

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN  
EL RÍO MUYOC, APLICANDO EL ÍNDICE DE  
CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA,  
CAJAMARCA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Jhon Abner Jimenez Cotrina

Merly Evellin Llico Portal

Asesor:

M. Sc. Marieta Eliana Cervantes Peralta

Cajamarca - Perú

2020



## DEDICATORIA

A Dios principalmente, por darnos vida, salud, por guiarnos por buen camino y por permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante en nuestra formación profesional.

A nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional durante estos años, gracias a eso permitieron hoy cumplir un sueño más, gracias por inculcarnos el ejemplo de esfuerzo y valentía.

De igual manera a nuestros familiares, amigos y docentes, por estar siempre presentes brindándonos valiosos conocimientos, los cuales fueron esenciales para crecer día a día.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiarnos en el camino correcto, por bendecirnos cada día de nuestras vidas, por fortalecernos en las dificultades y por darnos la oportunidad de cumplir una meta más.

Así mismo agradecemos a nuestros padres por haber estado presentes en la realización de este proyecto que es tan importante para nosotros, agradecemos toda la ayuda que nos brindaron, sus palabras motivadoras y sus consejos, ya que forma parte de nuestra carrera.

De igual manera agradecemos a nuestros hermanos (as) que con su apoyo moral nos hacen sentir orgullosos en lo que nos hemos convertido y hasta donde hemos llegado

A nuestros docentes de la Universidad Privada del Norte a la ingeniera Magda Velásquez, al ingeniero Juan Carlos flores Cerna y a nuestra asesora Marieta Eliana Cervantes Peralta, quienes estuvieron orientándonos en este trabajo de investigación.

Gracias a todas las personas por brindarnos su apoyo y compartirnos sus conocimientos de forma continua y generosa.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1. Realidad problemática.....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Antecedentes.....	11
1.1.2. Definiciones conceptuales .....	12
1.1.3. Justificación .....	23
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3. Objetivo.....</b>	<b>23</b>
1.3.1. Objetivo general .....	23
1.3.2. Objetivos específicos .....	23
<b>1.4. Hipótesis .....</b>	<b>24</b>
1.4.1. Hipótesis general .....	24
1.4.2. Hipótesis específicas.....	24
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Tipo de investigación.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos).....</b>	<b>25</b>
2.2.1. Población. ....	25
2.2.2. Muestra. ....	25
<b>2.3. Procedimiento .....</b>	<b>26</b>
2.3.1. Trabajo de campo .....	26

2.3.2. Parámetros a evaluar según el Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú ICA – PE. ....	33
2.3.3. Revisión y comparación de resultados. ....	34
2.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	40
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1. Discusión .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2. Conclusiones .....</b>	<b>103</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Recolección de muestras. ....	26
Tabla 2 Análisis de Aceites y Grasas. ....	28
Tabla 3 Método e Instrumentos Utilizados para el Análisis de Cloruros.....	30
Tabla 4 Análisis de la Demanda Química de Oxígeno.....	31
Tabla 5 Parámetros recomendados según el ICA-PE.....	33
Tabla 6 Parámetros establecidos por el ECA-agua Categoría 3.....	34
Tabla 7 Interpretación de la calificación ICA – PE.....	39
Tabla 8 Coordenadas UTM de puntos de muestreo. ....	41
Tabla 9. Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora – Cajamarca (agosto). ....	42
Tabla 10 Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora – Cajamarca (septiembre - 2019). ....	43
Tabla 11 Datos correspondientes al mes de agosto - 2019.....	44
Tabla 12 Datos correspondientes al mes de septiembre- 2019.....	44
Tabla 13 Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor, Gregorio Pita – San Marcos. ....	46
Tabla 14 Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor, Gregorio Pita – San Marcos. ....	47
Tabla 15 Datos correspondientes al mes de agosto – 2019. ....	48
Tabla 16 Datos correspondientes al mes de setiembre - 2019.....	48
Tabla 17 Datos Hidrometeorológicos de la estación San Marcos. ....	50
Tabla 18 Datos Hidrometeorológicos de la estación San Marcos. ....	51
Tabla 19 Datos correspondientes al mes de agosto del 2019. ....	52
Tabla 20 Datos correspondientes al mes de setiembre del 2019.....	52
Tabla 21 Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora del mes de noviembre. ....	54
Tabla 22 Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora del mes de diciembre. ....	55
Tabla 23 Datos correspondientes al mes de noviembre del 2019.....	56
Tabla 24 Datos correspondientes al mes de diciembre del 2019.....	56
Tabla 25 Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de noviembre. ....	58
Tabla 26 Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de diciembre.....	59
Tabla 27 Datos correspondientes al mes de noviembre del 2019.....	60
Tabla 28 Datos correspondientes al mes de diciembre del 2019.....	60
Tabla 29 Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de noviembre. ....	62
Tabla 30 Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de diciembre.....	63
Tabla 31 Datos correspondientes al mes de noviembre del 2019.....	64
Tabla 32 Datos correspondientes al mes de diciembre del 2019.....	64
Tabla 33 Resultados de los parámetros realizados en el mes septiembre del 2019 y comparado con los ECA categoría 3.....	67
Tabla 34 Cálculo de Excedentes, factores y valor final del ICA-PE, primer monitoreo Septiembre del 2019. ....	68
Tabla 35 Resultados de los análisis del mes de diciembre del 2019 y comparado con los ECA categoría 3. ....	69
Tabla 36 Cálculo de Excedentes, factores y valor final del ICA-PE, segundo monitoreo diciembre del 2019. ....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa político de la ubicación del río.....	40
Figura 2. Datos Hidrometereológicos de los meses de agosto y setiembre del 2019. ...	49
Figura 3. Datos Hidrometereológicos de los meses de agosto y setiembre del 2019. ....	53
Figura 4. Datos Hidrometereológicos de los meses de noviembre y diciembre del 2019 .....	57
Figura 5. Datos Hidrometereológicos de los meses de noviembre y diciembre del 2019. ....	61
Figura 6. Datos Hidrometereológicos de los meses de noviembre y diciembre del 2019. ....	65
Figura 7. Concentraciones de Aceites y Grasas. ....	73
Figura 8. Concentraciones de Cloruros. ....	74
Figura 9. Concentraciones de Conductividad.....	75
Figura 10. Concentraciones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	76
Figura 11. Concentraciones de la Demanda Química de Oxígeno.....	77
Figura 12. Concentraciones de Nitratos y Nitritos. ....	78
Figura 13. Concentraciones de Oxígeno Disuelto. ....	79
Figura 14. Concentraciones de pH. ....	80
Figura 15. Concentraciones de la Temperatura. ....	81
Figura 16. Concentraciones de Sulfatos. ....	82
Figura 17. Concentraciones de Aluminio. ....	83
Figura 18. Concentraciones de Arsénico. ....	84
Figura 19. Concentraciones de Bario. ....	85
Figura 20. Concentraciones de Berilio. ....	86
Figura 21. Concentraciones de Boro. ....	87
Figura 22. Concentraciones de Cadmio.....	88
Figura 23. Concentraciones de Cobalto.....	89
Figura 24. Concentraciones de Cobre.....	90
Figura 25. Concentraciones de Cromo. ....	91
Figura 26. Concentraciones de Hierro.....	92
Figura 27. Concentraciones de Litio.....	93
Figura 28. Concentraciones de Magnesio.....	94
Figura 29. Concentraciones de Manganeso.....	95
Figura 30. Concentraciones de Níquel. ....	96
Figura 31. Concentraciones Plomo.....	97
Figura 32. Concentraciones de Selenio. ....	98
Figura 33. Concentraciones de zinc.....	99
Figura 34. Concentraciones de Coliformes Termotolerantes. ....	100
Figura 35. Concentraciones de Huevos y Larvas de Helmintos.....	101
Figura 36. Valores obtenidos del ICA-PE.....	102

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Aceites y Grasas .....	29
Ecuación 2. Cloruros .....	30
Ecuación 3. Demanda Química de Oxígeno.....	32
Ecuación 4. Alcance .....	36
Ecuación 5. Frecuencia.....	37
Ecuación 6. Amplitud.....	37
Ecuación 7. Suma Normalizada de Excedentes.....	37
Ecuación 8. Valor Mayor al ECA – Agua.....	37
Ecuación 9. Valor menor al ECA – Agua .....	37
Ecuación 10. Valor ICA – PE.....	37

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de agua del río Muyoc según ICA – PE. El cual incorpora parámetros físicos, químicos y microbiológicos. En cada uno de los monitoreos, se calculó eficazmente teniendo como resultado del primer monitoreo lo siguiente puntos: P1 cabecera de cuenca, P2 parte media y P3 parte baja de la cuenca. Con la finalidad de evaluar si la calidad de agua es buena o mala para el riego de vegetales y bebida de animales. Los resultados de la evaluación nos indican que en el primer monitoreo cloruros  $M1= 9217.78$ ;  $M2= 7090.6$  y  $M3= 7799.6$  y pH:  $M1=4.5$ ;  $M2=4.03$ ;  $M3= 4.3$  son los parámetros que sobrepasan los valores establecidos por del ECA – Agua. Del segundo análisis se obtuvo como resultados que, ningún parámetro sobrepasa los valores del ECA – Agua; sin embargo, al evaluar el ICA – PE, determina que la calidad en el primer monitoreo en época de estiaje es BUENA y en el segundo monitoreo en época de lluvia es EXCELENTE.

**Palabras clave:** Índice de Calidad Ambiental de Agua ICA – PE, Estándares de Calidad Ambiental de Agua. Monitoreo, Calidad de agua.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El agua es un recurso esencial para la vida, puesto que de este elemento dependemos todos los seres vivos para la supervivencia, “el agua es indispensable para vivir, sin agua no hay vida” (Raffo. 2013),

El río Muyoc forma parte de la subcuenta Cajamarquino y a su vez de la cuenca del Crisnejas (así mismo este se extiende entre las cotas de 3 700 y 2 180 m.s.n.m), políticamente se localiza en los distritos de Gregorio Pita y Pedro Gálvez, los cuales pertenecen a la jurisdicción de la provincia de San Marcos, perteneciente a la región de Cajamarca, el mencionado río se encuentra en la coordenadas UTM: inicio del río (0817293 Este y 9206119 Norte), punto medio del río (817264.86 Este y 9204421.51 Norte) y el final del río (0811471 Este y 9187599.87 Norte).

Los centros poblados que se benefician de las aguas de río Muyoc, se dedican a actividades como: cultivos, pecuario, forestal, industrial. Estas actividades utilizan las aguas del mencionado río mediante canales de irrigación los cuales son: Bella Unión (alto y bajo), Cochero, Tuyupampa (alto y bajo), Derrumbe, Las Zarcas, San Francisco, Hualanguita, San Nicolás, Huayobamba (alto y bajo), Mullacapampa, Chuquiamo, Mollorco, Las Monjas,

En la actualidad este ha sufrido cambios drásticos, el hombre es el responsable de este problema, según Guerrero (2015) “los focos más importantes de contaminación del recurso hídrico en la cuenca lo constituyen los vertimientos y relaves mineros, descargas de aguas residuales de uso doméstico e industrial sin tratar, arrojamiento de desperdicios sólidos a los cauces”.

Este recurso (Agua) es utilizado para muchas otras actividades como: uso doméstico, industrial, generación de energía eléctrica, acuicultura, agrícola y ganadera, es así que, Basílico, De Cabo y Faggy. (2015) nos da a entender que “las aguas superficiales se utilizan como fuentes de bebida de ganado en producciones de tipo extensivas y en otros casos como vertederos de efluentes agroindustriales e industriales (cría intensiva de ganado)”.

### 1.1.1. Antecedentes

En los últimos años la calidad de las aguas superficiales ha pasado por diversos problemas, relacionadas a la contaminación generada por acción humana, es por eso que, es necesario tomar acciones desde ya. En países de Latinoamérica también se utilizó el índice de calidad de agua, así lo afirma un estudio realizado en Guatemala donde mediante el “índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Saneamiento de los Estados Unidos de América (ICA-NSF). Se concluyó que la calidad del agua del Lago de Izabal se categoriza como buena” Aguirre, M. (2016), otro estudio realizado en Ecuador, utilizando los (ICA), obtiene como resultado “calidad media: en la fuente de captación el valor del índice es de 66,53; tanque de almacenamiento el valor del índice es de 63,21 por lo cual se categoriza el agua de calidad media. La cual se puede usar con un tratamiento adecuado” (Cedeño L. 2016).

Por otro lado, Cacho, A. y López E. (2017). Menciona que el “índice de calidad de agua (ICA) incorpora parámetros fisicoquímicos en una ecuación, para determinar la calidad de agua en un lugar y tiempo fijados con el objetivo de analizar espacio-temporalmente el índice de calidad de agua del sector Guaymaral”. Chávez L. (2015) indica que “los municipios de Poza Rica, Tihuatlán, Coatzintla, y Cazonas aprovechan el agua de río como agua potable para abasteciendo a más de 300,000 personas, es por eso que es de vital importancia conocer el estado de este recurso hídrico” este estudio se llevó a cabo en México.

En nuestro país existe leyes y decretos supremos, los cuales regulan al agua y sus vertimientos hacia las cuencas y/o subcuenca, “La cuenca es el espacio del territorio en el cual naturalmente discurren todas las aguas (aguas provenientes de precipitaciones, de deshielos, de acuíferos, etc. que discurren por cursos superficiales o ríos) hacia un único lugar o punto de descarga” Aguirre (2011). Según Guerrero (2015) “el Perú establece la protección de la calidad de los recursos hídricos, por lo que hay que implementar los mecanismos necesarios para la protección de la cuencas hidrográficas y acuífero”.

Según Rendon (2015) “la huella hídrica es un concepto relativamente nuevo en el Perú, y cada vez toma más importancia, habiendo adquirido mayor trascendencia a partir del

año 2012 debido a la relevancia que le dieron diversos actores de la cooperación internacional”. Uno de los más grandes problemas hoy en día es la descarga de aguas residuales “de la revisión del estudio efectuado por SUNASS (2008), se desprende que el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento de aguas alguno” (Gonzales, Larios y Morales. 2015).

Por otro lado, se realizó un estudio para determinar la calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho perteneciente a la región de Apurímac comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero donde Córdova 2017 afirma que “Las aguas del río Challhuahuacho que pasan el distrito no son aptas para el riego ni bebedero de animales, considerando que están alimentan a pueblos que se encuentran aguas abajo debe realizarse un tratamiento previo para su uso”.

Así mismo en Cajamarca se realizó un estudio donde se evaluó la calidad de agua del río Mashcón, donde Palomino (2016) concluye que “la calidad de agua es deficiente en el río Mashcón, en las estaciones próximas a la zona urbana”.

### **1.1.2. Definiciones conceptuales**

#### **Generales**

##### **- El agua.**

El agua, como motor de desarrollo y fuente de riqueza, ha constituido uno de los pilares fundamentales para el progreso del hombre. La ordenación y gestión de los recursos hídricos, que ha sido desde siempre un objetivo prioritario para cualquier sociedad, se ha realizado históricamente bajo directrices orientadas a satisfacer la demanda en cantidades suficientes, bajo una perspectiva de política de oferta. El incremento de la oferta de agua como herramienta para el impulso económico, el mayor nivel de contaminación, irremisiblemente asociado a un mayor nivel de desarrollo, algunas características naturales (sequías prolongadas, inundaciones) y en definitiva una sobreexplotación de los recursos hídricos, han conducido a un deterioro importante de los mismos. Esto ha hecho necesario un cambio en los planteamientos sobre política de aguas, que han tenido que evolucionar desde una simple satisfacción en cantidad de las demandas, hacia una gestión que contempla la calidad del recurso y la protección del mismo como garantía de un abastecimiento futuro y de un desarrollo sostenible Bethemont, J., (1980).

- **Calidad del agua.**

La calidad del agua se define por el conjunto de parámetros que indican que ésta cumple con ciertos estándares ya sea para uso doméstico, riego recreación e industria. Mendoza, (1996)

- **Importancia de la calidad del agua.**

La disponibilidad de agua para consumo humano es uno de los problemas que más afecta a la humanidad dado que este recurso es menor y la mala calidad de esta disminuye su disponibilidad y el crecimiento poblacional es cada día mayor. Schmidt, G (2005).

- **Aguas residuales.**

La expansión urbana y el aumento del consumo hídrico consecuente, han provocado un crecimiento proporcional de las aguas residuales generadas. Entre un 70 y 80% de las aguas recibidas a nivel domiciliario se transforman en residuales vertiéndose en las redes de saneamiento, si las hay, o en drenajes de diverso tipo, para terminar, engrosando los cuerpos de agua naturales. Del mismo modo, las aguas utilizadas por la industria, ya sea para ser consumidas en los procesos industriales, en el enfriado o en la limpieza, también se vierten en las redes y canales de desagüe, culminando su itinerario en ríos, lagos y mares. Seoanez, M, (1995).

- **Muestreo de agua**

“Es una herramienta de monitoreo, la cual sirve para extraer una parte del cuerpo de agua para determinar sus características y condiciones actuales” (OEFA, 2015).

- **Protocolo**

“Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica” (OEFA, 2015).

- **Cadena de custodia**

Es un documento esencial para el monitoreo de la calidad del agua que permite garantizar las condiciones de identidad, registro, seguimiento y control de las muestras a analizar.

Para la realización de pruebas de análisis físico-químico, realizado por el personal responsable” (OEFA, 2015).

- **Turbidímetro**

Es un instrumento que a través del análisis óptico determina la cantidad de sustancias en un líquido, que se emplea en la medición de partículas en suspensión en un líquido o gas disuelto, tiene como principio de funcionamiento la detección de las partículas a través de un haz de luz.

**Base legal**

- **Ley General del Ambiente – Ley N° 28611**

**... Del Artículo 1. Del Derecho y Deber Fundamental.**

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

**Del Artículo 90. Del recurso agua continental.**

El Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran; regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales y económicos; y promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso.

**Y finalmente del Artículo 91.- Del recurso suelo.**

El Estado es responsable de promover y regular el uso sostenible del recurso suelo, buscando prevenir o reducir su pérdida y deterioro por erosión o contaminación. Cualquier actividad económica o de servicios debe evitar el uso de suelos con aptitud agrícola, según lo establezcan las normas correspondientes.

- **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad (ECA) para Agua y Establecen Disposiciones Complementarias.**

Los valores que establecen el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y microbiológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no representan riesgos significativos para la salud de las personas ni para el ambiente. Los ECA Agua han sido establecidos de acuerdo al uso asignado para cada cuerpo de agua, dicha clasificación está considerada en la Resolución Jefatural N° 202- 2010-ANA; promulgada por la Autoridad Nacional del Agua. El D.S. N° 023-2009 -MINAM, en su artículo 8.1 establece que, a partir del 1 de abril de 2010, los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, son referente obligatorio para el otorgamiento de las Autorizaciones de Vertimiento; y en su artículo 3.1 indica que la Autoridad Nacional del Agua, a efecto de asignar la categoría a los cuerpos de agua respecto a su calidad, deberá utilizar las categorías establecidas en los ECA para agua vigentes.

- **Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”.**

La presente ley tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta, así mismo, en su artículo 35° señala las clases de usos de agua y orden de prioridad, hace mención a tres clases de uso de agua: uso primario, uso poblacional y uso productivo.

- **Metodología para la determinación del índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú ICA-PE.**

Índice de calidad de agua es una metodología para determinar la calidad de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA – PE), como un indicador que representa el estado de la calidad de agua en los cuerpos naturales de agua. (ICA – PE)

- **Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA “Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos superficiales”.**

Tiene por objetivo estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para desarrollar el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino-costero.

**- Parámetros a medir según el ICA – PE categoría 3 (riego de cultivos de tallo alto y bajo).**

**Parámetro**

Variable que se evalúa o valora para definir la calidad (OEFA, 2015). Es un elemento de medición, puede ser físico, químico o biológico, que forma parte del Estándar de Calidad Ambiental según (MINAM, 2012).

**Parámetros físicos**

Los parámetros físicos en el agua, son los que influyen directamente en el estado estético del agua, por su color sabor, olor, turbidez y conductividad

**- Temperatura**

Es un parámetro físico que permite medir las sensaciones de calor y frío. Desde el punto de vista microscópico, la temperatura se considera representación de la energía cinética interna media de las moléculas que integran el cuerpo estudiado, como agua. Este afecta a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua. El agua a menor temperatura transporta más oxígeno y es de vital importancia para la vida acuática.

**- Conductividad.**

Es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones, proviene de una base, un ácido o una sal, disociada en iones. Los riesgos de agua de riego con una alta conductividad eléctrica es el daño al cultivo causada por una solución demasiado concentrada en sales que produce interferencias en la absorción radical. Normalmente la concentración de sales es mayor dentro de la célula que en el agua del suelo, si esto no ocurre, no se produce absorción de agua y la planta se marchita.

**Parámetros químicos**

Constituye uno de los principales requisitos para caracterizar el agua, sustancias químicas cuya presencia puede alterar el cuerpo de agua

- **Aceites y grasas.**

Son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, además de los hidrocarburos. Y estas se clasifican en grasas (sebo extraído de los animales) y aceites (extraídos de animales como el pez o de plantas como el girasol, soya o maní etc.). Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que, al ser inmiscibles con el agua, permanecen en la superficie como una nata o espuma lo cual entorpece la oxigenación del cuerpo de agua. (Según María de los Ángeles, 2017.)

- **Cloruros.**

Las aguas naturales tienen contenidos muy variables en cloruros dependiendo de las características de los terrenos que atraviesen, pero, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que las que se encuentran en las aguas residuales, ya que es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO<sub>5</sub> es un parámetro relacionado como aporte de la materia orgánica, mide la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar, degradar o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, su determinación es en base a la oxidación natural de degradación.

- **Demanda química de Oxígeno**

Parámetro para determinar la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agentes oxidantes, temperatura y tiempo

- **Nitratos y nitritos.**

Compuestos solubles conformados molecularmente por nitrógeno y oxígeno y están en el ciclo del nitrógeno. Sin embargo, es alterado por la actividad humana como la ganadería, la industria y las aguas residuales, al incrementar sus niveles principalmente en el suelo debido a su solubilidad en el agua generando un exceso de iones en el agua potable lo cual causa metahemoglobinemia, una enfermedad que disminuye la capacidad de transporte de oxígeno en los glóbulos rojos que afectan principalmente a los niños menores de 6 meses. (Según María de los Ángeles, 2017.)

- **Sulfatos.**

Son abundantes en los cuerpos de agua ya que la explotación de piritita en minas conduce a un incremento del ion sulfato en el agua debido principalmente a los procesos de oxidación de azufre ocasionadas por la actividad humana. Según Jhon, B y Gloriana, C. (2017)

- **Oxígeno Disuelto (valor mínimo).**

Es un parámetro importante para evaluar la calidad del agua superficial, su presencia en el agua se debe al aporte del oxígeno de la atmosfera y de la calidad biológica (fotosíntesis) en la masa del agua.

Este es un parámetro ambiental vital, porque su evaluación permite informar y/o reflejar la capacidad recuperadora de un curso de agua y la subsistencia de la vida acuática.

- **Potencial de Hidrogeno (pH).**

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, siendo 7 neutro, menor a 7 es acida y mayor a 7 es (Amado et al. 2006).

## Metales

### - **Aluminio.**

Es uno de los elementos que más abunda en la corteza terrestre, pero su presencia en las aguas naturales es ínfima. Dado que el aluminio existe en muchas rocas, minerales y arcillas, está presente en todas las aguas superficiales, pero su concentración en las aguas con un pH cercano a natural raramente supera unas pocas décimas a 1mg/l.

### - **Arsénico.**

Metal pesado venenoso y muy tóxico, en aguas naturales se presenta como arseniato ( $\text{AsO}_4^{3-}$ ) y arsenito ( $\text{AsO}_2$ ); su presencia puede tener origen en descargas industriales o uso de insecticidas. De acuerdo a los estudios realizados por la ANA se ha encontrado en algunos puntos de muestreo de las cuencas hidrográficas evaluadas la presencia del arsénico debido a su aportación litológica de la zona.

### - **Bario**

Elemento químico metálico, de número de átomo 56, abundante en la corteza terrestre, que se encuentra en minerales como la barita y la baritina, y se usa en el blindaje de muros contra la radiación y como medio de contraste de radiología (Según la real academia española)

### - **Berilio.**

Es uno de los metales estructurales más ligeros, su densidad es cerca de la tercera parte de la del aluminio. (Según la real academia española)

### - **Boro.**

Este es un elemento que se encuentra en las aguas naturales debido a dos factores, al aporte de la geología natural y/o a los vertidos de efluentes de aguas residuales tratadas y no tratadas. Su presencia de este elemento en el agua tiene un efecto nocivo en ciertos productos agrícolas, incluidos los cítricos. Asimismo, para agua destinada para el consumo poblacional que contiene boro, puede originar un problema en la salud de las personas.

- **Cadmio.**

El Cadmio se encuentra en la naturaleza en forma de sulfuro y como impureza de minerales de zinc y plomo. Su presencia en el agua es debido a las actividades mineras y de fundición.

- **Cobalto.**

Elemento químico metálico de color gris o blanco rojizo, similar al hierro en muchas propiedades escaso en la corteza terrestre, donde se encuentra muy diseminado en diversos minerales. Es radioactivo y tienen aplicaciones industriales y médicas. (Según la real academia española)

- **Cobre.**

Elemento traza altamente distribuido en las cuencas hidrográficas, pero la mayoría de los minerales de cobre son relativamente insolubles ya que el cobre es absorbido en fase sólidas, solo existe en bajas concentraciones en las aguas naturales. Debido a la presencia de sulfuros, el cobre debería ser aún menos soluble en ambientes anóxicos. La presencia de mayor concentración en aguas naturales superficiales puede atribuirse a desechos industriales y/o actividades de minería.

- **Cromo.**

Elemento químico metálico de color blanco plateado, duro y quebradizo sus principales usos son la producción de aleaciones anticorrosivas de gran dureza y resistentes al calor y como recubrimientos para galvanizados (Según la real academia española).

- **Hierro.**

Es un elemento que abunda en la corteza terrestre, pero, por lo general, se da en pequeña concentración en los sistemas de aguas naturales. La forma y solubilidad del hierro en las aguas naturales depende en gran medida del pH y potencial redox del agua. El hierro se presenta en estado de oxidación +2 y +3. Su selección es para definir que su presencia en las aguas naturales se debe al aporte de su propia naturaleza del lugar.

- **Litio.**

Elemento químico metálico, alcalino, de número atómico 3, muy poco denso, escaso en la corteza terrestre, donde se encuentra disperso en ciertas rocas, utilizado en la

fabricación de aleaciones especiales y acumuladores eléctricos, cuyas sales se usan como antidepresivos (Según la real academia española).

- **Magnesio.**

Elemento químico metálico de número atómico 12 maleable, muy abundante en la corteza terrestre, donde se encuentra en la magnesita, el talco, la serpentina y, en forma de cloruro, en el agua de mar, usado en metalurgia, en pirotecnia y en medicina (Según María de los Ángeles, 2017.)

- **Manganeso.**

El manganeso es metal relativamente común en las rocas y suelos, donde se presenta como óxidos e hidróxidos. Su evaluación es de gran importancia para controlar las concentraciones de diversos metales trazas existentes en los cuerpos de agua natural. Su elección de este parámetro es para comprobar que su presencia es netamente natural.

