto a la evaluación de la DBO₅ en aguas superficiales, que obtuvo un valor máximo de 20.87 mgO₂/L, el cual también sobrepasa la normativa vigente.

Por otro lado, la investigación presentada por Villareal (2016) muestra que las altas concentraciones de DBO₅ tuvieron un máximo de 10 mgO₂/L, valor que no supera el ECA y califica al recurso con las condiciones mínimas aptas para riego, enfatizando en monitorear la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas aledaña a la zona de estudio para impedir elevadas concentraciones de materia orgánica que alteren las concentraciones del parámetro en mención e impacten al recurso hídrico.

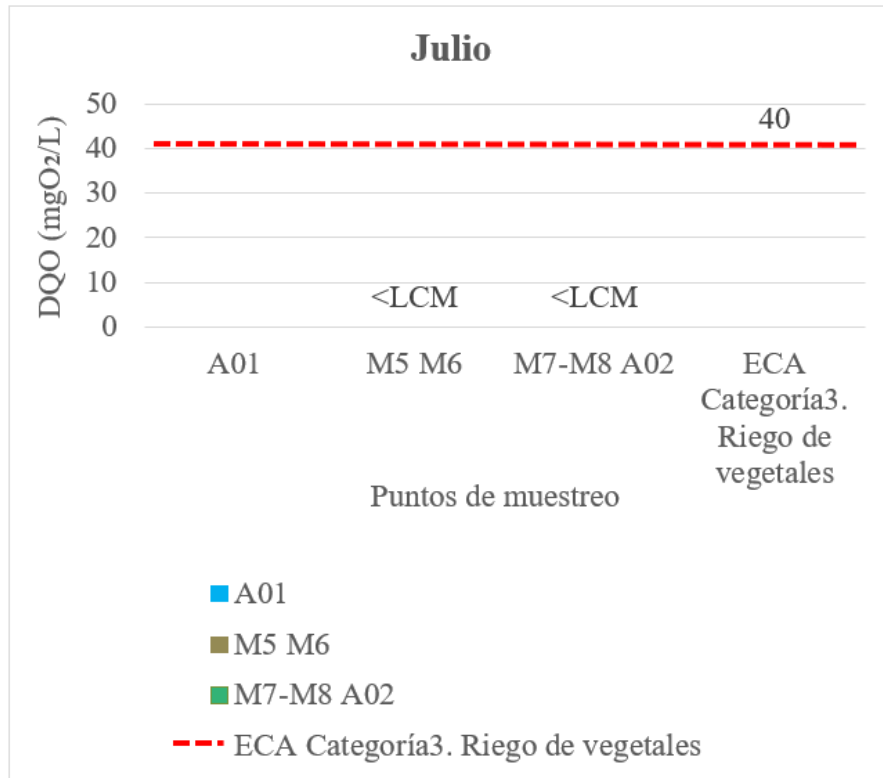


Figura 8. Comparación de DQO mes de julio con ECA - Agua

Respecto a la demanda química de oxígeno, en la figura 8 se puede apreciar que en ambos puntos de muestreo las concentraciones estuvieron por debajo del límite de cuantificación del método (<LCM), por ende, se cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), ya que no sobrepasan los 40 mgO₂/L, valor establecido para la categoría 3.

Los bajos valores reportados son debido a la ausencia de materia orgánica durante el mes de julio en los puntos muestreados, lo que afirma que el agua de la quebrada es apta para riego de vegetales.

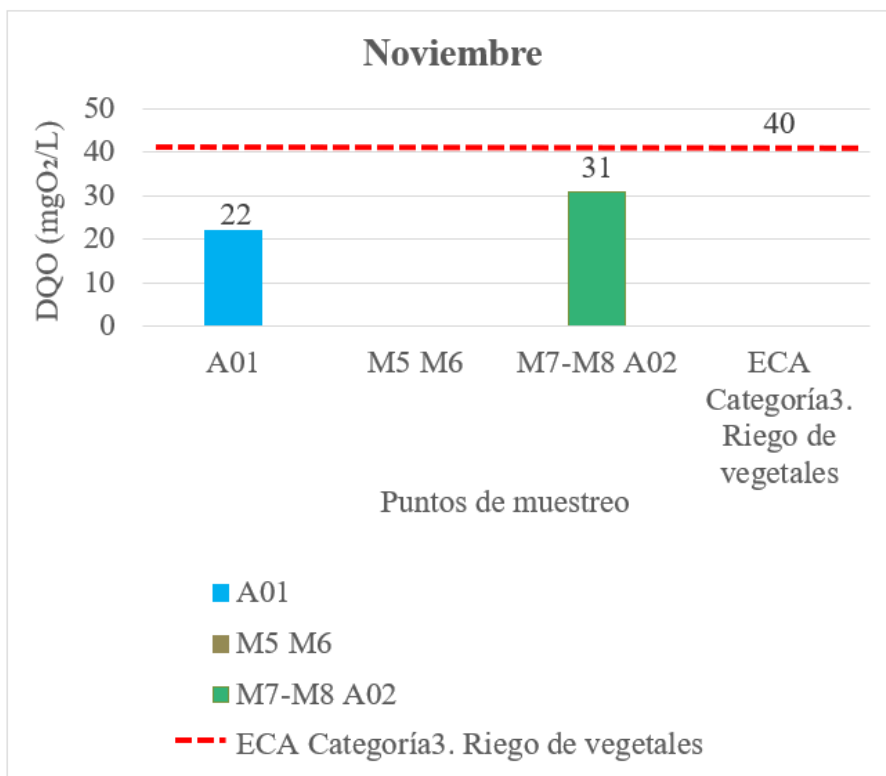


Figura 9. Comparación de DQO mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 9 se aprecia que la concentración inicial de la demanda química de oxígeno en el punto inicial de la quebrada A01 es de 22 mgO₂/L, mientras que en el punto final (M7 M8 A02) es de 31 mgO₂/L, lo que evidencia un aumento en su concentración.

Estudios como el de Teves (2016) reportó valores máximos de DQO (3,62 mg/L) el cual estuvo dentro de los ECA establecidos, demostrando que no existe contaminación por materia orgánica y que cualquier incremento se atribuye a la disminución del caudal del río, que a su vez aumenta los STS. En su investigación también reportó un cambio que DQO el cual pasó de 0.5 mgO₂/L a 3.5 mgO₂/L para la estación E2, similar a nuestro estudio, que, a pesar de existir un aumento en sus concentraciones, no superaron los valores límites del ECA para agua- Categoría III, que establece 40 mg/L.

Tanto la DBO como la DQO están relacionados con la presencia de sólidos y la carga de materia orgánica, sin embargo, de acuerdo a los resultados, los lixiviados del relleno sanitario no impactan el agua del riachuelo (M5M6) que se une a la quebrada principal que abastece de agua para riego y bebida de animales a la comunidad. Similar al estudio presentado por Meza (2016), que reportó concentraciones de 35 mg/L para la DQO, las cuales junto a otros parámetros como DBO y coliformes cumplieron con el ECA e indicaron la buena calidad del agua de la Subcuenca del Río Lampa.

Los metales son de mucha importancia en la evaluación de la calidad de agua para riego, entre los más significativos están el arsénico, cadmio, mercurio y plomo. (Reyes et al.,2016)

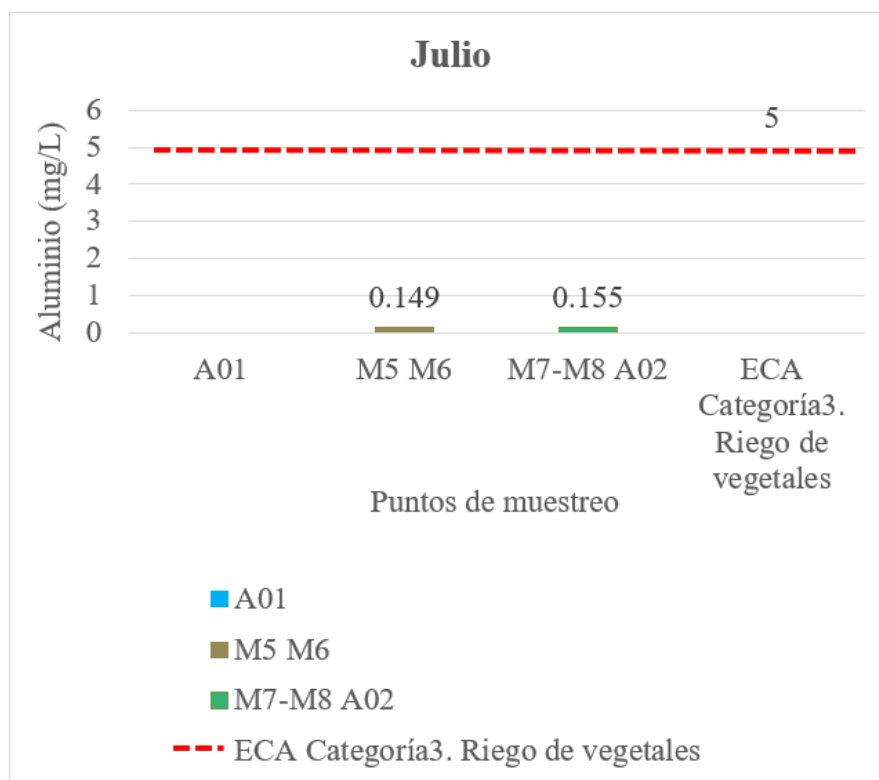


Figura 10. Comparación de aluminio mes de julio con ECA - Agua

En la figura 10 se puede apreciar la baja concentración de aluminio para el mes de julio, en el punto M5 M6 proveniente del riachuelo cercano al relleno sanitario es de 0.149 mg/L el

cual ingresan a la quebrada principal M7 M8 A02 (punto final del monitoreo) y se incrementa levemente a 0.155 mg/L. Mientras que en el mes de noviembre la concentración en el punto final es de 4.4 mg/L, valor que cumple con el ECA y que ha sufrido un aumento debido a una mayor infiltración por precipitaciones pluviales que al tener contacto con el suelo desprenden elementos como el aluminio (Ocas, 2017)

