

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Ambiental

**“CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL RÍO
CHONTA IMPACTADAS POR VERTIMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES URBANAS E INDUSTRIALES EN EL
DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, 2018 ”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Bach. Katherinne Mensegal Castillo Cusquisiban.
Bach. Rocio Anabell Quispe Baca.

Asesor:

Ing. Mg. Flores Cerna Juan Carlos

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

Nuestra tesis va dedicada
con todo el cariño y respeto:
A Dios por brindarnos sabiduría e
Inteligencia que nos propone la vida.

A nuestros padres
Por su apoyo incondicional
Y el esfuerzo diario que realizan
Por brindarme una buena educación.

A nuestros docentes de la Universidad Privada del Norte
en especial Ing. Gary Farfán, Blgo. Marco Sánchez
docentes de Ingeniería Ambiental, agradecemos también
a nuestro asesor por ser el que nos guió en el trabajo de investigación

A nuestro asesor Ing. Juan Carlos Flores Cerna

Que es nuestro guía en el aprendizaje
Brindándonos los últimos conocimientos
Nuestro desenvolvimiento dentro de la sociedad.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios que nos llena de bendiciones todos los días, que nos da la sabiduría necesaria para poder enfrentarnos a distintas situaciones que se presentan día a día.

A nuestros padres ya que por ellos estamos logrando ser unos grandes profesionales, además porque nos brindan su apoyo constante en nuestro crecimiento dentro y fuera de la universidad y que siempre están pendientes de nosotros ante cualquier adversidad.

Del mismo modo agradecemos a nuestros hermanos y hermanas que de muchos son el motivo y la inspiración para seguir adelante con nuestros sueños para poder ser un ejemplo para ellos y además que se sientan orgullosos de nosotros.

A nuestro Asesor Ing. Juan Carlos Flores Cerna, que nos brindó su apoyo constante en el desarrollo del proyecto, con sus consejos, recomendaciones y ayuda aprendimos muchas cosas que nos servirán en nuestro futuro profesional.

Finalmente agradecemos a todas las personas que nos brindaron su apoyo a lo largo de este ciclo y la realización de este proyecto, porque sin su ayuda no habiéramos podido concluir con el proyecto de investigación.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.1.1. Antecedentes.....	14
1.1.2. Bases Teóricas	18
1.1.3. Definición de términos básicos.....	25
Aguas residuales	25
Estándar de Calidad Ambiental del Agua.....	25
Aceites y grasas	29
Detergentes	29
Conductividad.....	29
pH.....	29
Color.....	30
Cloruros	30
Sulfatos.....	30
Demanda química de oxígeno (DQO)	30
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	30
Nitratos y nitritos	31
Coliformes termotolerantes	31
1.2. Formulación del problema.....	32
1.3. Objetivos.....	32
1.3.1. Objetivo general	32
1.3.2. Objetivos específicos	32
1.4. Hipótesis.....	32
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	33
2.1. Tipo de investigación.....	34
2.1.1. Variable.....	33
2.2. Población y Muestra.....	34
2.2.1. Unidad de estudio	33
2.2.2. Población	33
2.2.3. Muestra.....	33
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	36
2.3.1. Determinación del pH.....	36
2.3.2. Determinación de la turbidez.....	38
2.3.3. Determinación de la conductividad	39
2.3.4. Determinación de nitratos.....	41
2.3.5. Determinación de nitritos	42

2.3.6. Determinación de sulfatos	44
2.3.7. Determinación de DBO, DQO Y metales	45
2.4. Procedimiento.....	47
2.4.1. Selección de puntos de muestreo:.....	48
2.4.2. Toma de muestras en época de lluvia	48
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	49
3.1. Resultados de metales en época de lluvia y estiaje	49
3.2. Resultados Físico – Químicos y Microbiológicos.....	50
3.3. Resultados de comparación de metales con Estándares de Calidad Ambiental	51
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	52
4.1. Discusión.....	52
4.1.1. pH.....	52
4.1.2. Conductividad.....	54
4.1.3. DBO ₅	56
4.1.4. DQO	58
4.1.5. Nitrato.....	60
4.1.6. Nitritos.....	62
4.1.7. Sulfatos	64
4.1.8. Coliformes termotolerantes	66
4.1.9. Manganeseo.....	68
4.1.10. Aluminio.....	70
4.1.11. Bario	72
4.1.12. Boro	74
4.1.13. Cobalto	76
4.1.14. Hierro.....	78
4.1.15. Litio	80
4.1.16. Magnesio	82
4.2. Método de comparación de medias:	84
4.3. Conclusiones.....	86
REFERENCIAS	87
ANEXOS	90
Tabla de Abreviaturas	90
Operalización de variable independiente	91
Ubicación de las descargas de agua residual.....	92
Principales descargas de agua residual en el río Chonta	92
Uso del agua del río Chonta para riego.....	93
Ubicación de la zona en GPS.....	93
Toma de muestras en la época de sequía	94
Muestreo in situo-Multiparametro PC60	94
Medición del pH-Multiparametro PC60	95
Preservación de muestras para análisis de DBO ₅	95
Codificación de muestras.....	96

Toma de muestras para Coliforems Termotolerantes	96
Análisis de Nitratos en laboratorio de Ingeniería Ambiental	97
Turbidímetro 2100Q.....	97
Multipárametro SESIONTMEC5.....	98
Colorimetría portátil DR900.....	98
Enfermedades producidas por los Metales Pesados	99
Cadena de custodia N°1:Análisis de Metales, DBO ₅ , DQO y Coliformes Termotolerantes	100
Cadena de custodia N°2:Análisis de Metales, DBO ₅ , DQO y Coliformes Termotolerantes	101
Cadena de custodia N°3:Análisis de Metales, DBO ₅ , DQO y Coliformes Termotolerantes	102
Cadena de custodia N°4:Análisis de Metales, DBO ₅ , DQO y Coliformes Termotolerantes	103
Resultado de Informe de Ensayo N°1: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	104
Resultado de Informe de Ensayo N°2: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	105
Resultado de Informe de Ensayo N°3: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	106
Resultado de Informe de Ensayo N°4: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	107
Resultado de Informe de Ensayo N°5: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	108
Resultado de Informe de Ensayo N°6: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	109
Resultado de Informe de Ensayo N°7: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	110
Resultado de Informe de Ensayo N°8: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	111
Resultado de Informe de Ensayo N°9: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	112
Resultado de Informe de Ensayo N°10: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos.....	113
Matriz de campo de aguas residuales del río Chonta	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de análisis de datos Físicoquímicos, DBO ₅ y DQO en Río Torococha. (Neira, 2014).....	17
Tabla 2. Efectos causados por los contaminantes presentes en las aguas residuales.....	22
Tabla 3 ECA para el agua - Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales.....	26
Tabla 4. Coordenadas de los puntos de muestreo.....	35
Tabla 5. Análisis de aguas residuales en el Laboratorio Regional del Agua.....	45
Tabla 6. Resultados de metales en el periodo de lluvia y estiaje.....	49
Tabla 7. Resultados de los cuatro muestreos.....	50
Tabla 8. Comparación de los metales de la muestra con respecto al ECA.....	51
Tabla 9. Comparación del pH con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	52
Tabla 10. Comparación del pH con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	53
Tabla 11. Comparación de la conductividad con el ECA y los resultados de muestreo en la zona1.....	54
Tabla 12. Comparación de la conductividad con el ECA y los resultados de muestreo en la zona2.....	55
Tabla 13. Comparación de la DBO ₅ con el ECA y los resultados de muestreo en la zona1.....	56
Tabla 14. Comparación de la DBO ₅ con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	57
Tabla 15. Comparación de la DQO con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	58
Tabla 16. Comparación de la DQO con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	59
Tabla 17. Comparación de Nitrato con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	60
Tabla 18. Comparación de Nitrato con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	61
Tabla 19. Comparación de Nitrito con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	62
Tabla 20. Comparación de Nitrito con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	63
Tabla 21. Comparación de Sulfato con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	64
Tabla 22. Comparación de Sulfato con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	65
Tabla 23. Comparación de Coliformes Termotolerantes con el ECA y los resultados de muestreo en la zona1.....	66
Tabla 24. Comparación de Coliformes Termotolerantes con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	67
Tabla 25. Comparación del Manganeso con el ECA y los resultados de maestro en la zona1.....	68
Tabla 26. Comparación del Manganeso con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	69
Tabla 27. Comparación del Aluminio con el ECA y los resultados de los muestreos en la zona1.....	70
Tabla 28. Comparación del Aluminio con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	71

Tabla 29. Comparación del Bario con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	72
Tabla 30. Comparación del Bario con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	73
Tabla 31. Comparación del Boro con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	74
Tabla 32. Comparación del Boro con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	75
Tabla 33. Comparación del Cobalto con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	76
Tabla 34. Comparación del Cobalto con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	77
Tabla 35. Comparación del Hierro con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	78
Tabla 36. Comparación del Hierro con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	79
Tabla 37. Comparación del Litio con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	80
Tabla 38. Comparación del Litio con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	81
Tabla 39. Comparación del Magnesio con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 1.....	82
Tabla 40. Comparación del Magnesio con el ECA y los resultados de muestreo en la zona 2.....	83
Tabla 41. Comparación de medias con la zona 1.....	84
Tabla 42. Comparación de medias con la zona 2.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de Puntos de Muestreo.....	34
Figura 2. Ubicación de la Zona 1.....	35
Figura 3. Ubicación de la Zona 2.....	35
Figura 4. Procedimiento del Muestreo.....	47
Figura 5. Variación de la concentración del pH en la zona 1.....	52
Figura 6. Variación de la concentración de pH en la zona 2.....	53
Figura 7. Variación de la concentración de la conductividad en la zona 1.....	54
Figura 8. Variación de la concentración de la conductividad en la zona 2.....	55
Figura 9. Variación de la concentración del DBO ₅ en la zona 1.....	56
Figura 10. Variación de la concentración de la DBO ₅ en la zona 2.....	57
Figura 11. Variación de la concentración de la DQO en la zona 1.....	58
Figura 12. Variación de la concentración de la DQO en la zona 2.....	59
Figura 13. Variación de la concentración del Nitrato en la zona 1.....	60
Figura 14. Variación de la concentración del Nitrato en la zona 2.....	61
Figura 15. Variación de la concentración del Nitrito en la zona 1.....	62
Figura 16. Variación de la concentración del Nitrito en la zona 2.....	63
Figura 17. Variación de la concentración del Sulfato en la zona 1.....	64
Figura 18. Variación de la concentración del Sulfato en la zona 2.....	65
Figura 19. Variación de la concentración de los Coliformes Termotolerantes en la zona 1.....	66
Figura 20. Variación de la concentración de los Coliformes Termotolerantes en la zona 2.....	67
Figura 21. Variación de la concentración del Manganeso en la zona 1.....	68
Figura 22. Variación de la concentración del Manganeso en la zona 2.....	69
Figura 23. Variación de la concentración del Aluminio en la zona 1.....	70
Figura 24. Variación de la concentración del Aluminio en la zona 2.....	71
Figura 25. Variación de la concentración del Bario en la zona 1.....	72
Figura 26. Variación de la concentración del Bario en la zona 2.....	73
Figura 27. Variación de la concentración del Boro en la zona 1.....	74
Figura 28. Variación de la concentración del Boro en la zona 2.....	75
Figura 29. Variación de la concentración del Cobalto en la zona 1.....	76
Figura 30. Variación de la concentración del Cobalto en la zona 2.....	77
Figura 31. Variación de la concentración del Hierro en la zona 1.....	78
Figura 32. Variación de la concentración del Hierro en la zona 2.....	79

Figura 33. Variación de la concentración del Litio en la zona 1.....	80
Figura 34. Variación de la concentración del Litio en la zona 2.....	81
Figura 35. Variación de la concentración del Magnesio en la zona 1.....	82
Figura 36. Variación de la concentración del Magnesio en la zona 2	83
Figura 37. Ubicación de las descargas de agua residual en el Distrito De los Baños del Inca – Cajamarca	92
Figura 38. Principales descargas de agua residual en el Rio Chonta en el Distrito de los Baños el Inca – Cajamarca	92
Figura 39. Uso del agua del Rio Chonta para riego.....	93
Figura 40. Ubicación de las Zonas en GPS.....	93
Figura 41. Muestreo in situo - Multipárametro PC60.....	94
Figura 42. Preservación de muestra para análisis de DBO.....	94
Figura 43. Codificación de muestras.....	95
Figura 44. Toma de muestras para Coliformes Termotolerantes.....	95
Figura 45. Análisis de Nitratos en laboratorio de Ingeniería Ambiental.....	96
Figura 46. Turbidímetro 2100 Q.....	96
Figura 47. Multipárametro SESIONTM EC5.....	97
Figura 48. Colorímetro portátil DR900.....	97
Figura 49. Resultados Laboratorio Regional del Agua.....	98
Figura 50. Resultados Laboratorio Regional del Agua.....	98
Figura 51. Cadena de Custodia N°1: Análisis de Metales, DBO, DQO y Coliformes Termotolerantes en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.....	100
Figura 52. Cadena de Custodia N°2: Análisis de DBO, DQO y Coliformes Termotolerantes en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.....	101
Figura 53. Cadena de Custodia N°3: Análisis de DBO, DQO y Coliformes Termotolerantes en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.....	102
Figura 54. Cadena de Custodia N°4: Análisis de DBO, DQO y Coliformes Termotolerantes en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.....	103
Figura 55. Resultados del Informe de Ensayo N°1: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.	104
Figura 56. Resultados del Informe de Ensayo N°2: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.....	105
Figura 57. Resultados del Informe de Ensayo N°3: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.....	106

Figura 58. Resultados del Informe de Ensayo N°4: Análisis Químicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.....	107
Figura 59. Resultados del Informe de Ensayo N°5: Análisis Químicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.....	108
Figura 60. Resultados del Informe de Ensayo N°6: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.	109
Figura 61. Resultados del Informe de Ensayo N°7: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.....	110
Figura 62. Resultados del Informe de Ensayo N°8: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.....	111
Figura 63. Resultados del Informe de Ensayo N°9: Parámetros Químicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.	112
Figura 64. Resultados del Informe de Ensayo N°10: Parámetros Químicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.	113
Figura 65. Matriz de campo de Aguas Residuales del Río Chonta.	114

RESUMEN

La subcuenca del río Chonta se ve influenciada principalmente por la falta de tratamiento de aguas residuales, esto genera un riesgo potencial, ya que no existe prácticas de eliminación y depuración de materia orgánica ocasionando así que la composición física, química y biológica del agua se altere. El presente proyecto tuvo como objetivo principal evaluar la calidad del río Chonta mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el Distrito de Baños del Inca, Cajamarca. Se tomaron 2 puntos de monitoreo, uno ubicado en el Jr. Tupac Yupanqui que presenta la zona de descargas urbanas (Zona 1) y otro a las fueras, donde hay descargas de agua residual producto de las actividades industriales lácteas (Zona 2). Con la finalidad de determinar si dichas aguas son aptas para riego de vegetales y bebida de animales según los límites que establecen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), aprobado por el D.S N° 004-2017-MINAM. Se determinó que el agua en los dos puntos de muestreo no es apta para riego de vegetales y bebida de animales, porque se encuentran superando los niveles que la norma estipula, entre ellos se encuentra la DBO₅ con 115 mg O₂/L, la DQO con 151 mg O₂/L y la coliformes termo tolerantes con un nivel de 54 x 10⁵ NMP/100 mL, además los parámetros fisicoquímicos se encontraron dentro de los límites a excepción del pH, valor que excedió en la Zona1 en los meses de febrero y abril. Por lo tanto, es riesgoso que sigan llevándose actividades agrícolas y ganaderas con este tipo de aguas.