- **Níquel.**

Elemento químico metálico de numero atómico 28 de color y brillo de la plata, duro, tenaz y resistente a la corrosión, escaso en la corteza terrestre, donde se encuentra nativo en meteoritos y, combinado con azufre y arsénico, en diversos minerales, que constituye junto con el hierro el núcleo de la tierra y se usa para el recubrimiento de pilas eléctricas, monedas y aceros inoxidable (Según María de los Ángeles, 2017.)

- **Plomo.**

El plomo es un elemento relativamente de menor importancia en la corteza terrestre, pero está ampliamente distribuida en bajas concentraciones en rocas sedimentarias y suelos no contaminados.

El plomo es tóxico para los organismos acuáticos pero el grado de toxicidad varía mucho, según sea las características de la calidad del agua y de las especies bajo estudio.

- **Selenio**

Elemento químico de número atómico 34 que presenta varias formas de color rojo y una de color gris, escaso en la corteza terrestre, donde se encuentra nativo junto al azufre y, en forma de seleniuro, en la pirita y otro mineral, usando en la fabricación de equipos electrónicos, debido a sus propiedades semiconductoras, y para dar color rojo en la industria del vidrio, esmaltes y de la cerámica. (Según María de los Ángeles, 2017.)

- **Zinc.**

Es un elemento que abunda en las rocas y minerales, pero su presencia en las aguas naturales es en baja concentración debido a la falta de solubilidad del metal. Está presente en cantidades trazas en casi todas las aguas alcalinas superficiales, pero se eleva su concentración en aguas ácidas.

- **Coliformes Termotolerantes.**

La presencia de este parámetro en los cuerpos de aguas superficiales se debe a la contaminación fecal, cuyo origen puede ser por los vertidos domésticos sin tratamiento a los cuerpos receptores (ríos y quebradas) y otros de los factores, es por la inadecuada disposición de residuos sólidos que se depositan en los cauces de los ríos.

- **Huevos y larvas de helmintos.**

Los helmintos hacen referencia a todo tipo de gusanos, tanto los parasitarios como los no parasitarios. Los helmintos parásitos infectan a numerosas personas y animales. Este parásito está asociada a las aguas residuales domésticas sin tratamiento, su vida de infección es por el consumo de agua contaminada.

### **1.1.3. Justificación**

La realización del presente estudio se realizará en la Región Cajamarca, Departamento de Cajamarca, Provincia de San Marcos, Distrito Pedro Gálvez y Gregorio Pita; perteneciente a la subcuenca del río Cajamarquino y a la cuenca del río Crisnejas.

En los distritos de Gregorio Pita y Pedro Gálvez, se encuentra ubicado el río Huayobamba, dichas agua se encuentran actualmente afectadas por las descargas de agua residuales provenientes del Centro Poblado de Huanico y Muyoc, de la capital (Paucamarca) del distrito de Gregorio Pita y de centro poblado de Huayobamba perteneciente al distrito de Pedro Gálvez, estas aguas residuales son vertidas al río sin un previo tratamiento, en tanto estas aguas son utilizadas para actividades como: ganadería, agricultura y piscicultura, siendo así que la actividad que más utiliza agua del mencionado río es la agricultura, en tal sentido que debemos tener en consideración si cuenta con la calidad ambiental adecuada para esta actividad. De tal modo que optamos por aplicar el Índice de calidad ambiental de agua (ICA - PE) para determinar la calidad de estas aguas.

### **1.2. Formulación del problema**

- ¿Qué calidad de agua tiene el río Muyoc considerando el ICA – PE en el año 2019?

### **1.3. Objetivo**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc aplicando el Índice de Calidad Ambiental para agua en el año 2019.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua en tres puntos de monitoreo del río Muyoc, utilizando ECA
- Evaluar los parámetros microbiológicos de calidad de agua en tres puntos de monitoreo del río Muyoc, utilizando el ECA.
- Comparar los parámetros analizados con el D.S.N° 004-2017 –MINAN de ECA para agua.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

- Las aguas del río Muyoc son de buena calidad en el año 2019.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- La evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua del río Muyoc sobrepasan los ECA – Agua.
- Los parámetros microbiológicos del agua del río Muyoc no sobrepasan los ECA – Agua.
- En la comparación de los parámetros analizados los cloruros y el pH sobrepasan los ECA – Agua.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo Analítico, descriptivo y comparativo, con enfoque cuantitativo. Dado que es un proceso sistemático y ordenado que se enfoca en realizar una secuencia de fases y etapas orientadas a dar una respuesta adecuada al problema y es de diseño experimental pura ya que busca la aplicación o la utilización de conocimientos adquiridos en campo y laboratorio para dar resultados de forma rigurosa, organizada y sistemática para conocer la realidad (Murrillo, W. 2008).

### **2.2. Población y muestra (materiales, instrumentos y métodos).**

#### **2.2.1. Población.**

La población está constituida por la microcuenca del río Muyoc.

#### **2.2.2. Muestra.**

La muestra lo constituye los 3 puntos de monitoreo en dos estaciones del año, una muestra por cada punto.

- P1: Centro poblado Muyoc.
- P2: Centro poblado Limapampa.
- P3: Centro poblado Huayobamba

### 2.2.3. Materiales

Tabla 1  
*Recolección de muestras.*

Método	Instrumentos	
	Equipos	Materiales
- Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	· Multipárametro.	- Frascos y botellas esterilizados. - Guantes.
	· GPS.	- Lapicero. - Preservantes. - Cooler.
	· Libreta de campo.	- Hielo. - Termómetro.
	· Cadena custodia.	- Marcador. - Etiquetas.

*Nota:* Para la realización de los dos muestreos de campo se utilizará tanto protocolo nacional de monitoreo como los estándares, así mismo materiales e instrumentos dictados por el protocolo.

## 2.3. Procedimiento

### 2.3.1. Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó con la intención de realizar dos monitoreos en dos épocas del año; época de lluvia y época de estiaje. Y así determinar el Índice de Calidad de Agua del río Muyoc.

#### 2.3.1.1. Planificación del Monitoreo.

La planificación del monitoreo se realizó de acuerdo a lo estipulado por la R.J. N° 010-2016-ANA (Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales), comprendido en tres fases:

##### a. Premonitorio.

- ✓ Planificación del monitoreo.
- ✓ Establecimiento de la red de puntos de monitoreo.
- ✓ Codificación del punto de muestreo.
- ✓ Frecuencia de monitoreo.
- ✓ Parámetros recomendados a evaluar en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos.
- ✓ Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección.
- ✓ Seguridad en el trabajo de campo.

- b. Monitoreo.
  - ✓ Reconocimiento del entorno.
  - ✓ Rotulado y etiquetado.
  - ✓ Medición de las condiciones Hidrográficas en aguas continentales y marino-costeros.
  - ✓ Georreferenciación del punto de monitoreo.
  - ✓ Medición de los parámetros de campo.
  - ✓ Toma de muestra.
  - ✓ Preservación.
  - ✓ Llenado de la cadena de custodia.
  - ✓ Transporte de las muestras.
  - ✓ Aseguramiento de la calidad de los resultados.
- c. Pos monitoreo.
  - ✓ Análisis de las muestras por el laboratorio acreditado por la INACAL.
  - ✓ Procesamiento y revisión de datos de los análisis.
  - ✓ Elaboración del informe técnico del monitoreo.

#### 2.3.1.2. Análisis de muestras.

Para realizar los análisis se utilizó el PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES.

El análisis se realizará: In Situ, laboratorio de Ingeniería Ambiental y Laboratorio Regional del agua.

- a. Análisis de parámetros fisicoquímicos IN SITU.
  -  Conductividad.
  -  Temperatura
  -  PH

Se midió con la ayuda de un Multipárametro (APER A instruments)
- b. Laboratorio de ingeniería ambiental (Universidad Privada del Norte): análisis fisicoquímico.
  -  Oxígeno disuelto.
  -  Nitratos y nitritos.
  -  Sulfatos.

- + Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>).  
Se midió con la ayuda del HACH DR 900.
- + Aceites y grasas (Método de Extracción Soxhlet.)
- + Cloruros.
- + Demanda Química de Oxígeno.

Para el análisis se utilizó la Norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

Tabla 2  
*Análisis de Aceites y Grasas.*

Método	Instrumentos		
	Equipos	Materiales	Reactivos.
- Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales. (aceites y grasas) Soxhlet.	• Soxhlet.	• Embudo buchner.	• Ácido clorhídrico (HCl).
	• Condensador.	• Papel filtro.	• Hexano.
	• Balón de fondo plano y redondo.	• Soporte universal.	• Ácido sulfúrico.
	• Balanza analítica.	• Pinzas.	
	• Estufa.	• Mangueras.	
	• Bomba de vacío.	• Cocina (calentador).	
	• Multipárametro de pH.	• Probeta.	
		• Gotero.	

- a) Se pesó la masa inicial del balón de fondo plano.
- b) Medir 500 mL de muestra a la probeta.
- c) Agregamos ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), gota a gota hasta reducir el pH de 7.8 a 1.8.
- d) Se filtró la muestra con la ayuda de una bomba al vacío, se dejó secar el papel filtro en una estufa.
- e) Se colocó el papel filtro al Soxhlet, a continuación, se agregó hexano, hasta generar un reflujo en el solex y pueda bajar al balón.
- f) Calentamos el balón a una temperatura de  $55^{\circ}C$ , para que pueda mantener un reflujo continuo entre el Soxhlet y el balón, durante 3 horas.
- g) A una temperatura de  $60^{\circ}C$  destilamos el hexano que se encontraba mezclado con aceites y grasas producto del proceso anterior durante 20 minutos.
- h) Dejamos enfriar el balón con aceites y grasas, durante 48 horas.
- i) Finalmente se pesó el balón con aceites y grasas, para así por diferencia de masas obtener el resultado final (este procedimiento se desarrolló para las tres muestras).

Para el cálculo:

*Ecuación 1. Aceites y Grasas*

$$mg \text{ de aceite y grasas} = \frac{(A - B * 1000)}{mL \text{ de muestra}}$$

Donde:

A: peso inicial del balón en mg.

B: peso final del balón en mg.

V: volumen de muestra filtrado en mL.

Tabla 3

*Método e Instrumentos Utilizados para el Análisis de Cloruros.*

Método	Instrumentos		
	Equipos	Materiales	Reactivos.
- Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales. (Cloruros).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureta (50 mL).</li> <li>• Matraz Erlenmeyer (250 mL).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probeta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 1N.</li> <li>• Nitrato de plata ()</li> </ul>

- a) En un matraz de Erlenmeyer se agregó 15 mL de ácido sulfúrico con la ayuda de una pipeta y 50 mL de muestra. Se agito continuamente para obtener un color verde.
- b) Titulamos con nitrato de plata hasta obtener un color amarillo paja (este método se llevó acabo para cada una de las tres muestras).

*Ecuación 2. Cloruros*

$$\text{Cloruro, mg/L} = \frac{(A - B) * N * 35453}{V}$$

Donde:

A: gasto de titulación en la valoración de la muestra, mL.

B: gasto de titulante por el blanco, mL.

V: volumen de muestra tomado para el ensayo, mL

Tabla 4  
*Análisis de la Demanda Química de Oxígeno.*

Método	Instrumentos		
	Equipos	Materiales	Reactivos.
- Métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales. (DQO).	· Condensador.	· Probeta.	· Dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0.0417 M
	· Balón de fondo redondo.	· Pipeta.	· Sulfato armónico ferroso ( $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ )
	· Bureta.	· Mangueras.	· Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ )
		· Pinzas.	
		· Soporte universal.	
		· Cocina (calentador).	

- ✚ Demanda química de oxígeno.
- En un balón de fondo plano se agregó 5 mL de dicromato de potasio ( $K_2 Cr_2 O_7$ ) y 10 mL de muestra, seguidamente se añadió 15 mL de sulfato de plata – ácido sulfúrico, agitando con cuidado y enfriando con cuidado para evitar la volatilización de sustancias orgánicas
  - Se unió el balón de fondo plano al destilador, realizando las conexiones de las mangueras y colocándolo en la cocina, luego se puso a hervir durante 2 horas para así poder
  - Separamos el balón de fondo redondo del destilador agregar 25 mL de agua destilada y dejamos enfriar a temperatura ambiente.
  - Titulamos el exceso dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) al 0,0417 M con la solución valorada de Ferroina  $Fe (NH_4)_2(SO_4)_2$  al 0.25 M una o dos gotas, hasta el cambio brusco de color de verde azulado a rojo violeta.
  - Finalmente calculamos la demanda química de Oxígeno utilizando la siguiente formula.

*Ecuación 3. Demanda Química de Oxígeno*

$$DQO = \left( \frac{mgO_2}{L} \right) = \frac{V_{Fe} (NH_4)_2 (SO_4)_2 * M_{Fe} (NH_4)_2 (SO_4)_2 * 8000}{V_{muestra}}$$

### 2.3.2. Parámetros a evaluar según el Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú ICA – PE.

Se crea una base de datos en Excel de los 2 monitoreos, de esa manera poder compararlos con el Índice De Calidad De Agua De Los Recursos Hídricos Superficiales En El Perú (ICA - PE). En la cual nos da a conocer los parámetros a medir, los cuales son:

Tabla 5  
*Parámetros recomendados según el ICA-PE.*

Categoría 3		
01: Riego de cultivo de tallo alto y bajo		
Nº	Parámetro	Unidades
1	Cloruros	mg/L
2	Conductividad	mg/L
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO.)	mg/L
4	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L
5	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unid. De pH
6	Aluminio	mg/L
7	Arsénico	mg/L
8	Boro	mg/L
9	Cadmio	mg/L
10	Cobre	mg/L
11	Hierro	mg/L
12	Manganeso	mg/L
13	Mercurio	mg/L
14	Plomo	mg/L
15	Zinc	mg/L
16	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mi
17	Huevos y larvas helmintos	Huevos/L

*Fuente:* Determinación Del Índice De Calidad De Agua De Los Recursos Hídricos Superficiales En El Perú (ICA - PE).

### 2.3.3. Revisión y comparación de resultados.

La Ley Peruana como la utilización del DECRETO SUPREMO DS-004-2017-MINAM en su Artículo I: aprobación de los Estándares Nacionales De Calidad Ambiental Para El Agua (ECA – agua) establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componentes básicos de los ecosistemas acuáticos, que no presentan riesgo significativo para la salud de las personas y medio ambiente, estos a su vez clasifican las aguas nacionales en cuatro categorías que son las siguientes: categoría I, (poblacional y recreacional) categoría II, (actividades marino costeras), categoría III (riego de vegetales y bebida de animales), categoría IV (conservación de ambiente acuático).

Seguidamente los resultados obtenidos tanto en los laboratorios (UPN y Laboratorio Regional del agua), así como los resultados producto de la medición In Situ se comparan con los parámetros establecidos por el Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA agua).

Tabla 6  
*Parámetros establecidos por el ECA – agua Categoría 3.*

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FISICOSQUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		1.0.
Bicarbonatos	mg/L	518		
Cianuro Wad	mg/L	0.1		0.1
Cloruros	mg/L	500		
Color (b)	Color verdadero 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..0.1
Fluoruros	mg/L	1	
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -H) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	> 4	> 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	unidad de pH	6,5 -8.5	6.5-8.4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,1
Bario	mg/L	0,7	0,7
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	1
Cadmio	mg/L	0,01	0,01
Cobre	mg/L	0,2	0,2
Cromo total	mg/L	0,1	0,1
Hierro	mg/L	5	5
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	**	**
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,001
Níquel	mg/L	0,2	0,2
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,02	0,02
Zinc	mg/L	2	2
<b>ORGÁNICO</b>			
<b><u>Bifenilos Policlorados (PCB)</u></b>			
Bifenilos Policlorados (PCB)	μg/L	0.04	0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>			
Paratión	μg/L	35	35
<b><u>Organoclorados</u></b>			

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>				
Aldiclb	µg/L	1		11
<u>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</u>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000
Escherichia Coli	NMP/100 ml	1000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua (ECA – Agua)

**Nota:** El ANA es el ente rector máxima del sistema nacional de los Recursos Hídricos en nuestro país, autoridad técnico – normativa del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, este nos presenta una Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú (ICA – PE) como una herramienta que tiene como principal finalidad la valoración simplificada de la calidad de agua, este método representa el estado de la calidad del agua en los cuerpos naturales de agua la forma de calcular los (ICA – PE) se realiza de la siguiente manera.

### **Cálculo de los valores del el Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú (ICA – PE).**

*Ecuación 4. Alcance*

$$F_1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECAS Agua}}{\text{Número Total de parámetros a evaluar}} * 100$$

*Ecuación 5. Frecuencia*

$$F_2 = \frac{\text{Número de los parámetros que NO cumplen el ECAS Agua de los Datos Evaluados}}{\text{Número Total de Datos Evaluados}} * 100$$

*Ecuación 6. Amplitud*

$$F_3 = \left( \frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

*Ecuación 7. Suma Normalizada de Excedentes*

$$nse = \frac{\sum_{i=1} \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}}$$

*Ecuación 8. Valor Mayor al ECA – Agua*

$$\text{Excedente}_i = \frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en ECA Agua}} - 1$$

**Dato:** Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA – agua.

*Ecuación 9. Valor menor al ECA – Agua*

$$\text{Excedente}_i = \frac{\text{Valor establecido del parámetro en el ECA Agua}}{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA Agua}} - 1$$

- Obtención del valor del ICA

El cual viene dado por la raíz cuadrada del promedio de la suma de cuadrados de los tres (03) factores, F1, F2 y F3,

*Ecuación 10. Valor ICA – PE*

$$ICA - PE = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}}$$

A través de una creación de una macro en Excel que automatiza todo el proceso de cálculo (fórmulas matemáticas para la obtención de los factores y el CCMEWQI), conteniendo las condiciones que se necesita para el cálculo de los excedentes, y así completar la suma normalizada de todos los excedentes que se presenten en la data completa que se tiene de los monitoreos del cuerpo de agua en estudio, para realizarse el cálculo de los factores y del valor numérico del ICA – PE junto a su resultado cualitativo en su escala de colores la cual representa.

Obteniendo el mismo resultado, un valor para el índice que se presenta como un número adimensional comprendido entre 1- 100, el cual permite establecer escalas en cinco rangos, que son niveles de sensibilidad que me expresan y califican el estado de la calidad del agua, como Mala, Regular, Favorable, Buena y Excelente como podemos notar en la tabla 7.

Tabla 7  
*Interpretación de la calificación ICA – PE.*

ICA - PE	Calificación	Interpretación
95-100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
80 - 94	Buena	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65- 79	Favorable	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
45- 64	Regular	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Mucho de los usos necesitan tratamiento.
0 - 44	Mala	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

*Fuente:* Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú (ICA – PE).

**2.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

**2.3.4.1. Ubicación y determinación de la temporada climática (Estiaje y Lluvia) y recolección de muestras de agua.**

**a. Ubicación.**

La realización del presente estudio se realizará en la Región Cajamarca, Departamento de Cajamarca, Provincia de San Marcos, Distrito Pedro Gálvez y Gregorio Pita; perteneciente a la microcuenca del río Muyoc y a la cuenca del Crisnejas, se realizó la toma muestras en tres puntos estratégicos.

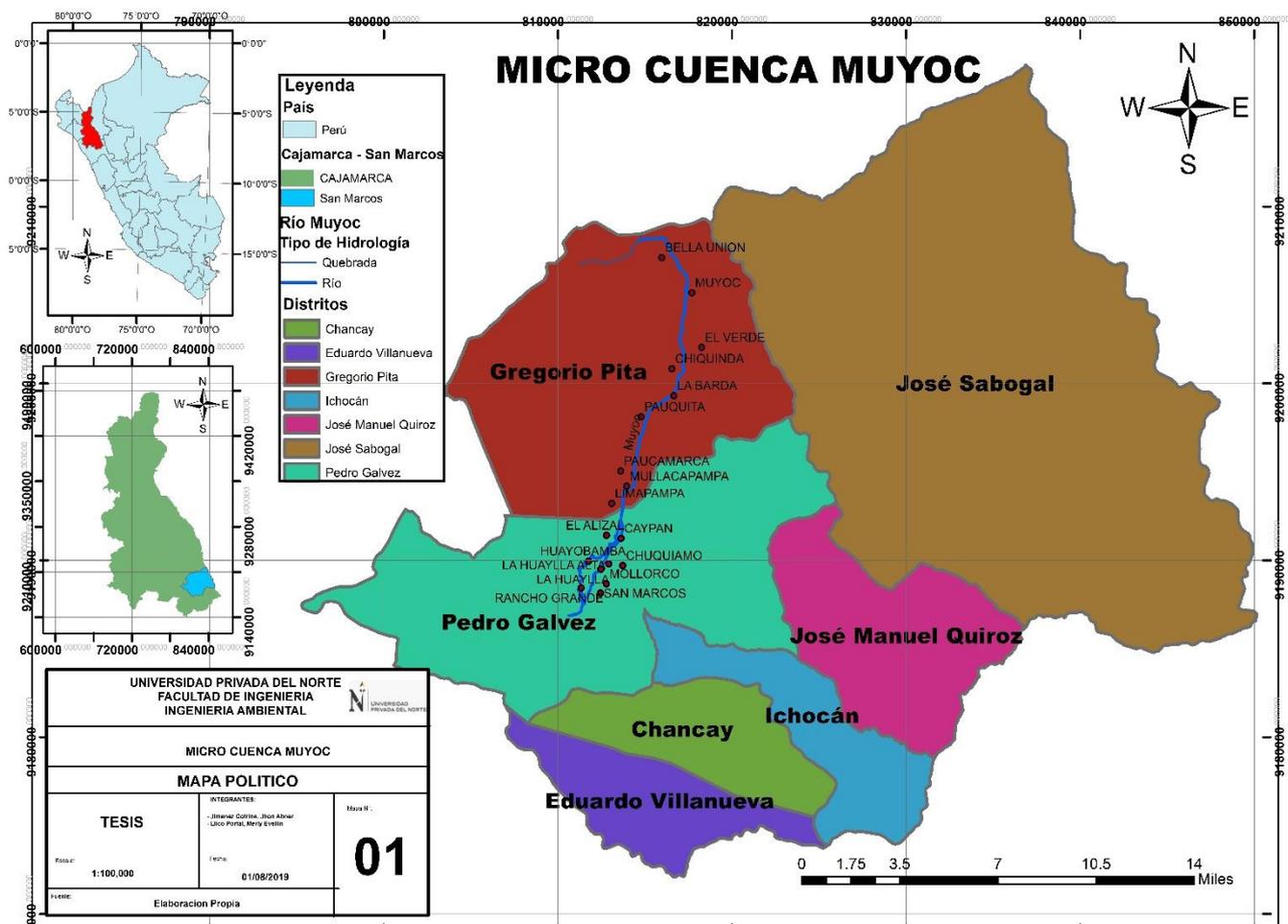


Figura 1. Mapa político de la ubicación del río.

Tabla 8  
*Coordenadas UTM de puntos de muestreo.*

Punto de muestreo	Zona	Coordenada este	Coordenada Norte
M1	17M	0817293	9206119
M2	17M	817264.86	9204421.51
M3	17M	0811471	9187599.87

**b. Temporada climática**

El presente proyecto de investigación se realizó en los meses de setiembre y diciembre del 2019, un análisis por cada mes en tres puntos diferentes. La recolección de muestras fue tomada en época de estiaje y lluvia. Para la veracidad de las épocas mencionadas se tomó datos del SENAMHI, para esto utilizamos la información de tres estaciones meteorológicas, Namora, Sondor y San Marcos

**c. Temporada climática (Estiaje y Lluvia).**

Estaciones meteorológicas: Namora, Sondor y San Marcos. (agosto, septiembre, noviembre y diciembre).

## c.1. Estaciones meteorológicas: Namora, Sondor y San Marcos. (agosto y septiembre)

Tabla 9.

*Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora – Cajamarca (agosto).*

Estación: Namora				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: CAJAMARCA		Distrito: NAMORA
Latitud: 7°12'2.17"		Longitud: 78°19'40.16"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107037		Altitud: 2744 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN
	MAX	MIN		(mm/día) TOTAL
1/08/2019	24.6	0.0	49.8	0.0
2/08/2019	24.6	0.9	50.2	0.0
3/08/2019	23.2	2.0	53.7	0.0
4/08/2019	22.2	2.2	49.3	0.0
5/08/2019	22.0	3.2	55.1	0.0
6/08/2019	23.0	1.8	56.1	0.0
7/08/2019	21.5	2.2	60.0	0.0
8/08/2019	21.4	2.4	56.9	0.0
9/08/2019	21.2	1.8	61.8	0.0
10/08/2019	20.0	2.1	61.2	0.0
11/08/2019	20.4	3.8	63.2	0.0
12/08/2019	21.2	6.0	63.2	0.0
13/08/2019	21.4	4.2	58.7	0.0
14/08/2019	20.2	5.3	58.6	9.6
15/08/2019	22.2	1.8	66.7	0.0
16/08/2019	22.9	1.4	59.2	0.0
17/08/2019	24.9	2.0	59.5	0.0
18/08/2019	24.5	2.8	59.8	0.0
19/08/2019	19.0	3.6	68.6	0.0
20/08/2019	19.7	4.2	61.2	0.0
21/08/2019	20.4	6.0	62.7	0.0
22/08/2019	20.0	7.4	59.4	0.0
23/08/2019	19.4	4.6	67.1	0.0
24/08/2019	20.6	2.8	66.2	0.0
25/08/2019	21.6	3.6	72.2	0.0
26/08/2019	21.5	4.2	62.9	0.0
27/08/2019	21.0	3.8	53.6	0.0
28/08/2019	19.0	5.0	56.6	0.0
29/08/2019	22.8	3.1	63.8	0.0
30/08/2019	21.3	3.6	64.1	0.0
31/08/2019	21.6	3.0	56.3	0.0

Fuente: SENAMHI

**Tabla 10**
*Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora – Cajamarca (septiembre - 2019).*

Estación: Namora				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: CAJAMARCA		Distrito: NAMORA
Latitud: 7°12'2.17"		Longitud: 78°19'40.16"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107037		Altitud: 2744 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/09/2019	21.9	3.3	63.0	0.0
2/09/2019	22.7	3.5	63.6	0.0
3/09/2019	21.2	4.8	61.3	0.0
4/09/2019	22.3	4.5	62.4	0.0
5/09/2019	19.2	6.6	60.4	0.0
6/09/2019	18.8	5.8	68.4	0.0
7/09/2019	19.8	4.0	69.1	0.0
8/09/2019	23.2	2.8	64.8	0.0
9/09/2019	22.8	3.7	55.3	0.0
10/09/2019	21.6	4.8	62.7	0.0
11/09/2019	19.0	5.2	68.6	0.0
12/09/2019	21.1	6.4	66.2	0.0
13/09/2019	20.5	5.4	66.7	0.0
14/09/2019	21.5	6.0	65.8	0.0
15/09/2019	22.8	4.1	61.8	0.0
16/09/2019	22.8	4.8	59.4	0.0
17/09/2019	23.0	5.0	64.2	0.0
18/09/2019	24.9	6.4	66.1	0.0
19/09/2019	22.0	7.8	67.8	2.5
20/09/2019	21.5	9.4	77.0	12.0
21/09/2019	17.5	10.0	77.8	0.9
22/09/2019	22.1	7.1	66.7	0.0
23/09/2019	21.0	8.0	69.9	0.0
24/09/2019	19.6	8.0	67.6	0.0
25/09/2019	20.0	9.2	58.3	0.0
26/09/2019	22.5	3.8	62.9	0.0
27/09/2019	20.7	5.6	75.4	1.5
28/09/2019	19.8	7.2	70.9	0.0
29/09/2019	22.2	4.7	72.3	0.0
30/09/2019	23.3	6.2	69.3	0.0

Fuente: SENAMHI

Tabla 11  
*Datos correspondientes al mes de agosto - 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: NAMORA			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	12.4	59.9	0.3
MAXIMO	24.9	72.2	9.6
MINIMO	0.0	49.3	0.0

Tabla 12  
*Datos correspondientes al mes de septiembre- 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: NAMORA			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	13.6	66.2	0.6
MAXIMO	24.9	77.8	12.0
MINIMO	2.8	55.3	0.0

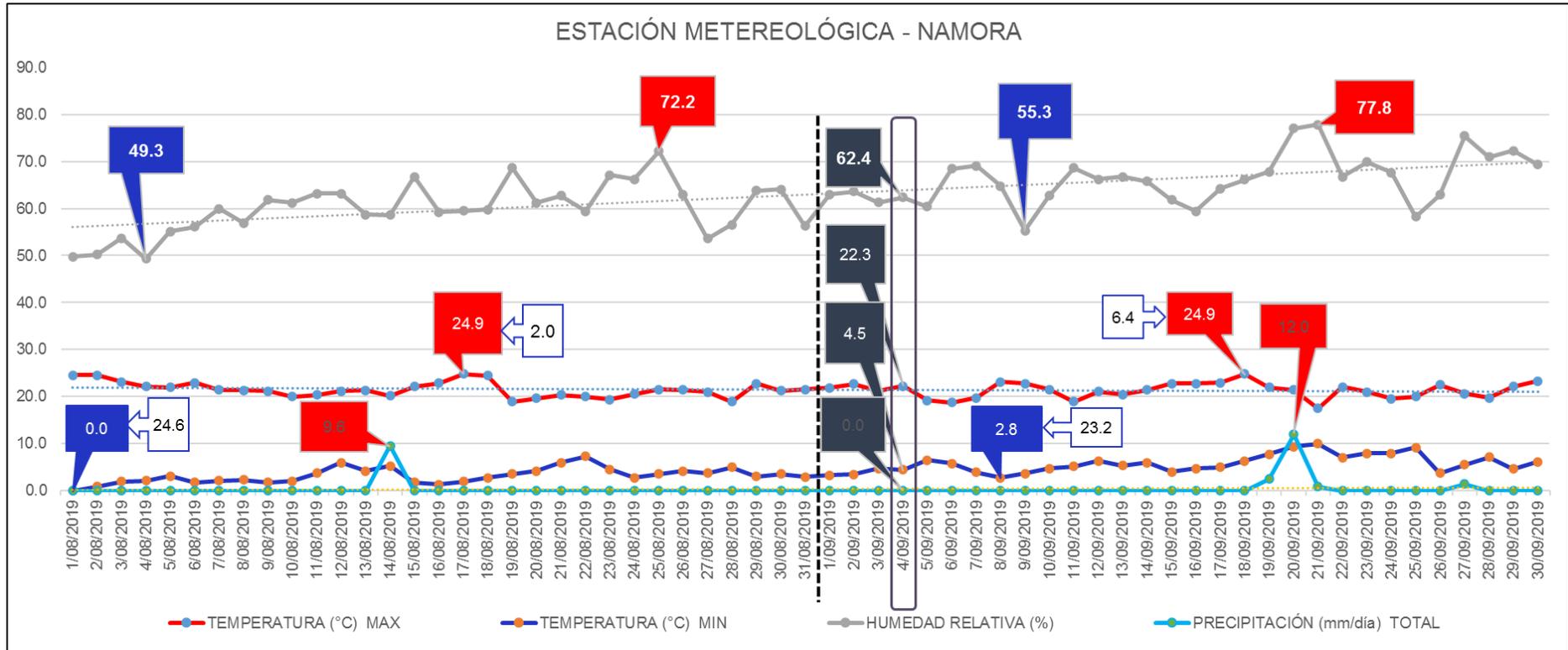


Figura 2. Datos Hidrometeorológicos de los meses de agosto y septiembre del 2019.

Tabla 13  
*Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor, Gregorio Pita – San Marcos.*

Estación: Sondor - Gregorio Pita				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: GREGORIO PITA
Latitud: 7°14'12.75"		Longitud: 78°12'45.43"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107038		Altitud: 2908 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN
	MAX	MIN		(mm/día) TOTAL
1/08/2019	23.5	2.5	72.6	0
2/08/2019	23.1	6.1	69.3	0
3/08/2019	21.1	6.5	73.3	0
4/08/2019	20.9	6.9	76.7	0
5/08/2019	20.9	6.1	85	0
6/08/2019	21.5	5.1	81.7	0
7/08/2019	20.1	5.1	77.9	0
8/08/2019	20.9	5.9	84.1	0
9/08/2019	20.5	5.1	76.8	0
10/08/2019	20.7	6.1	83	0
11/08/2019	19.7	7.1	77.2	0
12/08/2019	20.1	7.9	86.7	0
13/08/2019	19.5	6.9	88.3	0
14/08/2019	18.9	9.1	92.6	0
15/08/2019	19.7	5.1	86.3	0
16/08/2019	19.1	4.9	S/D	0
17/08/2019	23.5	4.9	85.6	0
18/08/2019	22.5	6.1	82.3	0
19/08/2019	21.4	7.5	94.2	0
20/08/2019	19.9	6.1	87.8	0
21/08/2019	19.9	8.9	89.9	0
22/08/2019	18.5	6.5	88.1	0
23/08/2019	18.5	7.1	91.3	0
24/08/2019	21.7	5.6	81.9	0
25/08/2019	19.9	4.9	85.1	0
26/08/2019	20	5.6	84.3	0
27/08/2019	19.3	7.6	85.9	0
28/08/2019	19.9	11.1	87.5	0
29/08/2019	20.9	6.5	84.7	0
30/08/2019	20.1	6.1	84.9	0
31/08/2019	21.2	5.9	82.2	0

Fuente: SENAMHI

**Tabla 14**
*Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor, Gregorio Pita – San Marcos.*

Estación: Sondor - Gregorio Pita				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: GREGORIO PITA
Latitud: 7°14'12.75"		Longitud: 78°12'45.43"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107038		Altitud: 2908 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/09/2019	20.5	5.5	79.1	0.0
2/09/2019	21.5	5.9	81.7	0.0
3/09/2019	20.5	11.1	83.6	0.0
4/09/2019	22.7	6.1	81.9	0.0
5/09/2019	18.5	6.5	91.3	0.0
6/09/2019	19.5	5.9	87.2	0.0
7/09/2019	20.5	6.5	82.7	0.0
8/09/2019	22.5	6.1	73.9	0.0
9/09/2019	22.9	7.9	72.8	0.0
10/09/2019	22.4	6.3	80.3	0.0
11/09/2019	18.9	7.5	87.1	0.0
12/09/2019	21.5	8.1	83.5	0.0
13/09/2019	20.7	8.5	84.9	0.0
14/09/2019	21.5	8.1	84.0	0.0
15/09/2019	20.5	6.5	83.3	0.0
16/09/2019	22.5	6.1	79.5	0.0
17/09/2019	22.6	6.5	77.2	0.0
18/09/2019	23.1	7.9	80.7	0.0
19/09/2019	20.1	9.1	86.1	7.9
20/09/2019	19.9	8.9	87.5	5.0
21/09/2019	19.1	8.7	86.4	0.0
22/09/2019	20.3	9.1	81.5	0.0
23/09/2019	18.3	7.1	90.5	0.0
24/09/2019	17.7	7.5	89.9	0.0
25/09/2019	19.9	7.4	81.7	0.0
26/09/2019	21.9	6.5	83.9	0.0
27/09/2019	20.1	6.3	81.1	0.0
28/09/2019	18.7	6.5	86.1	0.0
29/09/2019	20.7	6.1	83.6	0.0
30/09/2019	23.5	6.0	79.3	0.0

Fuente: SENAMHI

Tabla 15  
*Datos correspondientes al mes de agosto – 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: Sondor - Gregorio Pita			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	13.5	83.6	0.0
MAXIMO	23.5	94.2	0.0
MINIMO	2.5	69.3	0.0

Tabla 16  
*Datos correspondientes al mes de setiembre - 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: SONDOR-GREGORIO PITA			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	14.0	83.1	0.4
MAXIMO	23.5	91.3	7.9
MINIMO	5.5	72.8	0.0

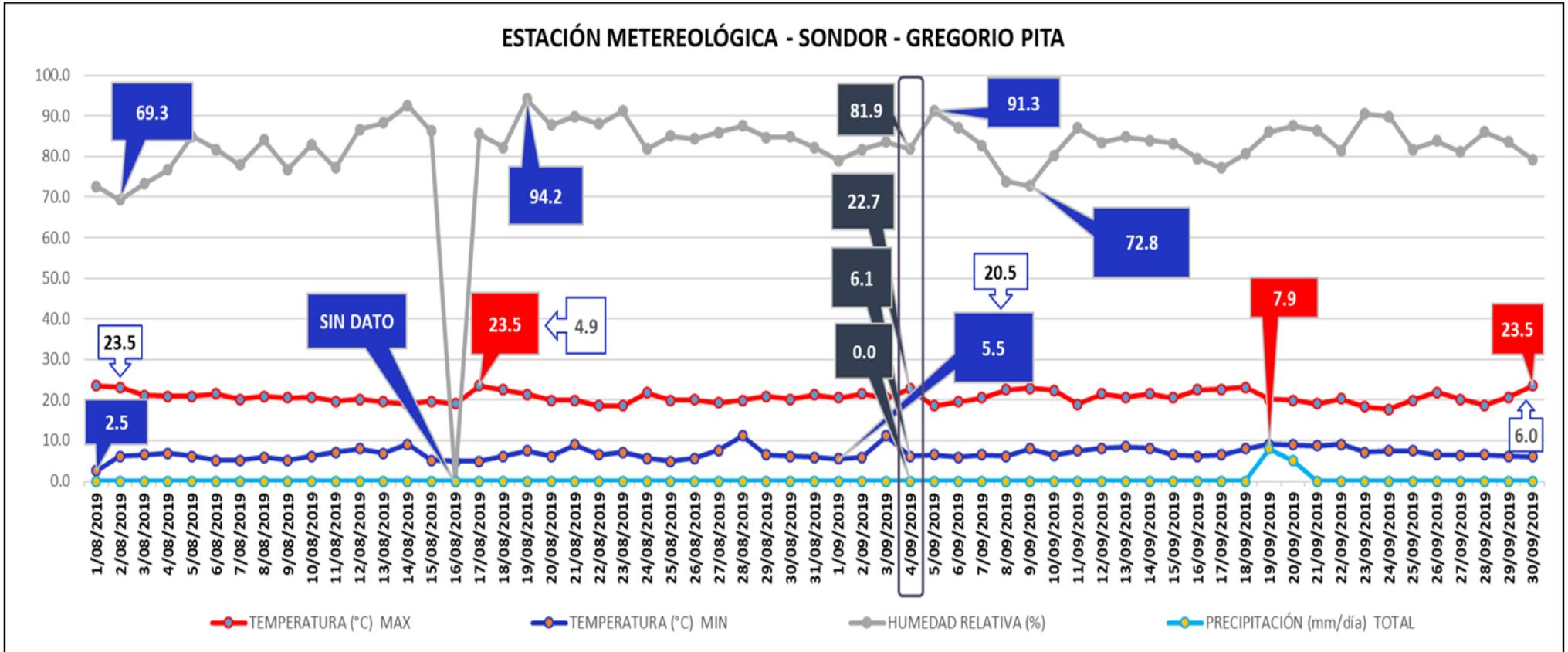


Figura 2. Datos Hidrometeorológicos de los meses de agosto y setiembre del 2019.

Tabla 17  
*Datos Hidrometeorológicos de la estación San Marcos.*

Estación: San Marcos				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: PEDRO GALVEZ
Latitud:		Longitud: 78°10'21.72"		
Tipo:		Código: 107006		Altitud: 2287 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
1/08/2019	27.8	2	54.8	0
2/08/2019	26.7	4	49.7	0
3/08/2019	25.2	4.4	55.5	0
4/08/2019	24.5	5	53.4	0
5/08/2019	25.3	7.7	53.1	0
6/08/2019	26.2	3.9	55.1	0
7/08/2019	24.6	4.1	55.2	0
8/08/2019	25	4	55.7	0
9/08/2019	25.6	3.6	59.4	0
10/08/2019	24.5	3.8	62.9	0
11/08/2019	23.6	6.5	66.1	0
12/08/2019	25	7.4	63.4	0
13/08/2019	23	5.5	60.3	0
14/08/2019	23	14.2	62.7	0
15/08/2019	24.9	5.2	50.7	0
16/08/2019	26.4	3.5	59.7	0
17/08/2019	28.1	4.1	53.5	0
18/08/2019	28	5.3	58.2	0
19/08/2019	27.8	5.7	61.6	0
20/08/2019	23.6	8.5	67	0
21/08/2019	24	9	62.6	0
22/08/2019	23.3	10.5	59.4	0
23/08/2019	22.4	6.3	62.4	0
24/08/2019	25	4.8	60.7	0
25/08/2019	24.6	5.5	68.1	0
26/08/2019	24.4	7.1	65.7	0
27/08/2019	24.2	7.3	63.1	0
28/08/2019	22.4	14.7	55.7	0
29/08/2019	26.2	5.3	60.9	0
30/08/2019	24.7	5.2	60.4	0
31/08/2019	26	5.4	58.9	0

Fuente: SENAMHI

**Tabla 18**  
*Datos Hidrometeorológicos de la estación San Marcos.*

Estación: San Marcos				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: PEDRO GALVEZ
Latitud:		Longitud: 78°10'21.72"		
Tipo:		Código: 107006		Altitud: 2287 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
1/09/2019	26.7	5.2	60.9	0.0
2/09/2019	27.3	5.7	58.5	0.0
3/09/2019	25.0	7.9	56.7	0.0
4/09/2019	27.0	6.3	60.9	0.0
5/09/2019	23.2	13.3	58.5	0.0
6/09/2019	24.0	9.9	61.4	0.0
7/09/2019	23.5	7.6	67.8	0.0
8/09/2019	27.0	4.7	56.6	0.0
9/09/2019	26.4	5.6	58.2	0.0
10/09/2019	26.4	6.1	62.9	0.0
11/09/2019	24.0	7.5	69.1	0.0
12/09/2019	25.2	9.0	62.8	0.0
13/09/2019	23.7	9.7	65.9	0.0
14/09/2019	25.8	9.7	57.6	0.0
15/09/2019	25.6	6.2	58.4	0.0
16/09/2019	27.4	7.2	51.9	0.0
17/09/2019	27.4	7.5	55.8	0.0
18/09/2019	27.6	8.8	59.5	0.0
19/09/2019	27.0	13.7	60.3	1.9
20/09/2019	24.6	12.0	75.2	9.3
21/09/2019	21.5	13.2	73.1	0.0
22/09/2019	26.4	9.0	62.6	0.0
23/09/2019	24.2	11.0	68.3	0.0
24/09/2019	23.5	11.2	61.1	0.0
25/09/2019	23.2	13.3	57.7	0.0
26/09/2019	26.5	5.5	54.1	0.0
27/09/2019	25.0	8.7	66.8	0.0
28/09/2019	24.4	11.0	61.9	0.0
29/09/2019	27.1	6.2	62.0	0.0
30/09/2019	28.0	8.4	60.3	0.0

Fuente: SENAMHI

Tabla 19  
*Datos correspondientes al mes de agosto del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: San Marcos			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	15.6	59.2	0.0
MAXIMO	28.1	68.1	0.0
MINIMO	2.0	49.7	0.0

Tabla 20  
*Datos correspondientes al mes de setiembre del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: San Marcos			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	17.1	61.6	0.4
MAXIMO	28.0	75.2	9.3
MINIMO	4.7	51.9	0.0

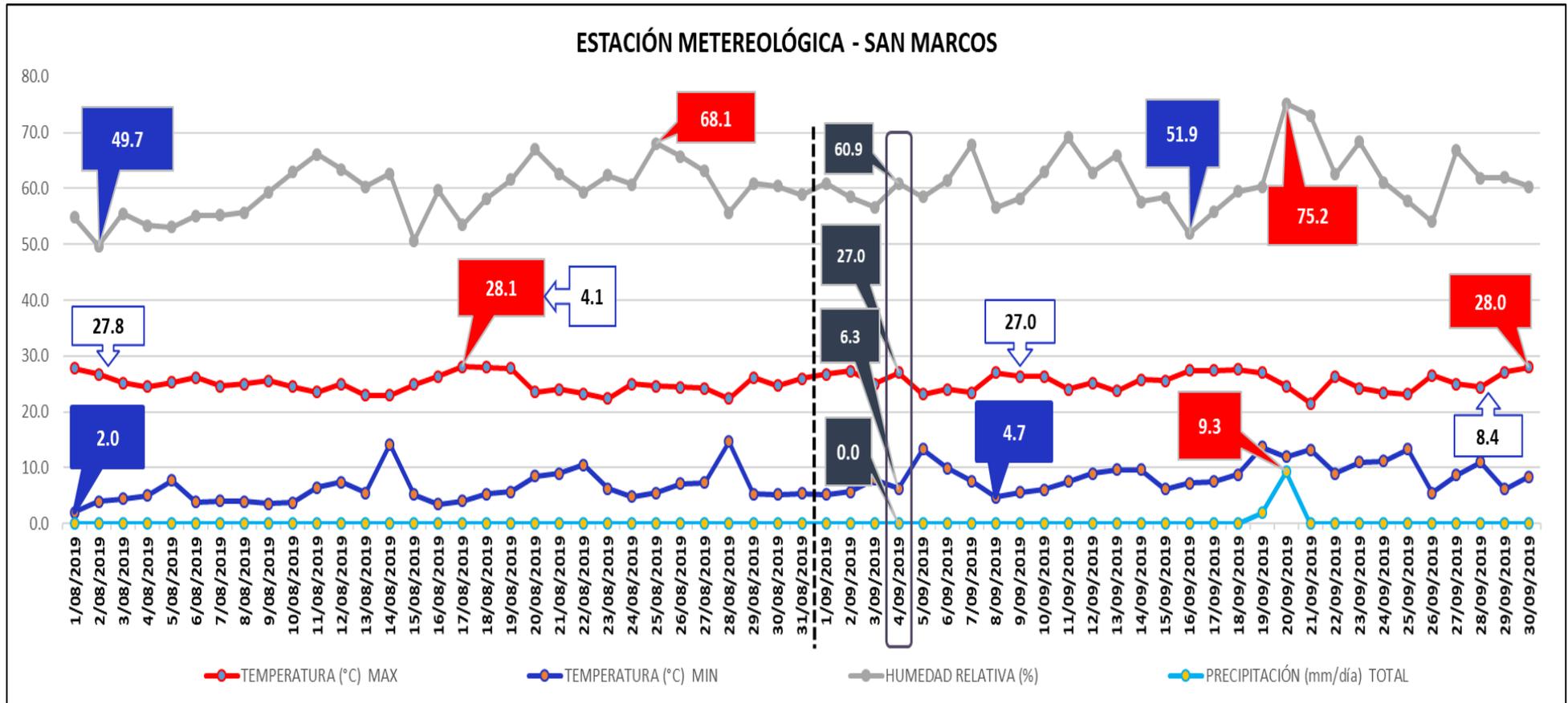


Figura 3. Datos Hidrometeorológicos de los meses de agosto y septiembre del 2019.

c.2. Estaciones meteorológicas: Namora, Sondor y San Marcos. (noviembre y diciembre).

Tabla 21

*Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora del mes de noviembre.*

Estación: Namora				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: CAJAMARCA		Distrito: NAMORA
Latitud: 7°12'2.17"		Longitud: 78°19'40.16"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107037		Altitud: 2744 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día) TOTAL
	MAX	MIN		
1/11/2019	19.5	10.2	88.2	13.4
2/11/2019	22.8	10.3	73.7	2.4
3/11/2019	20.5	11.0	83.0	3.2
4/11/2019	21.2	10.6	81.8	2.0
5/11/2019	20.5	11.6	78.3	1.8
6/11/2019	18.8	10.9	80.5	1.6
7/11/2019	19.3	11.4	79.9	2.7
8/11/2019	21.2	7.5	74.5	0.0
9/11/2019	21.0	10.0	76.8	6.1
10/11/2019	16.8	12.0	88.8	0.7
11/11/2019	18.7	11.4	86.6	5.0
12/11/2019	21.0	8.8	78.0	0.0
13/11/2019	23.3	10.0	73.3	0.0
14/11/2019	19.7	10.0	78.9	2.4
15/11/2019	21.4	8.5	72.4	0.0
16/11/2019	21.8	8.0	63.0	0.0
17/11/2019	23.7	4.8	58.0	0.0
18/11/2019	24.1	7.0	54.7	0.0
19/11/2019	21.5	6.4	62.2	0.0
20/11/2019	22.7	8.2	61.9	0.0
21/11/2019	23.2	9.4	74.1	1.7
22/11/2019	23.0	10.3	71.1	2.2
23/11/2019	23.8	8.0	68.9	4.6
24/11/2019	22.5	10.2	77.1	0.0
25/11/2019	17.3	7.6	73.5	0.0
26/11/2019	21.0	7.5	68.6	0.0
27/11/2019	22.1	7.4	68.9	0.0
28/11/2019	22.8	10.1	72.4	0.0
29/11/2019	24.2	8.6	73.3	0.0
30/11/2019	19.4	10.2	77.6	2.2

Fuente: SENAMHI

**Tabla 22**
*Datos Hidrometeorológicos de la estación Namora del mes de diciembre.*

Estación: Namora				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: CAJAMARCA		Distrito: NAMORA
Latitud: 7°12'2.17"		Longitud: 78°19'40.16"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107037		Altitud: 2744 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/12/2019	20.7	10.0	80.0	12.7
2/12/2019	20.5	11.0	74.0	0.0
3/12/2019	17.2	11.0	85.3	4.8
4/12/2019	19.3	11.8	86.9	1.1
5/12/2019	19.6	11.2	89.0	4.4
6/12/2019	19.9	11.2	81.5	11.2
7/12/2019	21.0	11.4	79.3	0.0
8/12/2019	21.6	7.0	74.5	0.0
9/12/2019	21.5	7.8	77.0	0.4
10/12/2019	21.6	9.7	82.5	2.2
11/12/2019	20.5	11.4	84.4	0.6
12/12/2019	20.3	11.0	72.2	0.0
13/12/2019	21.0	9.4	72.1	0.0
14/12/2019	22.2	8.2	73.5	0.0
15/12/2019	22.6	9.5	81.0	6.4
16/12/2019	21.6	11.4	81.8	5.8
17/12/2019	19.6	11.4	81.8	4.9
18/12/2019	20.0	12.0	81.2	26.7
19/12/2019	17.6	10.5	88.9	8.5
20/12/2019	20.2	11.5	83.5	13.2
21/12/2019	20.5	12.0	79.5	4.0
22/12/2019	22.7	9.0	70.4	0.0
23/12/2019	22.5	8.5	76.2	1.4
24/12/2019	21.3	9.2	84.9	11.8
25/12/2019	21.8	10.8	79.8	0.0
26/12/2019	22.8	10.8	74.8	0.0
27/12/2019	23.2	11.2	72.8	0.0
28/12/2019	22.4	12.4	81.3	18.5
29/12/2019	23.3	12.4	88.5	13.8
30/12/2019	22.2	12.0	79.0	8.1
31/12/2019	22.4	11.5	78.0	0.0

Fuente: SENAMHI.