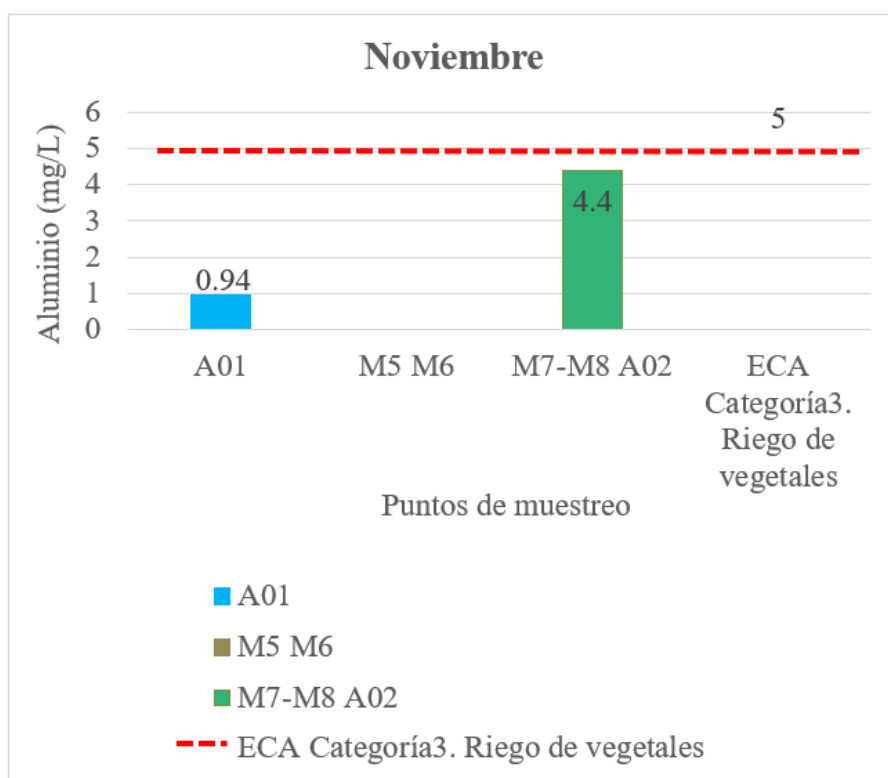


Figura 11. Comparación de aluminio mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 11 se puede apreciar que la concentración inicial de aluminio para el mes de noviembre en el punto A01 es de 0.94 mg/L, perteneciente a la quebrada principal, mientras que para el punto final de la quebrada M7 M8 A02 se incrementa notoriamente a 4.4 mg/L, valor que es signo de alerta ya que a pesar de no superar el ECA – agua que para riego de vegetales y bebida de animales está muy cerca de los 5mg/L.

Contrastando con el valor del M7M8 A02 del mes de julio el incremento se debe al arrastre de este elemento generado por las infiltraciones de lluvia.

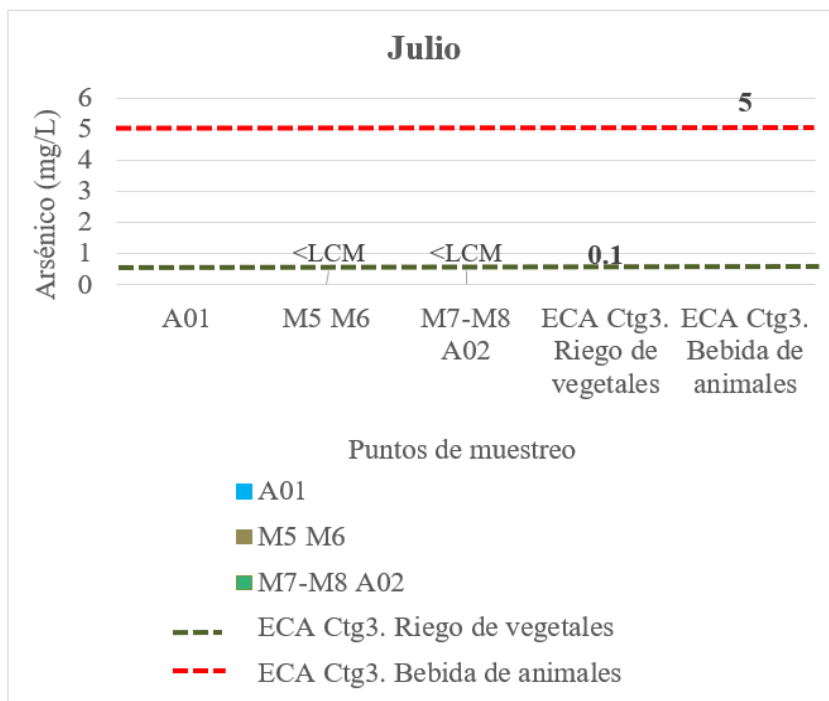


Figura 12. Comparación de arsénico mes de julio con ECA - Agua

En la figura 12 se observa que los valores del arsénico para el mes de julio se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método. Estos resultados son un claro indicativo que el agua del riachuelo que se une a la quebrada principal y discurre hasta el punto M7 M8 A02 se encuentran libres de este metal, con bajos riesgos de toxicidad, cumpliendo con el ECA y siendo apta para riego de vegetales y bebida de animales.

Contrastando con Díaz (2018) en su investigación obtuvo que, respecto a este metal, la máxima concentración obtenida fue de (0.001mg/L), similar a nuestro estudio, que para el mes de noviembre se obtuvo valores < 0.002 mg/L como máximo indicando que no existe presencia de contaminación por parte de este parámetro. (Ver figura 13)

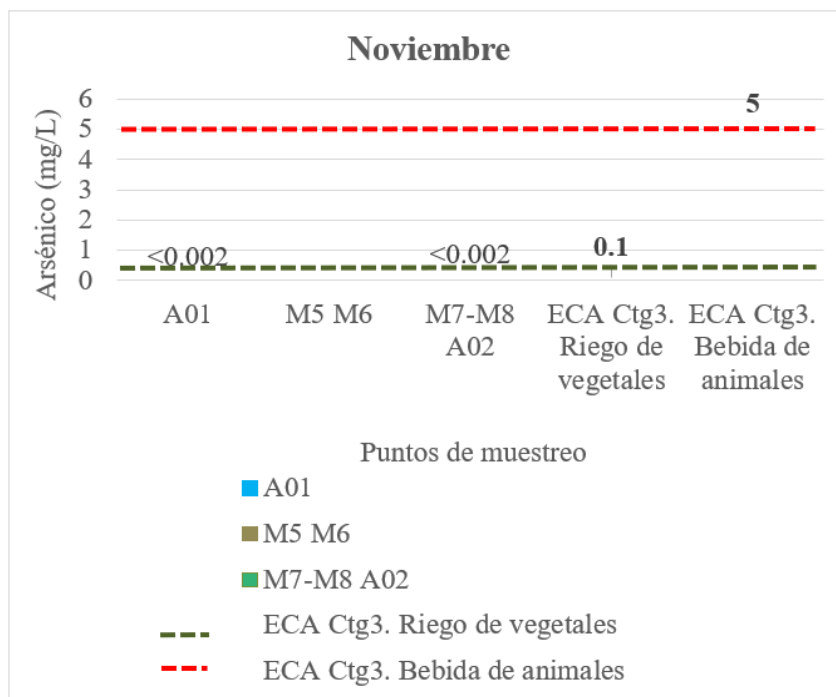


Figura 13. Comparación de arsénico mes de noviembre con ECA - Agua

Similar sucede con los resultados de bario, cadmio y cobre, para el mes de julio y noviembre, donde se puede apreciar resultados muy bajos o <LCM (por debajo del límite de cuantificación del método), valores tan bajos que el laboratorio no puede reportar y que si no cumplieran con el ECA para riego serían muy nocivos para el ser humano que tiene contacto con dichos metales a través del agua o la ingesta de alimentos contaminados. (Ver tabla 5 y tabla 8). (Ver figura 14 – 19)

Estudios como el de Pinzón (2010) sobre la contaminación por metales pesados en botaderos de basuras explica que el ser humano es vulnerable a contaminarse a través del contacto, inhalación o ingesta de vegetales que estén regados con agua que contengan estos elementos en altas concentraciones, es por ello que se recomienda monitorear y mejorar las técnicas de remediación que disminuyan el nivel de contaminación por lixiviados, promoviendo la estabilización del suelo y protegiendo la calidad de agua de los ríos y quebradas aledañas al botadero.