Palabras clave: Aguas residuales urbanas, aguas residuales industriales, ECA.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El agua es esencial para el desarrollo de la vida, así como también para equilibrio ambiental de los ecosistemas. Sin embargo, en los últimos años a pesar de grandes avances científicos y tecnológicos, la contaminación del recurso hídrico continua ya sea por las descargas de materiales domésticos, industriales, mineros o de otra procedencia; ante ello seguir con estas actividades causaría un gran riesgo en la salud humana y más aún si se considera la escasa asistencia técnica inadecuada principalmente en los países en vía de desarrollo, lo que contribuye de manera significativa a la degradación del medio ambiente ya sea por problemas estéticos, olor, sedimentación, daño o muerte de los factores bióticos acuáticos (Fernández & Pérez, 2013), Según (Fernández & Pérez, 2013), con el crecimiento poblacional junto con las actividades que se realizan dentro de las ciudades, sin contar con un sistema de alcantarillado competente y la ausencia de un manejo integral de las cuencas, han contribuido a convertir el Río Chonta en receptor de las aguas residuales, lo que ha traído por consecuencia un deterioro progresivo de la calidad de las aguas superficiales del río, el mayor problema son las descargas de aguas residuales, que conlleva a la degradación de estas zonas, no solo turísticas sino también ecológicas, por lo que determinar la calidad sanitaria de estos cuerpos de agua proporciona herramientas indispensables para la toma de decisiones en relación al control de los vertimientos, tratamiento de las aguas y conservación del ecosistema.

Las actividades económicas que se desarrollan en la Subcuenca y los constantes vertimientos de sustancias al río modifican la calidad de los ecosistemas desde sus partes altas hasta pasar por el distrito de Otuzco, dentro de la ciudad de Baños del Inca y finalmente por el centro poblado de Huayrapongo antes de su unión con el río Mashcón; trayendo consigo el deterioro general del agua en la subcuenca del río Chonta, debido a la abundante y variada aportación de contaminantes a esta corriente, y siendo un cuerpo receptor de baja capacidad de dilución, se ha deteriorado considerablemente la calidad de sus aguas

resultando desfavorable para el libre uso agrícola e inadecuada para el desarrollo de la vida acuática (Tamani, 2014).

1.1.1. Antecedentes

En nuestro país, la ley N° 28611, Ley General del Ambiente, artículo 90, establece la necesidad de realizar una gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de la calidad ambiental; asimismo, describe los conceptos de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP). Siendo el Ministerio del Medio Ambiente quien establece los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. Hay escasez de oxígeno por la presencia de materia orgánica. El (MINAM), sostiene que, si el agua superficial presenta 5 mg/l, esta puede ser tratada tanto con desinfección como tratamiento convencional, para utilizarla como agua potable. (EDDY, 2012).

En América Latina tan solo el 20% de las aguas residuales son tratadas, no obstante, la infraestructura que poseen estas regiones pueden tratar aproximadamente un 30%. Las principales ciudades de la región cuentan con programas de inversión para el tratamiento de aguas residuales este es el caso de la Ciudad de México, Caracas, Bogotá, Lima, Buenos Aires y Santiago como iniciativa para el control de la contaminación en cuerpos de aguas superficiales y subterráneas (EDDY, 2012).

El manejo inadecuado de los materiales y residuos peligrosos ha generado a escala mundial, un problema de contaminación de suelos, aire y agua. De acuerdo a un estudio que se realizó sobre la situación actual y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú, presentado por la Autoridad Nacional de Agua (ANA), 7 millones de habitantes de nuestro país no tienen acceso de agua potable segura; el nivel de cobertura de agua potable en un nivel mayor al 80%, es solo en los Departamentos (hoy Gobiernos Regionales) de: Lambayeque, Lima, Callao, Ica, Arequipa y Tacna; la cobertura en menor al 40% en Amazonas, Huánuco Huancavelica y Puno; el agua no facturada es de aproximadamente el 40%; más de 10 millones de habitantes no tiene servicios

de saneamiento; la cobertura de saneamiento mayor al 80% es solo en Lambayeque, Lima y Tacna, la cobertura de saneamiento del 20% al 40% es en Loreto, Ucayali y Madre de Dios. (ANA, 2013).

La contaminación en los ríos se produce, bien por la presencia de compuestos o elementos que normalmente no estarían sin la acción del hombre. Uno de los componentes químicos potencialmente más tóxicos son los metales pesados, y entre ellos Sb, As, Mn, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Zn. La importancia que tiene el estudio de metales pesados en aguas y sedimentos es por su elevada toxicidad, alta persistencia y rápida acumulación por los organismos vivos. Sus efectos tóxicos de los metales pesados no se detectan fácilmente a corto plazo, aunque sí puede haber una incidencia muy importante a mediano y largo plazo. Los metales son difíciles de eliminar del medio, puesto que los propios organismos los incorporan a sus tejidos y de éstos a sus depredadores, en los que se acaban manifestando (Jorge, 2000).

Según (Paredes, 2014) realizó un estudio en el cual reporta que la calidad fisicoquímica del agua de la zona de captación Chimú, del Lago Titicaca destinada para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puno, en sus tres captaciones registran datos por debajo de los Estándares Nacionales Ambientales de Calidad de Agua, la temperatura promedio es de 15.7°C, con un valor mínimo de 14°C y máximo de 18°C; el pH promedio es de 8.42 que oscilan de 8.03 a 8.85; la demanda química de oxígeno promedio es de 8.27 mg/l, según este parámetro, las aguas cumplen con los ECA, por lo tanto son aptas para el abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional, encontrándose por debajo de los límites definidos (20 mg/l) para una calidad de Categoría 1, Tipo A2.

Según (Muñoz, 2012) un estudio realizado en la Subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala, México, indica que las fuentes de materia orgánica son diversas y entre ellas se encuentran las actividades agrícolas, industriales y las aguas residuales generadas en las zonas urbanas y rurales. La temperatura más baja que registraron fue de 11.5°C y la más alta de 23.2°C.

El pH que encontraron oscilaba entre 7.1 y 8.2. Respecto al (DBO_5), 20% de los datos de Dos Arroyos y Zacatelco excedieron el límite de 150 mg/l establecido en la norma. Menciona que no existen asentamientos humanos en una de las microcuencas, de la cual se obtuvo los valores más bajos de (DBO_5). El par de (DBO_5) y (DQO) mostró valores de >0.8 en seis de los doce puntos de muestreo. Una línea de regresión entre la (DBO_5) y (DQO) con pendiente cercana a 1 es teóricamente indicadoras de que la materia presente es de tipo orgánico biodegradable. Se encontró que la (DBO_5) es explicada por la población asentada hasta 20 km de la línea del cauce del río.

De acuerdo con el estudio realizado por (Espinoza, 2016) en su estudio realizado sobre el comportamiento de lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos municipales los cuales posteriormente llegan al río Almendares y a la cuenca principal de Vento, se encontró que los valores de pH eran superiores a 7 o básicos.

Según (Neira, 2014) un trabajo de investigación que realizó tres zonas de muestreo en el río Tococho en la ciudad de Juliaca evaluó el nivel de contaminación orgánica mediante la determinación de los parámetros fisicoquímicos , DBO_5 y DQO, el cual permitió evaluar y determinar la calidad de las agua del Río Tococho ,la Zona A (24.06%) presentó el mayor promedio de transparencia debido a la ausencia del vertimiento de aguas residuales.

El mayor promedio de sólidos suspendidos totales se presentó en la Zona B (192 mg/l) y en el mes de Enero (189 mg/l). El mayor promedio de temperatura lo presentó la Zona C ($13.33^{\circ}C$) y el mes de abril $12.98^{\circ}C$. Los niveles de pH se mantienen entre los valores establecidos en los (ECA) 6.5 a 8.5 calificados para riego de vegetales y bebidas de animales. El mayor promedio para el caudal lo presenta la Zona C (3.19 m^3/s), esto debido a la mayor capacidad de contenido de agua que tiene la Zona C, el mes con un mayor promedio de caudal es Enero (1.52 m^3/s), debido al ciclo de lluvias del Altiplano.

Tabla 1

Resultados de análisis de datos Fisicoquímicos, DBO₅ y DQO en Río Torococha.

	Fuente	G.L	S.C	C.M	Fe	P- valor
Transparencia	Zonas	2	0.00481	0.0024	2.29	0.1173
	Error	3.3	0.0347	0.00105		
Sólidos suspendidos totales	Zonas	2	0.00353	0.00177	0.26	0.7748
	Error	3.3	0.2266	0.00687		
Temperatura	Zonas	2	0.4600	0.2300	1.06	0.3590
	Error	3.3	7.1817	0.2176		
ph	Zonas	2	0.00244	0.00122	0.14	0.8697
	Error	3.3	0.2871	0.00870		
Caudal	Zonas	2	0.0242	0.0121	2.43	0.1038
	Error	3.3	0.1643	0.00498		
DBO₅	Zonas	2	1.8822	0.9411	4.72	0.658
	Error	3.3	6.5808	0.1994		
DQO	Zonas	2	1.9901	0.995	1.93	0.1612
	Error	3.3	17.0134	0.5156		

Fuente : (Neira, 2014)

Según (Glynn & Gary, 1999) La alteración del pH se produce debido al consumo de CO₂, es decir, las algas usan dióxido de carbono para su actividad fotosintética y esto puede dar como resultado que las aguas tengan un pH alto (Galvín, 2003). Cuanto mayor sea la cantidad de materia orgánica que contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para degradarla (Valencia & Ramírez, 2009), sin embargo, (Sotil, 2017) explica que los microorganismo generalmente se multiplican en los ambientes acuáticos, son muy persistentes cuando existe contaminación fecal.

La calidad del agua se encuentra determinada por una mayor o menor concentración y composición de las sales disueltas que contengan, es decir, para evaluar su calidad es necesario conocer a través de sus respectivos análisis, la cantidad de aniones existentes (Catalan, 1971). Los principales aniones presentes en el agua son los cloruros, sulfatos, bicarbonatos y nitratos (Marín, 2000).

El boro (B) en altas concentraciones es de relevancia en los estudios de calidad del agua debido a su toxicidad tanto en animales como en plantas cultivadas a bajas concentraciones el boro es esencial para el desarrollo de las plantas y los efectos tóxicos pueden presentarse si la concentración en aguas de riego (Pimentel, 2010). (Espinoza, 2016) afirma que los metales pesados como el Li, Fe, Cu, Zn, As, Cr, Cd, Mg, y algunos reactivos químicos utilizados en las plantas de tratamiento de minerales, en el corto plazo no se degradan, biológica ni químicamente en la naturaleza. Según (Jorge, 2000) diversos estudios indican que los sistemas estuarinos son los ambientes acuáticos con mayor probabilidad de presentar contaminación por metales pesados, especialmente si dan asiento a zonas altamente pobladas e industrializadas.

Según (Pimentel, 2010) las aguas subterráneas tienen mayores concentraciones de hierro ya que la materia orgánica del suelo absorbe el oxígeno disuelto del agua, normalmente las aguas con gran carga orgánica suelen tener más Fe produciéndose complejos entre ellos cuya eliminación y potabilización puede ser problemática.

El bario es un oligoelemento presente en las rocas ígneas y sedimentarias, pero el bario presente en el agua proviene principalmente de fuentes naturales. Aunque no se encuentra libre en la naturaleza, se presenta en una cantidad de compuesto (Cordova, 2017)

1.1.2. Bases Teóricas

1.1.2.1. Propiedades generales del agua

Según (Cruz, Osuna, & Ortiz, 2008), el agua es uno de los elementos más importantes desde el punto de vista fisicoquímico, hasta tal punto que sus temperaturas de transformación de un estado a otro han sido tomadas como puntos fijos, a pesar de que su punto de congelación y ebullición sean anormales, debido a las asociaciones moleculares

1.1.2.2. Contaminación del agua por materia orgánica

La contaminación de un cauce, lago o mar con alta concentración de materia orgánica procede de los procesos de descomposición de esta materia orgánica. Estos son básicamente reacciones químicas que requieren el oxígeno disuelto en el agua para su desarrollo. Como este oxígeno, procedente de la atmósfera por intercambio de gases, es el que en condiciones normales es requerido por la flora y fauna del medio para subsistir, ocasiona que el equilibrio del medio se altere, afectando de modo significativo a la vida acuática. (Aguirre, 2016)

Los compuestos orgánicos están formados por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos, de nitrógeno, azufre, calcio, magnesio, fósforo, hierro, etc. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas 40-60%, hidratos de carbono 25-50% y grasas y aceites 10%.

La medida de la concentración de materia orgánica en el agua se realiza por medio de diversas técnicas. Un método directo es la medida del Carbono Orgánico Total (COT o TOC) mediante técnicas espectrofotométricas¹. Indirectamente se obtiene midiendo la capacidad reductora del carbono existente en dichas aguas, mediante la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅). Estas dos últimas técnicas están basadas en la determinación de la cantidad de materia orgánica descomponible presente en el agua contaminada. La demanda de oxígeno de un agua residual es la cantidad de oxígeno que es consumido por las sustancias contaminantes contenidas en el agua durante un cierto tiempo, ya sean sustancias contaminantes orgánicas o inorgánicas. (Ballesteros, 2015)

1.1.2.3. Contaminación de agua por aguas residuales

De acuerdo a su origen las aguas residuales contienen altas cargas de materia orgánica, disuelta o en forma coloidal de naturaleza reductora y elementos inorgánicos de distinta composición que parten desde nutrientes hasta sustancias tóxicas y peligrosas.

Por esta razón la reutilización de aguas residuales a través de un tratamiento físico, químico o biológico, para el acondicionamiento y aprovechamiento de los recursos hídricos procura generar alternativas e innovación para abastecer las necesidades de actividades económicas y sociales, suponiendo un gran ahorro por el suministro del recurso hídrico, un sistema ecológicamente sustentable y el cumplimiento de los parámetros de calidad para mantener la salud pública (Tchobanoglous, 2003)

Según la (ONU, 2016) aproximadamente el 50% de la población a nivel mundial estará afectada por la contaminación del agua, esto se debe a una demanda irracional de los recursos hídricos, una gestión deficiente en el manejo del agua y los escasos sistemas de saneamiento.

1.1.2.4. Clasificación de aguas residuales

a. De origen agrícola y ganadero:

Generadas por la escorrentía superficial de las zonas agrícolas, la cría de animales y el pastoreo de los mismos. Este tipo de vertimientos presenta gran cantidad de contaminantes, como sólidos en suspensión, generados por las excretas de los animales, químicos limpiadores con presencia altos contenidos de sustancias contaminantes, usados para desinfectar los corrales de los animales, pesticidas usados por veterinarios y criadores de animales, plaguicidas y fertilizantes, los cuales son empleados por los

Espectrofotométrica¹ → Método científico utilizado para medir cuánta luz absorbe una sustancia química.

agricultores en las diferentes plantaciones para cuidar y mejorar los diferentes cultivos (Paredes, 2014).

Los habitantes que generan este tipo de residuos suelen verter estas aguas residuales a zanjas o canaletes que posteriormente llegan al río, generando un incremento en los niveles de contaminación, además, los métodos de tratamiento que se emplean para las aguas residuales agrícolas y ganaderas presentan una mayor complejidad y un aumento significativo de costos de tratamiento debido a que requieren eliminar las sustancias no deseables en el recurso por métodos como cloración, luz ultravioleta o agregación de carbón activado por lo que se vuelve poco probable que en sectores rurales puedan implementar un tratamiento adecuado de estas aguas. (Paredes, 2014).

b. De origen industrial:

Presentan residuos de tipo orgánico, inorgánico o materiales en suspensión, que son empleados en actividades de tipo industrial como en procesos de producción. Las características que presentan las aguas residuales industriales son de tipo física, química y biológica, principalmente se distinguen por presentar generalmente un olor fuerte y tóxico, un color turbio y además presentan cambios bruscos de temperatura, que al momento de incorporarse estos vertimientos a las masas de agua generan un desequilibrio en los ecosistemas (Paredes, 2014).