Tabla 23  
*Datos correspondientes al mes de noviembre del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: Namora			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	15.3	74.0	1.7
MAXIMO	24.2	88.8	13.4
MINIMO	4.8	54.7	0.0

Tabla 24  
*Datos correspondientes al mes de diciembre del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: Namora			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	15.8	79.9	5.2
MAXIMO	23.3	89.0	26.7
MINIMO	7.0	70.4	0.0

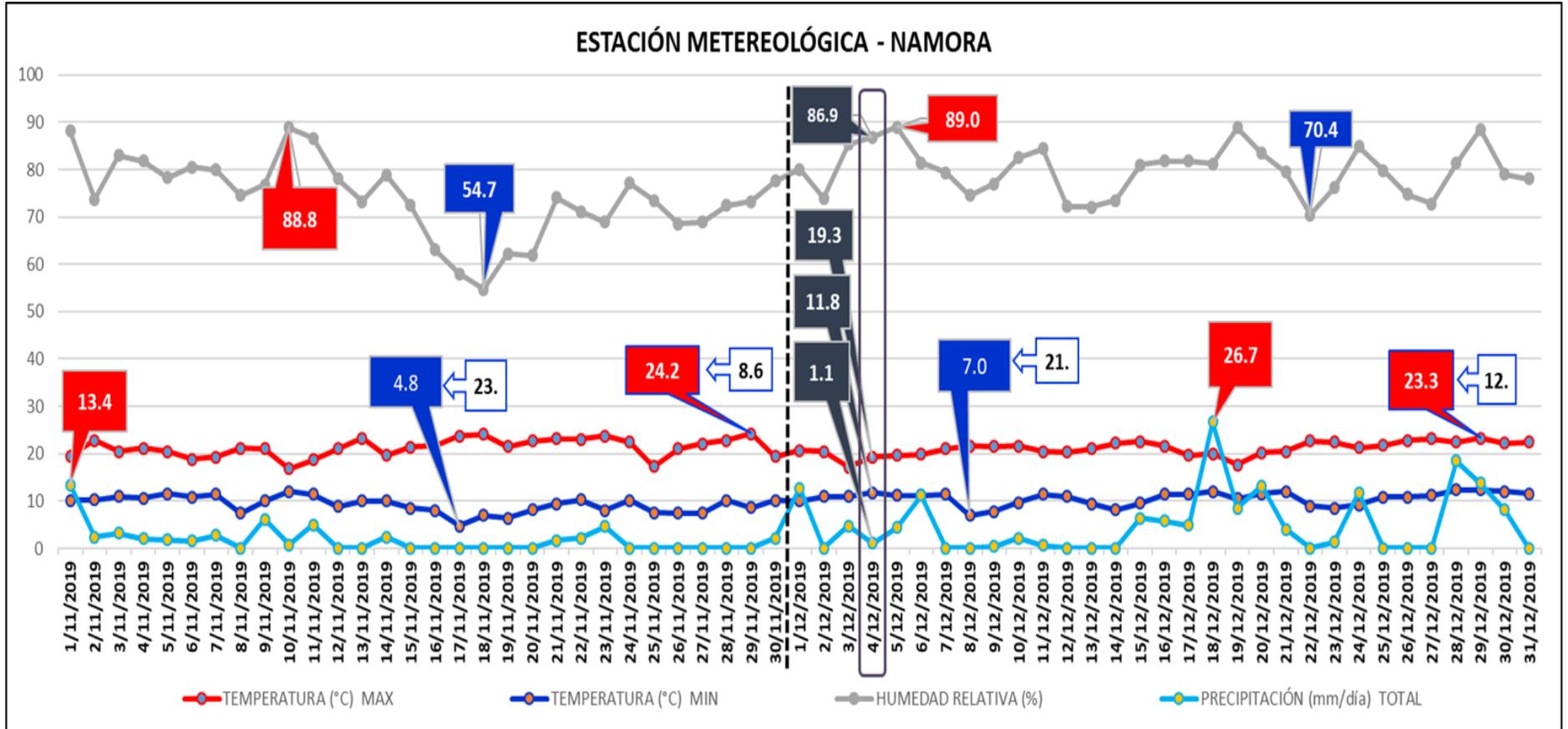


Figura 4. Datos Hidrometeorológicos de los meses de noviembre y diciembre del 2019

**Tabla 25**
*Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de noviembre.*

Estación: Sondor - Gregorio Pita				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: GREGORIO PITA
Latitud: 7°14'12.75"		Longitud: 78°12'45.43"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107038		Altitud: 2908 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN
	MAX	MIN		(mm/día) TOTAL
1/11/2019	22.1	9.5	84.9	17.7
2/11/2019	21.7	8.5	78	4.4
3/11/2019	20.1	10.5	88.3	2.1
4/11/2019	18.9	8.1	93.6	3.9
5/11/2019	21.5	10.5	82.1	1.3
6/11/2019	19.5	9.1	78.5	1.1
7/11/2019	21.1	8.9	83.2	0
8/11/2019	19.5	8.5	86.7	0
9/11/2019	22.1	8.5	83.9	8.6
10/11/2019	19.9	8.1	88.8	1.5
11/11/2019	19.5	8.4	85.5	8.5
12/11/2019	21.1	8.1	82.5	2.5
13/11/2019	21.5	8.7	81.8	0
14/11/2019	19.9	8.1	89.1	2.7
15/11/2019	20.5	8.3	83.5	0
16/11/2019	20.5	8.5	88.1	0
17/11/2019	22.1	5.5	76.5	0
18/11/2019	21.1	5.6	78.4	0
19/11/2019	20.7	5.1	81.7	0
20/11/2019	21.5	5.5	84.9	0
21/11/2019	19.7	4.5	86.2	1.3
22/11/2019	21.1	8.5	79.9	2.1
23/11/2019	22.1	7.9	80.1	2.7
24/11/2019	19.9	7.7	89.3	1.1
25/11/2019	21.5	7.5	79.8	0
26/11/2019	22.1	7.6	82.1	0
27/11/2019	21.1	5.4	91.4	0
28/11/2019	20.5	9.5	84.1	0
29/11/2019	21.6	9.1	78.9	0
30/11/2019	19.9	10.1	90.3	2.7

**Fuente:** SENAMHI

**Tabla 26**
*Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de diciembre.*

Estación: Sondor - Gregorio Pita				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: GREGORIO PITA
Latitud: 7°14'12.75"		Longitud: 78°12'45.43"		
Tipo: CO - Meteorológica		Código: 107038		Altitud: 2908 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN	RELATIVA (%)	TOTAL
1/12/2019	19.1	8.9	90.8	3.5
2/12/2019	21.1	10.1	85.9	0
3/12/2019	18.9	10.5	87.8	16.8
4/12/2019	18.1	10.1	91.5	0
5/12/2019	19.5	9.9	79.2	1.2
6/12/2019	20.9	9.5	84	8.4
7/12/2019	21.1	9.3	83.4	0
8/12/2019	22.1	7.1	82.1	0
9/12/2019	20.5	6.9	83.2	1.1
10/12/2019	19.1	7.1	86	3.7
11/12/2019	21.1	6.5	84.6	2.7
12/12/2019	22.7	6.1	82.8	0
13/12/2019	20.9	8.6	84.7	0
14/12/2019	19.9	6.5	86.1	0
15/12/2019	19.9	6.5	86.2	18
16/12/2019	20.8	6.1	86.6	7.8
17/12/2019	19.9	6.4	84.8	24.8
18/12/2019	19.9	6.7	88.3	16.7
19/12/2019	20.5	6.5	85.8	5.5
20/12/2019	19.9	5.9	87.8	9
21/12/2019	20.5	6.1	85.8	0
22/12/2019	20.5	6.5	87.8	0
23/12/2019	21.5	6.1	83.1	0
24/12/2019	21.9	5.9	81.5	13.3
25/12/2019	21.8	6.3	83.3	0
26/12/2019	20.5	6.3	89.3	0
27/12/2019	22.7	6.1	81.2	4.2
28/12/2019	23.1	5.1	84.9	13.2
29/12/2019	21.5	6.1	85.4	18.7
30/12/2019	20.5	11.1	86.5	20
31/12/2019	22.1	9.5	77.5	0

**Fuente: SENAMHI**

Tabla 27

*Datos correspondientes al mes de noviembre del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: Sondor - Gregorio Pita			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	14.4	84.1	2.1
MAXIMO	22.1	93.6	17.7
MINIMO	4.5	76.5	0.0

Tabla 28

*Datos correspondientes al mes de diciembre del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: Sondor - Gregorio Pita			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	14.1	85.1	6.1
MAXIMO	23.1	91.5	24.8
MINIMO	5.1	77.5	0.0

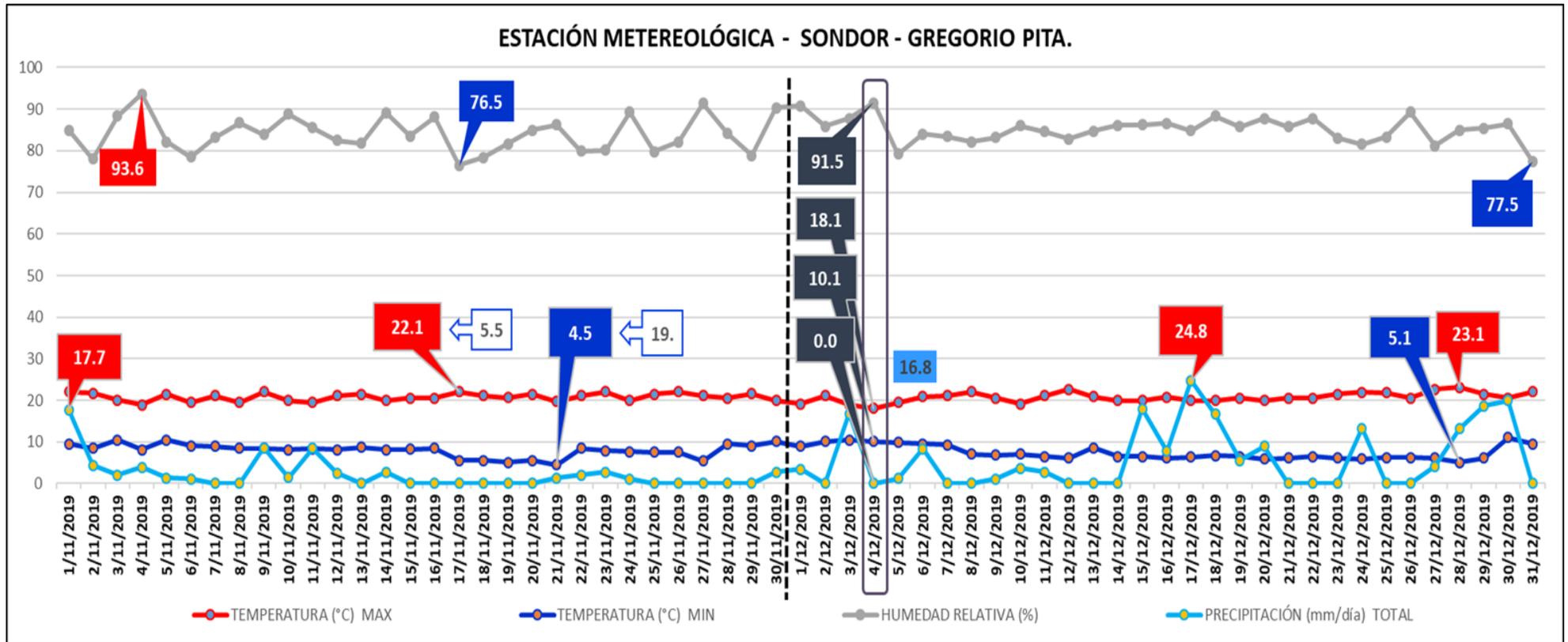


Figura 5. Datos Hidrometeorológicos de los meses de noviembre y diciembre del 2019.

Tabla 29

*Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de noviembre.*

Estación: San Marcos				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: PEDRO GALVEZ
Latitud:		Longitud: 78°10'21.72"		
Tipo:		Código: 107006		Altitud: 2287 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/11/2019	26.5	13.2	82.0	21.0
2/11/2019	26.9	12.8	74.6	2.2
3/11/2019	25.5	14.2	81.2	9.4
4/11/2019	26.5	11.9	72.7	1.7
5/11/2019	26.7	14.8	81.1	31.5
6/11/2019	23.7	12.3	89.7	3.2
7/11/2019	24.0	11.7	82.7	2.5
8/11/2019	25.8	10.5	74.8	0.0
9/11/2019	27.0	13.3	66.2	10.9
10/11/2019	26.7	13.4	91.3	5.8
11/11/2019	25.0	13.2	79.8	4.5
12/11/2019	25.2	13.2	76.2	0.0
13/11/2019	27.4	11.0	68.9	0.0
14/11/2019	24.7	14.2	77.0	2.0
15/11/2019	25.5	11.5	61.2	0.0
16/11/2019	26.0	11.1	67.4	0.0
17/11/2019	28.1	7.0	56.4	0.0
18/11/2019	29.0	9.3	49.2	0.0
19/11/2019	28.3	9.2	51.6	0.0
20/11/2019	26.0	10.6	56.9	0.0
21/11/2019	27.5	12.2	72.2	4.4
22/11/2019	27.8	12.7	70.7	0.0
23/11/2019	26.5	9.6	77.7	2.2
24/11/2019	24.5	11.9	66.5	0.0
25/11/2019	26.4	10.4	65.5	0.0
26/11/2019	24.6	8.9	78.0	0.0
27/11/2019	25.8	9.4	66.7	0.0
28/11/2019	27.1	12.4	60.0	0.0
29/11/2019	29.0	10.3	63.1	0.0
30/11/2019	23.6	14.7	71.6	0.2

Fuente: SENAMHI.

Tabla 30

*Datos Hidrometeorológicos de la estación Sondor del mes de diciembre.*

Estación: San Marcos				
Departamento: CAJAMARCA		Provincia: SAN MARCOS		Distrito: PEDRO GALVEZ
Latitud:		Longitud: 78°10'21.72"		
Tipo:		Código: 107006		Altitud: 2287 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN
	MAX	MIN		(mm/día) TOTAL
1/12/2019	25.6	13.9	77.3	7.1
2/12/2019	26.5	13.3	83.2	1.9
3/12/2019	23.9	12.7	88.6	3.4
4/12/2019	23	13.8	80.4	2.5
5/12/2019	23.4	13.3	88.5	15.1
6/12/2019	24.2	13.2	80.4	6.1
7/12/2019	25.4	13.2	78.9	0.5
8/12/2019	26.4	10	79.4	0.6
9/12/2019	25.6	11.2	72.8	0
10/12/2019	24.8	13.4	81.8	9.4
11/12/2019	25	13.9	79.4	0
12/12/2019	25.1	14.06	68.1	0
13/12/2019	24.6	13.1	65.4	0
14/12/2019	25.1	11	70.3	0
15/12/2019	24.7	14.7	82.7	17.7
16/12/2019	25.5	13.9	81.6	1.8
17/12/2019	25.2	14.2	79	11.2
18/12/2019	23.9	13.9	81.2	20.3
19/12/2019	22	13.3	86.6	15.4
20/12/2019	22.6	14.2	91.1	11.4
21/12/2019	25.6	13.7	76	0
22/12/2019	27.4	11.7	68.9	0
23/12/2019	27.7	10.8	69.8	0
24/12/2019	26	12.5	81.8	8.8
25/12/2019	26.7	12.4	69.6	4.2
26/12/2019	27.5	14	71	0.5
27/12/2019	28.5	13.8	78.1	6.1
28/12/2019	26.6	14.5	84.3	7.4
29/12/2019	26.5	15.1	85.9	26.9
30/12/2019	24	14.9	84.6	6
31/12/2019	25.5	14.7	73.4	2.8

Fuente: SENAMHI

Tabla 31

*Datos correspondientes al mes de noviembre del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: Sondor – Gregorio Pina			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	19.0	71.1	3.4
MAXIMO	29.0	91.3	31.5
MINIMO	7.0	49.2	0.0

Tabla 32

*Datos correspondientes al mes de diciembre del 2019.*

ESTACIÓN METEREOLÓGICA: Sondor - Gregorio Pita			
	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm/día)
PROMEDIO	19.3	78.7	6.0
MAXIMO	28.5	91.1	26.9
MINIMO	10.0	65.4	0.0

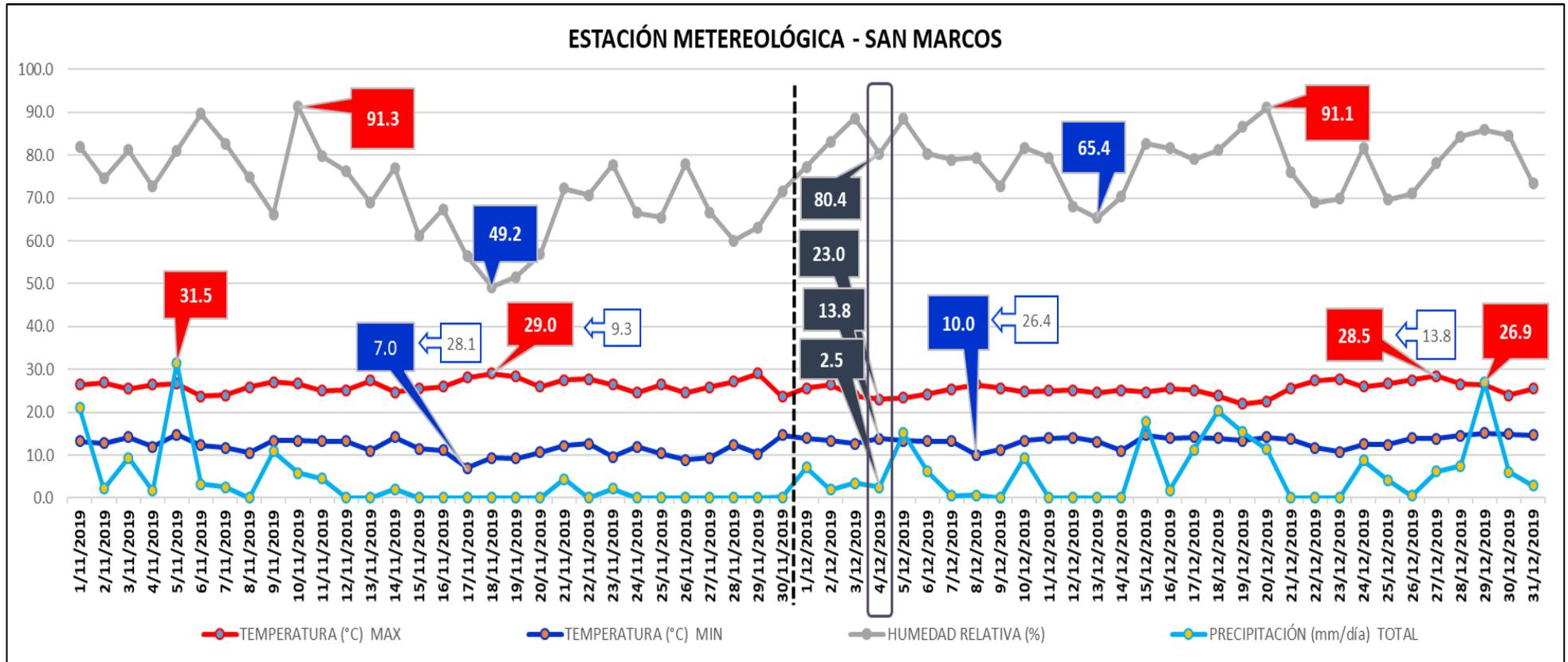


Figura 6. Datos Hidrometeorológicos de los meses de noviembre y diciembre del 2019.

### **Aspectos éticos.**

En la presente investigación se está considerando los aspectos éticos pertinentes en cuanto a la citación adecuada de fuentes utilizando las normas del manual de redacción UPN. Según Scarfi, J. (2002) el investigador siempre tiene que esforzarse por conseguir la cita directa y precisar el grado de originalidad que se exige para la excelencia profesional, en este sentido también se presentaran datos fidedignos, confiables y ajustados a la investigación de campo.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el siguiente capítulo se muestran los parámetros analizados y los resultados finales de cada monitoreo.

Tabla 33

*Resultados de los parámetros realizados en el mes septiembre del 2019 y comparado con los ECA categoría 3.*

PUNTO DE MONITOREO		Primer muestreo				
		ECA Cat. 3		setiembre		
PARÁMETROS A EVALUAR ICA-PE		Veg.	Anim.	M1	M2	M3
Aceites y Grasas	mg/L	5	10	0	0	0.0378
Cloruros	mg/L	500	**	9217.78	7090.6	7799.6
Conductividad E.	µS/cm	2500	5000	190.7	141.2	234
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15	0	0	0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40	0	0	0
Nitratos Nitritos	mg/L	100	100	0.02	0.01	0.02
oxígeno Disuelto	mg/L	≥4	≥5	5.73	6.51	6.3
pH		6,5-8,5	6,5-8,4	4,50	4,03	4,30
Sulfatos	mg/L	1000	1000	0	21	2
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	12.5	21.7	25.4
Aluminio	mg/L	5	5	0.024	0.032	< 0.022
Arsénico	mg/L	0,1	0,2	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Bario	mg/L	0,7		0.015	0.027	0.053
Berilio	mg/L	0,1	0,1	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Boro	mg/L	1	5	< 0.021	< 0.021	< 0.021
Cadmio	mg/L	0,01	0,05	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cobalto	mg/L	0,05	1	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cobre	mg/L	0,2	0,5	< 0.014	< 0.014	< 0.014
Cromo	mg/L	0,1	1	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Hierro	mg/L	5		0.066	0.038	0.07
Litio	mg/L	2,5	2,5	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Magnesio	mg/L		250	4	3.691	7.387
Manganeso	mg/L	0,2	0,2	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Níquel	mg/L	0,2	1	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Plomo	mg/L	0,05	0,05	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Selenio	mg/L	0,02	0,05	< 0.017	< 0.017	< 0.017
Zinc	mg/L	2	24	< 0.016	< 0.016	< 0.016
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	1000	49	6	4
Huevos y Larvas de Helmintos	NMP/100mL	1	**	< 1	< 1	< 1
Número de parámetros que NO cumplen					2	
Número Total de parámetros a Evaluar					29	
Número de datos que NO cumplen el ECA					6	
Número Total de datos					87	

**Nota:** muestra los resultados de los análisis de cada muestra, en el cual dos parámetros sobrepasan los ECA-agua

**Tabla 34**
*Cálculo de Excedentes, factores y valor final del ICA-PE, primer monitoreo Septiembre del 2019.*

PUNTO DE MONITOREO		Primer Muestreo				
F1		6.897		SETIEMBRE		
F2		6.890				
Aceites y Grasas	mg/L	5	10			
Cloruros	mg/L	500	**	17.44	13.18	14.6
Conductividad E.	µS/cm	2500	5000			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40			
Nitratos Nitritos	mg/L	100	100			
oxígeno Disuelto	mg/L	≥4	≥5			
pH		6,5-8,5	6,5-8,4	0.44	0.61	0.51
Sulfatos	mg/L	1000	1000			
Temperatura	°C	Δ3	Δ3			
CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-PE EXCEDENTES DE CADA PARÁMETRO EN CADA MONITOREO	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		
	Cobalto	mg/L	0,05	1		
	Cobre	mg/L	0,2	0,5		
	Cromo	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		
	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		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	1000			
Huevos y Larvas de Helmintos	NMP/100mL	1	**			
Sumatoria de los excedentes				0.540		
F3				34.970		
ICA - PE				79.040		

*Nota:* Del cuadro se muestra los resultados calculados con lo establecido por el ICA-PE, donde se obtiene que el agua es BUENA.

**Tabla 35**
*Resultados de los análisis del mes de diciembre del 2019 y comparado con los ECA categoría 3.*

PUNTO DE MONITOREO		Segundo muestreo				
PARÁMETROS A EVALUAR ICA-PE		ECA Cat. 3		DICIEMBRE		
		Veg.	Anim.	M1	M2	M3
Aceites y Grasas	mg/L	5	10	0.03	0.010	0.08
Cloruros	mg/L	500	**	0.99	0.8	2
Conductividad E.	µS/cm	2500	5000	156.5	152.7	152.6
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15	0	0	0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40	0	0	0
Nitratos Nitritos	mg/L	100	100	0.02	0.01	0.02
oxígeno Disuelto	mg/L	≥4	≥5	6.06	6.11	6.24
pH		6,5-8,5	6,5-8,4	8	8.32	8.4
Sulfatos	mg/L	1000	1000	3	4	4
Temperatura	°C	Δ3	Δ3	15.5	18.3	23
Aluminio	mg/L	5	5	0.444	1.117	1.172
Arsénico	mg/L	0,1	0,2	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Bario	mg/L	0,7		0.010	0.021	0.023
Berilio	mg/L	0,1	0,1	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Boro	mg/L	1	5	< 0.026	< 0.026	< 0.026
Cadmio	mg/L	0,01	0,05	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cobalto	mg/L	0,05	1	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Cobre	mg/L	0,2	0,5	< 0.018	< 0.018	< 0.018
Cromo	mg/L	0,1	1	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Hierro	mg/L	5		0.563	0.918	1.002
Litio	mg/L	2,5	2,5	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Magnesio	mg/L		250	1.867	2.677	3.271
Manganeso	mg/L	0,2	0,2	0.018	0.027	0.030
Níquel	mg/L	0,2	1	< 0.006	< 0.006	< 0.006
Plomo	mg/L	0,05	0,05	0.009	< 0.004	< 0.004
Selenio	mg/L	0,02	0,05	< 0.018	< 0.018	< 0.018
Zinc	mg/L	2	24	< 0.018	< 0.018	< 0.018
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	1000	40	170	33
Huevos y Larvas de Helmintos	NMP/100mL	1	**	< 1	< 1	< 1
Número de parámetros que NO cumplen					0	
Número Total de parámetros a Evaluar					29	
Número de datos que NO cumplen el ECA					0	
Número Total de datos					87	

**Nota:** En el cuadro se muestra los parámetros analizados en el segundo monitoreo, de los cuales ninguno sobrepasa los ECA-agua

**Tabla 36**
*Cálculo de Excedentes, factores y valor final del ICA-PE, segundo monitoreo diciembre del 2019.*

PUNTO DE MONITOREO			Primer Muestreo	
	F1		0	
	F2		0	DICIEMBRE
	Aceites y Grasas	mg/L	5	10
	Cloruros	mg/L	500	**
	Conductividad E.	µS/cm	2500	5000
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
	Nitratos Nitritos	mg/L	100	100
	oxígeno Disuelto	mg/L	≥4	≥5
	pH		6,5-8,5	6,5-8,4
	Sulfatos	mg/L	1000	1000
	Temperatura	°C	Δ3	Δ3
	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
	Cobalto	mg/L	0,05	1
	Cobre	mg/L	0,2	0,5
	Cromo	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
	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
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	1000
	Huevos y Larvas de Helminthos	NMP/100mL	1	**
	Sumatoria de los excedentes			0
	F3			0
	ICA – PE			100

**Nota:** Del cuadro obtenemos que la calidad de agua del río Muyoc es EXCELENTE.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Se determinó el índice de calidad ambiental en el río Muyoc, también se logró delimitar el río y los centros poblados que se benefician de estas aguas. Se logró analizar parámetros como: Aceites y Grasas, Cloruros y DQO, los cuales se llevaron a cabo en tres puntos diferentes a lo largo del río, el que comprende con una extensión de 33.59 kilómetros, de tal modo que se determinó tres zonas con más influencia de contaminación a las aguas del río.

En la tabla 33 muestra los resultados de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, de los cuales se analizaron 87 parámetros y se compararon con ECA – Agua categoría 3, dando, así como resultado en el ICA – PE, una calidad de agua BUENA (79.1).

El ICA-PE también categorizado por Cedeño, L. (2016) en su investigación titulada “Evaluación de la calidad de agua potable mediante el índice de calidad de agua (ICA – PE), del recinto Chiritza, parroquia Pacayacu, Provincia de Sucumbíos” obteniendo como resultado final una CALIDAD MEDIA (66.53) del agua.

Las diferencias entre cada una de las investigaciones mencionadas se deben principalmente a la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo, al tipo de suelo y a la interacción de la población con el agua superficial.

En Tabla 33 se muestran los resultados físicos, químicos y microbiológicos del río Muyoc, en el cual los resultados de cloruros son elevados teniendo: M1= 9217.78; M2= 7090.6 Y M3= 7799.6. Así como también de la investigación de Palomino, A. (2016) titulada “Evaluación de la calidad de agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016” en el cual analizo 5 puntos diferentes, siendo sus resultados los siguientes: M1= 6.94; M2= 1.30; M3= 1.16; M4= 1.09 y M5= 0.92. Nuestros resultados sobrepasan los valores

establecidos por el ECA – Agua, mientras que de la investigación de Palomino (2016) sus resultados registran valores inferiores en relación con el ECA – Agua.

En la tabla 35, se muestran los resultados obtenidos del segundo monitoreo, el cual se llevó a cabo en tiempo de lluvia, después de haber realizado los cálculos, según lo que estipula el ICA-PE, resalta que la calidad de agua es EXCELENTE (100). En otro estudio realizado por Córdova, C (2017), titulado “calidad del agua de la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero ECA3 en la zona de Challhuahuacho, Cotabambas – Apurímac -2016”, teniendo como resultado que; la calidad de agua del río Challhuahuacho pasando el pueblo del mismo nombre no cumple con los valores permitidos para poder ser empleados como agua de riego y bebedero de animales.

Los resultados del segundo monitoreo realizado, demuestra una calidad excelente de agua, esto debido a la **NO** presencia de contaminación ya sea natural o antropogénica, por otro lado, la segunda investigación mencionada presenta; contaminación debido a aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición con la presencia de Coliformes Termotolerantes provenientes de las aguas residuales del distrito.