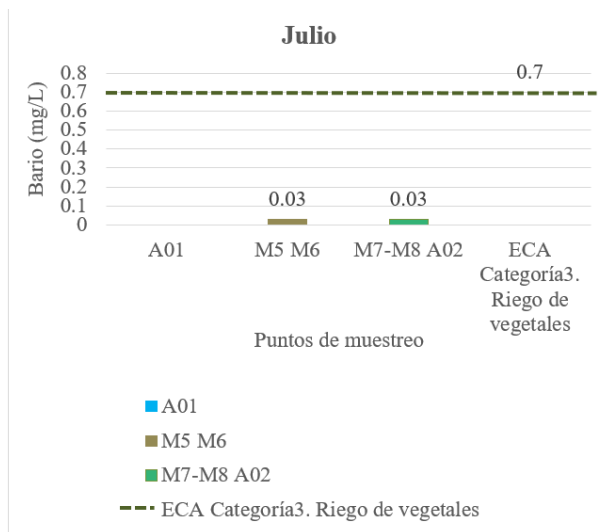


Figura 15. Comparación de bario mes de julio con ECA - Agua

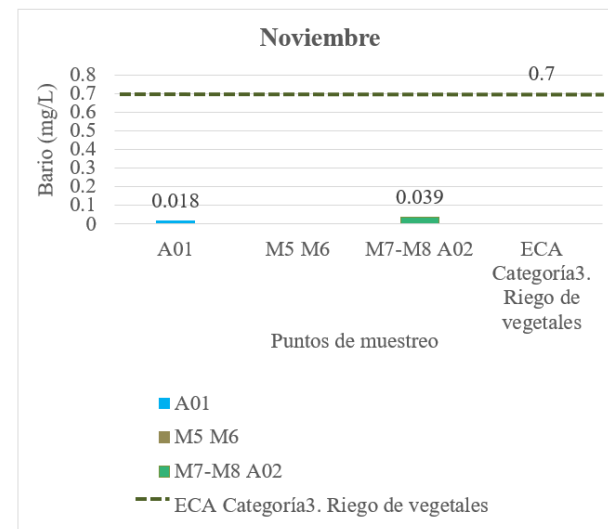


Figura 14. Comparación de bario mes de noviembre con ECA - Agua

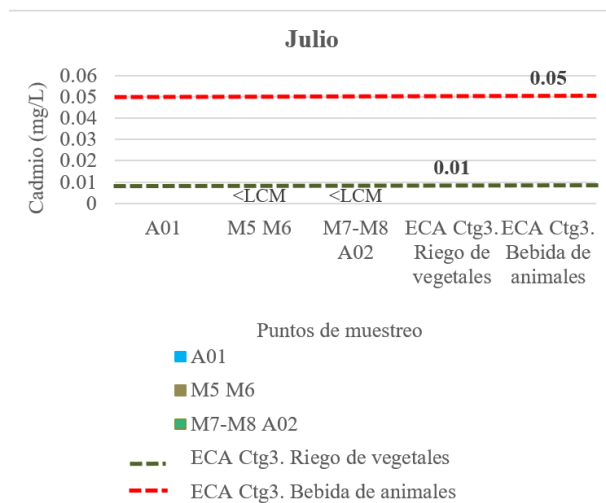


Figura 17. Comparación de cadmio mes de julio con ECA - Agua

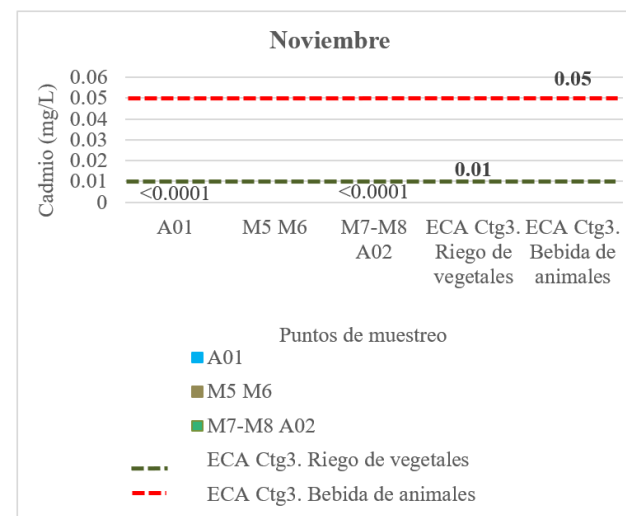


Figura 16. Comparación de cadmio mes de noviembre con ECA - Agua

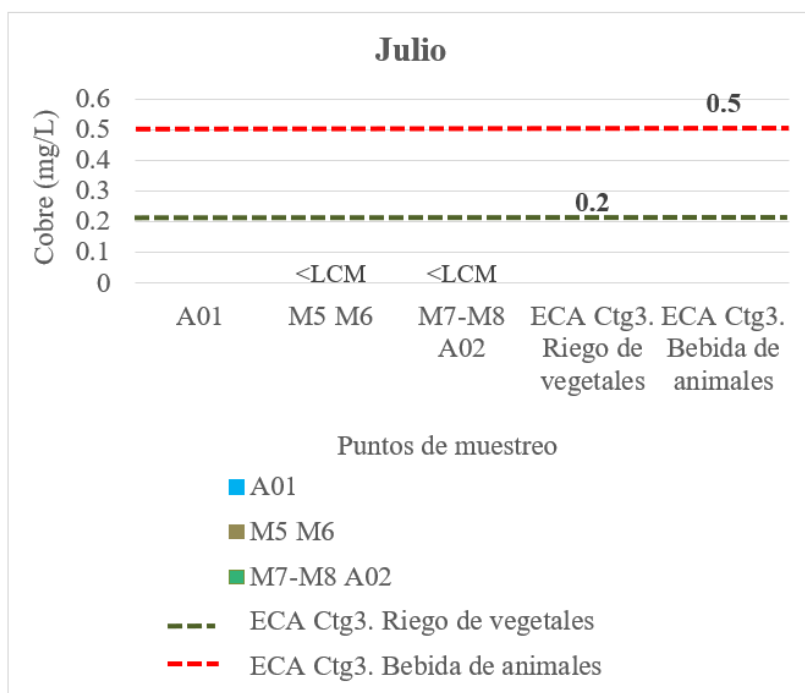


Figura 18. Comparación de cobre mes de julio con

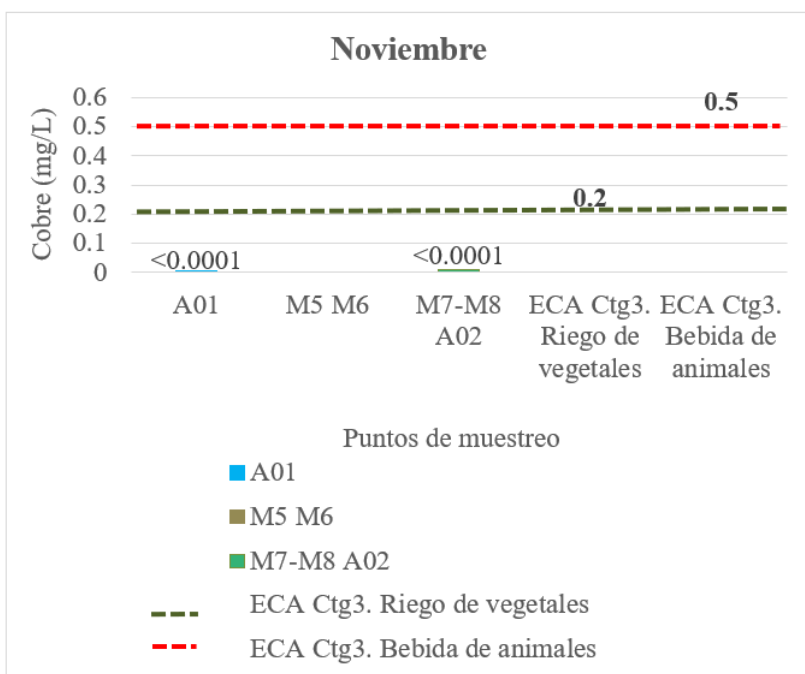


Figura 19. Comparación de cobre mes de noviembre con

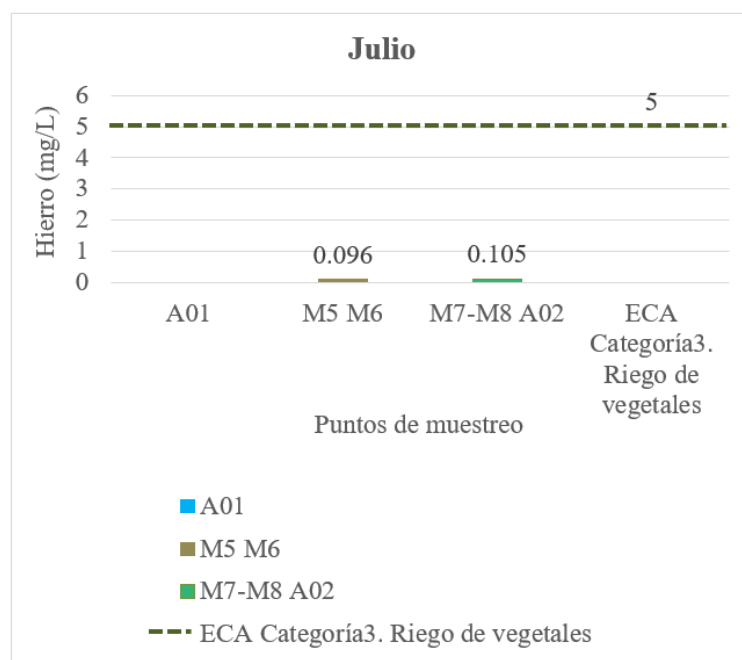


Figura 20. Comparación de hierro mes de julio con ECA -

En la figura 20 se observa que las concentraciones de hierro en el mes de julio son bajas, tanto en el M5M6 como en el punto final del monitoreo de la quebrada principal M7 M8 A02, con un valor máximo de 0.096 mg/L y 0.105 mg/L, respectivamente, A pesar de evidenciarse un ligero aumento, los resultados para este metal se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que para la categoría 3. Riego de vegetales establece no exceder de los 5 mg/L.

Contrastando con el estudio presentado por Ocas (2017), las concentraciones de este metal para su estudio reportaron un valor máximo de 0.589 mg/L los valores establecidos por el ECA, muy similar a nuestros resultados para el mes de noviembre (Ver figura 21), que en el punto M7M8 A 02 el valor asciende a 4.816 mg/L, estando al límite de lo que exige el Estándar de Calidad Ambiental (máximo 5 mg/L para aguas destinadas a riego de vegetales). Este resultado puede deberse al incremento de precipitaciones para el mes de noviembre, época en la que son más recurrentes las lluvias y por medio de la disolución de minerales encontrados en la corteza terrestre, arrastran el hierro a las fuentes de agua superficiales

aumentando sus concentraciones, sumado a ello el riachuelo que se une a la quebrada principal se encontró con coloraciones un poco rojizas, debido al acomplejamiento del mineral.