Los principales compuestos químicos en altos niveles que pueden ser encontrados en las aguas residuales de origen industrial son: metales pesados, materia orgánica en suspensión, elementos como fósforo, azufre, sulfuros de hidrógeno, metano, también se pueden encontrar niveles de compuestos como oxido de plata y mercurio, siendo el mercurio uno de los contaminantes más peligrosos del planeta debido a que una sola pila de mercurio es capaz de contaminar más de 600 mil litros de agua. (Tchobanoglous, 2003)

c. De origen urbano:

Este tipo son las que más contacto directo tienen con los seres humanos, se originan a partir de excretas, residuos domésticos y comerciales, arrastres de lluvia e infiltraciones. Los principales contaminantes que aparecen en este tipo de vertimientos son: objetos de gran tamaño en estado de suspensión en el afluente, arenas, grasas, aceites, contaminantes emergentes o prioritarios, coliformes fecales, entre otros. Si estas aguas no son tratadas adecuadamente, se generan diversos problemas ligados con la contaminación de las fuentes del recurso hídrico, la pérdida de nutrientes. (Tchobanoglous, 2003)

Tabla 2

Efectos causados por los contaminantes presentes en las aguas residuales.

Contaminantes	Parámetro de caracterización	Tipo de efluentes	Consecuencias
Sólidos suspendidos	Sólidos suspendidos totales	Domésticos Industriales	Depósitos de barros Adsorción de contaminantes Protección de patógenos
Sólidos flotantes	Aceites y grasas	Domésticos Industriales	Problemas estéticos
Materia orgánica biodegradable	DBO ₅	Domésticos Industriales	Consumo de Oxígeno Condiciones sépticas
Patógenos	Coliformes	Domésticos	Enfermedades transmitidas por el agua. Crecimiento excesivo de algas (eutrofización del cuerpo receptor)
Nutrientes	Nitrógeno Fósforo		Enfermedades en niños(nitratos) Contaminación del agua subterránea

Contaminantes	Parámetro de caracterización	Tipo de efluentes	Consecuencias
Compuestos no degradables	Pesticidas Detergentes Otros	Industriales Agrícolas	Espumas (detergentes) Reducción de la transferencia de Oxígeno(detergentes) No biodegradabilidad Malos olores
Metales Pesados	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn.)	Industriales	Inhibición al tratamiento biológico de las aguas residuales Problemas con la disposición de los barros en la agricultura Contaminación del agua subterránea.

Fuente: Yana Neira (2014)

1.1.2.5. Situación del tratamiento de aguas residuales en el Perú.

Según un estudio realizado por (SUNASS,2008), el 70% de las aguas residuales en el Perú no tienen tratamiento de aguas; asimismo, de las 143 plantas de tratamiento residual que existen en el Perú, solo el 14% cumplen con la normatividad vigente para el cabal funcionamiento de las mismas; de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento 2006- 2015, existe un déficit de 948 millones de dólares americanos, la inversión ejecutada hasta el 2005 por las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) alcanzó el importe de 369 millones de dólares americanos.

1.1.2.6. Marco Legal

Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM-DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES:

Es el artículo 3° de la Ley N.° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley, al Límite Máximo Permissible (LMP), como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

Ley N° 28611.- LEY GENERAL DEL AMBIENTE:

Establece que el Estado fomenta el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin perjudicar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán, también que las personas jurídicas o naturales podrán obtener del Estado, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad que desarrollen, siempre que dicho vertimiento no menoscabe la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines.

Sin embargo, se señala que, corresponde a las entidades comprometidas con los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales. De igual manera, las empresas o entidades involucradas con actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que

produzcan aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento. Cabe indicar que se menciona que, el manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por quien las genera, también a través de terceros debidamente autorizados o a través de las entidades responsables de los servicios de saneamiento.

Ley N° 29338.- LEY DE RECURSOS HÍDRICOS:

En la Presente ley se excluye las aguas residuales que por sus características de calidad no requieran un tratamiento previo para su vertimiento en función a los límites máximos permisibles aplicables a la actividad, y a lo aprobado en el instrumento de gestión ambiental correspondiente, solo la (ANA) autorizará el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marítima sobre la base del cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) y los Límites Máximos Permisibles (LMP).

1.1.3. Definición de términos básicos

Aguas residuales

Aguas de composición variada proveniente de las descargas poblacionales, industriales, agrícolas, pecuarios, y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (MINAM, 2017).

Estándar de Calidad Ambiental del Agua:

Son indicadores que miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (MINAM, 2017).

Tabla 3

ECA para el agua - Categoría 3: Riego de vegetales y Bebida de animales.

Parámetro	Unidad	Parámetros para riego de vegetales	Parámetros para bebidas de animales
		D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo	D2: Bebida de animales
Físicos - Químicos			
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000	
Aceites y grasas	mg/L	5	10
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	(uS/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0.2	0.5
Fenoles	mg/L	0.002	0.01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5
Potencial de Hidrógeno	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1000	1000

Parámetro	Unidad	Parámetros para	Parámetros para
		riego de vegetales	bebidas de animales
		D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo	D2: Bebida de animales
Temperatura	°C	Δ3	Δ3
Inorgánicos			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0.1	0.2
Bario	mg/L	0.7	**
Berilio	mg/L	0.1	0.1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0.01	0.05
Cobre	mg/L	0.2	0.5
Cobalto	mg/L	0.05	1
Cromo Total	mg/L	0.1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0.2	0.2
Mercurio	mg/L	0,001	0.01
Níquel	mg/L	0.2	1
Plomo	mg/L	0,05	0.05
Selenio	mg/L	0.02	0.05
Zinc	mg/L	2	24
Plaguicidas			
Parathión	ug/L	35	35
Organoclorados			
AJdrín	ug/L	0.004	0.7
Clordano	ug/L	0.006	7
DDT	ug/L	0.001	30

Parámetro	Unidad	Parámetros para riego de vegetales	Parámetros para bebidas de animales
		D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo	D2: Bebida de animales
Dieldrín	ug/L	0.5	0.5
Endosulfán	ug/L	0.01	0.01
Endrin	ug/L	0,004	0.2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/L	0,1	0.03
Lindano	ug/L	4	4
Carbamato:			
Aldicarb	ug/L	1	11
Policloruros bifenilos totales			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/L	0.04	0.045
Microbiológicos y parasitológicos			
Coliformes Totales (35- 37°C)	NMP/100mL	1000	5000
Coliformes Termotolerantes (44.5°C)	NMP/100mL	1000	1000
Enterococos intestinales	NMP/100mL	20	20
Escherichia coli	NMP/100mL	100	100
Huevos y larvas de helminths	Huevos/L	<1	<1

Fuente: MINAM (2017)

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría

Aceites y grasas

Según (Casadiego, 2012) las grasas y los aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal, así como los hidrocarburos del petróleo. Para la clasificación de estas sustancias se debe tener en cuenta su origen estas pueden ser de animales o vegetales.

Detergentes

Se define a un detergente como una sustancia de separación de materia extraña de superficies sólidas cuando se emplea en un disolvente. Estos tienen como función disminuir la tensión superficial de los líquidos en los que se encuentran disueltos en este caso al agua (Dominguez, 2013).

Conductividad

Es la habilidad de una solución para conducir electricidad. Pequeñas partículas cargadas eléctricamente, llamadas iones, puede llevar una corriente eléctrica a través de soluciones de agua. Estos iones provienen principalmente de los ácidos y sales de la solución de fuente. Entre más concentrado de solución de fuente sea añadido al agua, el número de iones se incrementa, junto con la conductividad (Sereviche, Castillo, & Acevdo, 2015).

pH

Es un parámetro que mide el grado de acidez de una solución, éste se mide por la concentración del ión hidrógeno; los valores de pH están comprendidos en una escala de 0 a 14. Este indica la medida de la concentración del ión hidronio en una solución, a mayor valor del pH, menor concentración de hidrógeno y menor acidez de la solución. (Velazques, 2012).

Color

Según (Payeras, 2017) es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible, existen variedades de causas y por ende algunos colores específicos dan una idea de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales. El agua pura es bastante incolora y sólo aparece como azulada en grandes espesores.

Cloruros

Son sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El sabor salado del agua producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio. (Guillén, 2017)

Sulfatos

Los sulfatos suelen ser sales solubles al agua, por lo que se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en el agua naturales en un amplio intervalo de concentraciones. (Arias, Hernández, Castro, & Sanchez, 2017)

Demanda química de oxígeno (DQO)

Mide la cantidad de materia orgánica del agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para la oxidación, en este caso proporcionado por un oxidante químico que es el permanganato potásico. En aguas residuales se realiza dicromato. (Pérez, 2014)

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para llevar a cabo la degradación de la materia orgánica presente en el agua (Pérez, 2014).

Nitratos y nitritos

Son compuestos solubles que contiene oxígeno y nitrógeno. Generalmente el nitrito se convierte en nitrato, lo que significa que nitrito ocasionalmente hay en aguas subterráneas, cabe recalcar que la presencia de nitratos es esencial en el crecimiento de las plantas y está presente en todos los vegetales y granos. El nitrato es encontrado naturalmente en el suelo y agua; este es altamente soluble y es transportado fácilmente cuando fuentes contaminantes entran en contacto con el agua (Adam, 2015).

Coliformes termotolerantes

Aquel grupo de bacterias que tienen ciertas características bioquímicas en común y son de mucha importancia como indicadores de contaminación del agua y de los alimentos; además es utilizada para evaluar la calidad bacteriológica de los efluentes de los sistemas de tratamiento de aguas servida. (Muñoz, 2009).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del Río Chonta?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la calidad del Río Chonta mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos impactadas por vertimientos de aguas residuales urbanas e industriales en el Distrito de Baños del Inca – Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el pH, Conductividad en las aguas residuales del Río Chonta en las épocas de lluvia y estiaje.
- Determinar la concentración de Demanda bioquímica del oxígeno, Demanda química del oxígeno, nitratos, nitritos, sulfatos en las aguas residuales del Río Chonta en las épocas de lluvia y estiaje.
- Determinar los Coliformes Termotolerantes en las aguas residuales del Río Chonta en las épocas de lluvia y estiaje.
- Comparar de los Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos con los Estándares de Calidad Ambiental del agua – Categoría 3.

1.4. Hipótesis

La calidad Fisicoquímica y Microbiológica en las descargas urbanas e industriales en las aguas del río Chonta no es de calidad aceptable según los estándares de calidad ambiental establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM en la ley General del Medio Ambiente N° 28611- Categoría 3.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo no experimental, debido a que no se realiza una manipulación deliberada de la variable identificara el nivel de contaminantes en el Rio Chonta, la cual puesta en práctica no afectara al cauce del río.

Es de tipo transversal: Descriptivo.

2.1.1. Variable

Tipo de variable: Independiente

Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos.

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

2.2.1. Unidad de estudio

Cada mg/L por muestra de agua residual obtenida del Río Chonta.

2.2.2. Población

Número de parámetros por número de muestras del Río Chonta.

2.2.3. Muestra

Puntos de muestreo del agua Río Chonta desde las descargas urbanas del Distrito de Baños del Inca hasta las descargas de la planta Nestlé.

MAPA DE PUNTOS DE UBICACIÓN DEL RÍO CHONTA

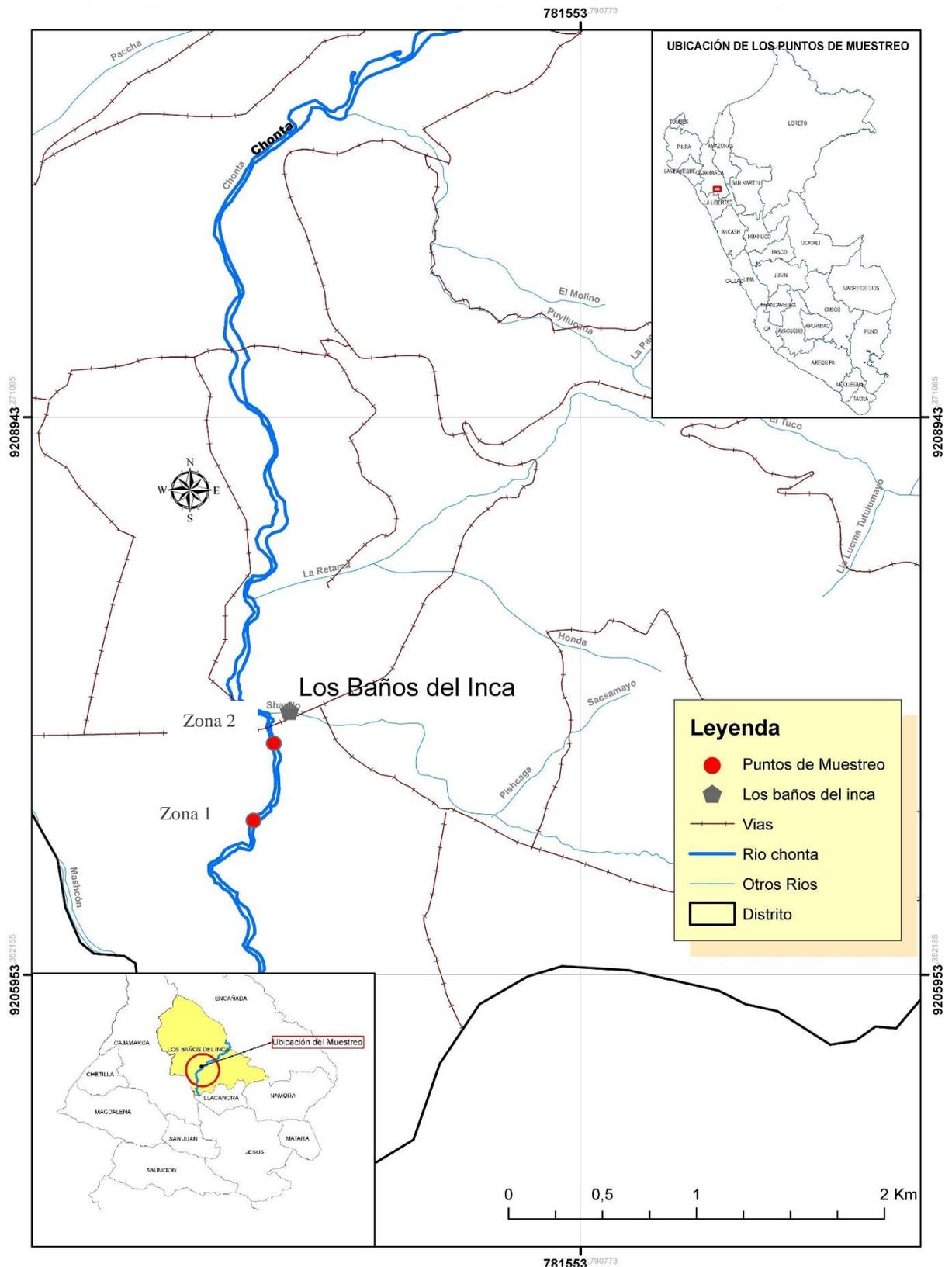


Figura 1. Ubicación de Puntos de Muestreo

Tabla 4.

Coordenadas de los puntos de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS	
Descargas de aguas residuales urbanas Jr. Túpac Yupanqui Zona 1	779 724.954 m.	920 7543.457 m.



Figura 2. Ubicación de la Zona 1

PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS	
Descargas de aguas residuales industriales de la planta Nestlé. Zona 2.	779 881.401 m.	920 7324.894 m.