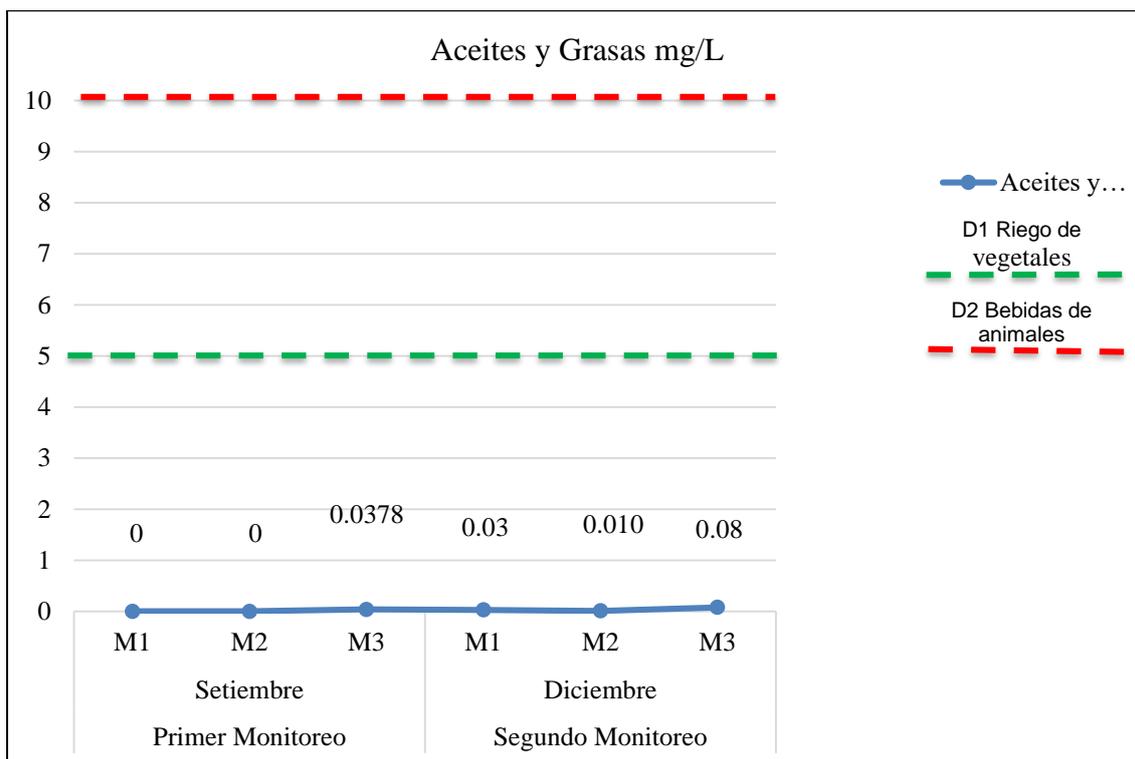


Figura 7. Concentraciones de Aceites y Grasas.

- Los valores de aceites y grasas obtenidos en los dos monitoreos cumplen con el ECA para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2, dado que M1=0; M2=0; M3=0.0378 de primer monitoreo y M1=0,03; M2=0,01; M3=0.0378 del segundo monitoreo están por debajo de los estándares

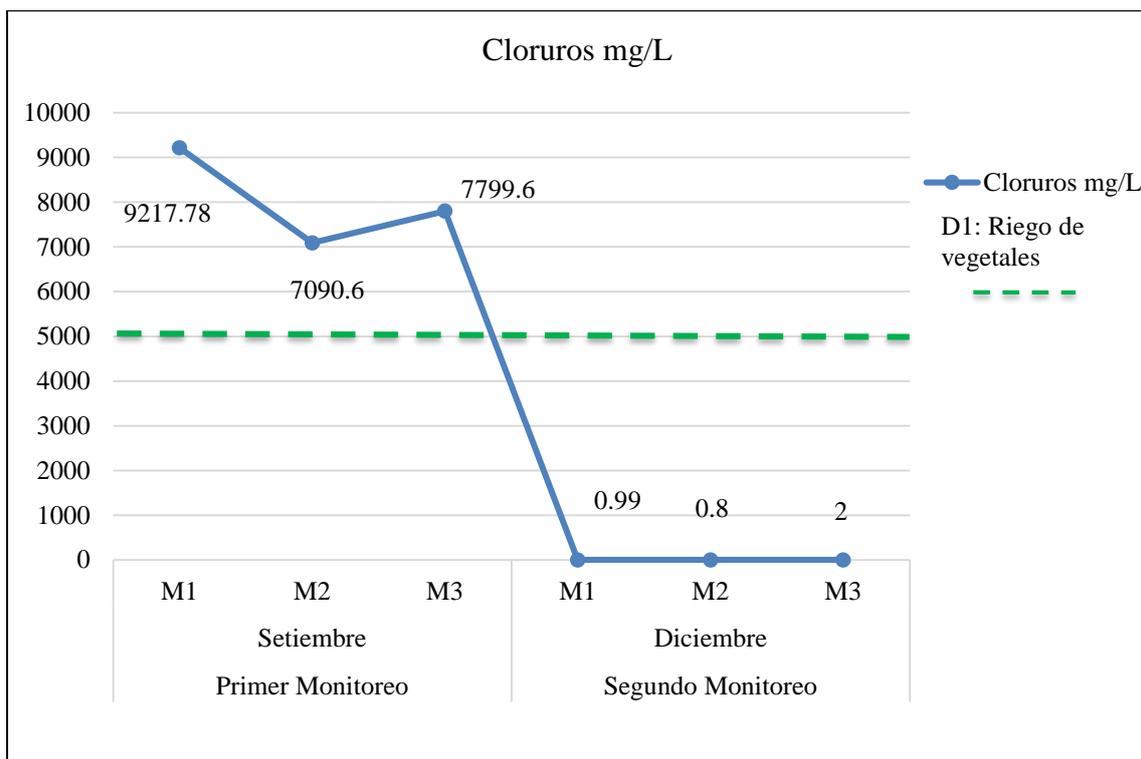
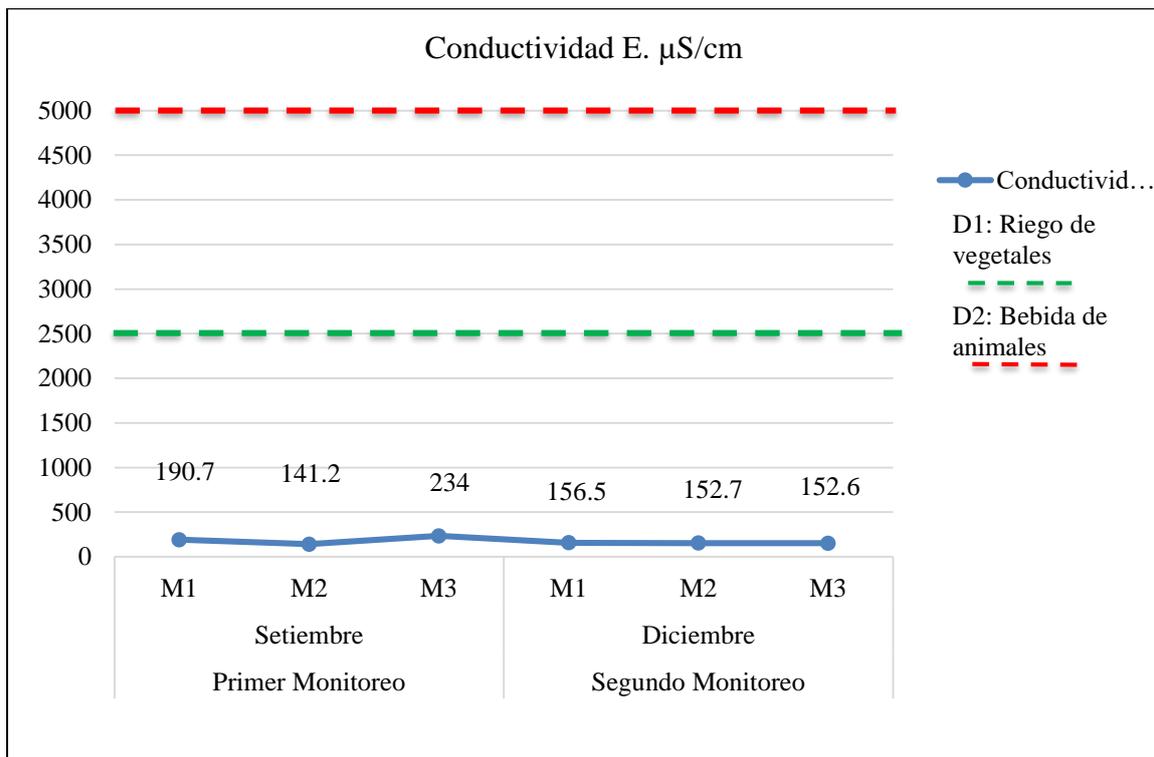


Figura 8. Concentraciones de Cloruros.

- Se observa que el primer monitoreo de cloruros en tiempo de estiaje no cumple con el ECA para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2, excediendo la muestra M1=9217.78; M2=7090.6 y la M3=7799.6. Sin embargo, el segundo monitoreo realizado en tiempo de lluvia si cumplen con los ECA – Agua dando como resultado, M1=0.99; M2=0.8 y M3=2 y estando estos valores muy por debajo de los estándares establecidos.



*Figura 9.* Concentraciones de Conductividad.

- La conductividad fue analizada en los dos monitoreos, dando resultados de M1=190.7; M2=141.2 y M3=234 en el primero y M1=156.5; M2=152.7 y M3=152.6 en el segundo estando ambos por debajo de los valores establecidos por el ECA para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2.

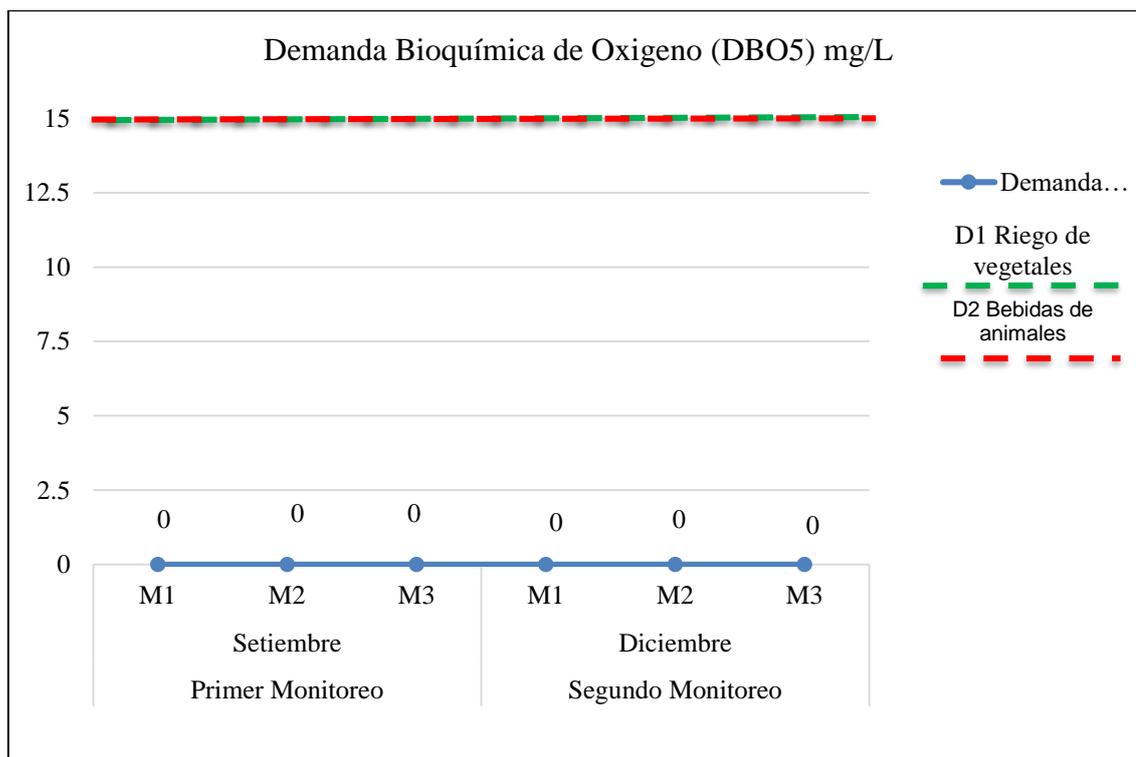
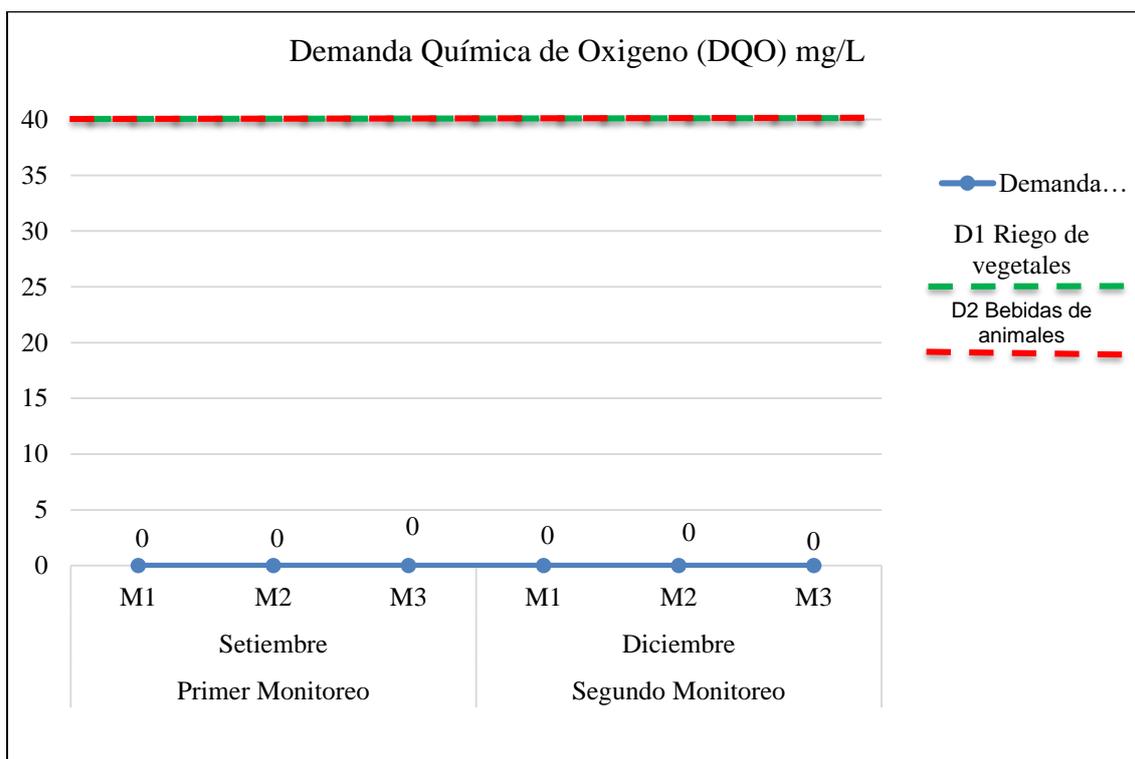


Figura 10. Concentraciones de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

- Los ECA para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2. Establece una concentración máxima de 15 mg/L de DBO5. Los resultados de los dos monitoreos reportan el resultado de “0” en las 6 muestras analizadas.



*Figura 11.* Concentraciones de la Demanda Química de Oxígeno.

- Se observa que ninguna de las muestras de los dos monitoreos de agua sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2, dado que el valor máximo es de 40 mg/L

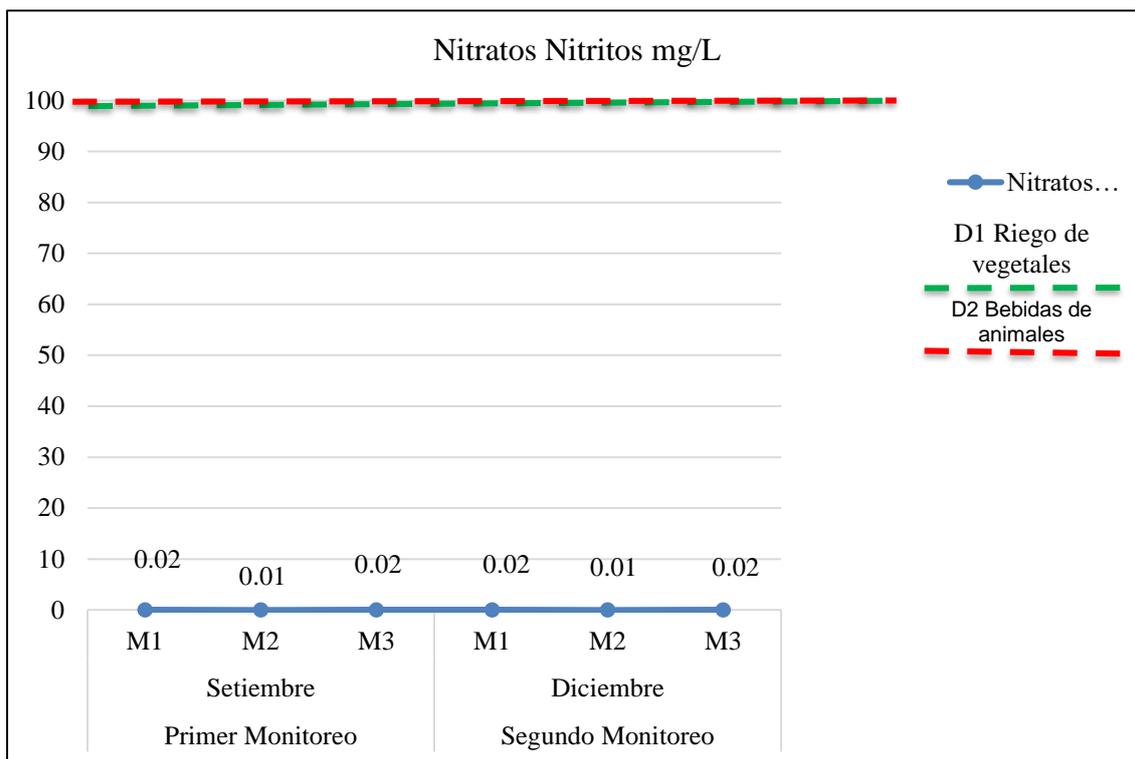


Figura 12. Concentraciones de Nitratos y Nitritos.

- Se evaluó que el parámetro de nitratos y nitritos no sobrepasa los valores ECA – Agua , tanto en el primer monitoreo como en el segundo monitoreo

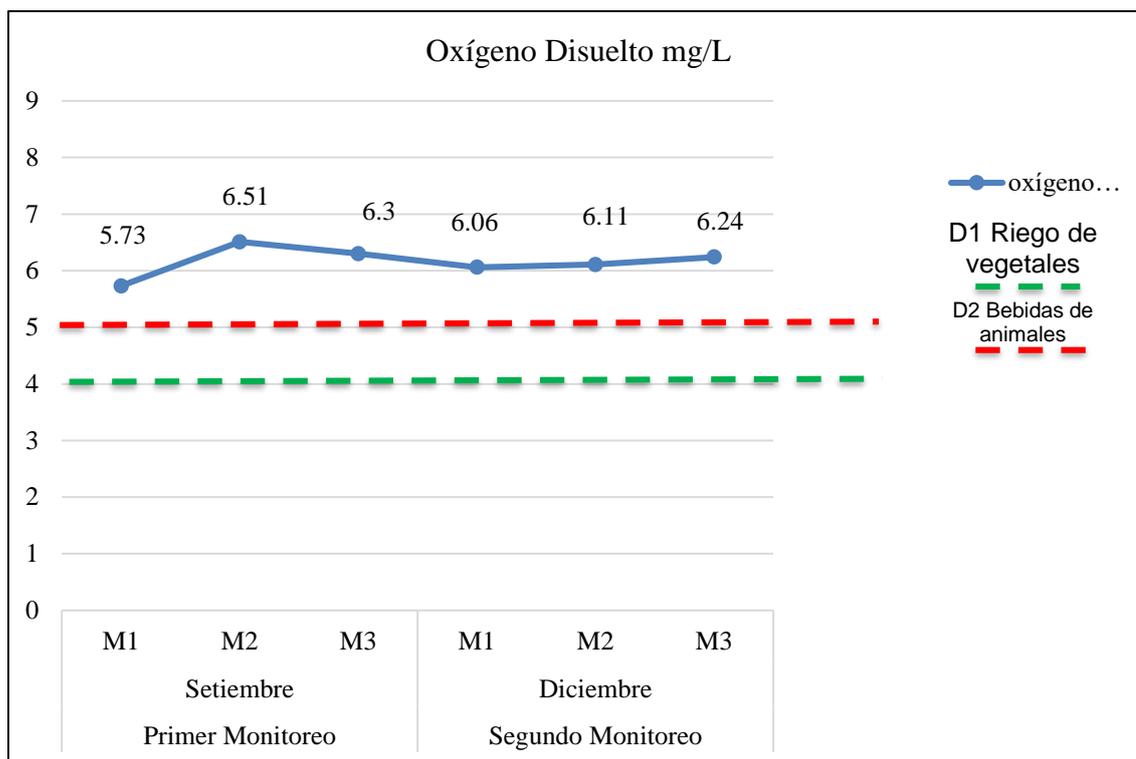


Figura 13. Concentraciones de Oxígeno Disuelto.

- ECA para agua categoría 3, sub categoría D1 estipula concentración  $\geq 4$  y D2 estipula una concentración  $\geq 5$  de oxígeno disuelto, este parámetro fue evaluado en ambos puntos de los monitoreo: primer monitoreo M1=5.73 mg/L, M2=6.51 mg/L y M3=6.3 mg/L en el segundo monitoreo M1=6,06 mg/L, M2= 6.11 mg/L y M3=6.24 mg/L. Por ende, no cumple con el ECA.

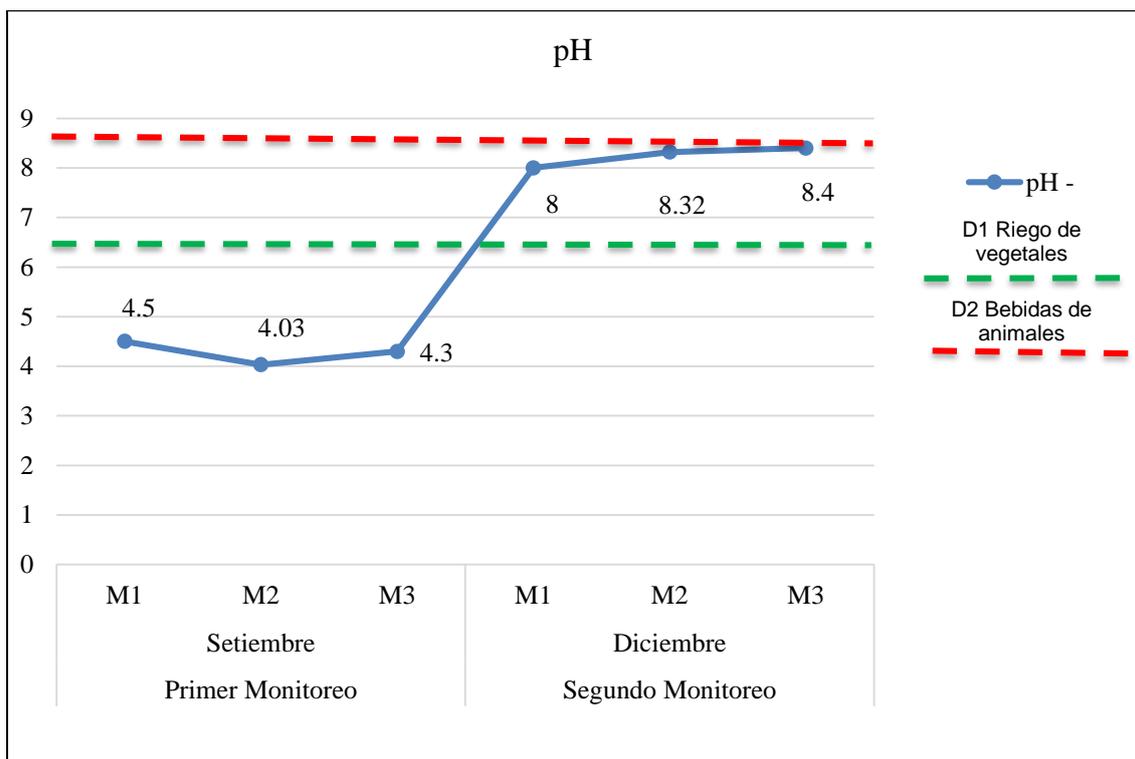


Figura 14. Concentraciones de pH.

- La concentración de pH en el primer monitoreo se encuentra entre el rango (4 - 4.5) caracterizándose por ser aguas moderadamente acidas y en el segundo monitoreo se encuentra entre el rango de (8 – 8.4) caracterizándose por ser aguas ligeramente alcalinas, pero está dentro de lo estipulado por el ECA para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2.

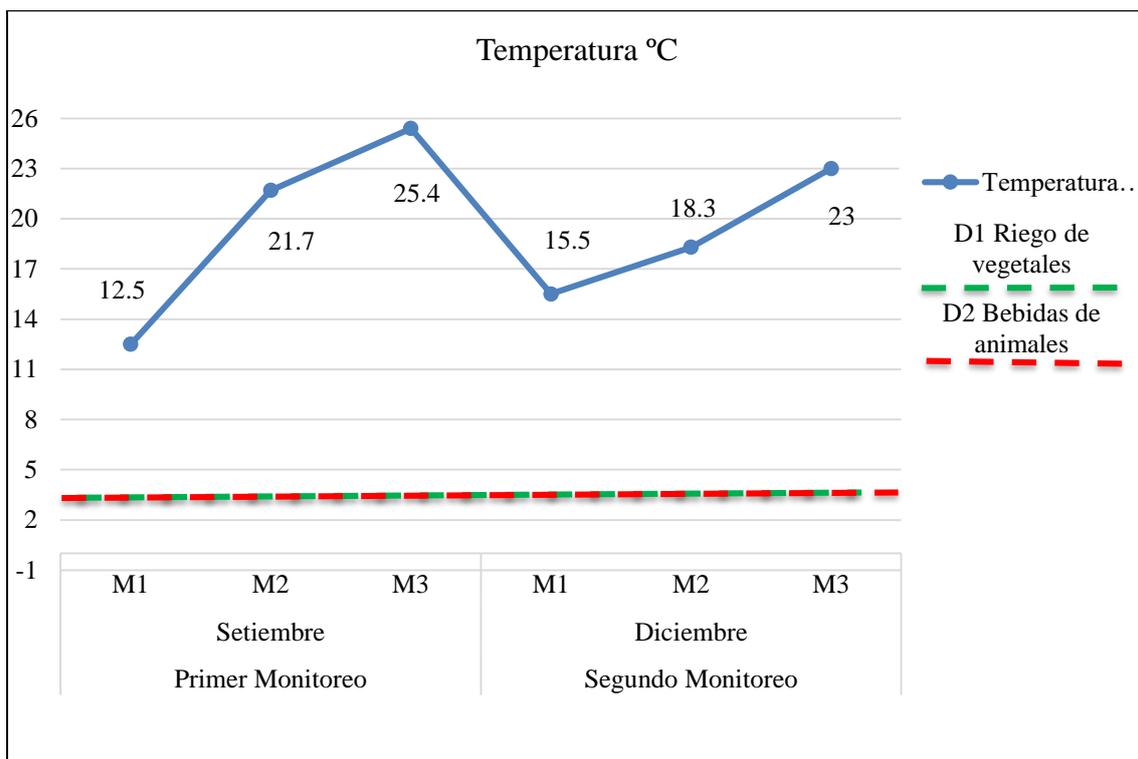


Figura 15. Concentraciones de la Temperatura.

- El estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2 estipula una temperatura  $\geq 3$ . Este parámetro fue evaluado en el primer monitoreo esta entre el rango de (12.5 – 25.4) °C y el segundo monitoreo esta entre el rango de (15.5 – 23) °C obteniendo resultados que superan los estándares establecidos.