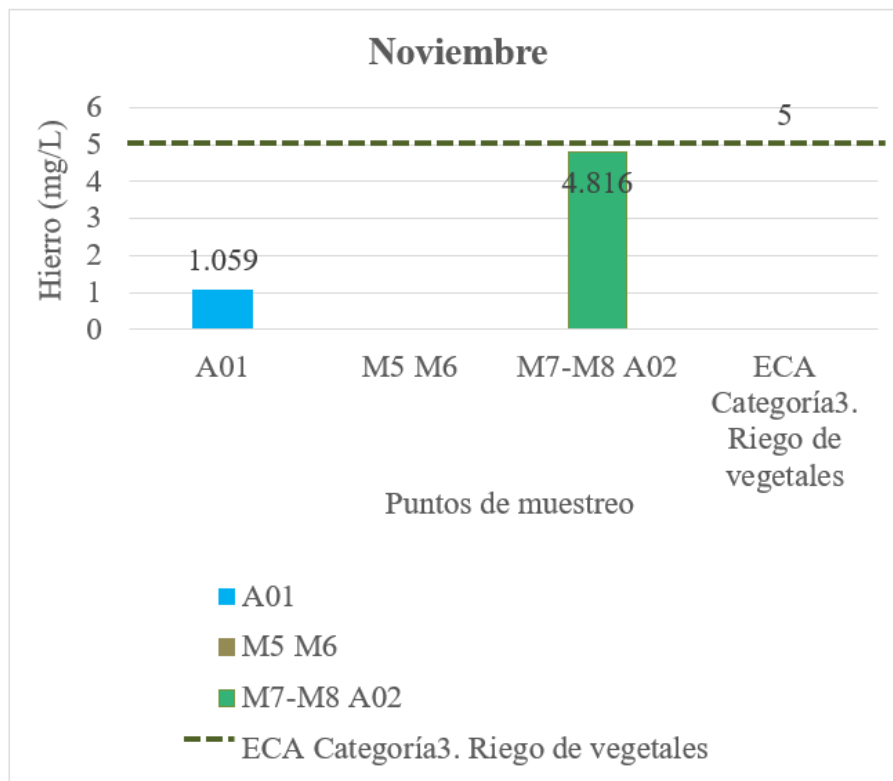


Figura 21. Comparación de hierro mes de noviembre con ECA - Agua

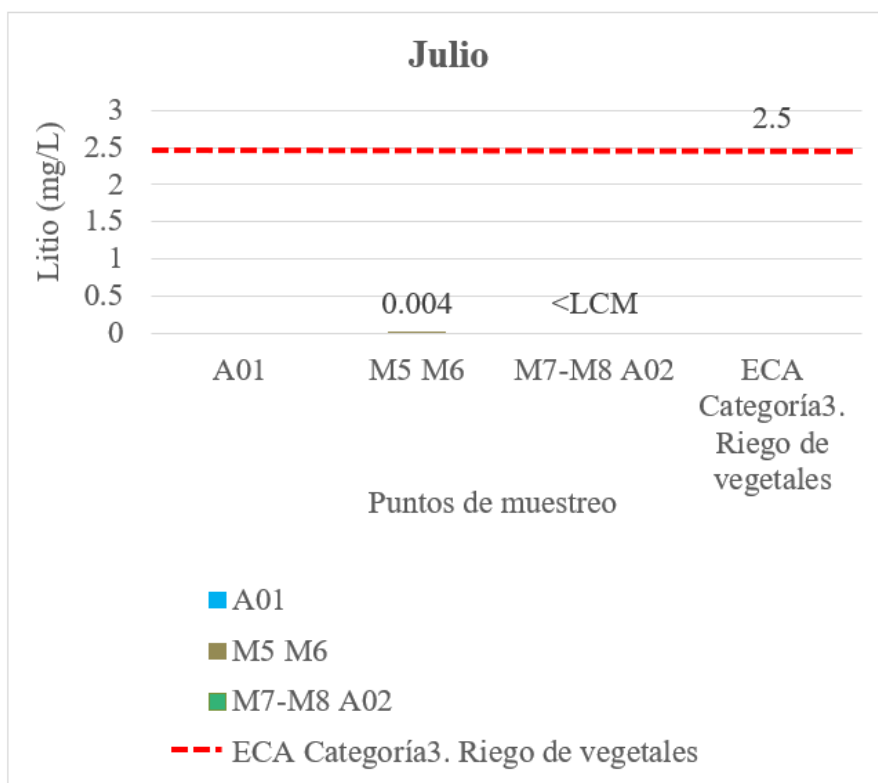


Figura 22. Comparación de litio mes de julio con ECA - Agua

En la figura 22 se aprecia la concentración de litio en los puntos muestreados para el mes de julio, tanto al inicio en el riachuelo (M5M6) como en el punto final del monitoreo (M7 M8 A02), los valores son tan bajos que no superan el nivel de concentración máximo permitido por el Estándar de Calidad Ambiental para agua, que según D.S. N° 004-2017 MINAM establece 2.5 mg/L como máximo para agua de riego de vegetales.

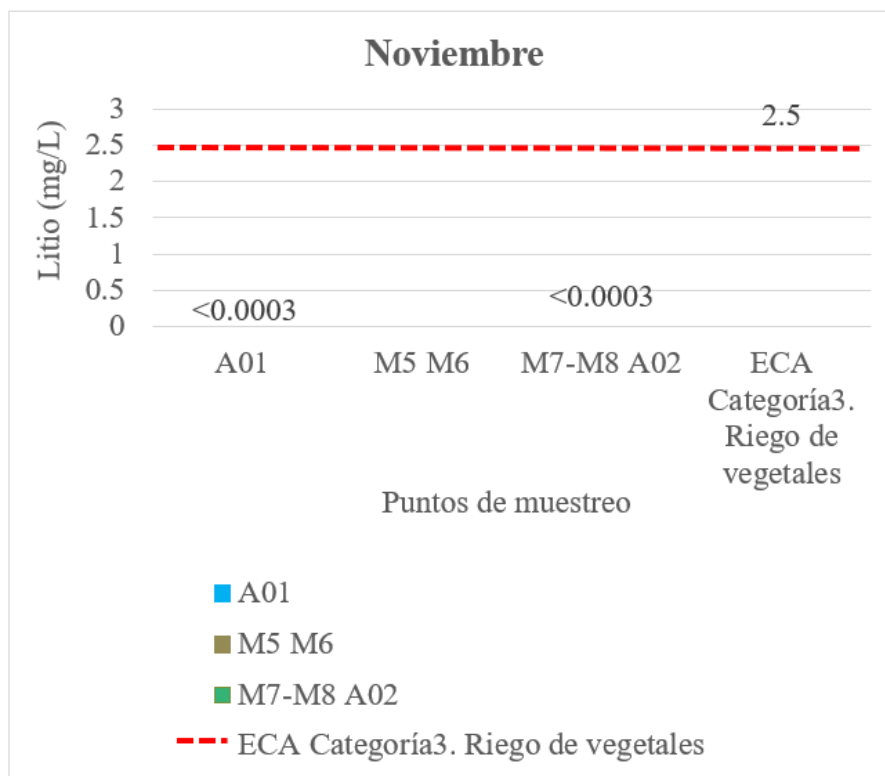


Figura 23. Comparación de litio mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 23 se aprecia que las concentraciones de litio en los puntos muestreados para el mes de noviembre son iguales tanto en el punto inicial de la quebrada A01 como en el punto final M7M8 A02, con valores menores a 0.0003 mg/L. Los resultados no superan el nivel de concentración máximo permitido por el Estándar de Calidad Ambiental para agua, que según D.S. N° 004-2017 MINAM establece 2.5 mg/L como máximo para agua de riego de vegetales.

Contrastando con el estudio presentado por Díaz (2018) que reportó valores máximos de hierro (0.279 mg/L), fueron muy similares a nuestro, ambos cumpliendo con el ECA y a la vez indicando que la presencia de un relleno sanitario aledaño a la quebrada en estudio no impacta negativamente sobre el recurso, es decir, hay un adecuado manejo de los residuos y de los lixiviados generados que impiden que la descomposición de estos desechos contamine el recurso.

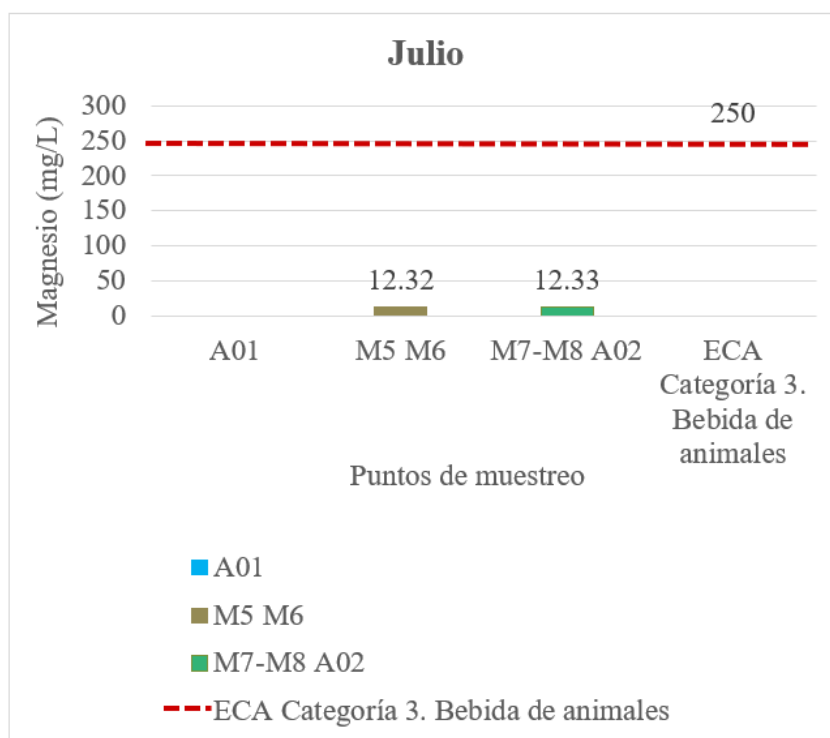


Figura 24. Comparación de magnesio mes de julio con ECA - Agua

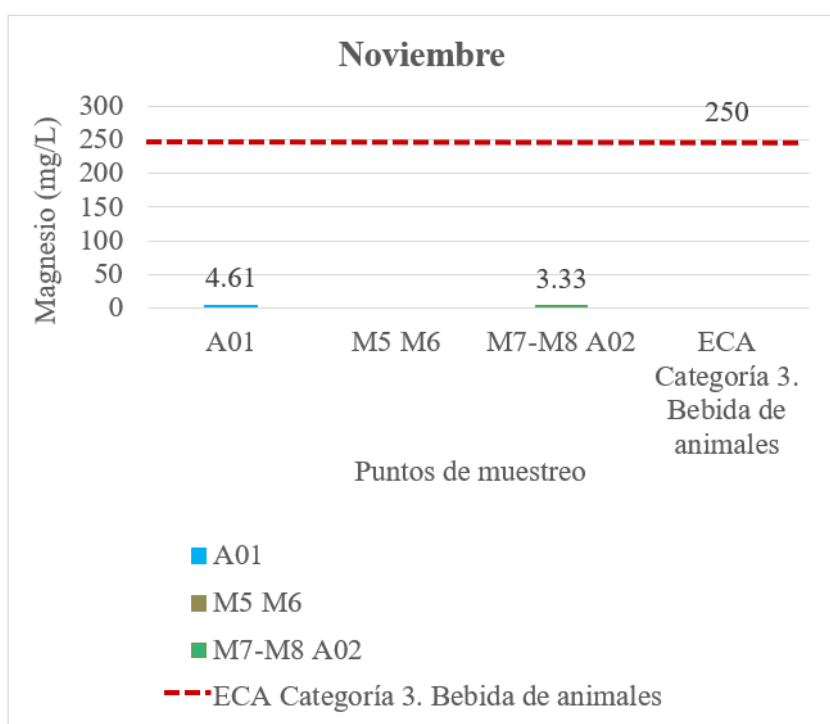


Figura 25. Comparación de magnesio mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 24 se observa que los valores de magnesio en el mes de julio son muy similares, encontrándose 12.32 mg/L para el punto M5 M6, perteneciente al riachuelo aledaño al

relleno sanitario y 12.33 mg/L para el punto M7 M8 A02, perteneciente al punto final de la quebrada. Ambos valores se encuentran por debajo del ECA, que para la categoría 3. Bebida de animales, establece no exceder de 250 mg/L.

Por otro lado, en la figura 25 se observa que las concentraciones de magnesio para el mes de noviembre han disminuido, el punto M7M8 A02 (quebrada principal) desciende a 3.33 mg/L, lo que indica que no existe contaminación por este metal y tampoco hay riesgo de incrementar la dureza de agua. Los valores obtenidos se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría3, bebida de animales.