Figura 3. Ubicación de la Zona 2

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

El tipo de metodología que se aplicó fueron la norma APA, EPA, y el HASH.

2.3.1. Determinación del pH

a. Toma de muestra

Las muestras deben ser analizadas inmediatamente, preferiblemente en el campo después de obtener la muestra. Las aguas de alta pureza y las aguas que no están en equilibrio con la atmósfera, están sujetas a cambios cuando se exponen a la atmósfera, por lo cual los frascos de muestra deben llenarse completamente y mantenerse sellados hasta el análisis. Cuando las muestras sean enviadas al laboratorio utilizar botellas de plástico, refrigerar a 4°C. Iniciar el análisis lo antes posible (antes 4h).

b. Materiales y equipo

- **Materiales de campo**
 - Guantes quirúrgicos
 - Mascarillas
 - Botas
 - Marcadores
 - Libretas
 - Frascos de plástico de 1L
 - Cooler
- **Materiales de gabinete**
 - Reactivos: Para calibración: de pH: 4,7 y 10. Estándares comerciales para Verificación: de pH: 4.01, 7.01, 10.
- **Equipos**
 - Equipo de medición: Multiparámetro PC60

c. Calibración del instrumento.

- Antes de usarlos, retirar los electrodos de la solución de almacenamiento, enjuagarlos y secar con un papel suave, colocar en la solución tampón inicial, y ajustar el punto.
- Se seleccionó un segundo tampón que esté en un rango de 2 unidades del pH de la muestra y llevar el tampón y la muestra a la misma temperatura, la cual puede ser la temperatura ambiente, una temperatura fija tal como 25°C, o la temperatura de una muestra fresca. Retirar los electrodos del primer tampón, enjuagarlos abundantemente con agua destilada, secarlos y sumergirlos en el segundo tampón. Registrar la temperatura de medición y ajustar el indicador de temperatura en el pH-metro hasta que el equipo indique el valor de pH del tampón a la temperatura de análisis (esto es el ajuste de pendiente).
- Se utilizó el valor de pH de las tablas para el tampón usado a la temperatura del ensayo. Retirar los electrodos del segundo tampón, enjuagarlos abundantemente con agua destilada y secarlos. Sumergirlos en un tercer tampón por debajo de pH 10, aproximadamente tres unidades de pH de diferencia con el segundo; la lectura estará dentro de 0,1 unidades para el pH del tercer tampón. Si la respuesta del pH-metro muestra una diferencia mayor de 0,1 unidades de pH con respecto al valor esperado, buscar averías o fallas de los electrodos.

d. Análisis de la muestra.

- Se procedió a la realización la lectura, a temperar la muestra a temperatura ambiente.
- Se estableció el equilibrio entre los electrodos y la muestra agitándola para garantizar la homogeneización; agitar lentamente para minimizar la incorporación de dióxido de carbono. Para muestras tamponadas o con alta fuerza iónica, acondicionar los electrodos después de lavarlos dejándolos dentro de la muestra por un minuto. Después del secado, sumergir en una porción fresca de la misma muestra y leer el pH.

- Con soluciones diluidas o débilmente tamponadas, equilibrar los electrodos sumergiéndolos en tres o cuatro porciones sucesivas de muestra.

2.3.2. Determinación de la turbidez

a. Toma de muestra

Las muestras deben ser analizadas inmediatamente antes de las 24h de haber recolectado la muestra. Utilizar botellas de plástico o vidrio refractario, refrigérese a 4°C.

b. Materiales y equipo

- **Materiales de campo**

- Guantes quirúrgicos
- Mascarillas
- Botas
- Marcadores
- Libretas
- Frascos de plástico de 250 ml.
- Cooler

- **Materiales de gabinete**

- Reactivos: Estándares comerciales preparados (0.1NTU, 15 NTU, 100NTU y 750 NTU).

- **Equipos**

- Equipo de medición: Turbidímetro hach 2100 Q
- Celda de muestra
- Agitador

c. Calibración del instrumento.

La calibración puede realizarse mediante las soluciones de calibración suministradas o preparadas por el analista. El turbidímetro se suministra con 4 estándares: <0.1NTU, 15 NTU, 100NTU y 750 NTU. El primer punto de calibración debería estar cerca de 0 NTU. Puede elegirse el segundo punto entre 10 y 20 NTU, el tercer punto entre 50 y 150 NTU y el cuarto punto entre 600 y 900 NTU.

d. Análisis de la muestra

- Se conectó el instrumento pulsando ON/OFF, cuando la pantalla muestre guiones, el instrumento está listo. La hora actual aparece en la pantalla secundaria, si está seleccionada en el menú SETUP.
- Se limpió los frascos minuciosamente con el paño sin pelusas para eliminar huellas dactilares, suciedad o manchas de agua.
- Se realizó el proceso de medición por duplicado y reporte el valor promedio del resultado obtenido. Finalmente reportar los resultados con tres cifras significativas como mínimo.

2.3.3. Determinación de la conductividad

a. Toma de muestra

Utilizar botellas de plástico y refrigerar a 4°C, eliminar las partículas gruesas flotantes o los aglomerados sumergidos de materiales no homogéneos, pueden obstruir la celda de conductividad. Realizar la limpieza de la celda de conductividad cuando aprecie grasa o sólidos adheridos. Evitar agitar la muestra antes de realizar la lectura de la muestra.

b. Materiales y equipo

• **Materiales de campo**

- Guantes quirúrgicos
- Mascarillas
- Botas
- Marcadores
- Libretas
- Frascos de plástico de 250ml.
- Cooler

• **Equipos**

- Equipo de medición: Multiparámetro SESION™ EC5

c. Calibración del instrumento

- Conectar el equipo y encender 15min antes de realizar las mediciones, calibrar el equipo antes de su uso y verifique la constante de celda.
- Standares comerciales; para la calibración y verificación (100, 1413 μ s/cm y 12.9ms/cm).
- Preparación de Standares cloruro de potasio anhidro (KCl 0.01) M: disolver 745.6 mg en un litro de agua reactiva a 25°C, esta solución tiene una concentración 1412 μ moh/cm. Los estándares se prepararán mensualmente y se mantendrán a temperatura de 2 a 8 °C.
- Para la preparación de estándares más bajos se utilizarán cantidades proporcionales de reactivo, y se preparan semanalmente (estándar de 15 μ s/cm).

d. Análisis de la muestra

Se colocó un volumen necesario de muestra que cubra la celda de conductividad. Esperar la lectura del equipo alrededor de 1 a 2 min.

2.3.4. Determinación de nitratos

a. Toma de muestra

La muestra debe ser almacenada, conservada a 4 °C hasta 24 horas; para períodos más largos, añadir 2 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) conc. /L y mantener a 4 °C

b. Materiales y equipo

- **Materiales de campo**

- Guantes quirúrgicos
- Mascarillas
- Botas
- Marcadores
- Libretas
- Frascos de plástico de 250ml.
- Cooler

- **Materiales de gabinete**

- Solución intermedia de nitrato: Diluir 100 mL de solución madre de nitrato a 1.000 mL con agua.
- Agua destilada.
- Solución de nitrato.

- **Equipos**

- Equipo de medición: Colorímetro portátil DR900.

c. Calibración del instrumento

- Sobre 50 ml de muestra transparente, filtrada si fuera preciso, añadir 1 ml de solución de Cloruro de hidrógeno (HCl) y mézclase bien.
- Se preparó estándares de calibrado de NO_3^- en el rango de 0 a 7 mg de NO_3^- N/l por dilución a 50 ml de los siguientes volúmenes de solución

intermedia de nitrato: 00, 1.00, 2.00, 4.00, 7.00..., 35.0 mL Trátense los patrones de NO_3^- del mismo modo que las muestras.

- Se leyó la absorbancia frente a agua estilada, ajustada a absorbancia cero 100 por 100. Utilizar la longitud de onda 220 nm para obtener la lectura de NO_3^- y 275 nm para determinar la interferencia debida a materia orgánica disuelta.

d. Análisis de la muestra

Para muestras y patrones, restar dos veces la absorbancia leída a 275 nm de la lectura a 220 nm, utilizando las absorbancias corregidas de la muestra, obtener la concentración directamente a partir de la curva patrón.

2.3.5. Determinación de nitritos

a. Toma de muestra

No utilizar nunca la conservación ácida en las muestras destinadas al análisis de NO_2^- . Realizar la determinación inmediatamente sobre muestras recientes para evitar la conversión bacteriana del NO_2^- en NO_3^- o NH_3 . Para conservación a corto plazo, durante 1 o 2 días, congelar a $-20\text{ }^\circ\text{C}$ o conservar a $4\text{ }^\circ\text{C}$.

b. Materiales y equipo

- **Materiales de campo**
 - Guantes quirúrgicos
 - Mascarillas
 - Botas
 - Marcadores
 - Libretas
 - Frascos de plástico de 250ml.
 - Cooler

- **Materiales de gabinete**

- Agua destilada.
- Solución de nitrato.

- **Equipos**

- Equipo de medición: Colorímetro portátil DR900.

c. Uso de los reactivos:

- Agua destilada: si no se sabe si el agua destilada o desmineralizada está exenta de NO_2^- utilícese uno de los procedimientos siguientes para prepararla.
- Se añadió 1 ml de H_2SO_4 conc. 1 L de agua destilada, y 0,2 ml de solución de sulfato de manganeso (MnSO_4) 36,4 g de $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ /100 mL de agua destilada a otro litro de agua destilada.
- Se utilizó un reactivo reciente para preparar la solución, manteniendo los frascos bien tapados para evitar la entrada de aire cuando no se usen.

d. Análisis de la muestra

- Desarrollo del color: si el pH de la muestra no estuviera comprendido entre 5 y 9, ajustar a ese valor con ácido clorhídrico (HCl). Añadir 2 mL de reactivo de color a 50.0 mL de muestra a una porción diluida a 50.0 mL y mézclese.
- Medida fotométrica: medir la absorbancia a 543 nm, entre 10 minutos y 20 minutos después de añadir el reactivo de color a las muestras y patrones.

2.3.6. Determinación de sulfatos

a. Toma de muestra

En presencia de materia orgánica, algunas bacterias pueden reducir SO_4^{2-} a S^{2-} . Para evitarlo, conservar las muestras muy contaminadas a 4 °C.

b. Materiales y equipo

- **Materiales de campo**

- Guantes quirúrgicos
- Mascarillas
- Botas
- Marcadores
- Libretas
- Frascos de plástico de 250ml.
- Cooler

- **Materiales de gabinete**

- Agua destilada.
- Reactivo colorante.

- **Equipos**

- Equipo de medición: Colorímetro portátil DR900.

c. Análisis de la muestra

- Se ajustó el volumen de la muestra clarificada para que contenga aproximadamente entre 50 mg SO_4^{2-} en un volumen de 250 mL.
- Si el precipitado es pequeño, añadir un total de 5 mL de solución de cloruro de bario ($BaCl_2$) preferiblemente toda una noche.
- Se agregó la muestra con sulfato, para la posterior lectura.

2.3.7. Determinación de DBO, DQO Y metales

Tabla 5.

Análisis de aguas residuales en el Laboratorio Regional del Agua

DBO₅	Es el método tradicional que reemplaza a los microorganismos y su uso del oxígeno con el uso de un reactivo oxidante fuerte, el dicromato de potasio en ácido sulfúrico y a alta temperatura.
DQO	Es el método más tradicional que mide la cantidad de oxígeno que consumen los microorganismos al proliferar en el agua residual y alimentarse de su materia orgánica.
Metales	<p>Agua libre de metales: Preparar des ionizando el agua o dependiendo de la concentración de metal en la muestra, por destilación. Debe chequearse para verificar la ausencia del elemento de interés en esta agua. Diluir 251 mL de ácido nítrico concentrado a 1 l con agua des ionizada. Solución de ditiocarbamato de pirrolidín amonio al 1%): Disolver 10.0 g de APDC en 600 mL de agua, completar 1 l y guardar refrigerado. Hidróxido de amonio Ácido clorhídrico concentrado Ácido nítrico concentrado Metilisobutilcetona (MIBK; C₆H₁₂O) Argón ultra puro grado 5.0 (ICP) Acetileno y aire (absorción atómica) Soluciones de referencia para cada metal (1 g/L)</p>

Medir 500 ml de muestra en un vaso de precipitado • Ajustar el pH en 4.0 ± 0.1 con NH_3 25%, NH_4OH (10%) y HNO_3 (10%) Colocar 5 ml de pirrolidín ditiocarbamato amónico (APDC) 1% en un embudo de separación 1l y agregar la muestra al embudo de separación (500 ml) y agitar durante 30 segundos

- Adicionar 20 ml de metil-isobutil-cetona (MIBK) y agitar por 3 minutos
- Dejar reposar hasta observar la separación completa de las fases

Desechar la fase acuosa y transferir la fase orgánica a un embudo de separación de 100 ml

- Adicionar al extracto orgánico 12.5 ml de ácido nítrico (HNO_3)4N y agitar nuevamente durante 2 minutos
- Después de que las fases hayan separado, desechar la fase orgánica y conservar en frascos plásticos la fase ácida hasta posterior análisis, realizar el mismo procedimiento a por lo menos a un blanco de reactivos
- Efectuar la cuantificación de cada metal por absorción atómica o por espectroscopía de emisión atómica Inductivamente acoplada

Fuente: Laboratorio Regional del Aguas.

2.4. Procedimiento

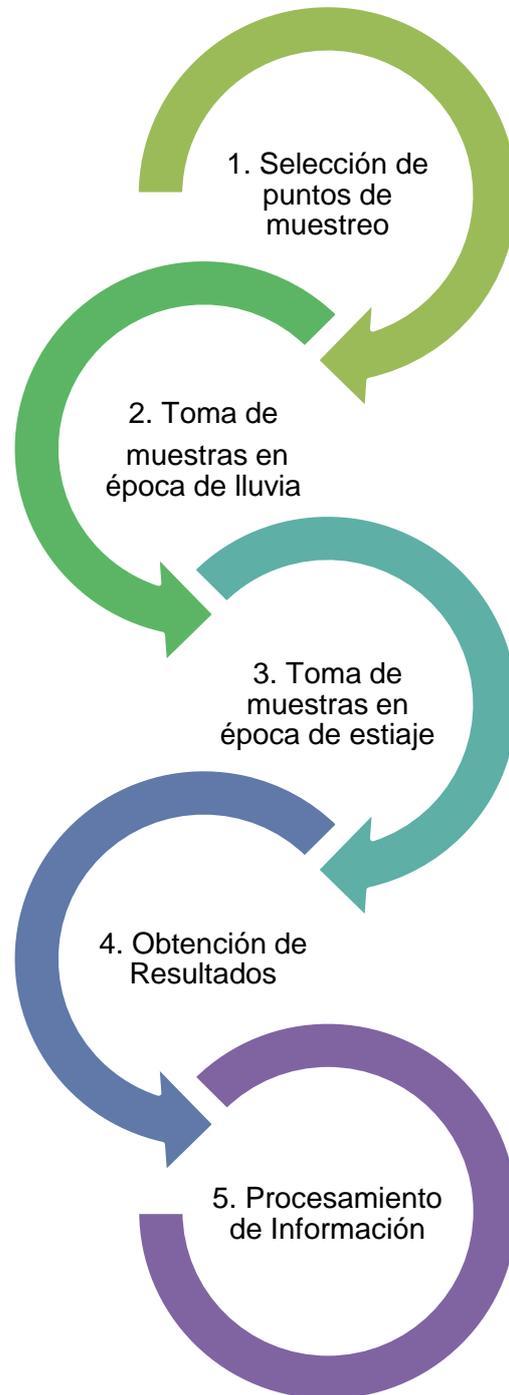


Figura 4. Procedimiento del muestreo

2.4.1. Selección de puntos de muestreo:

En esta etapa se optó por trabajar en dos épocas lluvia (febrero – abril) y estiaje (junio – agosto). Por cada etapa se seleccionó dos puntos a trabajar. Zona 1 localizada en la desembocadura de aguas residuales de tipo doméstico al Río Chonta y Zona 2 Planta Nestlé aguas residuales de tipo industrial.