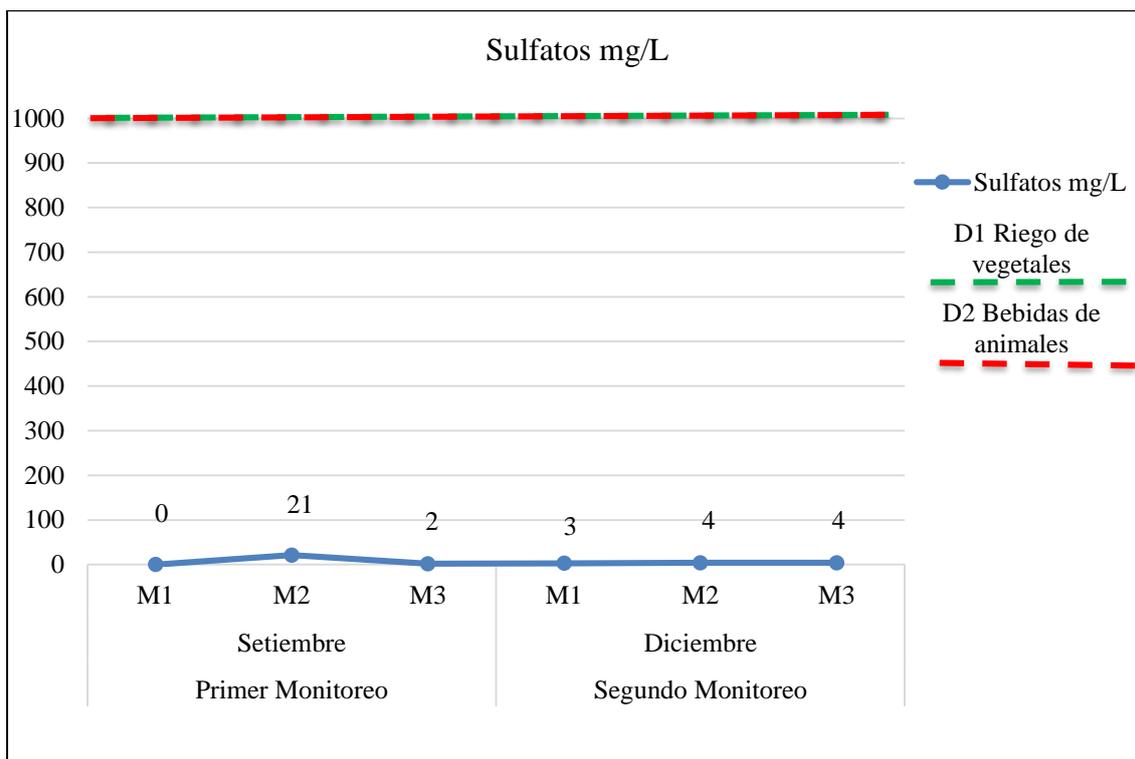


Figura 16. Concentraciones de Sulfatos.

- El ECA para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2 establece una concentración máxima de 1000 mg/L. los resultados del primer monitoreo fueron M1=0 mg/L, M2=21 mg/L y M3=2mg/L y en el segundo monitoreo, M1=3 mg/L, M2= 4 mg/L y M3=4 mg/L, Por ende, ambos puntos cumplen con los estándares establecidos.

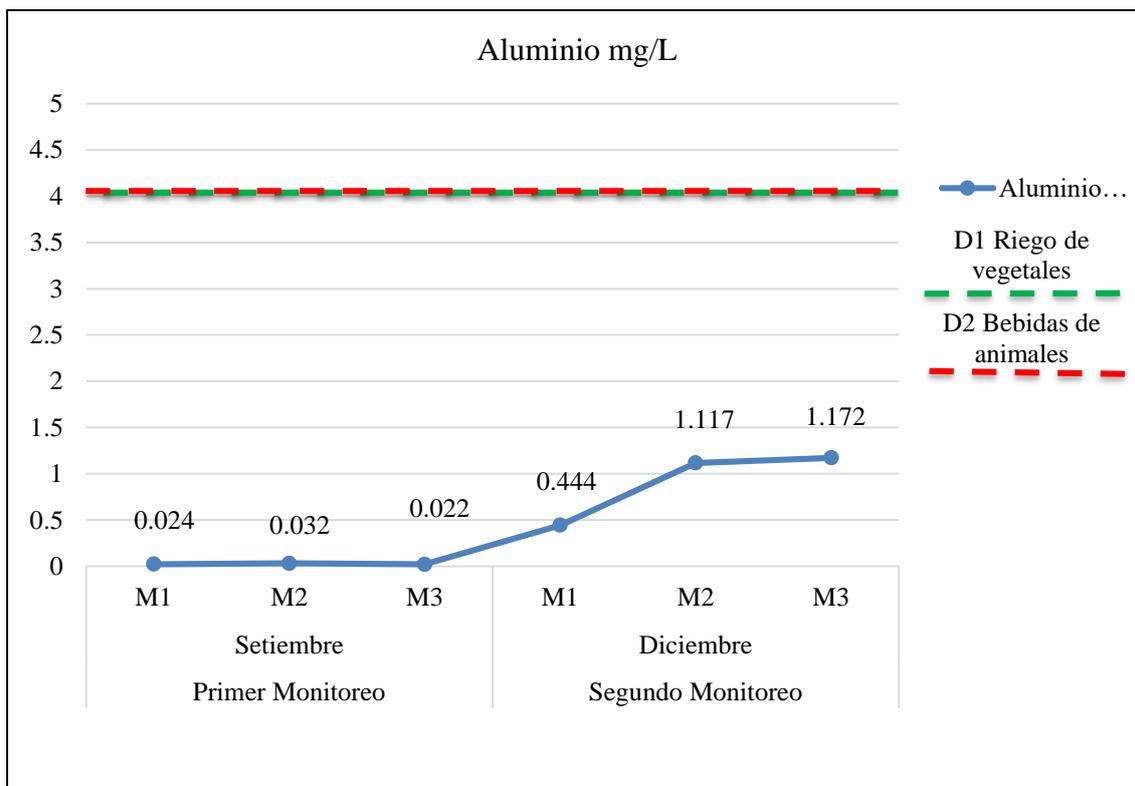


Figura 17. Concentraciones de Aluminio.

- El ECA para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2 establece 5 mg/L como valor máximo para aluminio. Se encontraron concentraciones muy bajas en los dos puntos de monitoreo de M1=0.024 mg/L, M2=0.032 mg/L y M3=0 mg/L monitoreo 1 y M1=0.444 mg/L, M2=1.117 mg/L y M3=1.172 mg/L, denotando el cumplimiento de este parámetro con el ECA.

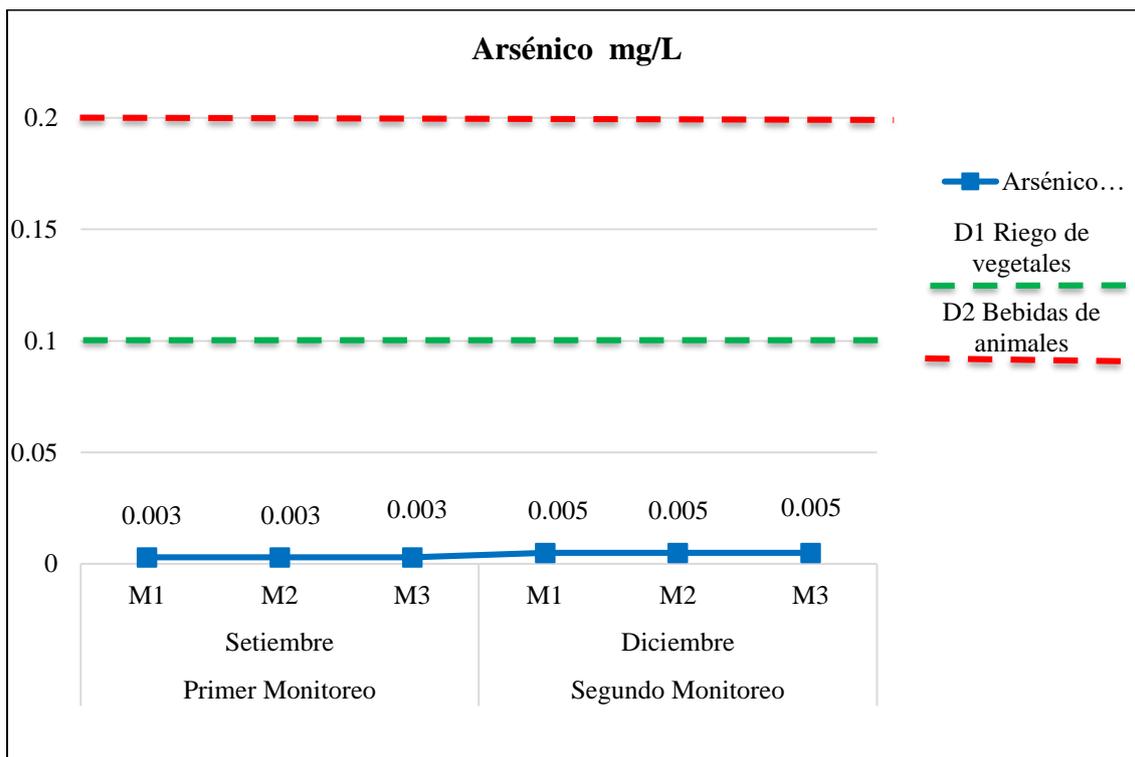


Figura 18. Concentraciones de Arsénico.

- Las concentraciones de arsénico evaluadas con lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental, cat 3, D1 que indica una concentración máxima de 0.1 y D2 que indica una concentración máxima de 0.2 mg/L. Los resultados de los dos monitoreos obtenidos son “0” concentración de Arsénico, por lo que este parámetro cumple con la normativa vigente.

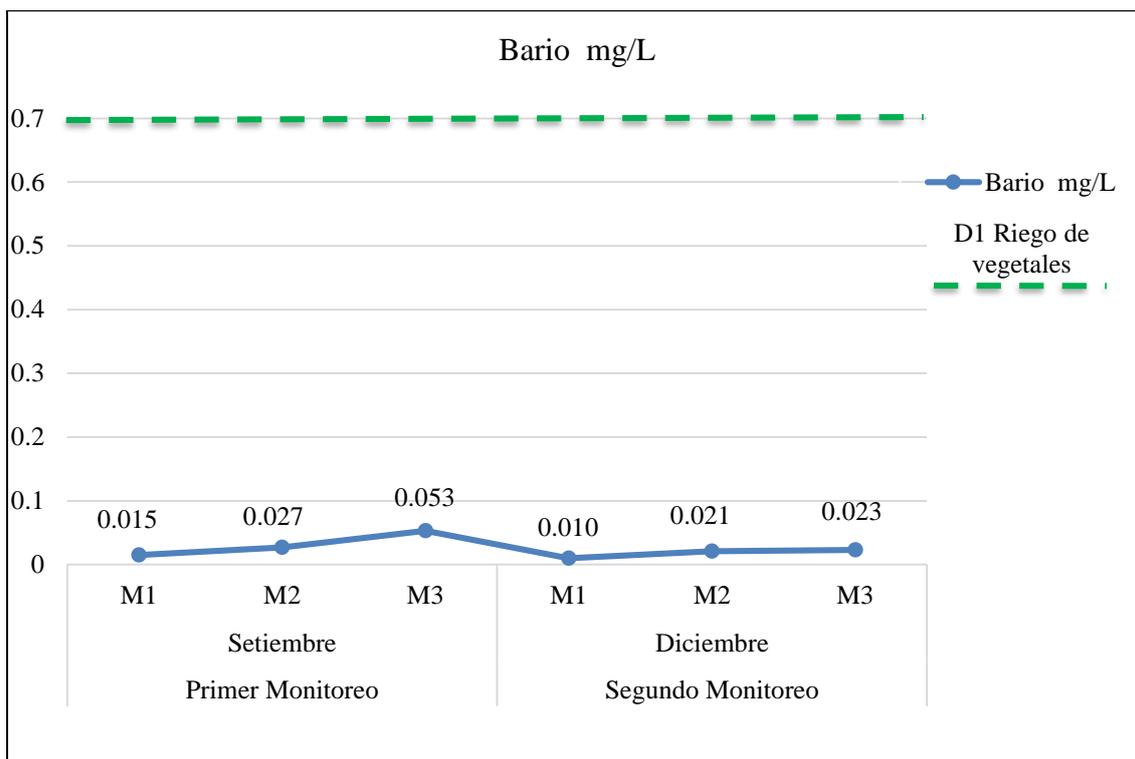


Figura 19. Concentraciones de Bario.

- Se observa en el primer monitoreo M1=0.015 mg/L, M2=0.027 mg/L, M3=0.053 mg/L y en el segundo monitoreo M1=0.01 mg/L, M2=0.021 mg/L, M3=0.023 mg/L, todas las muestras cumplen con el ECA, categoría 3, debido a que sus concentraciones se encuentran por debajo de 0.7 mg/L establecido por la sub categoría D1.

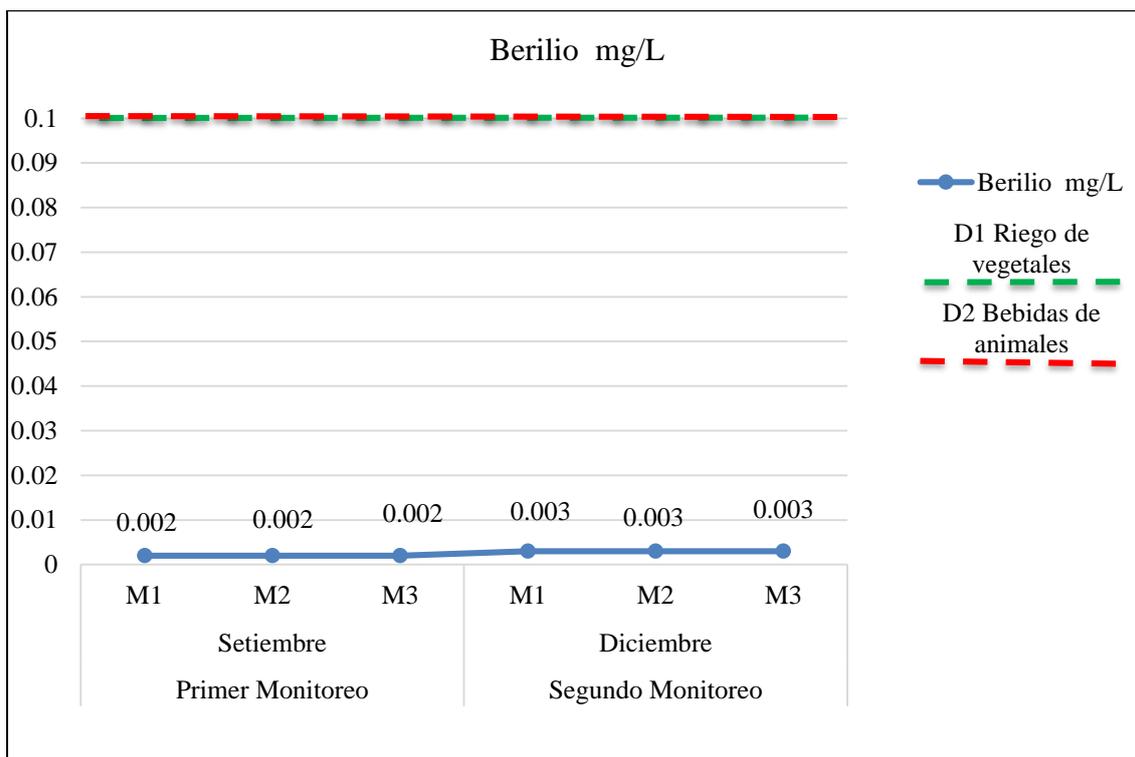


Figura 20. Concentraciones de Berilio.

- El ECA para agua categoría 3 sub categoría D1 y D2 establece como concentración máxima 0.1 mg/L de Berilio. En las muestras de los dos monitoreos analizados no se encontró concentración, dando como resultado “0” cumpliendo con la normativa vigente.

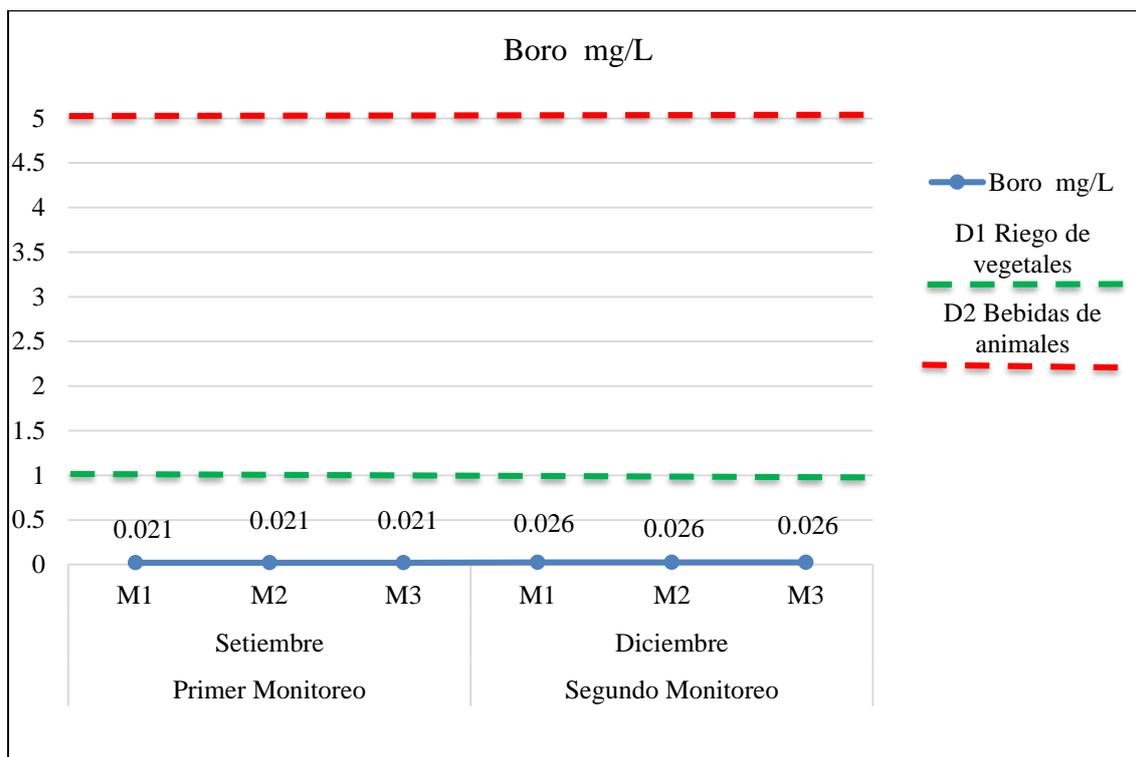


Figura 21. Concentraciones de Boro.

- Las concentraciones de Boro en el primer monitoreo las muestras M1 y M2 dieron como resultado “0” y la muestra M3 dio como resultado 0.041 mg/L y en el segundo monitoreo las muestras M1 y M2 también dieron “0” y la muestra M3 dio como resultado 0.041. Todas las muestras cumplen con lo estipulado en el ECA, cat 3, sub cat D1 y D2 con concentraciones menores a 1mg/L.

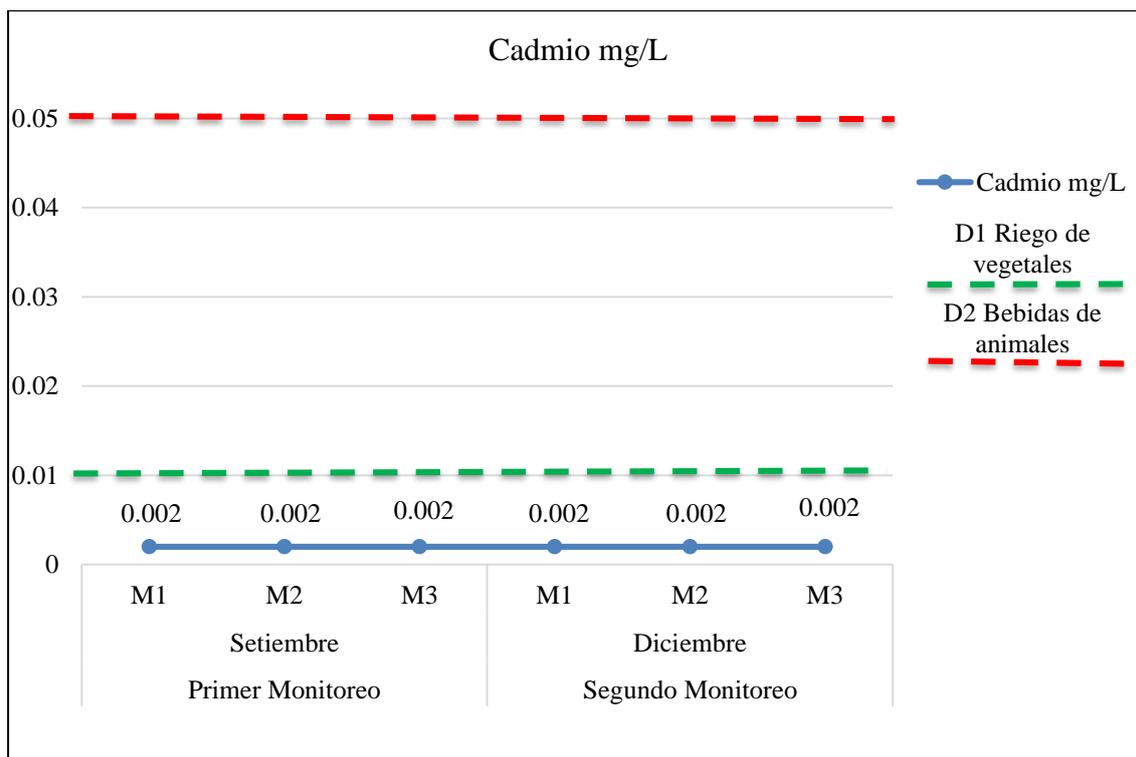


Figura 22. Concentraciones de Cadmio.

- Los análisis de Cadmio resultaron con “0” concentración en todas las muestras de los dos monitoreos, todas las muestras cumplen con lo estipulado en el Estándar de Calidad Ambiental, Categoría 3, sub categoría D1 y D2.

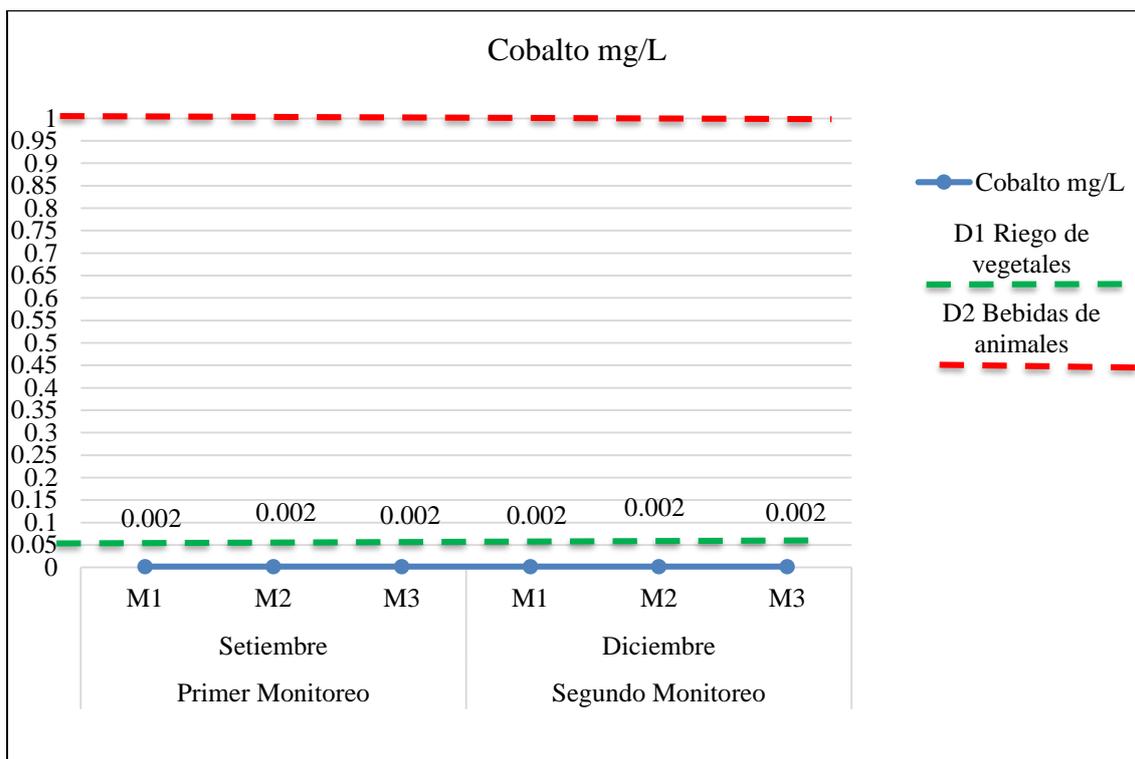


Figura 23. Concentraciones de Cobalto.

- El estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3, sub categoría D1 estipula una concentración de 0.05 mg/L y D2 una concentración de 1 mg/L de cobalto. Este parámetro fue evaluado en los dos monitoreos, obteniendo “0 mg/L” cumpliendo así con la normativa vigente.

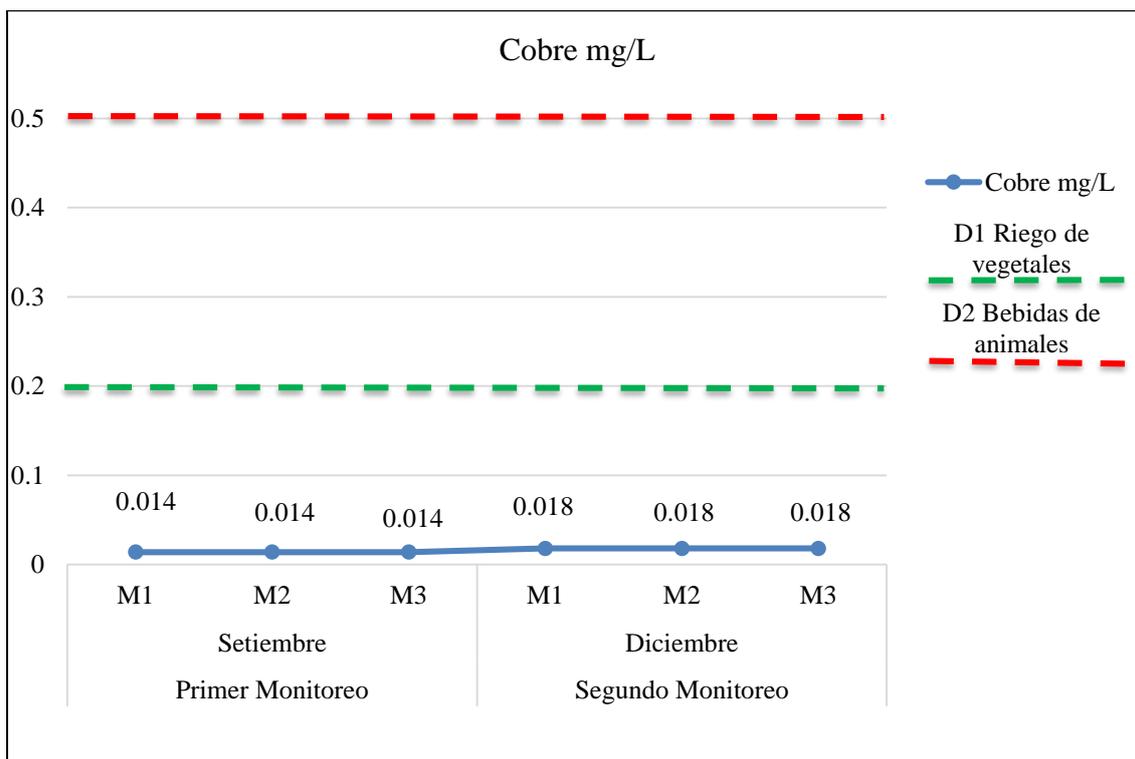


Figura 24. Concentraciones de Cobre.