El manganeso tiene un comportamiento similar, valores de 0.046 mg/L en el mes de julio descienden a <0.001 mg/L para el mes de noviembre, encontrándose los valores de ambos meses por debajo Estándar de Calidad Ambiental, categoría 3, que establece no superar 0.2 mg/L para riego de vegetales. (Ver figura 26 y 27)

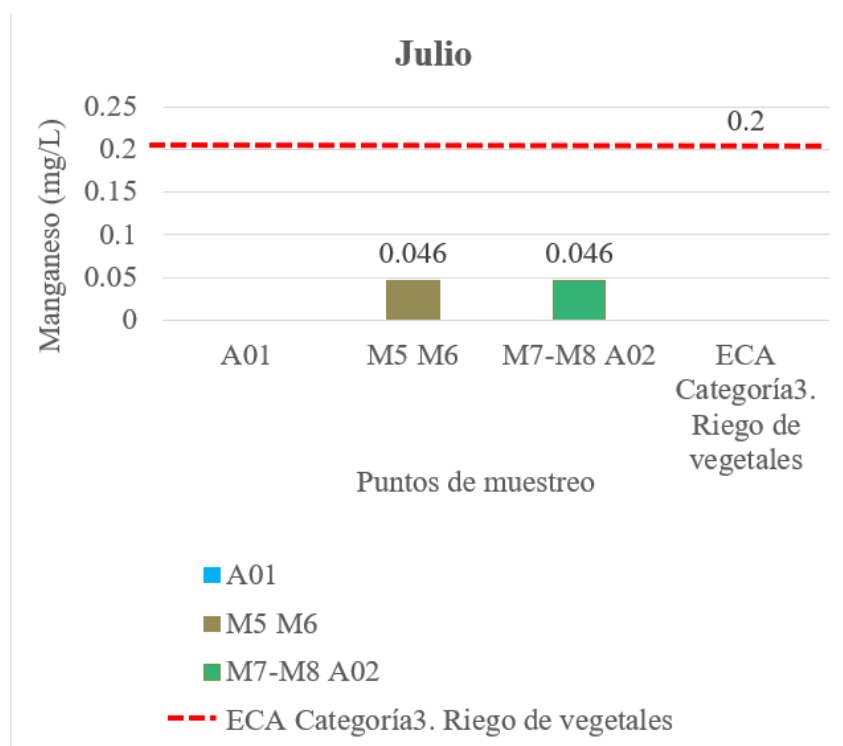


Figura 26. Comparación de manganeso mes de julio con ECA - Agua

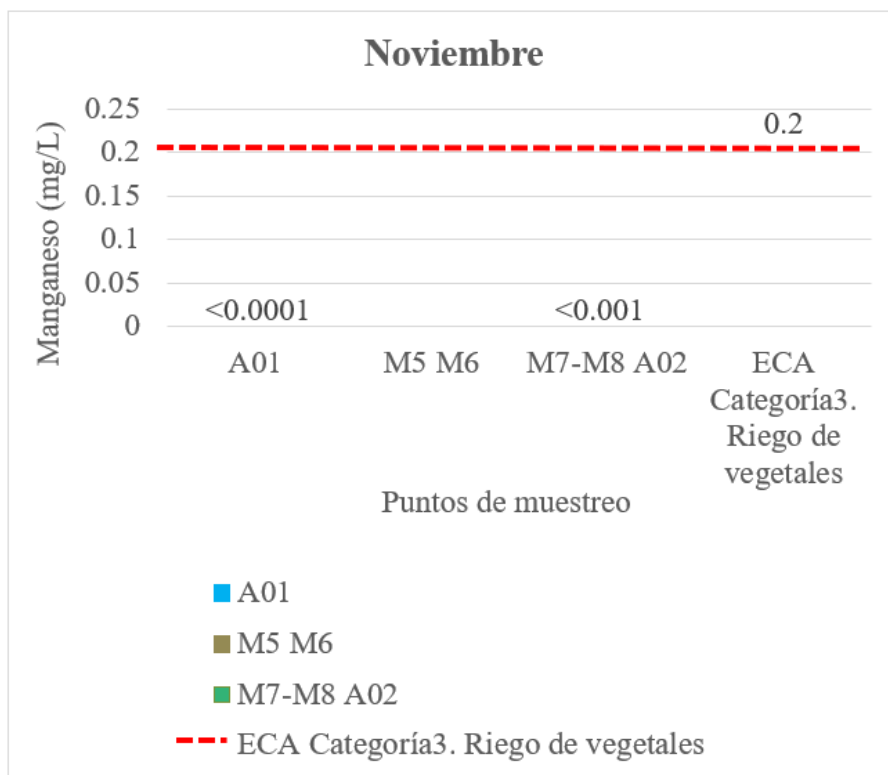


Figura 27. Comparación de manganeso mes de noviembre con ECA - Agua

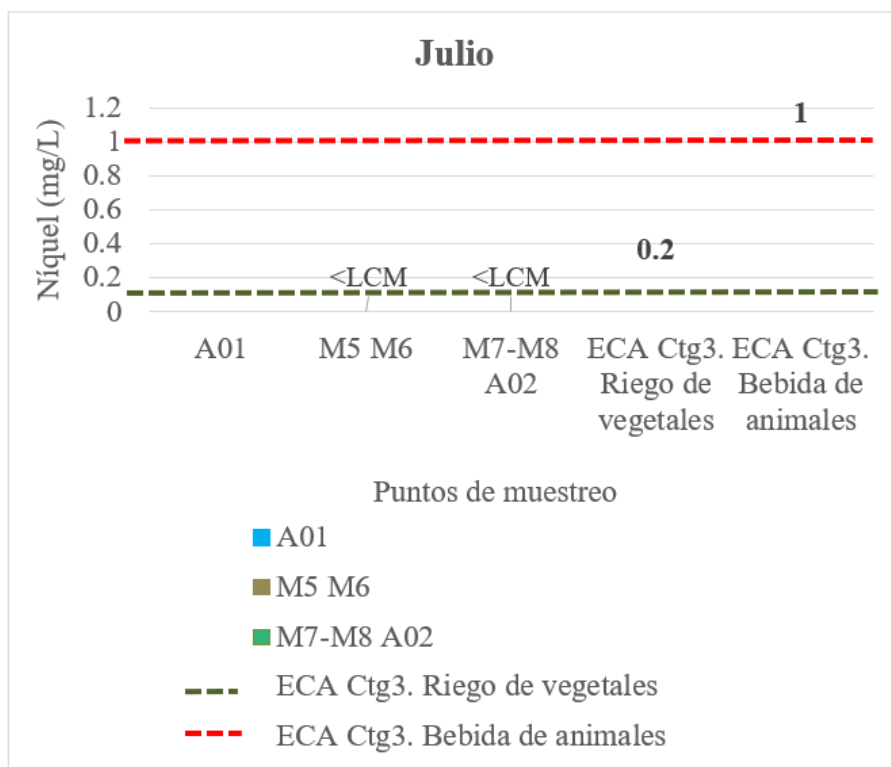


Figura 28. Comparación de níquel mes de julio con ECA - Agua

En la figura 28 se observa que las concentraciones de níquel en el mes de julio se encuentran por debajo del límite de cuantificación del método (<LCM), afirmando que no hay presencia de este metal en los puntos muestreados. Los resultados se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales que mediante el D.S. N° 004-2017 MINAM establece 0.2 mg/L y 0.1 mg/L, respectivamente.

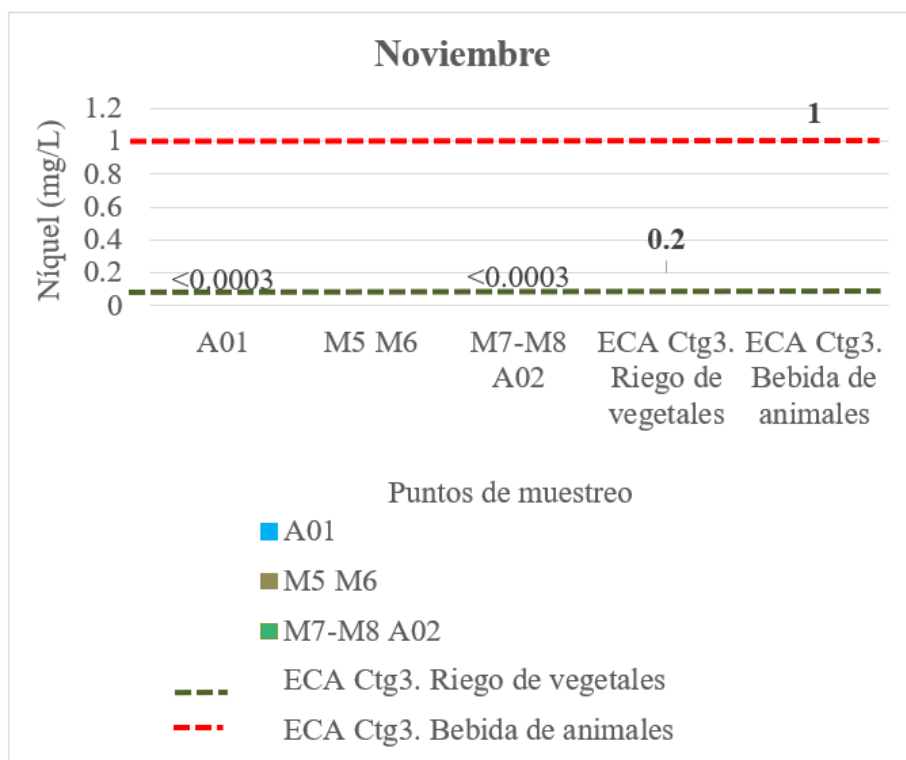


Figura 29. Comparación de níquel mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 29 se observa un comportamiento similar en las concentraciones de níquel para el mes de noviembre, obteniéndose para el punto inicial de la quebrada A01 <math>< 0.0003</math> mg/L, al igual que el punto final, dichos valores se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3.

Las bajas concentraciones del níquel son debido a que este elemento se encuentra más en rocas ígneas y de acuerdo a la geología de la zona de nuestro estudio las que predominan son las rocas sedimentarias.