2.4.2. Toma de muestras en época de lluvia

En Zona 1 se consideró dentro de los parámetros físicoquímico a los metales para la época de lluvia y estiaje. Con el fin de ver la variación de los parámetros que exista en presencia de las aguas residuales doméstica e industriales del Río Chonta.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de metales en época de lluvia y estiaje

Tabla 6.

Resultados de metales en el periodo de lluvia y estiaje

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha de Muestreo		28 febrero 2018		03 julio 2018	
Matriz de Agua		Doméstica	Industrial	Doméstica	Industrial
Parámetros	Unidad	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
Aluminio	mg/L	0.691	0.661	0.069	0.103
Boro	mg/L	0.169	0.196	1.256	0.98
Bario	mg/L	0.045	0.05	0.123	0.139
Calcio	mg/L	47.33	49.91	56.52	77.82
Cobalto	mg/L	0.003	0.003	< LCM	< LCM
Hierro	mg/L	0.67	0.641	0.199	0.236
Potasio	mg/L	1.963	2.327	8.890	9.540
Litio	mg/L	< LCM	< LCM	0.181	0.143
Magnesio	mg/L	2.380	2.587	5.560	6.108
Manganeso	mg/L	0.117	0.134	0.225	0.323
Molibdeno	mg/L	< LCM	< LCM	< LCM	0.004
Sodio	mg/L	13.35	16.33	60.33	56.76
Fósforo	mg/L	0.142	0.215	1.477	7.416
Silicio	mg/L	8.789	9.376	20.26	18.55
Estroncio	mg/L	0.214	0.233	0.674	0.63
Titanio	mg/L	0.007	0.006	< LCM	< LCM
Vanadio	mg/L	< LCM	< LCM	0.004	< LCM

Resultados de los análisis de metales en época de lluvia y estiaje.

3.2. Resultados Físico – Químicos y Microbiológicos

Tabla 7.

Resultados de los cuatro muestreos

Resultados			Época de Lluvia				Época de Estiaje			
Fecha Muestreo			28 de febrero		27 de abril		3 de julio		29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 2						
pH	ph	6.5-8.5	8.66	8.63	8.73	8.53	8.22	7.73	7.95	8.23
Conductividad	(uS/cm)	2500-5000	551	323	620	308	551	526	1280	650
DBO	mg O ₂ /L	15	5.66	7.90	8.4	<LCM	39.7	115.80	63.8	7.9
DQO	mg O ₂ /L	40	21.0	17.3	15.8	<LCM	102.3	215.7	155.1	31
Nitrato	mg/L	100	0.05	0.06	0.02	0.03	0.065	0.051	46.4	13.1
Nitrito	mg/L	100	0.121	0.114	0.004	0.005	0.1	0	0.067	0.024
Sulfato	mg/L	1000	43	40	40	33	46	56	0.2	0.16
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ML	1000	70 X 10 ³	33 X 10 ³	16 X 10 ⁵	92 X 10 ³	16 X 10 ⁴	54 X 10 ³	54 X 10 ⁵	54 X 10 ⁵

Resultados de los análisis de fisicoquímicos y microbiológicos en época de lluvia y estiaje.

3.3. Resultados de comparación de metales con Estándares de Calidad Ambiental

Tabla 8.

Comparación de los metales de la muestra con respecto al ECA

Parámetros	Unidad	Categoría 3		Resultados			
		Parámetros para riego de vegetales	Parámetros para bebidas de animales	28 de febrero		3 de julio	
		D1: Riego de cultivos de tallo alto y bajo	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
Aluminio	mg/L	5	5	0.691	0.661	0.069	0.103
Boro	mg/L	1	5	0.169	0.196	1.256	0.980
Bario	mg/L	0.7	**	0.045	0.050	0.123	0.139
Cobalto	mg/L	0.05	1	0.003	0.003	< LCM	< LCM
Hierro	mg/L	5	**	0.670	0.641	0.199	0.236
Litio	mg/L	2.5	2.5	< LCM	< LCM	0.181	0.143
Magnesio	mg/L	**	250	2.380	2.587	5.560	6.108
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.117	0.134	0.225	0.323

Relación de resultados de metales a comparar con los estándares de calidad ambiental- ECA.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. pH

Tabla 9.

Comparación del pH con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Resultados			Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo			28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	Zona 1
pH	ph	6.5-8.5	8.66	8.73	8.22	7.95

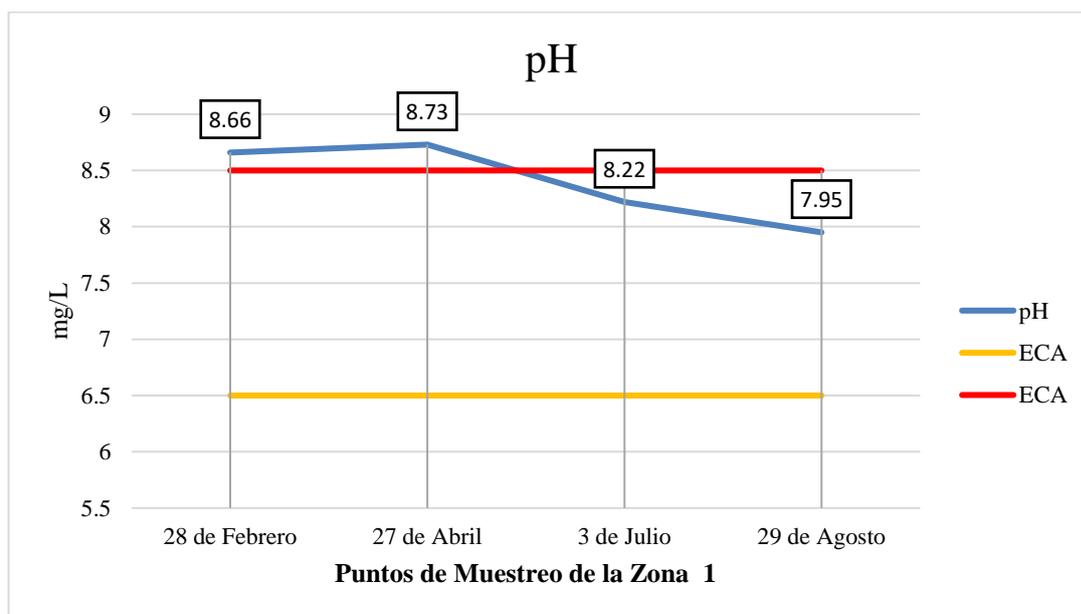


Figura 5. Variación de la concentración del pH en la zona 1

En la figura 5, el ECA presenta un valor de 6.5 y 8.5 para el parámetro del "pH"; en época de lluvia Zona 1 los resultados obtenidos en los meses de febrero y abril sobrepasan el límite permitido de ECA con un valor máximo de 8.73, mientras que en la época de estiaje en el mes de Julio el resultado es inferior al límite con un valor mínimo de 7.95. Según (Glynn & Gary, 1999) la variación del pH de las aguas de un río se debe a la presencia de algas, porque hay un proceso fotosintético es donde se asimila el CO₂ contribuyendo a la alcalinidad del agua.

Tabla 10.

Comparación del pH con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados			Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo			28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2
pH	Ph	6.5-8.5	8.63	8.53	7.73	8.23

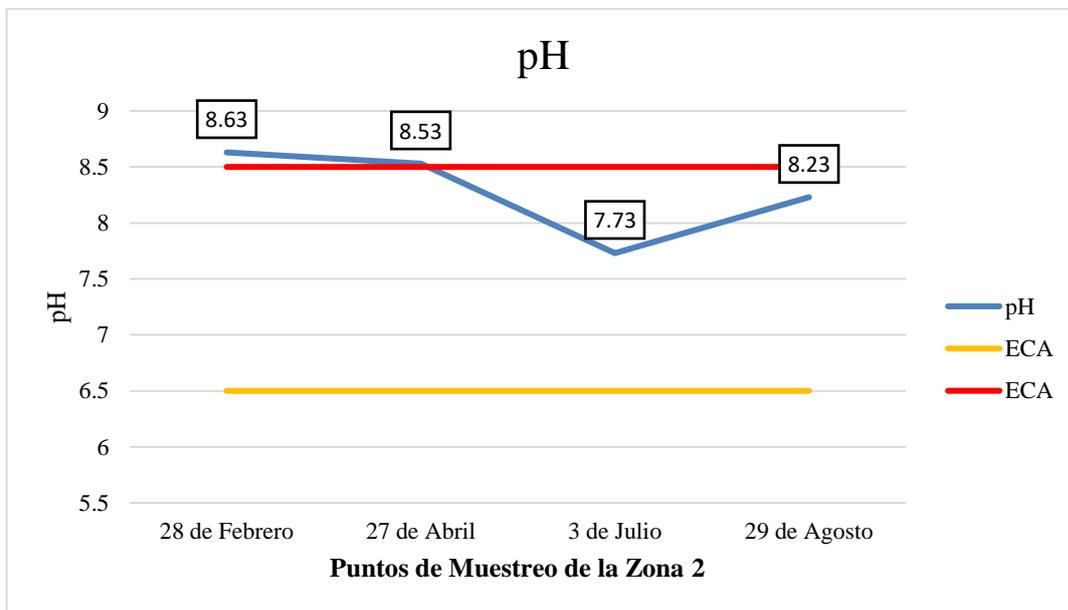


Figura 6. Variación de la concentración de pH en la zona 2

En la figura 6, el ECA presenta un valor de 6.5 y 8.5 para el parámetro del "pH"; en época de lluvia Zona 2 los resultados obtenidos en los meses de febrero y abril sobrepasan el límite permitido de ECA con un valor máximo de 7.73, mientras que en la época de estiaje en el mes de Julio el resultado es inferior al límite con un valor mínimo de 8.63. Según (Galvín, 2003) la presencia de materia orgánica en el efluente y a la influencia, que contribuyen a la alcalinidad del agua debido al aporte de carbonatos.

4.1.2. Conductividad

Tabla 11.

Comparación de la conductividad con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	
Conductividad	(uS/cm)	2500-5000	551	620	551	1280

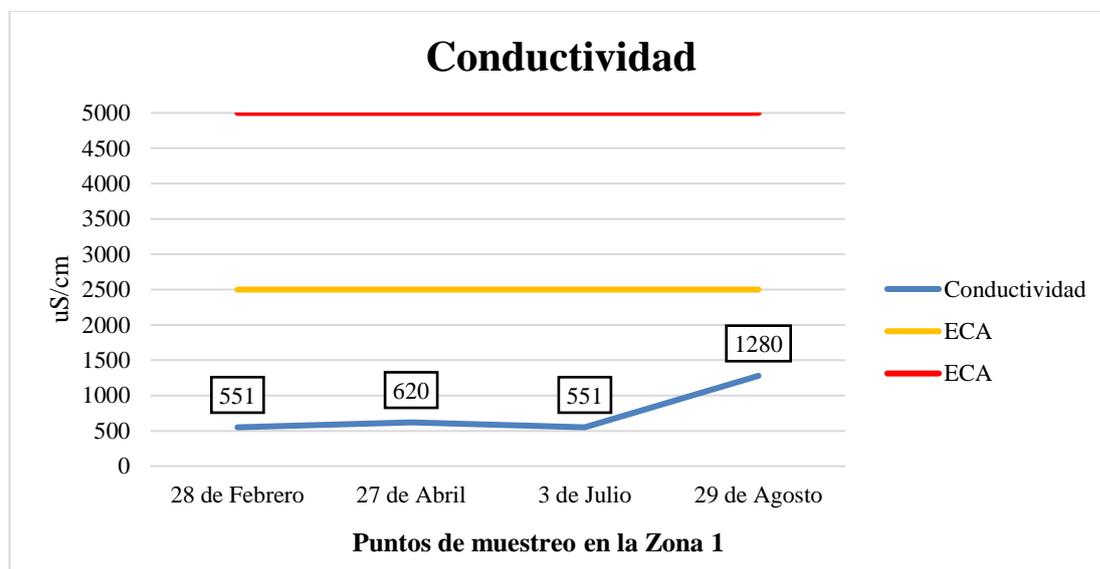


Figura 7. Variación de la concentración de la conductividad en la zona 1

En la figura 7, el ECA, presenta un valor de 2500 – 5000 uS/cm ,para el parámetro de la "conductividad, en los puntos tomados en la Zona 1, el nivel mínimo de conductividad en época de lluvia fue de 551 uS/cm en el mes de febrero y el nivel máximo fue de 1280 uS/cm en época de estiaje en el mes de agosto. Los resultados obtenidos en ambas épocas se encuentran por debajo del límite del ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. Según (Sánchez, 2007) el aumento en la temperatura, disminuye la viscosidad del agua y permite que los iones se muevan más rápidamente, conduciendo más electricidad.

Tabla 12.

Comparación de la conductividad con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2	
Conductividad	(uS/cm)	2500-5000	323	308	526	650

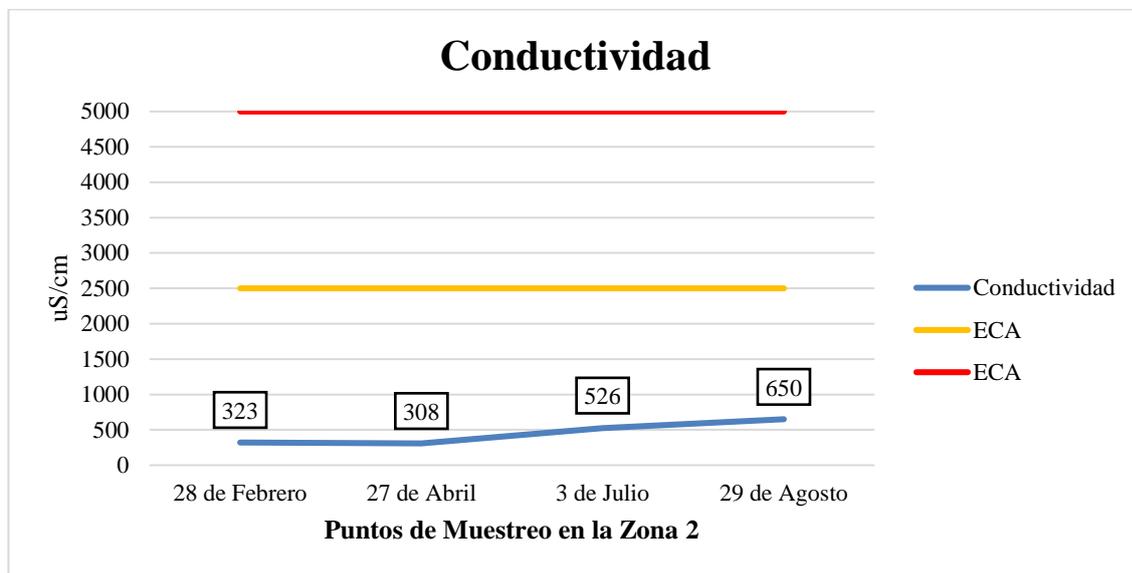


Figura 8. Variación de la concentración de la conductividad en la zona 2

En la figura 8, el ECA, presenta un valor de 2500 – 5000 uS/cm para el parámetro de la "conductividad, en los puntos tomados de la Zona 2, el nivel mínimo de conductividad en época de lluvia fue de 308 uS/cm en el mes de abril y el nivel máximo fue de 650 uS/cm en época de estiaje en el mes de agosto. Los resultados obtenidos en ambas épocas se encuentran por debajo del límite del ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. La conductividad es elevada especialmente en las empresas productoras de queso debido al vertido de cloruro sódico procedente del salado del queso o deficiente recogida de lactosuero (Canales, 2005)

4.1.3. DBO₅

Tabla 13.