- Mas muestras de cobre analizadas en los dos monitoreos dieron como resultado “0” cumpliendo con el estándar de calidad estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2.

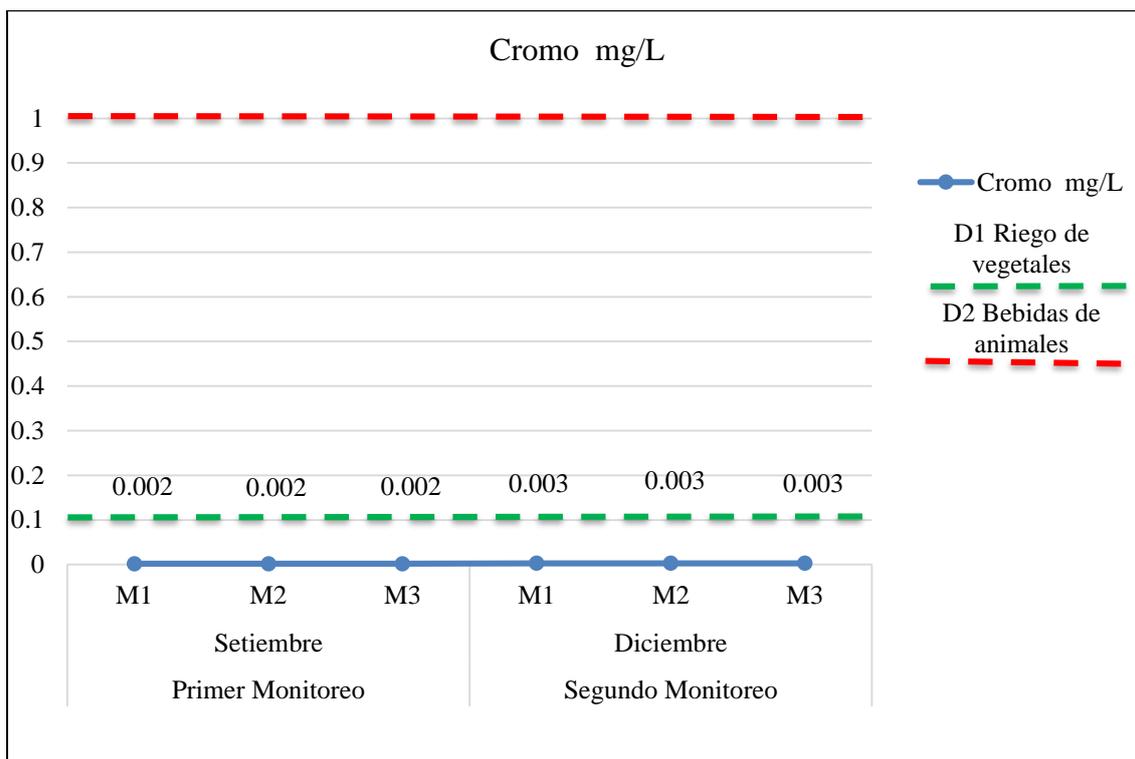


Figura 25. Concentraciones de Cromo.

- El ECA para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2 establecen una concentración máxima de 0.1 mg/L y 1mg/L de Cromo correlacionalmente. En las muestras de agua de los dos monitoreos no se encontró concentración de Cromo, este parámetro cumple con la normativa vigente.

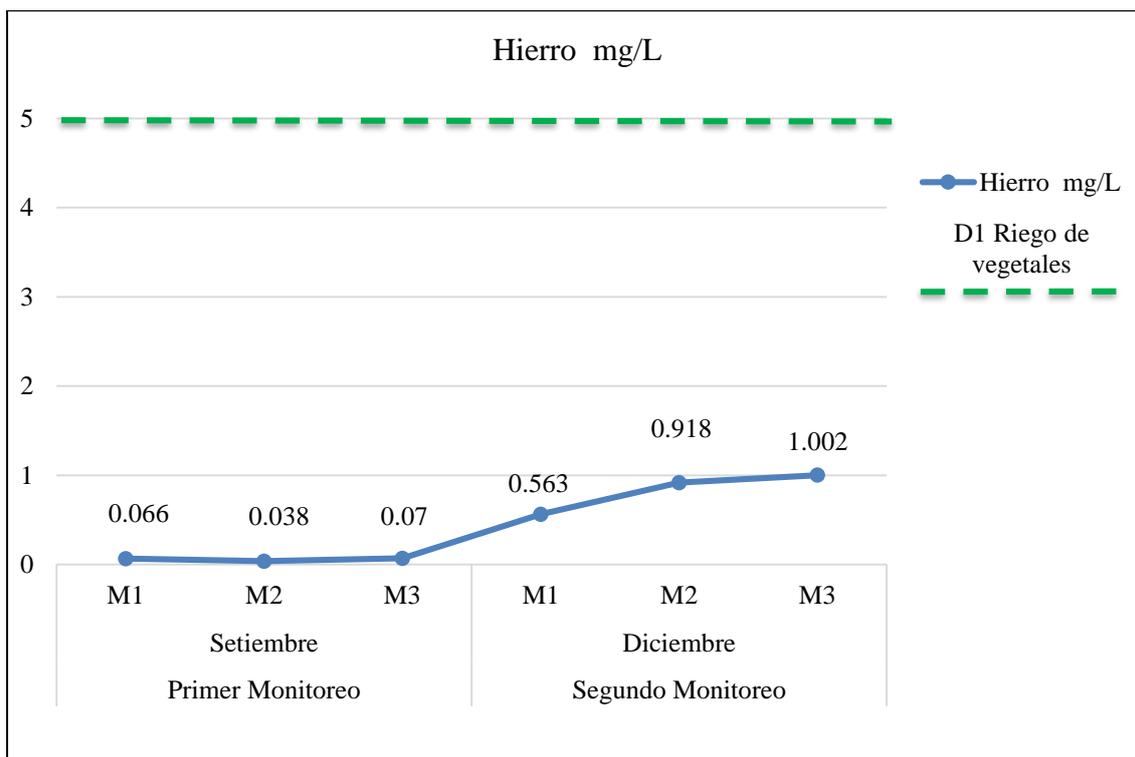


Figura 26. Concentraciones de Hierro.

- La concentración de Hierro en los resultados de los análisis son M1= 0.066, M2=0.038 y M3=0.07 del primer muestreo y M1=0.023, M2=0.918 y M3=1.002 del segundo monitoreo si cumplen con el ECA para agua categoría 3, sub categoría D1.

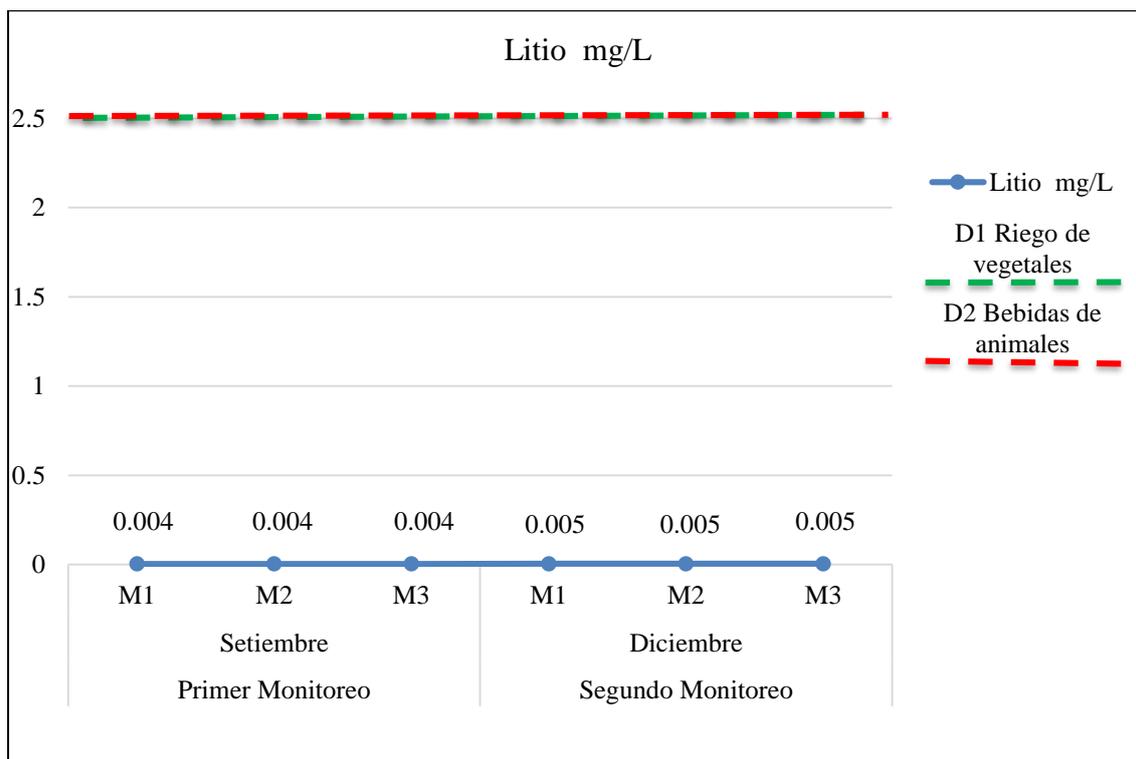


Figura 27. Concentraciones de Litio.

- Se observa en los dos monitoreos la muestra M1 y M2 dan un resultado de “0 mg/L” y la muestra M3 del primer y del segundo monitoreo dan un resultado de 0.008mg/L, siendo resultados que están por debajo del ECA para para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2.

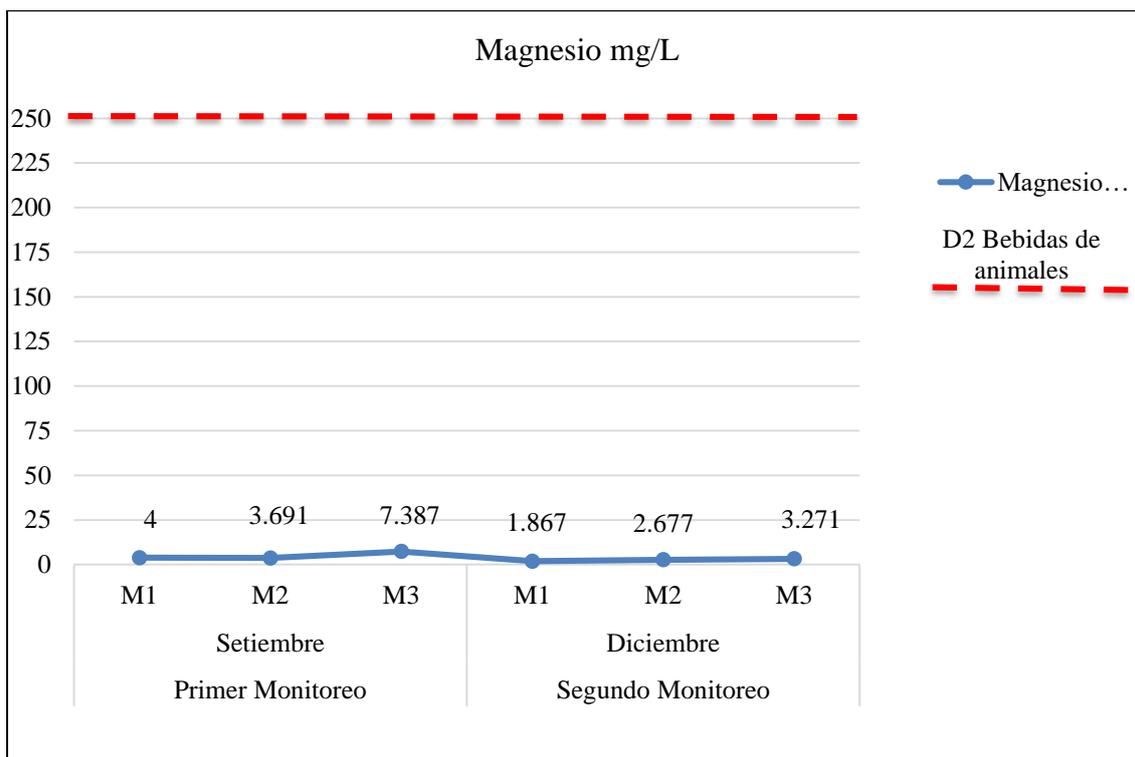


Figura 28. Concentraciones de Magnesio.

- Las concentraciones de Magnesio en las 6 muestras de los dos monitoreos cumplen con el ECA, categoría 3, sub categoría D2=250mg/L. los resultados reportan concentraciones bajas como M1=4mg/L, M2=3.691mg/L y M3=7.387mg/L del primer monitoreo y M1=1.867, M2=2.677 y M3=3.271 del segundo monitoreo.

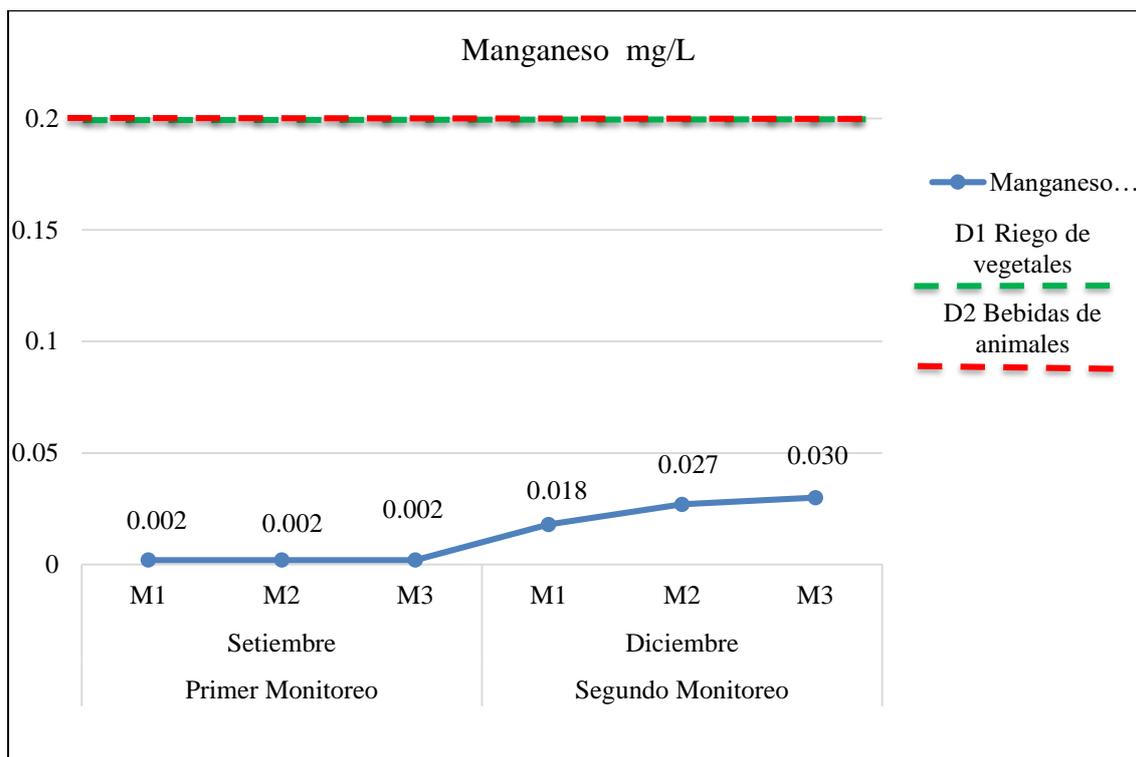


Figura 29. Concentraciones de Manganeso.

- Las concentraciones encontradas de manganeso en el primer monitoreo en la muestra M1 y M2 dio como resultado “0” y la M3 dios un resultado de 0.012mg/L siendo un valor que está por debajo de los parámetros establecidos, mientas que en el segundo monitoreo la M1 dio como resultado 0.018 mg/L, la M2 dio un valor de 0.027 mg/L y la M3 un valor de 0.03 mg/L, siendo valores de los dos monitoreos que están por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2

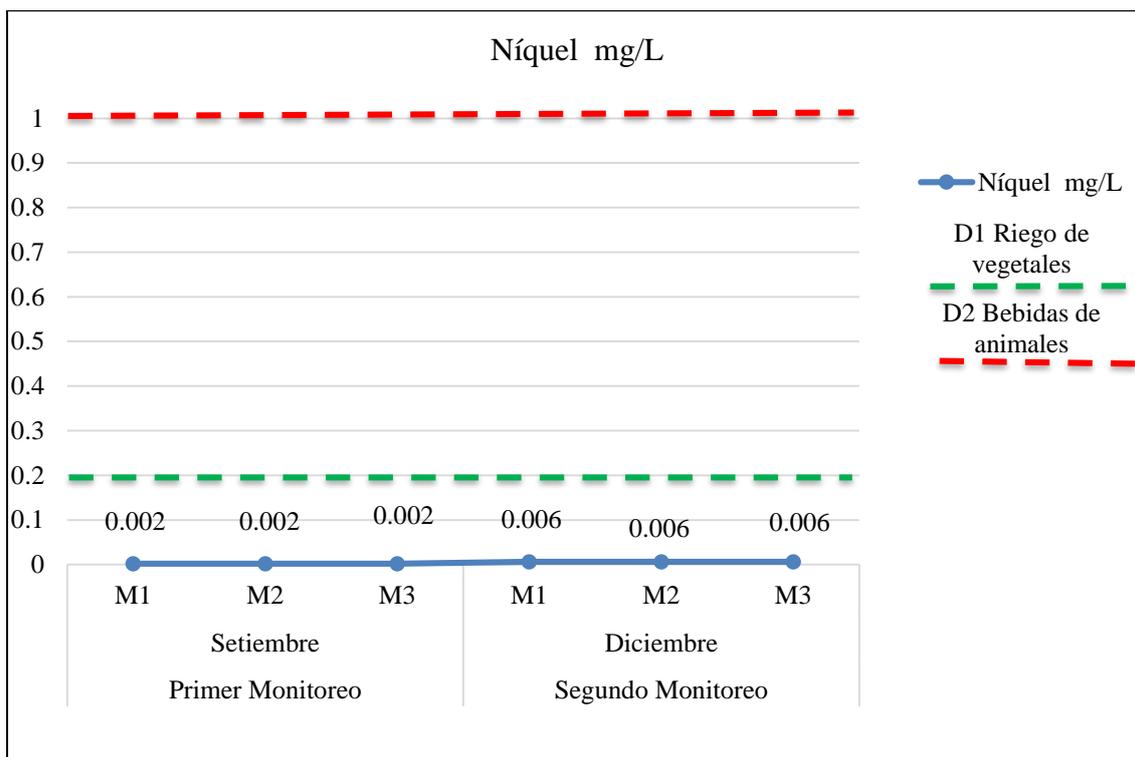


Figura 30. Concentraciones de Níquel.

- El ECA para para agua categoría 3, sub categoría D1 establece una concentración máxima de 0.2mg/L y sub categoría D2 establece una concentración máxima de 1mg/L de Níquel. Las 6 muestras de los dos monitoreos dieron como resultados “0” por ende este parámetro se encuentra dentro del estándar establecido.

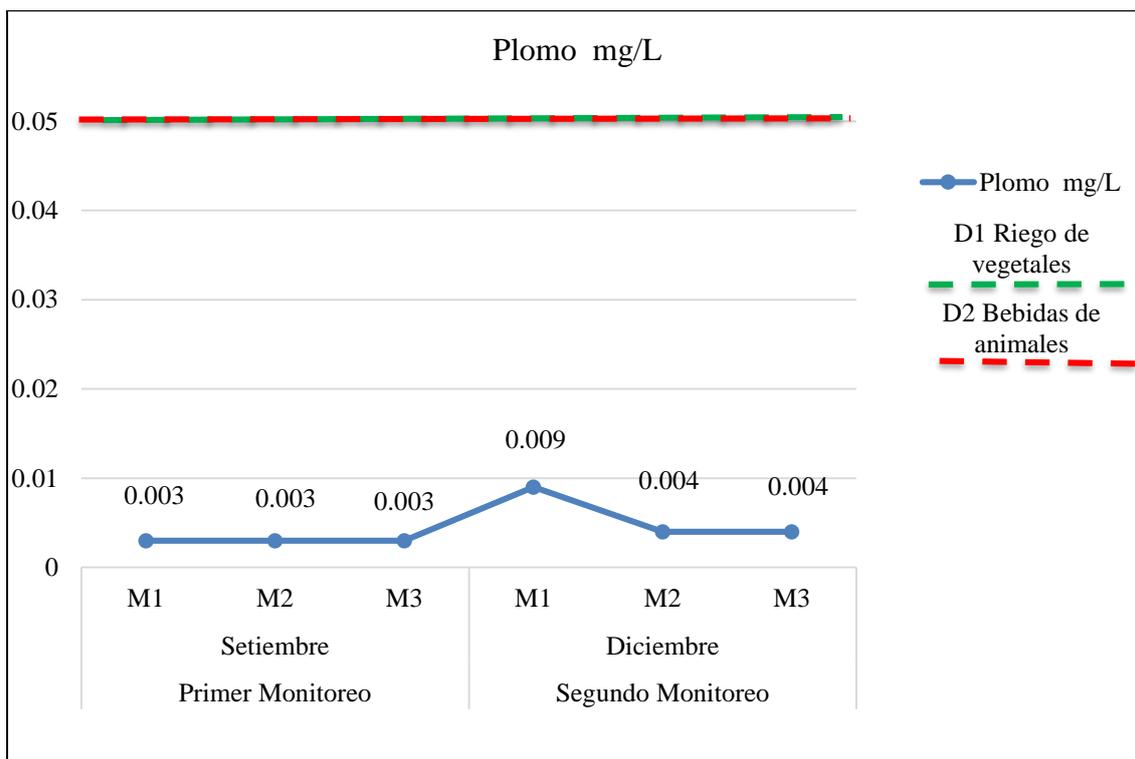


Figura 31. Concentraciones Plomo.

- Los resultados reportados de las concentraciones de Plomo presentes en el primer monitoreo fueron de “0”, mientras que en el segundo monitoreo la muestra M1 presenta un valor de 0.009mg/L y la muestra M2 y M3 presentan un valor de “0”. Este parámetro cumple con el Estándar de calidad Ambiental para este parámetro.

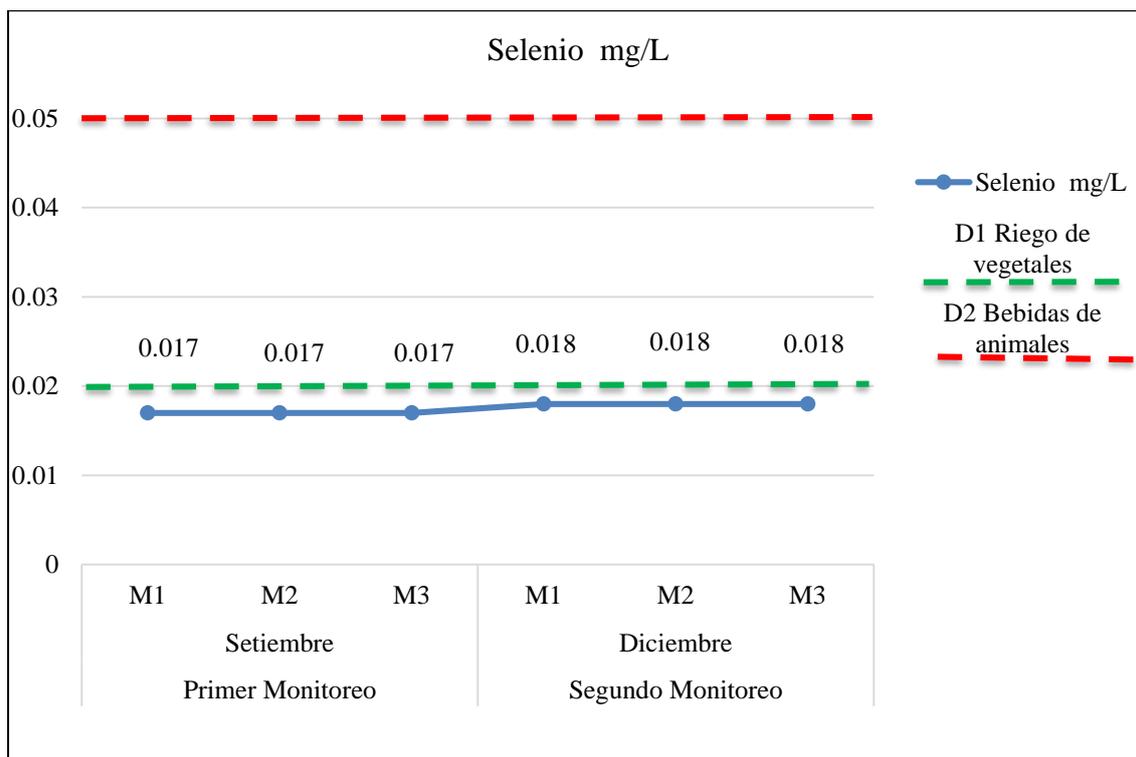


Figura 32. Concentraciones de Selenio.

- Los resultados de Selenio en el monitoreo 1 y 2 es nula, dado que los resultados obtenidos son “0” por ende este parámetro cumple con el Estándar de Calidad de Agua categoría 3, sub categoría D1 y D2.