Respecto a las concentraciones de plomo, en la figura 30 se puede ver el comportamiento de este metal presente en el agua para el mes de julio, obteniéndose valores tan bajos que han sido reportados como <LCM y que cumple el ECA, categorías 3 para riego de vegetales. Es importante monitorear este metal al igual que el zinc, ya que presentes en el agua con altas concentraciones representan un peligro por su alta toxicidad, sin embargo, en el riachuelo aledaño al relleno sanitario de Cajamarca

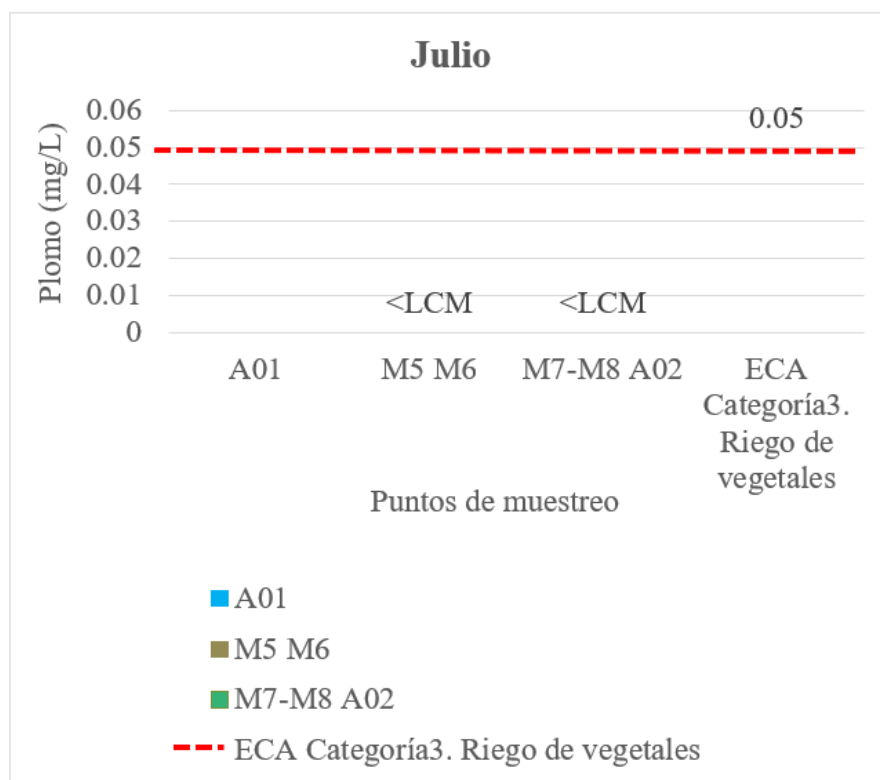


Figura 30. Comparación de plomo mes de julio con ECA - Agua

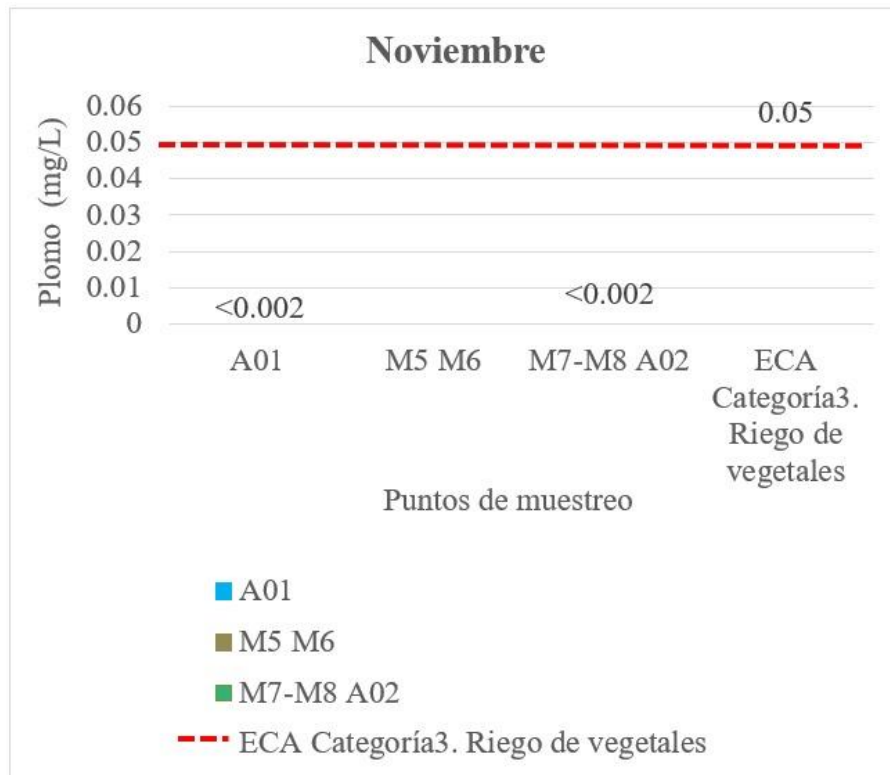


Figura 31. Comparación de plomo mes de noviembre con ECA - Agua

Por otro lado, en la figura 31 podemos apreciar los resultados para el mes de noviembre, los cuales tienen un comportamiento similar al mes de julio, obteniéndose <0.002 para el punto inicial y final de la quebrada en estudio, lo que cumple con el ECA, y es un claro indicador que a pesar de existir actividades de lixiviados en la zona, éstos no llegan a impactar el cuerpo de agua, permitiendo el uso de este recurso para riego de vegetales y bebida de animales sin riesgo de contaminación por metales totales ya que los resultados en todos los puntos de monitoreo se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que según el DS. N° 004 - 2017 – MINAM establece que para la Categoría 3 riego de vegetales no se debe exceder de 2.5 mg/L.

Reyes et al., (2016) en su investigación menciona que los metales con más impacto son el mercurio, arsénico, cadmio y plomo, los cuales se evidenciaron en el agua y su entorno. Sin embargo, en nuestro estudio los metales totales analizados se encontraron por debajo de los

Estándares de Calidad Ambiental (ECA), DS. N° 004 - 2017 – MINAM para la Categoría, reportando una calidad de agua apta para riego de vegetales y bebida de animales, frenando las preocupaciones de encontrar excesivas concentraciones de metales en el agua debido a los lixiviados del relleno sanitario.

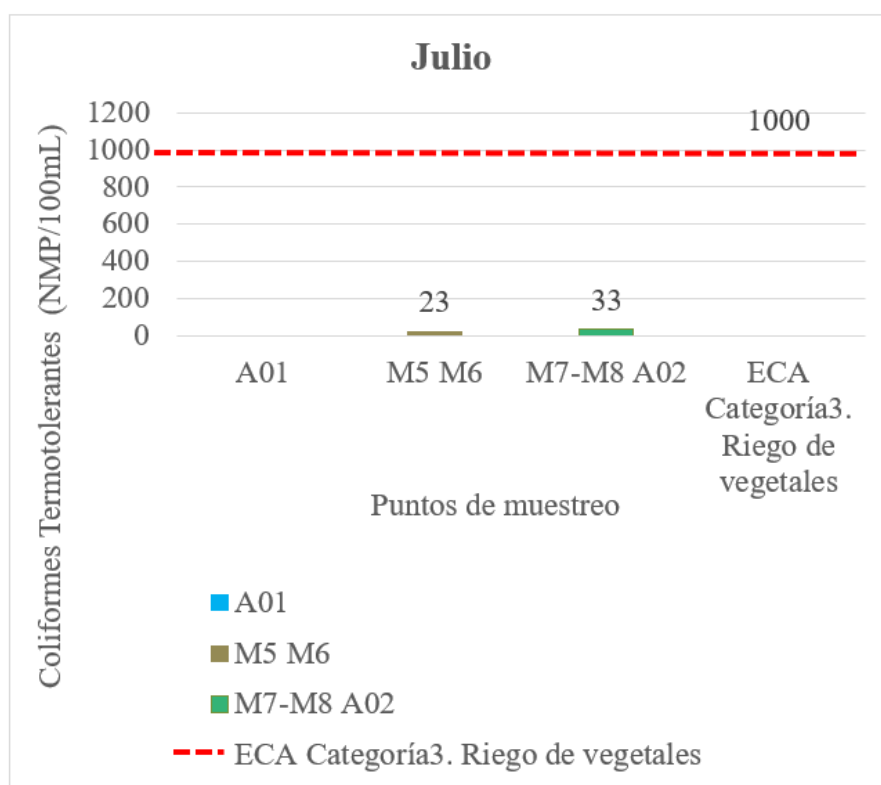


Figura 32. Comparación de coliformes termotolerantes mes de julio con ECA - Agua

En la figura 32 se observa que las concentraciones de coliformes termotolerantes para el mes de julio, obteniéndose de 23 NMP/100 mL para el punto M5M6, perteneciente al riachuelo del relleno sanitario de Cajamarca. Similar concentración al del punto final de la quebrada M7M8 A02, que se incrementó levemente a 33 NMP/100 mL, ambos valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que para la categoría 3. Riego de vegetales establece 1000 NMP/100 mL.

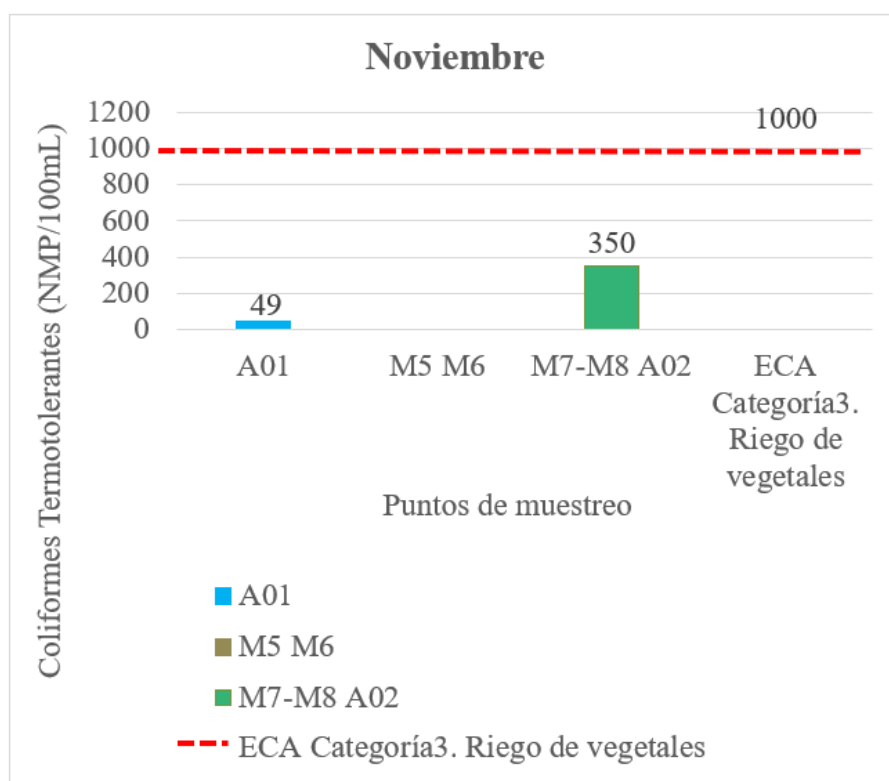


Figura 33. Comparación de coliformes termotolerantes mes de noviembre con ECA - Agua

En la figura 33 se observa que las concentraciones de coliformes termotolerantes se han incrementado, evidencia de ello es el paso de 33 NMP/100 mL. en el mes de julio (Ver figura 10) a 350 NMP/100 mL para el punto final de la quebrada M7M8 A02, que corresponde al agua fusionada de la quebrada principal y el riachuelo cercano al relleno sanitario (M5 M6). Sin embargo, los resultados no sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), que según el DS. N° 004 - 2017 – MINAM establece no exceder de 1000 NMP/ 100 mL para la Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales.