Comparación del DBO₅ con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 11

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	
DBO ₅	mg O ₂ /L	15	5.66	8.4	39.7	63.8

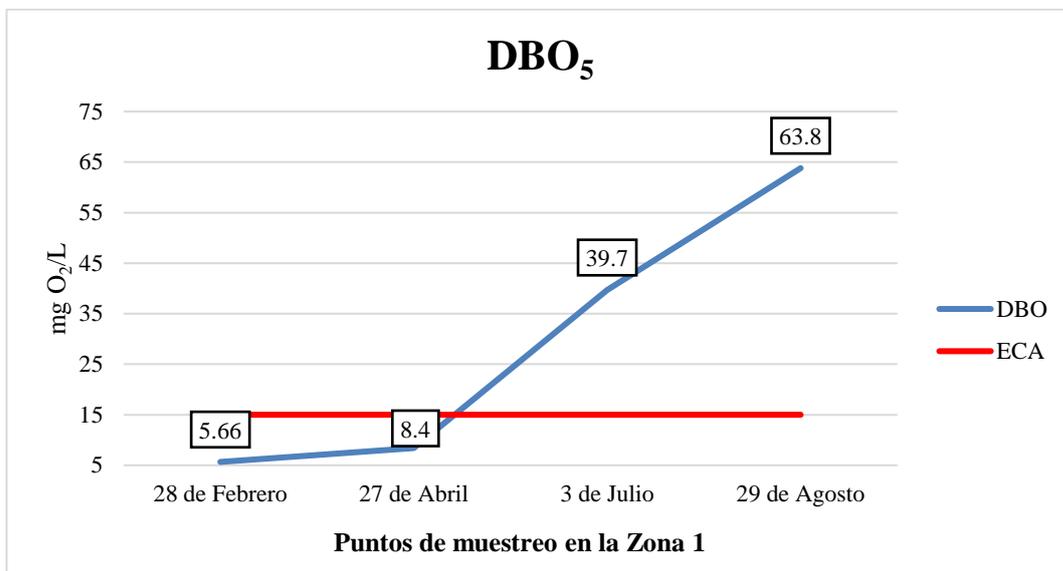


Figura 9. Variación de la concentración del DBO₅ en la zona 1

En la figura 9, el ECA, presenta un valor de 15 mg O₂/L, para el parámetro del " DBO", en los puntos tomados en la Zona 1, el nivel mínimo de concentración en época de lluvia fue de 5.66 mg O₂/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 63.8 mg O₂/L en época de estiaje en el mes de agosto. Los resultados obtenidos en la época de estiaje sobrepasan el límite del ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. Según (Sánchez, 2007) al incrementarse el DBO₅, los niveles de oxígeno disuelto disminuyen dependiendo de las características del cuerpo de agua, lo que ocasionó que no existiera vida acuática.

Tabla 14.

Comparación del DBO₅ con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2	
DBO ₅	mg O ₂ /L	15	7.9	<LCM	115.8	7.9

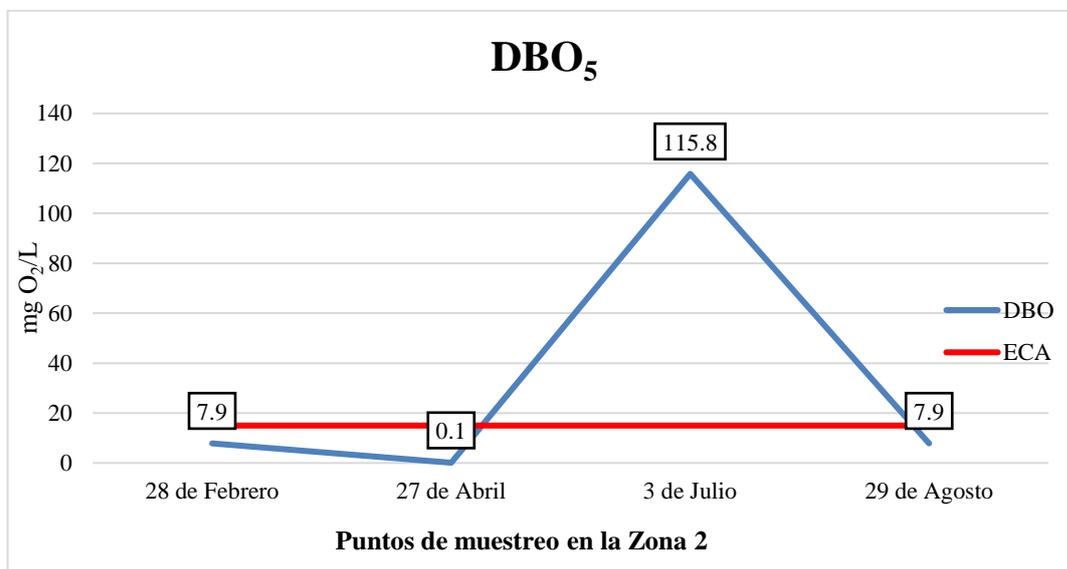


Figura 10. Variación de la concentración de la DBO en la zona 2

En la figura 10, el ECA, presenta un valor de 15 mg O₂/L, para el parámetro del " DBO", en los puntos tomados en la Zona 2, el nivel mínimo de concentración en época de lluvia fue de 7.9 mg O₂/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 115 mg O₂/L en época de estiaje en el mes de julio, siendo este resultado mayor al límite que establece el ECA -Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. El aumento de la concentración DBO₅ incide en la disminución del contenido del oxígeno disuelto en el agua con la consecuente afectación de los ecosistemas acuáticos (Valencia & Ramírez, 2009)

4.1.4. DQO

Tabla 15.

Comparación del DQO con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	
DQO	mg O ₂ /L	40	21	15.8	102.3	155.1

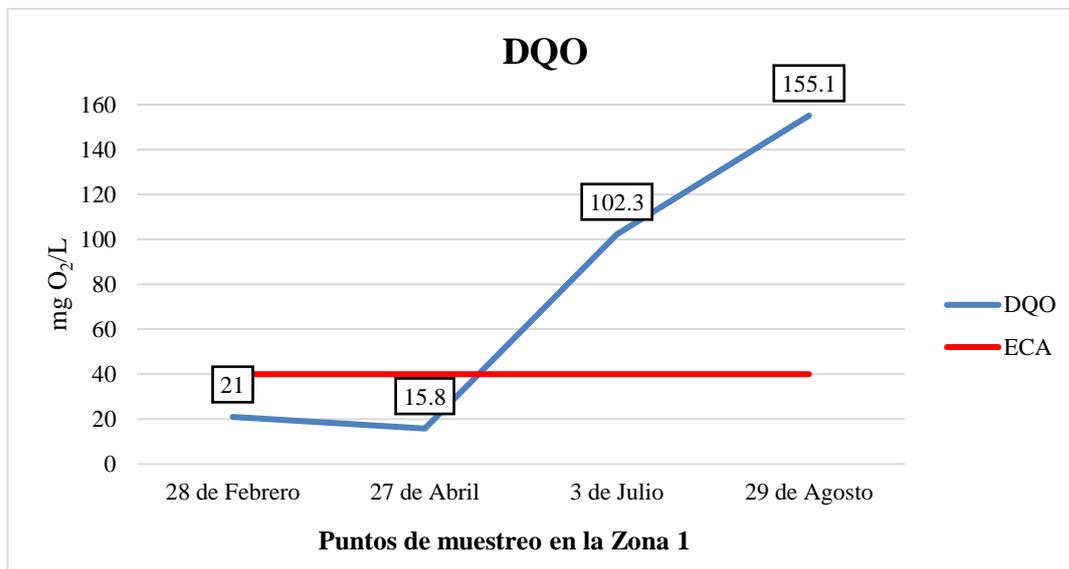


Figura 11. Variación de la concentración del DQO en la zona 1

En la figura 11, el ECA, presenta un valor de 40 mg O₂/L, para el parámetro del " DQO", en los puntos tomados en la Zona 1, el nivel mínimo de concentración en época de lluvia fue de 15.8 mg O₂/L en el mes de abril y la concentración máxima fue de 155.1 mg O₂/L en época de estiaje en el mes de agosto. Los resultados obtenidos en la época de estiaje sobrepasan el límite del ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. . De acuerdo con (Giancarlo & Mendez, 2018) el promedio que obtuvo para la DQO es de 85 mg O₂/L en la época de estiaje y 50 mg O₂/L en la época de lluvia, los niveles más bajos fueron obtenidos en los meses de altas precipitaciones.

Tabla 16.

Comparación del DQO con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2	
DQO	mg O ₂ /L	40	17.3	<LCM	215.7	31

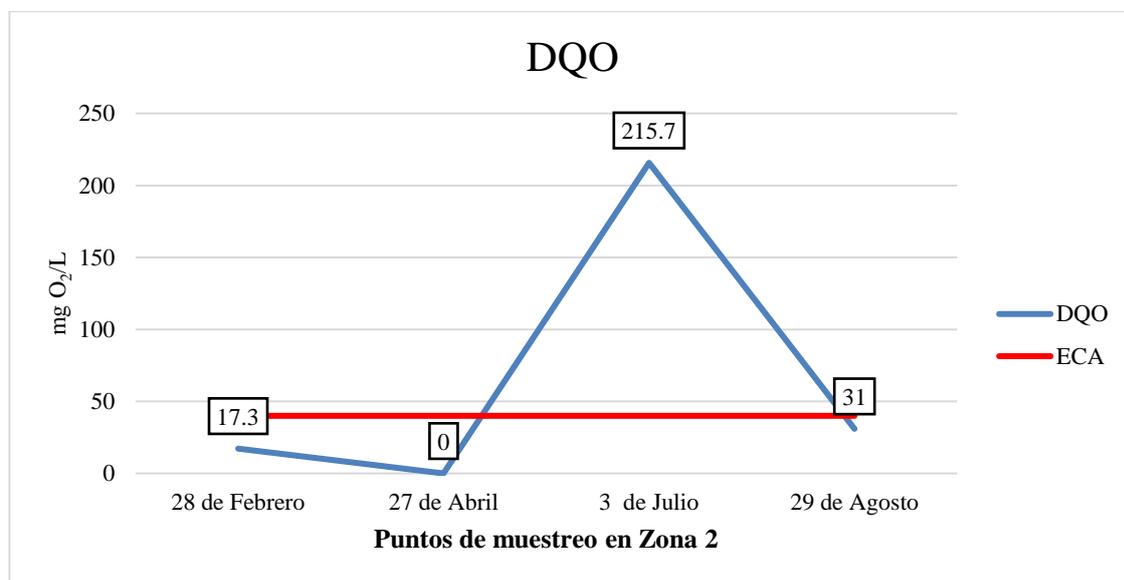


Figura 12. Variación de la concentración del DQO en la zona 2

En la figura 12, el ECA, presenta un valor de 40 mg O₂/L, para el parámetro del " DQO", en los puntos tomados en la Zona 2, el nivel mínimo de concentración en época de lluvia fue de 17.3 mg O₂/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 215.7 mg O₂/L en época de estiaje en el mes de julio, siendo este resultado mayor al límite que establece el ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. El volumen de lactosuero generado en la elaboración de queso es aproximadamente nueve veces la cantidad de leche tratada, con una carga orgánica muy elevada (DQO aproximadamente de 60.000 mg O₂/L) por lo que su vertido junto con las aguas residuales aumenta considerablemente la carga contaminante del vertido final (Canales, 2005).

4.1.5. Nitrato

Tabla 17.

Comparación de nitratos con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Resultados			Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo			28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	Zona 1
Nitratos	mg/L	100	0.05	0.02	0.065	46.4

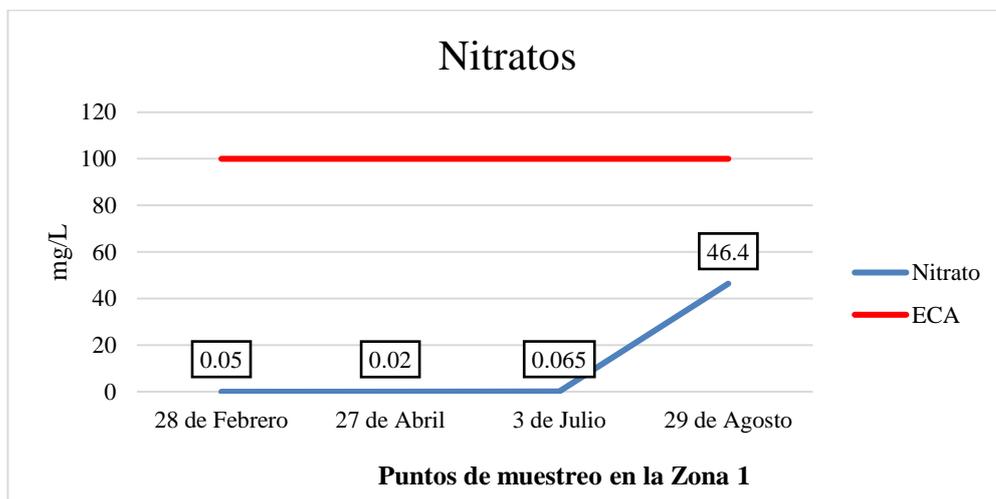


Figura 13. Variación de la concentración de los Nitratos en la zona 1

En la figura 13, el ECA, presenta un valor de 100 mg/L, para el parámetro de los " nitratos, en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de lluvia fue de 0.02 mg/L en el mes de abril y la concentración máxima fue de 46 mg/L en época de estiaje en el mes de agosto. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. De acuerdo con (PNUMA & OMS, 1990) los nitratos constituyen la forma nitrogenada más abundante, variando las concentraciones en un rango de 0.01 mg/L hasta de 20 mg/L dependiendo de la zona y de la influencia de las actividades antropogénicas.

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Tabla 18.

Comparación del nitrato con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2.

Resultados			Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo			28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2
Nitratos	mg/L	100	0.06	0.03	0.051	13.1

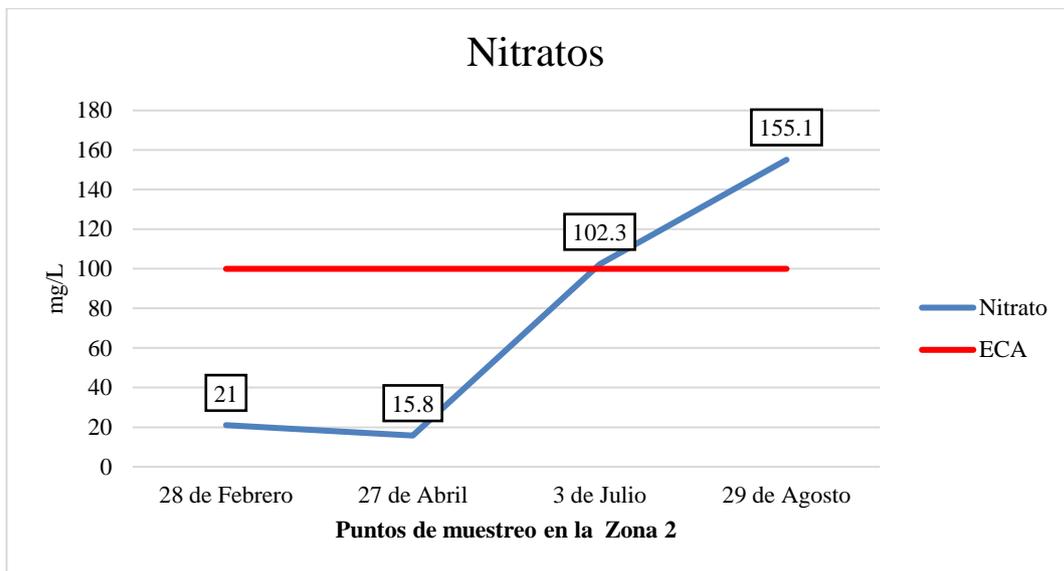


Figura 14. Variación de la concentración de los nitratos en la zona 2

En la figura 14, el ECA, presenta un valor de 100 mg/L, para el parámetro de " Nitrato", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima en época de lluvia fue de 15.8 mg/L en el mes de abril y la concentración máxima fue de 155.1 mg/L en época de estiaje. en el mes de agosto, siendo esta época que sobrepasa el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. Según (Catalan, 1971) la concentración de nitratos en las aguas superficiales tiene diferentes orígenes, se liberan cuando a materia orgánica se descompone por las bacterias del suelo y por las descargas de industrias.