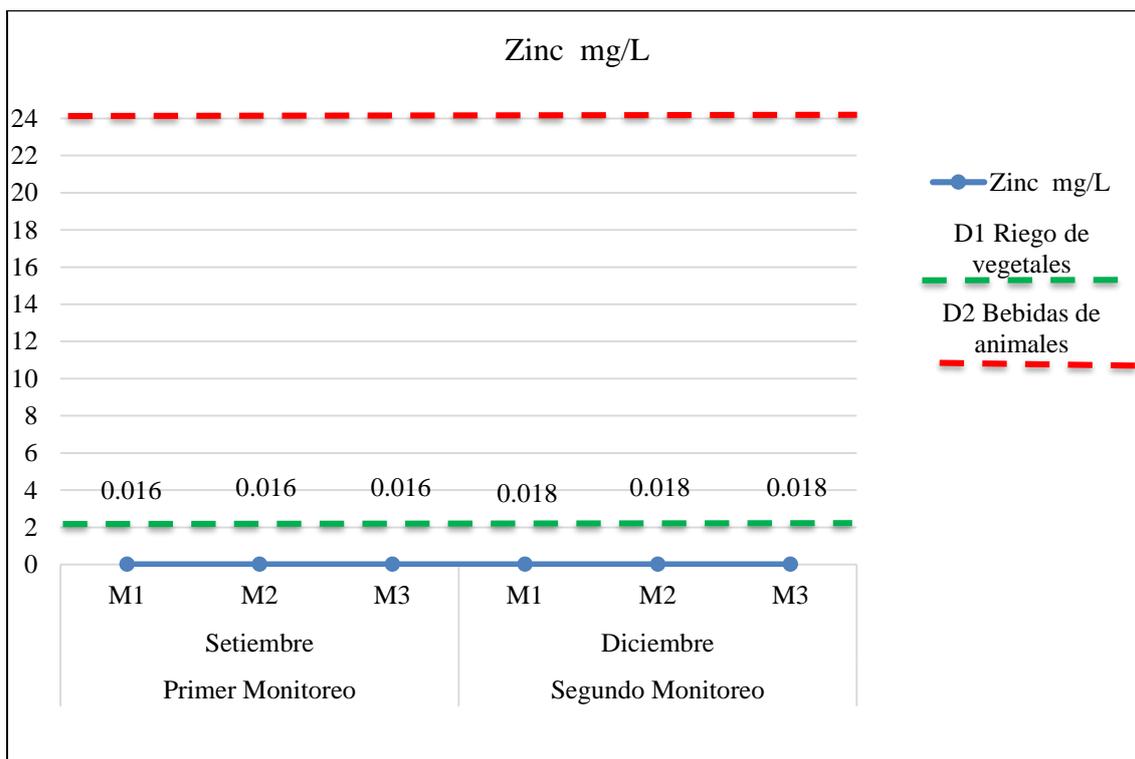


Figura 33. Concentraciones de zinc.

- En las 6 muestras analizadas de los dos monitoreos realizados no se encontró concentración de Zinc siendo los resultados de “0” no sobrepasando el ECA – Agua para agua categoría 3, sub categoría D1 y D2.

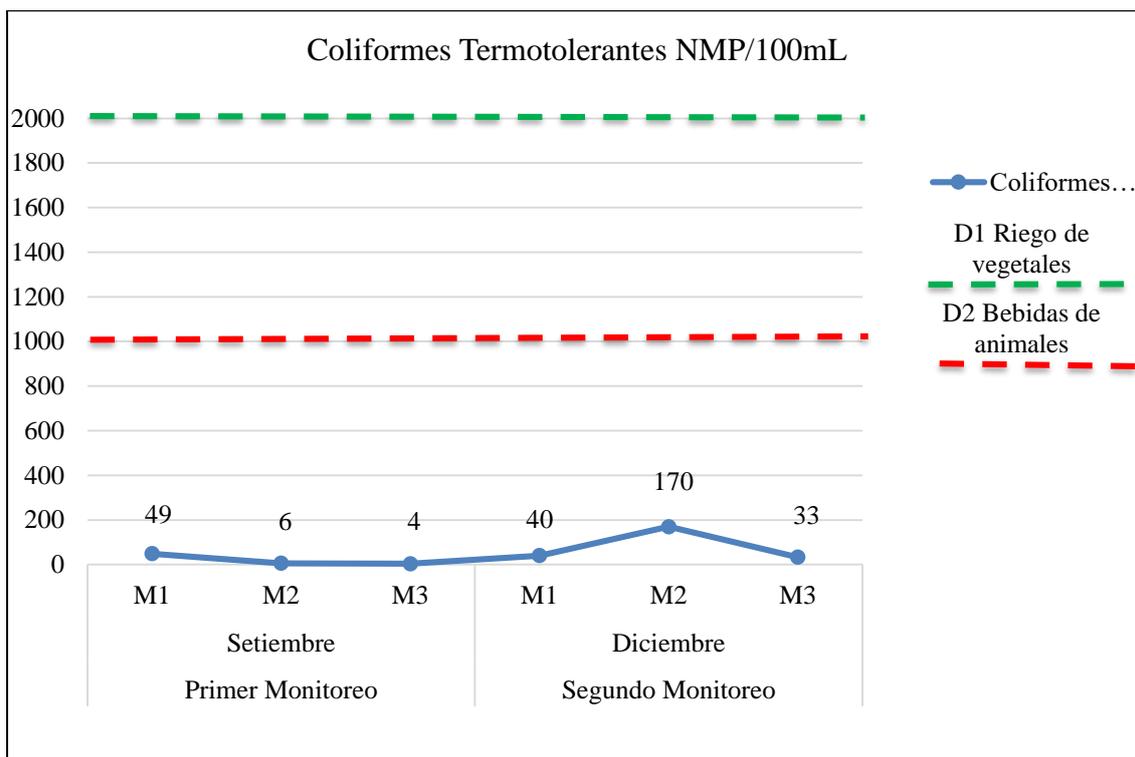
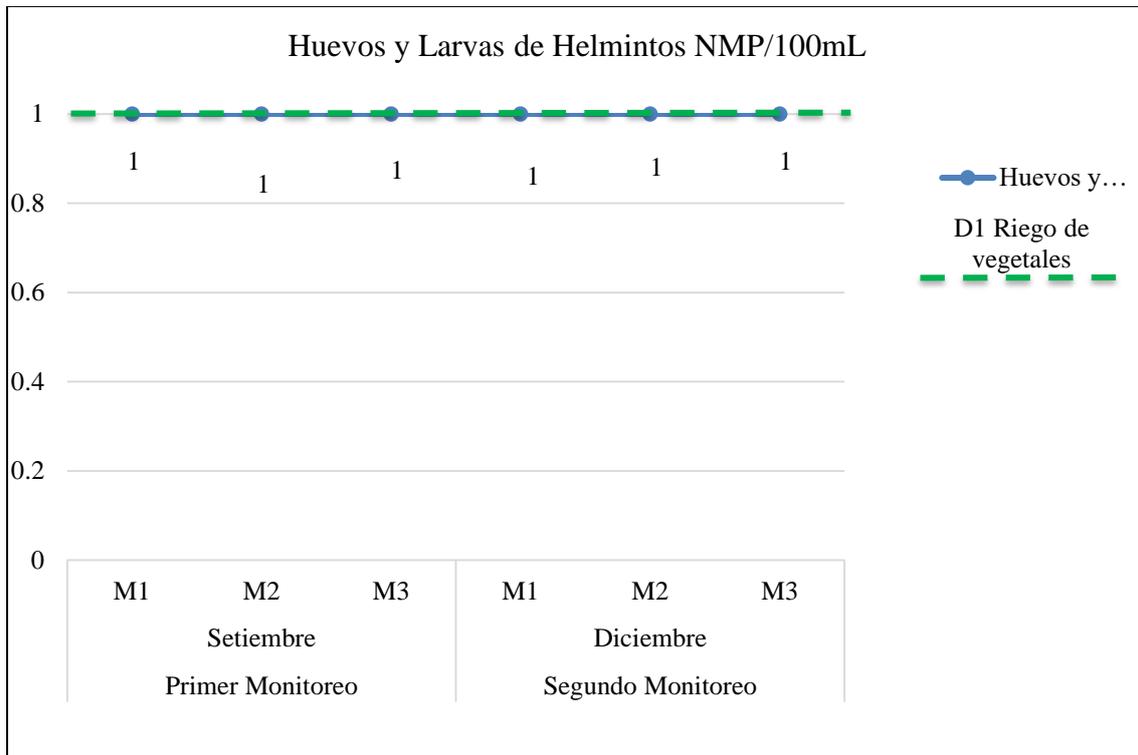


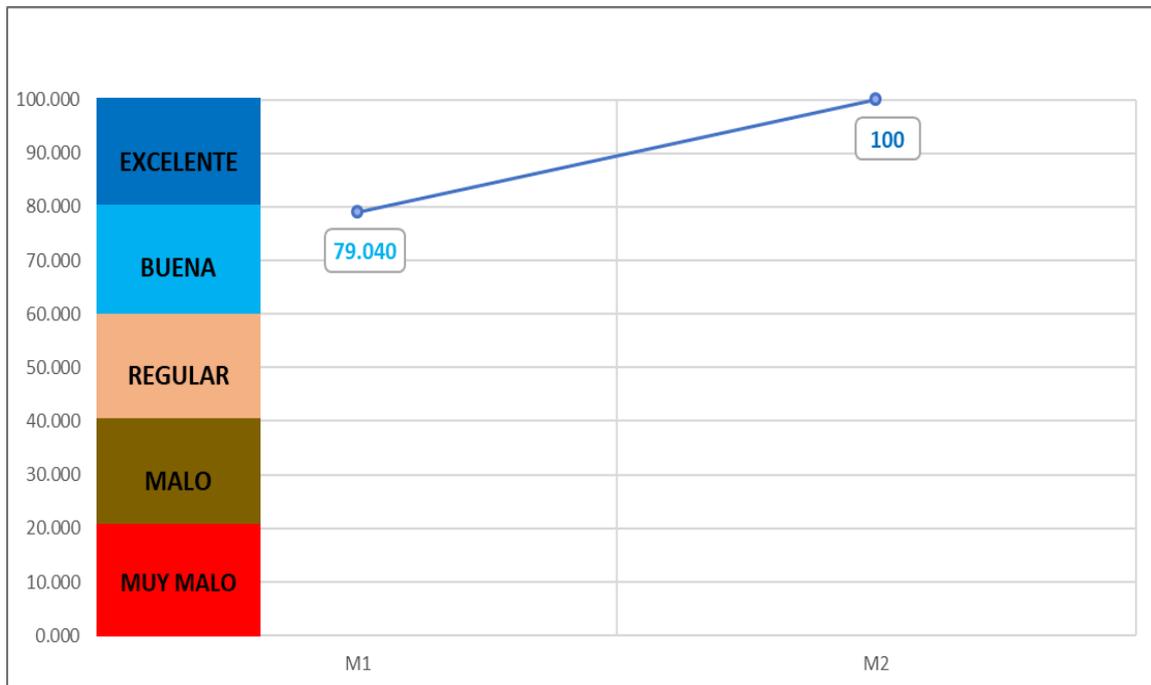
Figura 34. Concentraciones de Coliformes Termotolerantes.

- Los resultados de los análisis de Coliformes Termotolerantes reportan en el primer monitoreo valores de M1=49; M2=6 Y M3=4 y en el segundo monitoreo valores M1=40; M2=170 Y M3=33 estando debajo del estándar de calidad ambiental para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2.



*Figura 35.* Concentraciones de Huevos y Larvas de Helmintos.

- En los dos monitoreos realizados los resultados de huevos y larvas de helmintos fue “0” cumpliendo así con el Estándar de Calidad Ambiental para agua, categoría 3, sub categoría D1 y D2.



*Figura 36.* Valores obtenidos del ICA – PE.

- Se obtuvo como resultado que, para la época de estiaje la calidad de agua según el ICA – PE es buena, con un valor de 78.040; así mismo, para la época de lluvia la calidad de agua es excelente dando un valor de 100.

## 4.2. Conclusiones

- Se evaluó la calidad de agua del río Muyoc en dos épocas del año, en época de estiaje y en época de lluvia, dando como resultado en el primer monitoreo una calidad de agua BUENA de 79.040 y en segundo monitoreo una calidad de agua EXCELENTE de 100.
- Se analizó los parámetros fisicoquímicos: Aceites y Grasas, Cloruros, Conductividad E., Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitratos Nitritos, oxígeno Disuelto, pH Sulfatos, Temperatura. Se analizó la concentración de los parámetros químicos; Aluminio, Arsénico, Berilio, Bario, Boro, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Níquel, Plomo, Selenio y Zinc.
- Según lo evaluado en los dos monitoreos ningún parámetro microbiológico: Coliformes termo tolerantes y huevos y larvas de Helmintos, no sobrepasó los valores del ECA – Agua.
- Al comparar los resultados de los dos monitoreos, solo el primero sobrepasa dos parámetros físico químicos establecidos por el ECA – Agua (cloruros: M1= 9217.78; M2= 7090.6 y M3= 7799.6 y pH: M1=4.5; M2=4.03; M3= 4.3). Por lo tanto, se concluye que al aplicar los cálculos del Índice de Calidad Ambiental de Agua (ICA-PE), en el río Muyoc, se obtiene como resultado una buena calidad del agua; en tanto, en el segundo análisis ningún parámetro sobrepasa el ECA – Agua.

## REFERENCIAS

- Aguirre, M. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. Revista virtual REDESMA, Vol. 5(1).
- Aguirre, M. Vanegas E y García N. (2016). Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Rev. Cie Téc Agro*, vol.25, n.2, pp.39-43.
- Alberro, N., Frías, D. y Valcárcel, L. (2010). El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. Revista electrónica de la Agencia de medio ambiente, No. 18.
- Autoridad Nacional del Agua. (11. Enero del 2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos. [010-2016-ANA]. El peruano.
- Basílico, G., De Cabo, L. y Faggy, A. (2015). Adaptación de índices de calidad de agua y de riberas para la evaluación ambiental en dos arroyos de la llanura pampeana, *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, n.s. 17(2): 119-134.
- Bedregal, P., Mendoza, P., Ubillus, M., Montoya, E., Airas, R., Baca, L., y Fajardo, W (2010). Evaluación de las aguas del río Rímac en Lima, Perú, utilizando el Índice de Calidad de Agua (ICA). Informe Científico Tecnológico pp. 13-19.
- Bernal, R., Castellón, J. y Hernández, M. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, vol. 19 (1), pp. 39-50.
- Caho, c. y López E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Corporación Universitaria Lasallista*, vol.12 n.2, pp35-49.

- Cedeño L. (2016). Evaluación de la calidad de agua potable mediante el índice de calidad de agua (ICA), del recinto Chiritza, parroquia Pacayacu, Provincia de Sucumbíos. (tesis de pregrado), Universidad Nacional de Loja, Nueva Loja-Ecuador.
- Chávez L. (2015). Evaluación espacial y temporal del índice de calidad del agua del río Cazonen en Coatzintla. (maestría). universidad veracruzana, Poza Rica Tuxpan, México.
- Coello, J. Ormaza, R. Déley, A. Recalde C. Ríos A. (2013). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay. *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMS. vol.15(2) pp-71.*
- Cruz, C., Patiño, J. y Torres, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. (8), No. 15, pp. 79-94.
- Córdova, M. (2017) Calidad del agua de la microcuenca del río Chalhuhhuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA 3) en la zona de Chalhuhhuacho, Cotabambas -Apurímac-2016.
- Caho, C. & López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia. Vol. 12, N°2 35-49p.*
- Espinoza M. (2014). Caracterización del agua de la zona Alameda y tipificación según Índice de Calidad del Agua, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- Gonzales, C., Larios, J. y Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la facultad de ingeniería de la USIL*, vol. 2(2). pp. 09 – 25.

- Guerrero, A. (2015). Demanda hídrica y calidad de agua de uso agrícola de la cuenca del río Jequetepeque, Perú. Revista científica de la facultad de ciencias biológicas, 35(2): 5 – 18.
- Hendricks, J., Boelens, R. (2016). Acumulación de derechos de agua en el Perú. Anthropologica del Departamento de ciencias sociales, Vol. XXXIV (37), pp. 13-32. [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recurso\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recurso_hidricos_superficiales.pdf)  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%203.pdf)
- M. E. Miravet, O. Ramírez, J. Montalvo, Y. Delgado y E. Perigó, “Índice numérico cualitativo para medir la calidad de las aguas costeras cubanas de uso recreativo”, Serie Oceanológica, n° 5, pp. 45-56, 2009.
- Murillo, W. (2008). La investigación científica. Rev. Lafacu vol.1.
- Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N°004-2017-MINAM – Aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y disposiciones complementarias. Lima: MINAM.
- OEFA (2015). Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental. 29p. Primera edición. Lima – Perú. Retrieved from.
- Peña, M. (2015). Calidad del Recurso Hídrico de la Laguna Los Milagros- José Crespo y Castillo. (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, José Crespo y Castillo, Perú.
- Palomino, P. (2018) Evaluación de la calidad del agua del rio Mashcón, Cajamarca 2016. pp 299-307.
- Raffo, E. (2013). Tratado del agua y legislación peruana. Industrial Data, vol. 16, núm. 2, pp. 106-117.

- Rendon, E. (2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. Revista de la facultad de ingeniería de la USIL, vol. 2, pp. 34 – 47.
- Velasco, Hazel. (2012). Caracterización del agua subterránea mediante índices de calidad en el departamento El Paraíso. Tesis Ing. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. HN. 48 p.

## ANEXOS

### ANEXO n ° 01. Reconocimiento del Primer Punto de Muestreo.



ANEXO n ° 2. Recolección de muestras en el Punto 1.



ANEXO n ° 03. Sellado y Etiquetado de cada uno de los Frascos, con las Respetivas Muestras.



ANEXO n ° 04. Toma de Muestras In Situ con el Multipárametro.



ANEXO n ° 05. Toma de Muestra en el Segundo Punto.



*ANEXO n° 06. Toma de Muestras In Situ con el Multipárametro.*



ANEXO n ° 07. Recolección de muestras en el Tercer Punto.



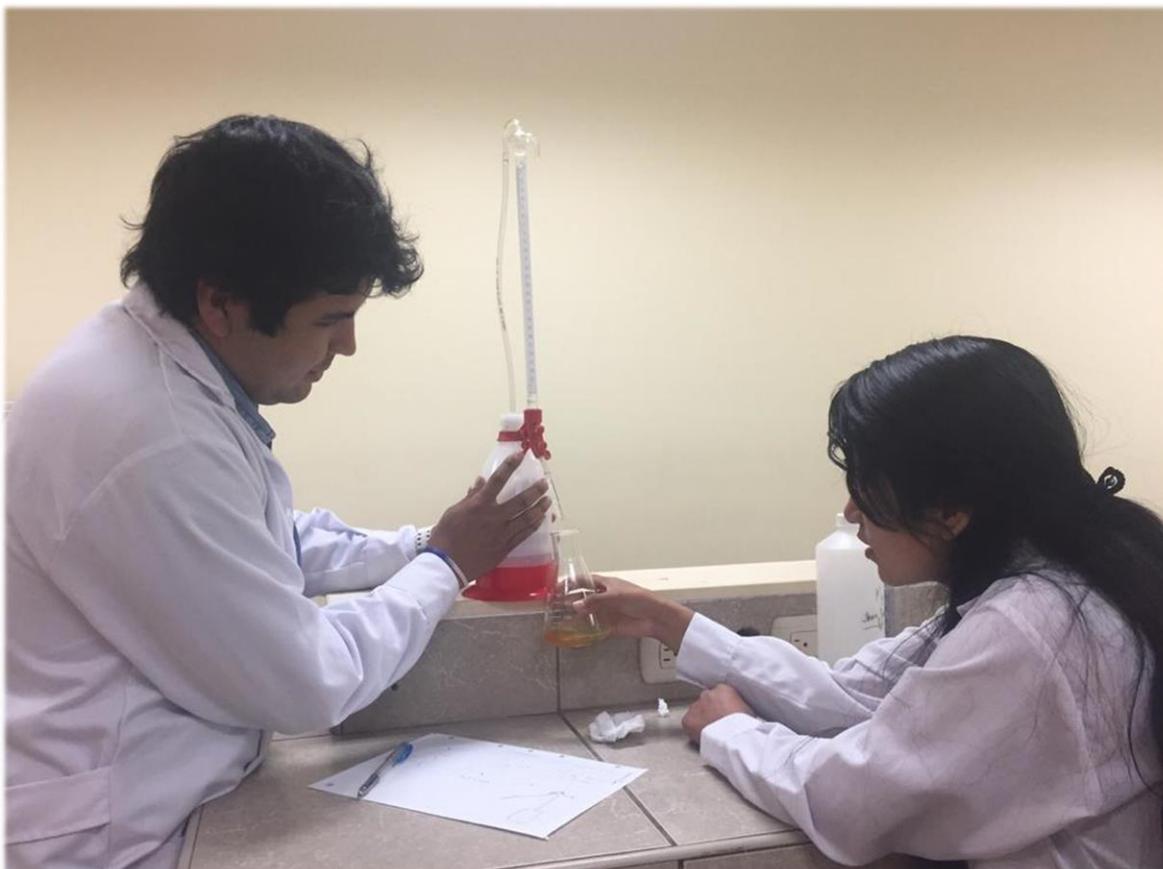
ANEXO n ° 08. Toma de Muestras In Situ con el Multipárametro.



ANEXO n° 09. Análisis de muestras (Aceites y grasas), Método de Extracción Soxhlet.



ANEXO n ° 10. Titulación de cloruros.



ANEXO n ° 11. Obtención de resultados de cloruros.



ANEXO n ° 12. Análisis de muestras (Demanda Química de Oxígeno).



ANEXO n ° 13. Resultados de los análisis de (Demanda Química de Oxígeno).



ANEXO n ° 14. Análisis fisicoquímico y microbiológico (Laboratorio Regional del Agua).



**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 0919723**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

Razon Social/Usuario **JHON JIMENEZ COTRINA**  
Dirección **JR EMILIO BARRANTES N° 231**  
Persona de contacto **-** Correo electrónico

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha del Muestreo **04.09.19** Hora de Muestreo **07:46 a 12:09**  
Tipo de Muestreo **Puntual**  
Número de Muestras **03 Muestras** N° Frascos x muestra **02**  
Ensayos solicitados **Fisicosquimicos y Microbiológicos**  
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 Usuario**  
Procedencia de la Muestra: **SAN MARCOS**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC - 1011** Cadena de Custodia **CC - 723 -19**  
Fecha y Hora de Recepción **04.09.19 16:34** Inicio de Ensayo **04.09.19 17:00**  
Reporte Resultado **13.09.19 08:30**

Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
Responsable de Oficina  
CIP: 147028

**LABORATORIO REGIONAL  
DEL AGUA**

Cajamarca, 13 de Septiembre de 2019.

Página: 1 de 3

ANEXO n° 15. Resultados de metales totales (Laboratorio Regional del Agua).



**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 0919723**

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente	Laguna-Muestra 1		Rio Huayobamba 1	Rio Huayobamba 2		-	-	-
Código Laboratorio	0919723-01		0919723-02	0919723-03		-	-	-
Matriz	NATURAL		NATURAL	NATURAL		-	-	-
Descripción	Superficial		Superficial	Superficial		-	-	-
Localización de la Muestra	Dist. Gregorio Pita - San Marcos		C P Limapampa-Dist. Gregorio Pita-San Marcos	San Marcos		-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.024	0.032	<LCM	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	0.041	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.015	0.027	0.053	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	69.33	50.53	87.31	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.066	0.038	0.070	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.588	0.514	1.509	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	0.008	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	3.90	3.691	7.387	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.012	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	0.76	1.41	3.04	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.135	0.052	0.041	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	0.86	2.828	8.154	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	1.747	2.807	3.165	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.132	0.168	0.228	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-

Cajamarca, 13 de Septiembre de 2019.



Página: 2 de 3

ANEXO n° 16. Resultados Biológicos (Laboratorio Regional del Agua).



**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 0919723**

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Código Cliente	Laguna-Muestra 1		Rio Huayobamba 1	Rio Huayobamba 2	-	-	-	
Código Laboratorio	0919723-01		0919723-02	0919723-03	-	-	-	
Matriz	NATURAL		NATURAL	NATURAL	-	-	-	
Descripción	Superficial		Superficial	Superficial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Dist. Gregorio Pita - San Marcos		C. P. Limapampa - Dist. Gregorio Pita - San Marcos	San Marcos	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	49	6.0	4.0	-	-	
(*) Huevos y Larvas de Helmintos	HH/L	1.0	<1	<1	<1	-	-	

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE: valor estimado

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 23rd Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Huevos y Larvas de Helmintos	N° HH/L	NMX-AA-113-SCFI. 2012. Medición del número de huevos de helmintos en aguas residuales y residuales tratadas por observación microscópica - método de prueba.

**NOTAS FINALES**

- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev: N°06 Fecha: 02/01/2019

Cajamarca, 13 de Septiembre de 2019.



Página: 3 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"  
JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONOS: 599000 anexo 1140

## SEGUNDO ANÁLISIS

ANEXO n° 17. Resultados Biológicos (Laboratorio Regional del Agua).



**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 1219990**

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

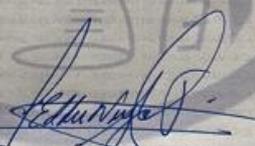
Razon Social/Usuario	JHON JIMENEZ COTRINA		
Dirección	Jr. Emilio Barrantes 231		
Persona de contacto	Correo electrónico	abner.jimenezco@gmail.com	

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	04.12.19	Hora de Muestreo	07:05 a 10:43
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestras	03 Muestras	N° Frascos x muestra	02
Ensayos solicitados	Químicos 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 Usuario		
Procedencia de la Muestra:	SAN MARCOS - CAJAMARCA		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 1339	Cadena de Custodia	CC - 990 - 19
Fecha y Hora de Recepción	04.12.19	12:25	Inicio de Ensayo
Reporte <i>Final de</i> Resultados	10.12.19	08:30	04.12.19
			12:50



Ing. Edder Miguel Neyra Jaico  
 Responsable de Oficina  
 CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

*Cajamarca, 10 de Diciembre de 2019.*

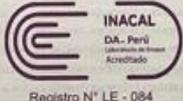
1 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO  
 R. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
 email: laboratorio@reg.cajamarca.gob.pe FONOS: 053000 anexo 1140

ANEXO n° 18. Resultados Biológicos (Laboratorio Regional del Agua).



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



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE - 084

### INFORME DE ENSAYO N° IE 1219990

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			M1 Centro Poblado Muyoc	M2 Centro Poblado Limapampa	Dist. Gregorio Pita San Marcos	-	-	-
Código Laboratorio			1219990-01	1219990-02	1219990-03	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-
Localización de la Muestra			Dist. Gregorio Pita - San Marcos	Dist. Gregorio Pita - San Marcos	San Marcos	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.023	0.444	1.117	1.172	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.026	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.004	0.010	0.021	0.023	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	57.10	60.97	63.18	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.023	0.563	0.918	1.002	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.051	0.471	0.723	0.879	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.019	1.867	2.677	3.271	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.003	0.018	0.027	0.030	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.026	0.366	0.588	0.952	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.215	0.249	0.222	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	0.009	<LCM	<LCM	-	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.091	0.438	0.918	1.734	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.104	2.047	3.396	3.724	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.003	0.081	0.140	0.157	-	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	0.020	0.042	0.048	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.018	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cerio (Ce)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.007	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-

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

**Cajamarca, 10 de Diciembre de 2019.**

2 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO  
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
E-mail: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe FONO: 596020 anexo 1140

ANEXO n° 19. Resultados Biológicos (Laboratorio Regional del Agua).



**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 1219990**

ENSAYOS			BIOLÓGICOS					
Código Cliente	M1 Centro Poblado Muyoc	M2 Centro Poblado Limapampa	Dist. Gregorio Pita San Marcos	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	1219990-01	1219990-02	1219990-03	-	-	-	-	-
Matriz	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Dist. Gregorio Pita - San Marcos	Dist. Gregorio Pita - San Marcos	San Marcos	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	40	170	33	-	-	-
(*) Huevos y Larvas de Helmintos	HH/L	1.0	<1	<1	<1	-	-	-

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado) 2014 Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Huevos y Larvas de Helmintos	N° HH/L	NMX-AA-113-SCFI. 2012: Medición del número de huevos de helmintos en aguas residuales y residuales tratadas por observación microscópica - método de prueba.

**NOTAS FINALES**

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

(\*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev: N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 10 de Diciembre de 2019.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



3 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA - ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO  
JL LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ  
Email: laboratorio@regcajamarca.gob.pe FONOS: 099305 anexo 1140