Similar al estudio presentado por Meza (2016) que a fin de determinar la calidad ambiental del recurso hídrico del río Lampa, obtuvo que el parámetro coliforme termotolerantes no superó el ECA, siendo 820 NMP/100 mL menor a lo establecido en la normativa.

Sin embargo, estudios como el de Díaz (2018) reportó (54000 NMP/100 mL) para la concentración de coliformes termotolerantes, afirmando que superó el ECA, debido a los problemas de contaminación existentes en la zona que alteran el recurso hídrico y representan un riesgo en el desarrollo de los cultivos y la salud humana de ser el caso de utilizarse para riego y bebida de animales.

4.2. Conclusiones

Se determinó la calidad del agua de la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019, que de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la Categoría 3 es buena y apta para riego de vegetales y bebida de animales, ya que los valores de los parámetros fisicoquímicos, aniones y metales totales cumplen con lo establecido en la normativa, concluyendo, de esta manera, que los lixiviados generados en el relleno sanitario durante el año 2019 tienen un impacto mínimo en el riachuelo que une a la quebrada principal y no altera las condiciones mínimas para el uso actual que le dan los pobladores de la comunidad.

Se logró determinar parámetros fisicoquímicos del agua, como aniones, DBO₅, DQO y metales totales en el agua, concluyendo que todos los parámetros fisicoquímicos se encontraron por debajo de los ECA – Agua, a excepción de las concentraciones de DBO₅ para el mes de noviembre (18.9 mgO₂/l) que superó al ECA al ser mayor del valor límite establecido para la Categoría 3 (15 mgO₂/L).

Se determinó las concentraciones de Coliformes Termotolerantes en los dos monitoreos, obteniéndose 33 NMP/ 100 mL y 350 NMP/ 100 mL en el punto M7 M8 A02 para el mes de julio y noviembre, respectivamente. Valores que no sobrepasaron los Estándares de Calidad Ambiental, para la categoría 3. Riego y Bebida de animales, concluyendo que no hay presencia de contaminación por este parámetro.

Se compararon los resultados de los parámetros evaluados con los estándares de calidad ambiental – Categoría 3, establecidos en el D.S. N° 004-2017.MINAM, lo

que permitió concluir el estado de calidad de agua del manantial, además de alertar sobre la DBO₅, parámetro que presentó riesgo de contaminación tras exceder las concentraciones máximas de acuerdo al ECA, y que se debe monitorear para evitar problemas de contaminación como el exceso de STS, nitritos y nitratos provenientes del lixiviados que al tener contacto con el agua de la quebrada alteran el oxígeno presente en el recurso, produciendo la proliferación de algas que acaba con oxigenación de las plantas acuáticas y el deterioro de la biodiversidad.

Limitaciones del estudio:

Durante el desarrollo de la presente investigación, las limitaciones estuvieron dadas por dos cuestiones: La primera es la escasa accesibilidad a muestrear el relleno sanitario, que en un primer momento nos plantamos realizar, esto no fue posible debido a requerimientos internos y políticas del mismo relleno.

Segundo, el costo de los muestreos, ya que evaluar aniones, DBO₅, DQO, coliformes y metales totales en al menos cuatro puntos no resulta muy económico. Sin embargo, esta limitación se logró solucionar, gracias al apoyo de la entidad que realiza muestreo a favor de la municipalidad provincial de Cajamarca, quienes nos proporcionaron la data para el mes de noviembre.

REFERENCIAS

- Agudelo C., R. M. (2005). *El agua, recurso estratégico del siglo XXI*. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 91–102. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2005000100009
- ANA (2017). *Autoridad Nacional del Agua registra fuentes de aguas termales en Cajamarca*. Autoridad Nacional del Agua. Recuperado de <http://www.ana.gob.pe/noticia/autoridad-nacional-del-agua-registra-fuentes-de-aguas-termales-en-cajamarca>
- ANDINA (2008). *Inventario de manantiales en el Perú*. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/water/es/>
- Astorga. (2018). *Tratamiento De Lixiviados De Un Relleno Sanitario: Propuesta Y Evaluación De Un Sistema De Humedales Artificiales*. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152920/Tratamiento-de-lixivados-de-un-relleno-sanitario-Propuesta-y-evaluaci%C3%B3n-de-un-sistema.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernache-Pérez, G. (2012). Gerardo BERNACHE PÉREZ Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social , CIESAS , Unidad Occidente . Ave . España 1359 Col . Moderna Guadalajara , Jalisco Correo electrónico ; gerardo.bernache@gmail.com INTRODUCCIÓN Los sitios de di. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 28 Sup., (1), 97–105.

- Chávez, W. (2011). *Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Mex.* (Tesis de Posgrado). Centro de Investigación en Materiales Avanzados CIMA. Recuperado de <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/403/1/Tesis%20Wendy%20Margarita%20Ch%C3%A1vez%20Montes.pdf>
- DIGESA. (2009). Parámetros Organolépticos. En Gesta Agua. Recuperado de: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- Díaz, P. (2018). *Determinación de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Agua de la Quebrada Chupishiña, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas región San Martín.* (Tesis de Pregrado). Universidad Peruana Unión. Recuperado de <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1532>
- Gómez, H., Cruz, C., Porcel, R. A., & Velasco, F. (2015). Impacto del Lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del agua superficial y subterránea. *Revista Mexicana de Ciencias Biológicas*, 32(3), 514–526. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcg/v32n3/2007-2902-rmcg-32-03-00514.pdf>
- FAO (2015). *Objetivos del Desarrollo Sostenible.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/water/es/>
- Meza, V. (2016). *Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa.* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3472>

- MINAM. (2017). *Approve Environmental Quality Standards (ECA) for Air and establish complementary provisions. El peruano Official Newspaper*, 6–9. Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Ocas, H. (2017). *Calidad del agua de los manantiales que abastecen a la población del caserío de Pomabamba – distrito de Jesús – Provincia de Cajamarca*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1731/Tesis_Calidad%20de%20Aguas%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- OEFA (2014). *La Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos*. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Recuperado de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/water/es/>
- Pinzón, B. (2010). *Contaminación por metales pesados en el botadero de basuras de Moravia en Medellín* (Tesis de Posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6797>
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M. y González, E. (2016). Contaminación por Metales Pesados: Implicaciones en Salud, Ambiente y Seguridad Alimentaria. En *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 16 (2), pp. 66 - 77. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096110>
- Teves, B. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cagra, región Lima*. (Tesis de Posgrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6797>
- Valenzuela, L., Ramírez-Hernández, J., Sol, J. A., & Reyes, J. A. (2011). Alternativas para la eliminación doméstica de fluor en el agua de consumo humano. *Información Tecnológica*, 22(2), 23–32. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642011000200004>

Villareal, M. (2016). *Calidad de agua del río San Juan, en el departamento de Pasco*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Federico Villareal, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1570>

ANEXOS

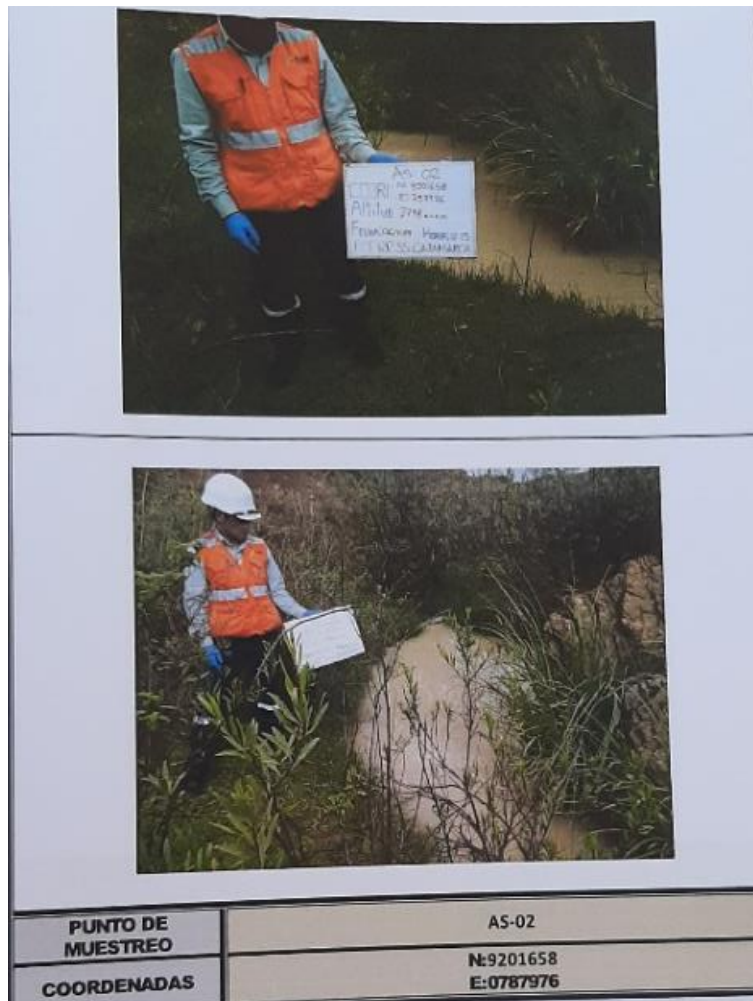
ANEXO 1: Mapa de ubicación de la zona de estudio.



ANEXO 2: Panel fotográfico toma de muestras para el mes de julio del 2019.



ANEXO 3: Panel fotográfico toma de muestras para el mes de noviembre del 2019.



CADENA DE CUSTODIA
HT7.5.8.01

PÁGINA: 1 DE 2

FECHA DE EMISIÓN: 2009/07/18 N° DE REVISIÓN: 06

LABORATORIO
de AGUA

Cajamarca

Fecha de muestra: 09.11.19

Identificación de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Emisión: 09.11.19

Fecha de Recipiente: 11.09.19

Identificación de la Muestra: *M2*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Recipiente: 11.09.19

Identificación de la Muestra: *M6*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Recipiente: 11.09.19

Identificación de la Muestra: *M2*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Recipiente: 11.09.19

Identificación de la Muestra: *M2*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Recipiente: 11.09.19

Identificación de la Muestra: *M1*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Recipiente: 10.21.19

Identificación de la Muestra: *M2*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Recipiente: 10.21.19

Identificación de la Muestra: *M4*

Localización de la Muestra: *Quebrada San José de Canay - Quebrada*

Fecha de Recipiente: 10.20.19

Observaciones: *492*

Este Documento no debe ser reproducido, distribuido, almacenado o prestado, total o parcialmente, sin la autorización del Responsable del Laboratorio.