4.1.6. Nitritos

Tabla 19.

Comparación de Nitritos con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Resultados			Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo			28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	Zona 1
Nitritos	mg/L	100	0.121	0.004	0.1	0.067

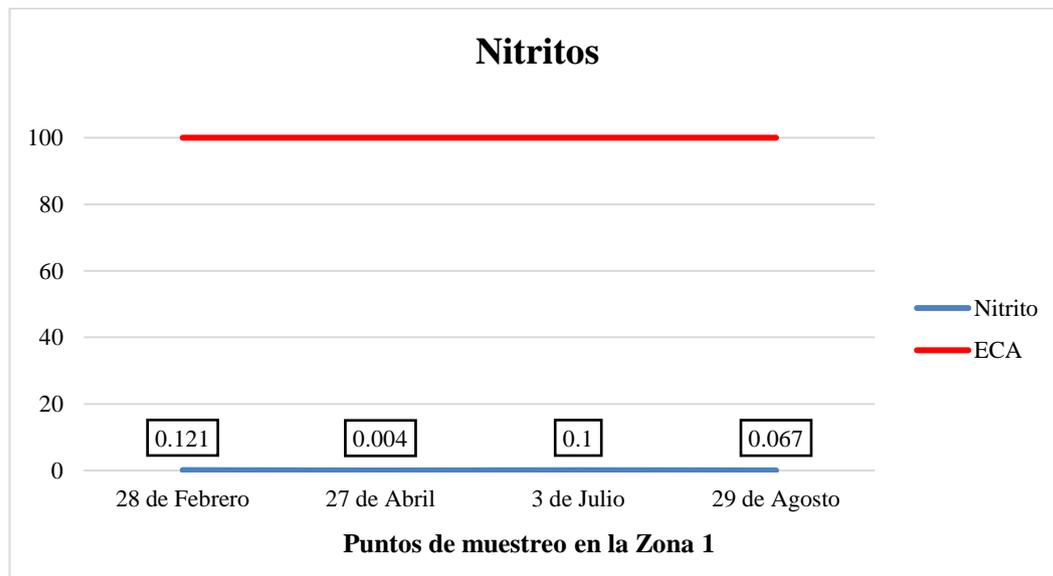


Figura 15. Variación de la concentración de los nitritos en la zona 1

En la figura 15, el ECA, presenta un valor de 100 mg/L, para el parámetro de " nitritos", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de estiaje fue de 0.1 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.121 mg/L en época de lluvia en el mes de febrero. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. . Según (Catalan, 1971) la presencia de nitritos en aguas es indicativo de contaminación por carácter fecal reciente. En aguas superficiales, bien oxigenadas, el nivel de nitrito no supera 0.1 mg/L (Stumm & Morgan, 1981).

Tabla 20.

Comparación de Nitritos con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados			Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo			28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2
Nitritos	mg/L	100	0.114	0.005	0	0.024

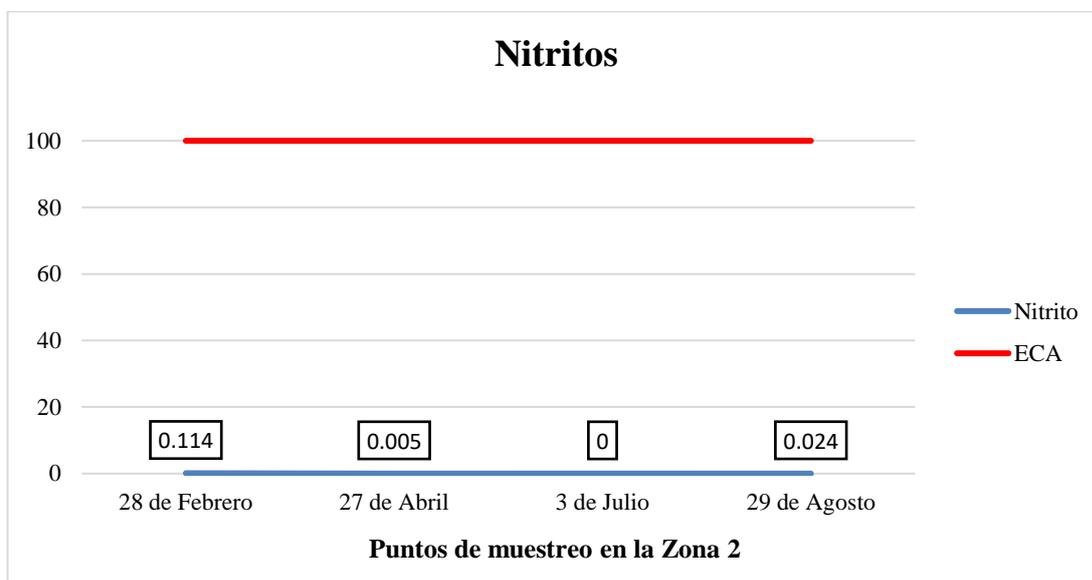


Figura 16. Variación de la concentración de los nitritos en la zona 2

En la figura 16, el ECA, presenta un valor de 100 mg/L, para el parámetro de " nitritos", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima en época de estiaje fue de 0 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.114 mg/L en época de lluvia en el mes de febrero. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. La concentración de nitritos en el agua superficial es muy baja, pero puede aparecer ocasionalmente en concentraciones inesperadas altas debido a la contaminación industrial y aguas residuales domesticas (Albert, 1990)

4.1.7. Sulfatos

Tabla 21.

Comparación de sulfatos con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Resultados			Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo			28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	Zona 1
Sulfatos	mg/L	1000	43	40	46	0.2

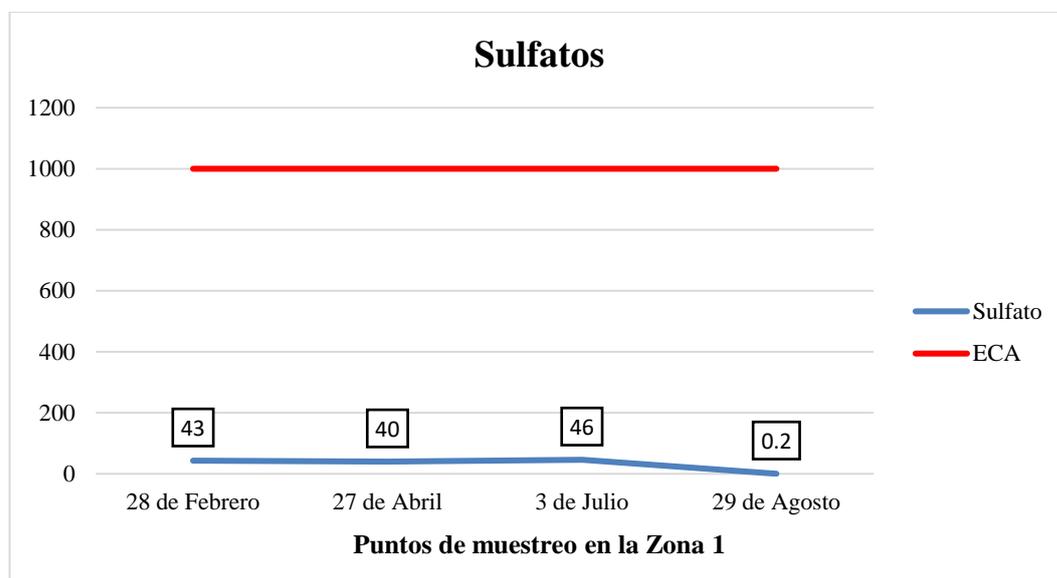


Figura 17. Variación de la concentración de los sulfatos en la zona 1

En la figura 17, el ECA, presenta un valor de 1000 mg/L, para el parámetro de " sulfatos", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración en época de estiaje fue de 0.2 mg/L en el mes de agosto y la concentración máxima fue de 46 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. Según (Marín, 2000) el sulfato se encuentra en casi todas las aguas naturales, al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua.

Tabla 22.

Comparación de sulfatos con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2	
Sulfatos	mg/L	1000	40	33	56	0.16

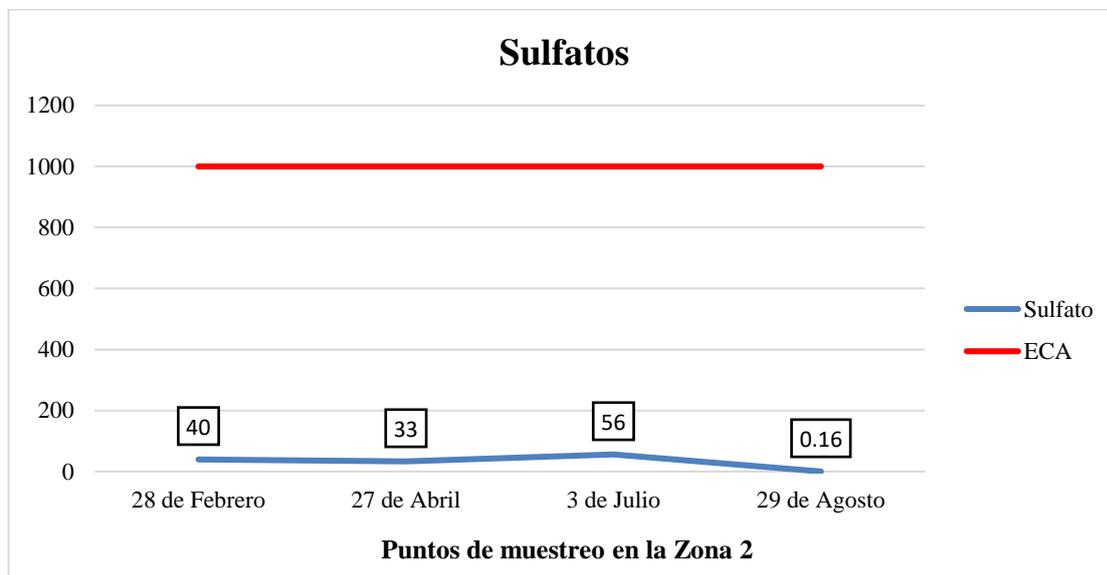


Figura 18. Variación de la concentración de los sulfatos en la zona 2

En la figura 18, el ECA, presenta un valor de 1000 mg/L, para el parámetro de los " sulfatos", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima en época de estiaje fue de 0.16 mg/L en el mes de agosto y la concentración máxima fue de 56 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Riego de vegetales y Bebida de animales. Según (Aguirre , 2016) se puede atribuirse el aumento a la descarga de materia orgánica que contribuye enormemente al contenido de sulfatos por la descomposición de esta. Adicionalmente, el vertimiento de residuos domésticos en la zona podría contribuir en el aumento de sulfatos ya que este se encuentra presente en detergentes que los pobladores utilizan para el lavado de sus prendas.

4.1.8. Coliformes termotolerantes

Tabla 23.

Comparación de Coliformes termotolerantes con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje		
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto	
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 1	Zona 1	Zona 1	
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ML	1000	70 X 10 ³	16 X 10 ⁵	16 X 10 ⁴	54 X 10 ⁵

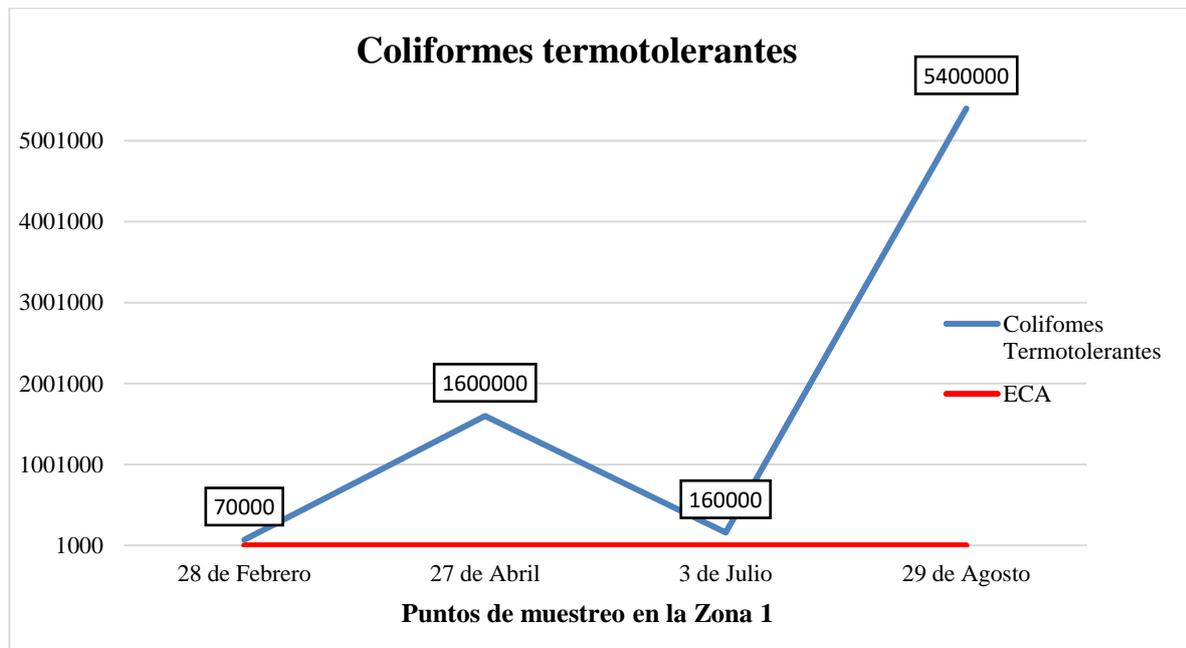


Figura 19. Variación de la concentración de los Coliformes termotolerantes en la zona 1

En la figura 19, el ECA, presenta un valor de 1000 NMP/100 ML, para el parámetro de los “Coliformes termotolerantes”, en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de lluvia fue de 70000 NMP/100 ml en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 5400000 NMP/100 ml en época de estiaje en el mes de agosto. Los resultados obtenidos en ambas épocas sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según (Munn, 2004) las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo.

Tabla 24.