Anexo 4: Resultados de los parámetros evaluados – julio del 2019.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA			
			
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-084			
INFORME DE ENSAYO N°		IE 0619355	
DATOS DEL CLIENTE/USUARIO			
Razon Social/Usuario	MIGUEL QUISPE BECERRA / JOSE SMITH MONTALVO QUIROZ		
Dirección	-		
Persona de contacto	-	Comeo electrónico	miguel_qp01@hotmail.com
DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	04.06.19	Hora de Muestreo	10:00 a 11:10
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestras	08 Muestras	N° Frascos x muestra	05
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos y Biológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el personal Usuario		
Procedencia de la Muestra:	JESÚS - CAJAMARCA		
DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO			
N° Contrato	SC - 484	Cadena de Custodia	CC - 355 - 19
Fecha y Hora de Recepción	04.06.19	12:30	Inicio de Ensayo 04.06.19 13:00
Reporte Final de Resultados	13.06.19	10:00	
 Ing. Edder Miguel Neyra Jaico Responsable de Oficina CIP: 147028			
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA			
Cajamarca, 03 de Julio de 2019.			
1 de 6			
<small>LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA - ASEGURA LA CONTABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N, EBB. EL BIRQUE, CAJAMARCA - PERU Email: muestreos@lra.gob.pe FON: 05320 4000 114</small>			



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0619355

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			M5	M6	M7	M8	-	-
Código Laboratorio			0619355-01	0619355-02	0619355-03	0619355-04	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra			Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.149	0.169	0.149	0.155	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.030	0.030	0.029	0.030	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	54.66	54.18	54.42	55.60	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.096	0.097	0.109	0.106	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.318	0.317	0.304	0.287	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.004	<LCM	0.004	<LCM	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	12.32	12.31	12.34	12.33	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.046	0.048	0.044	0.046	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	1.496	1.505	1.510	1.427	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	1.482	1.604	1.564	1.497	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	4.440	4.438	4.414	4.468	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.444	0.445	0.445	0.446	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Cajamarca, 03 de Julio de 2019.



2 de 6



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0619355

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS					
Código Cliente			M5	M6	M7	M8	M1	M2
Código Laboratorio			0619355-01	0619355-02	0619355-03	0619355-04	0619355-05	0619355-06
Matriz			NATURAL	NATURAL	NATURAL	NATURAL	RESIDUAL	RESIDUAL
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Industrial	Industrial
Localización de la Muestra			Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	Comunidad San José de Canay - Dist. Jesús - Cajamarca	Releno Sanitario San José - Dist. Jesús - Cajamarca	Releno Sanitario San José - Dist. Jesús - Cajamarca
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	0.159	0.170	0.155	0.155	399.6	491.4
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	0.747	0.748	0.751	0.771	2382.1	2382.6
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.035	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Nitrato (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.064	8.980	9.154	9.123	9.142	<LCM	<LCM
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	3.039	2.890	3.020	3.080	14.05	23.75
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.032	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	13.55	14.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	1885.0	2060.0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	5966.2	5966.2

Leyenda: LCM Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	23	70	34	33	93	230

Nota: Los Resultados <1.8 y <1. significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 03 de Julio de 2019.

4 de 6

Anexo 5: Resultados de los parámetros evaluados – noviembre del 2019.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7268

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-19810	M-19811
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AS-01	AS-02
COORDENADAS:	E: 0788383	E: 0787976
UTM WGS 84:	N: 9201835	N: 9201658
PRODUCTO:	AGUA	
GRUPO:	NATURAL	
SUB GRUPO:	SUPERFICIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	IC-OPE-27.4	
INICIO DE MUESTREO:	FECHA: 2019-11-06	2019-11-06
	HORA: 10:15	12:15

ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	
Aceites y Grasas	mg/L	1.20	<1.20	<1.20
Alcalinidad por Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /L	5	119	98
Alcalinidad por Carbonatos	mg CaCO ₃ /L	5	<5	<5
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /L	5	119	98
Bromuro (*)	mg/L	0.20	<0.20	<0.20
Cianuro Total	mg/L	0.0125	<0.0125	<0.0125
Cloruros	mg/L	5.0	<5.0	<5.0
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP)	NMP/100mL	1.8	49.0	350.0
Coliformes Totales (NMP)	NMP/100mL	1.8	130.0	1700.0
Conductividad	µS/cm	0.01	239	210
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	12.9	18.9
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5	22	31
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	5	122	160
Fluoruro	mg/L	0.20	<0.20	<0.20
Fósforo Total	mg P/L	0.010	0.110	0.163


L.C.M.: Limite de cuantificación de método; *<= Menor que el L.C.M. indicado

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


Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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.



Ing. Miguel Becerra
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 219639



ING. FERNANDO RUIZ PIORETTI
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 219639

Página 5 de 10

IV. RESULTADOS INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7268


ITEM			1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:			M-19810	M-19811
CÓDIGO DEL CLIENTE:			AS-01	AS-02
COORDENADAS:			E: 0788383	E: 0787976
UTM WGS 84			N: 9201835	N: 9201658
PRODUCTO:			AGUA	
GRUPO:			NATURAL	
SUB GRUPO:			SUPERFICIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:			IC-OPE-27.4	
INICIO DE MUESTREO			FECHA	2019-11-06
			HORA	10:15
				2019-11-06
				12:15

ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS	
Heterotrofos (UFC/mL)	UFC/mL	1.0	6 000.0	10 000.0
Nitrógeno Amomiacal	mg N-NH3/L	0.10	<0.10	<0.10
N-Nitrato	mg NO3-N/L	0.010	0.042	0.241
N-Nitrito	mg NO2-N/L	0.020	<0.020	<0.020
Oxígeno Disuelto	mg/L	0.1	3.88	3.38
Parásitos ⁽¹⁾	Org./L	1.0	<1.0	<1.0
pH	Unid. pH	0.01	8.17	7.95
Protozoarios ⁽¹⁾	Org./L	1.0	<1.0	<1.0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	5	196	65
Sólidos Totales	mg/L	5	212	366
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	5	190	164
Sulfatos	mg/L	2.5	<2.5	<2.5
Sulfuro	mg/L	0.020	<0.020	<0.020
Temperatura	°C	0.1	17.1	18.2

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Mercurio	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001

L.C.M.: Límite de cuantificación de método, *<= Menor que el L.C.M. indicado
L.D.M.: Límite de detección de método, *<= Menor que el L.D.M. indicado
⁽¹⁾ Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
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.



Antonio O. Montalvo Arzuaga
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 219039

FORP INGENIEROS SRL
Ing. Fernando Riva Florindea
GERENTE GENERAL

Página 6 de 10

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7268

IV. RESULTADOS


ITEM	1	2	
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-19810	M-19811	
CÓDIGO DEL CLIENTE	AS-01	AS-02	
COORDENADAS	E: 0788383	E: 0787976	
UTM WGS 84	N: 9201835	N: 9201658	
PRODUCTO	AGUA		
GRUPO	NATURAL		
SUB GRUPO	SUPERFICIAL		
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	IC-OPE-27.4		
INICIO DE MUESTREO	FECHA	2019-11-06	
	HORA	10:15	
		2019-11-06	
		12:15	
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS
Metales Totales			
Aluminio	mg/L	0.005	0.940
Antimonio	mg/L	0.002	<0.002
Arsénico	mg/L	0.002	<0.002
Bario	mg/L	0.0002	0.018
Berilio	mg/L	0.0003	<0.0003
Boro	mg/L	0.002	<0.002
Cadmio	mg/L	0.0001	<0.0001
Calcio	mg/L	0.002	37.589
Cerio	mg/L	0.02	<0.02
Cobalto	mg/L	0.002	<0.002
Cobre	mg/L	0.0003	0.002
Cromo	mg/L	0.0002	<0.0002
Estaño	mg/L	0.001	<0.001
Estroncio	mg/L	0.00004	0.2101
Fosforo	mg/L	0.01	0.01
Hierro	mg/L	0.001	1.059

L.D.M.: Limite de detección de método; "<=" Menor que el L.D.M. indicado

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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.



Antonio O. Montalvo Quispe
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 219039

FORP INGENIEROS SRL

Ing. Feijuna D. Ruiz Florinda
GERENTE GENERAL

Página 7 de 10

IV. RESULTADOS INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7268

ITEM	1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-19810	M-19811
CÓDIGO DEL CLIENTE	AS-01	AS-02
COORDENADAS	E: 0788383	E: 0787976
UTM WGS 84	N: 9201835	N: 9201658
PRODUCTO	AGUA	
GRUPO	NATURAL	
SUB GRUPO	SUPERFICIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO	IC-OPE-27.4	
INICIO DE MUESTREO	FECHA	2019-11-06
	HORA	10:15
		2019-11-06
		12:15


ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	RESULTADOS	
Metales Totales				
Litio	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003
Magnesio	mg/L	0.005	4.610	3.330
Manganeso	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001
Molibdenc	mg/L	0.0006	<0.0006	<0.0006
Niquel	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003
Plata	mg/L	0.002	0.005	<0.002
Plomo	mg/L	0.002	<0.002	<0.002
Potasio	mg/L	0.04	1.63	3.78
Selenio	mg/L	0.001	<0.001	<0.001
Silice	mg/L	0.001	5.139	9.723
Sodio	mg/L	0.004	0.72	3.21
Talio	mg/L	0.0003	<0.0003	<0.0003
Titanio	mg/L	0.0007	<0.0007	0.003
Vanadio	mg/L	0.0002	<0.0002	<0.0002
Zinc	mg/L	0.0001	<0.0001	<0.0001
Uranio	mg/L	0.005	<0.005	<0.005

L.D.M.: Límite de detección de método; *<= Menor que el L.D.M. indicado

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

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.



Antonio O. Manríjarra Arévalo
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CIP N° 219039

FORP INGENIEROS SRL

Ing. PÉREZ, RICARDO Raúl Fiorinda
GERENTE GENERAL

Página 8 de 10

Anexo 6: Matriz de consistencia

<i>Título</i>	<i>Formulación del problema</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Hipótesis</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Diseño de la investigación</i>
Estudio de la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019”	¿Cuál es la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019?	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>- Determinar parámetros fisicoquímicos en el agua, como aniones DBO₅, DQO y metales totales en el agua.</p>	La calidad del agua de la quebrada San José de Canay en el año 2019 es buena, ya que cumplió con los Estándares de Calidad Ambiental para riego y bebida de animales.	Calidad del agua 2019	Indicadores fisicoquímicos: Aniones DBO ₅ DQO Metales Totales	Unidades en: mg/L mgO ₂ /L. mgO ₂ /L. mg/L

“Estudio de la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019”

- Determinar el parámetro microbiológico del agua, tal como coliformes termotolerantes.

Indicadores

biológicos

Coliformes NMP/100 mL

- Comparar los resultados de los parámetros evaluados con los estándares de calidad ambiental – Categoría 3, establecidos en el D.S. N° 004-2017.MINAM.