Comparación de Coliformes termotolerantes con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		Época de Lluvia		Época de Estiaje	
Fecha Muestreo		28 de febrero	27 de abril	3 de julio	29 de agosto
Parámetro	Unidad	ECA	Zona 2	Zona 2	Zona 2
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ML	1000	33 X 10 ³	92 X 10 ³	54 X 10 ⁵

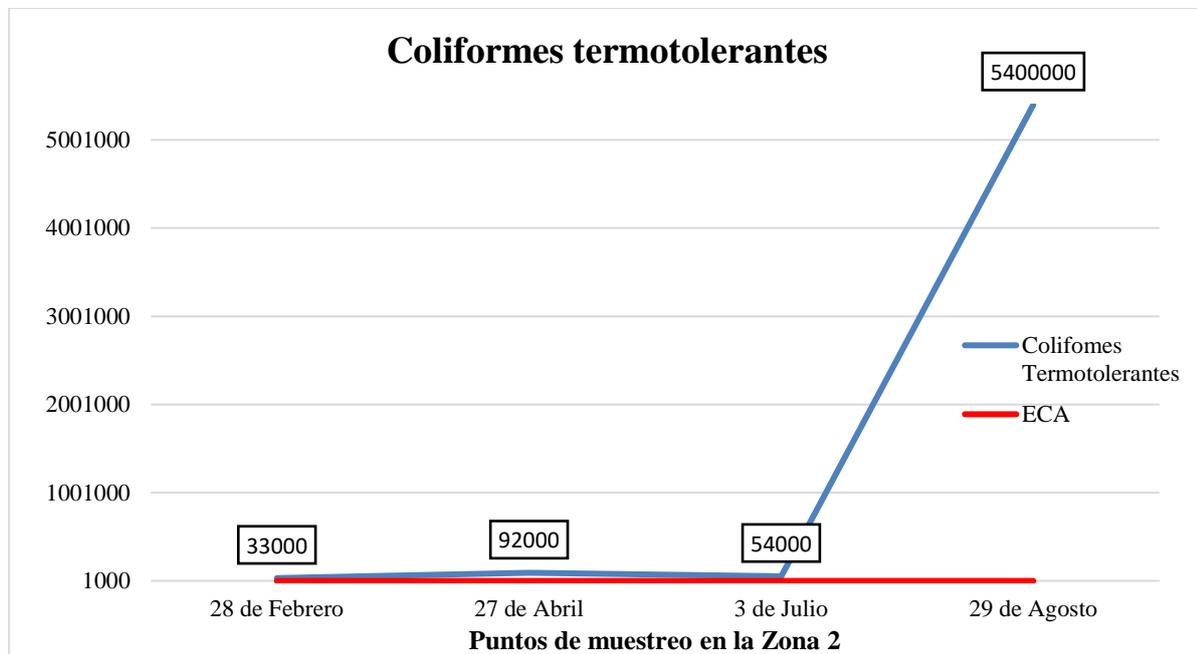


Figura 20. Variación de la concentración de los Coliformes termotolerantes en la zona 2

En la figura 20, en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima en época de lluvia fue de 33000 NMP/100 ml en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 5400000 NMP/100 ml en época de estiaje en el mes de agosto. Los resultados obtenidos en ambas épocas sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. La presencia de Coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o erosión del suelo separadamente, o de una combinación de las tres fuentes (Sotil, 2017).

4.1.9. Manganeso

Tabla 25.

Comparación del manganeso con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Parámetro	Unidad	Resultados		28 de febrero	3 de julio
		D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.117	0.225



Figura 21. Variación de la concentración del manganeso en la zona 1

En la figura 21, el ECA, presenta un valor de 0.2 mg/L, para el metal del " manganeso", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de lluvia fue de 0.117 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.225 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. El resultado en esta época sobreesa el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según (Jorge, 2000) las altas concentraciones de metales pesados en las aguas de corrientes fluviales asociados a sulfuros tales como manganeso pueden atribuirse a la minería y son causa del fuerte impacto en el medio ambiente.

Tabla 26.

Comparación del manganeso con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		28 de febrero		3 de julio	
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2	Zona 2
Manganeso	mg/L	0.2	0.2	0.134	0.323

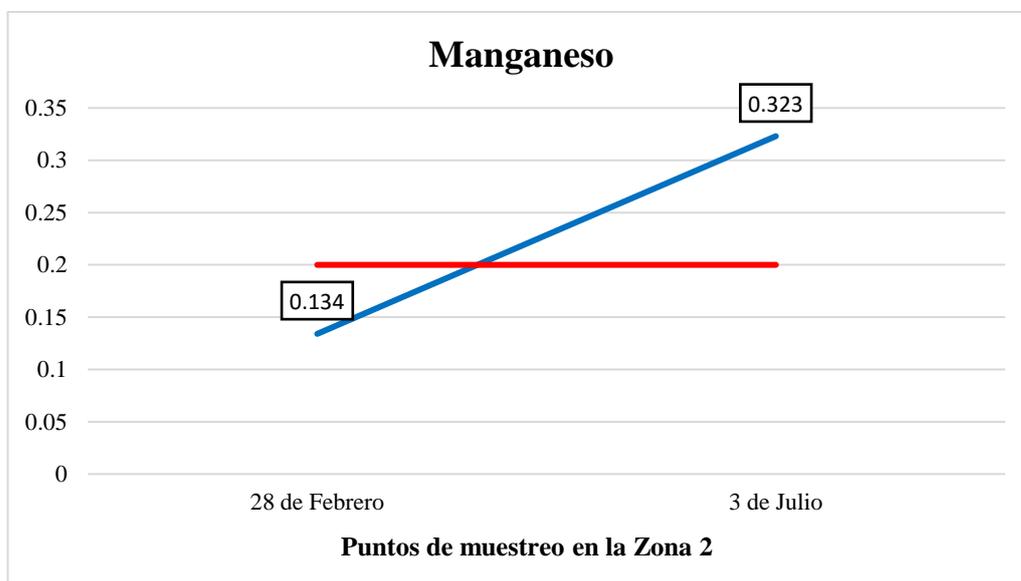


Figura 22. Variación de la concentración del manganeso en la zona 2

En la figura 22, el ECA, presenta un valor de 0.2 mg/L, para el metal del " manganeso", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima en época de lluvia fue de 0.134 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.323 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. El resultado en esta época sobreesa el límite establecido por el ECA - Categoría 3. El manganeso, puede originar problemas en las canalizaciones de agua debido a que se desarrollan microorganismos localizados en éstas que originan depósitos de óxido férrico (Jorge, 2000).

4.1.10. Aluminio

Tabla 27.

Comparación del Aluminio con el ECA y los resultados de los muestreos en la Zona 1

Parámetro	Unidad	Resultados		28 de febrero	3 de julio
		D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Aluminio	mg/L	5	5	0.691	0.069

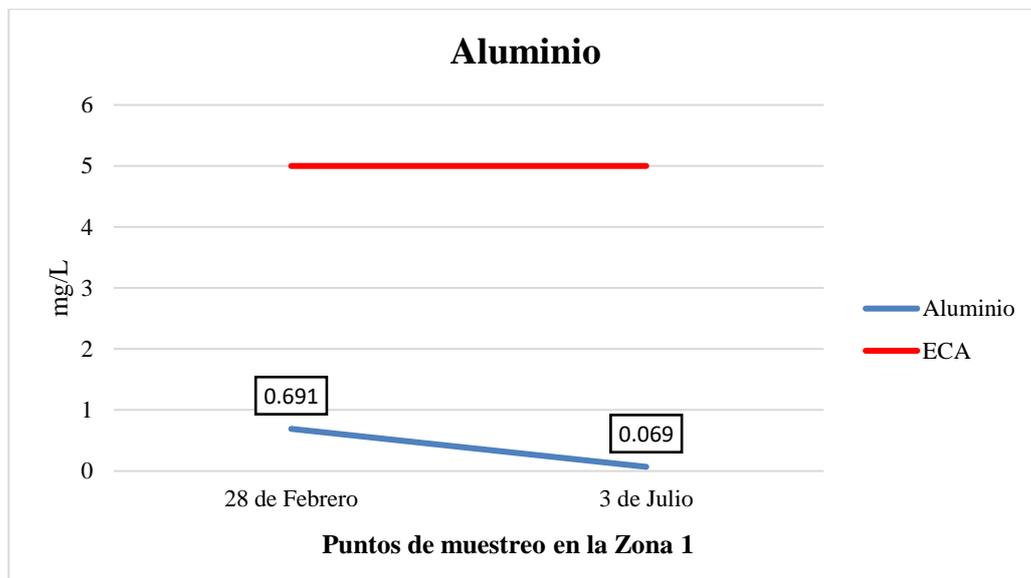


Figura 23. Variación de la concentración del aluminio en la zona 1

En la figura 23, el ECA, presenta un valor de 5 mg/L, para el metal del " aluminio", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración en época de estiaje fue de 0.069 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.691 mg/L en época de lluvia en el mes de febrero. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según (Sotil, 2017) la presencia de este metal posee efectos bioacumulativos causando impactos negativos sobre la salud y el ambiente, ha sido responsabilizado de ocasionar daños en el sistema nervioso central y periférico, renal, esquelético y en algunos casos producen efectos cancerígenos.

Tabla 28.

Comparación del Aluminio con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados				28 de febrero	3 de julio
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2	Zona 2
Aluminio	mg/L	5	5	0.661	0.103

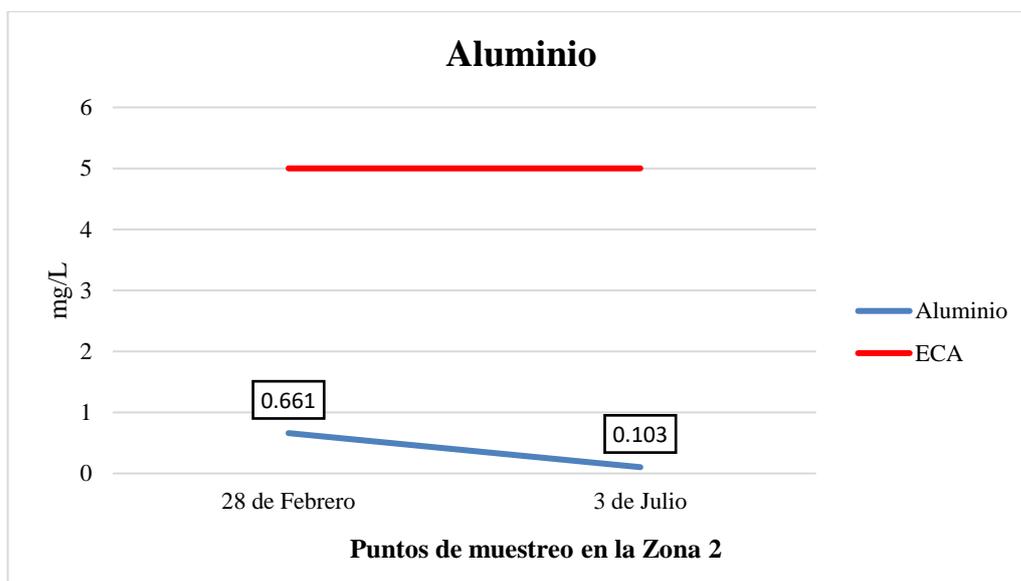


Figura 24. Variación de la concentración del aluminio en la zona 2

En la figura 24, el ECA, presenta un valor de 5 mg/L, para el metal del " aluminio", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración época de estiaje fue de 0.103 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.661 mg/L en época de lluvia en el mes de febrero. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según un estudio realizado por (Giancarlo & Mendez, 2018), se encontró niveles muy bajos, en época de estiaje el nivel más elevado fue de 0.111 mg/L.

4.1.11. Bario

Tabla 29.

Comparación del bario con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Parámetro	Unidad	Resultados		28 de febrero	3 de julio
		D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Bario	mg/L	0.7	**	0.045	0.123

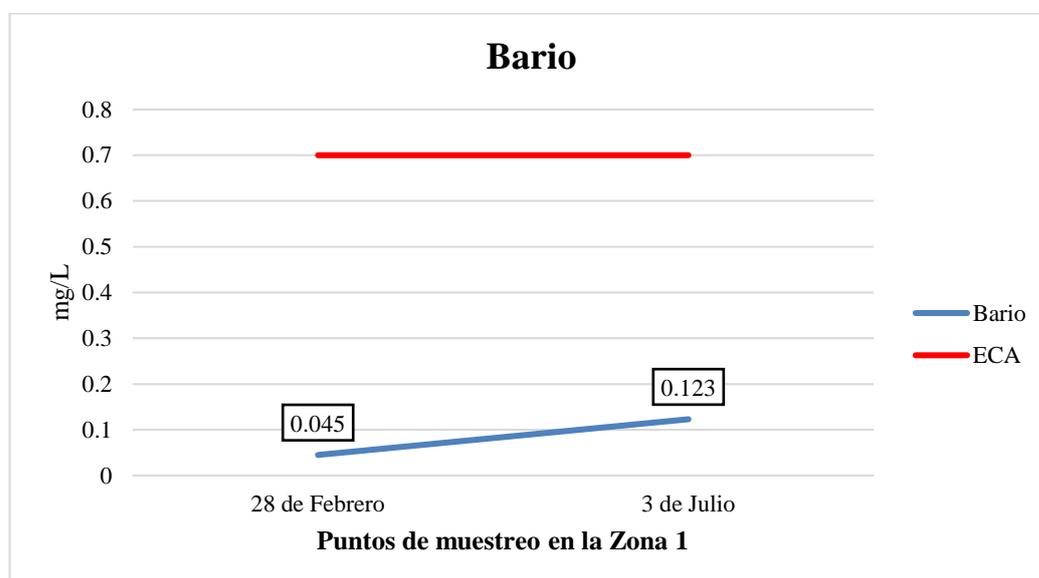


Figura 25. Variación de la concentración del bario en la zona 1

En la figura 25, el ECA, presenta un valor de 0.7 mg/L, para el metal del " bario", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima presente en época de lluvia fue de 0.045 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.123 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según el bario presente en el agua proviene principalmente de fuentes naturales (Cordova, 2017).

Tabla 30.

Comparación del bario con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Parámetro	Unidad	Resultados		28 de febrero	3 de julio
		D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2	Zona 2
Bario	mg/L	0.7	**	0.05	0.139

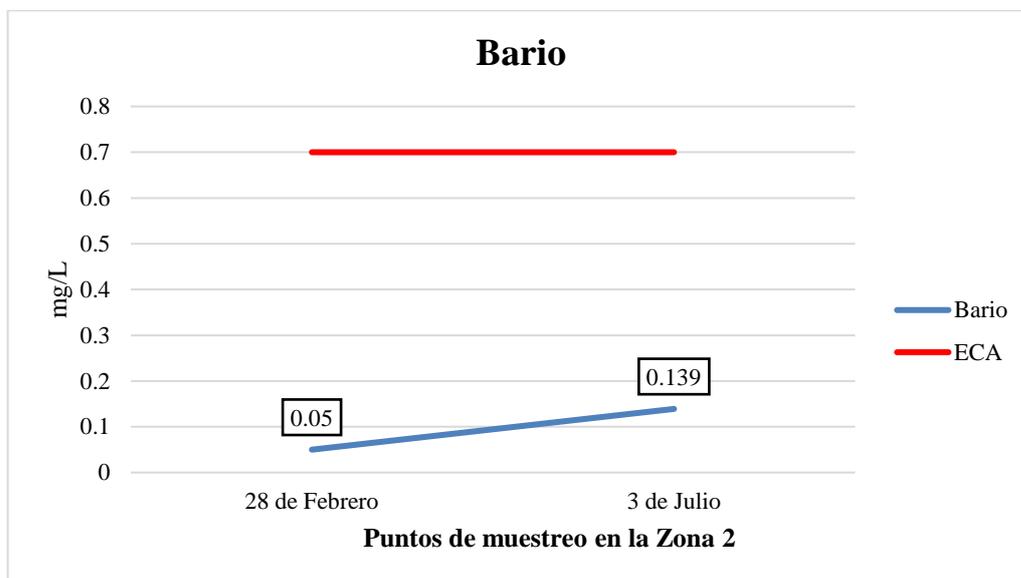


Figura 26. Variación de la concentración del Bario en la zona 2

En la figura 26, el ECA, presenta un valor de 0.7 mg/L, para el metal del " bario", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima p en época de lluvia fue de 0.05 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.139 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. La solubilidad de los compuestos se incrementa cuando los niveles de pH descienden. (Cordova, 2017)

4.1.12. Boro

Tabla 31.

Comparación del boro con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

Parámetro	Unidad	Resultados		28 de febrero	3 de julio
		D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Boro	mg/L	1	5	0.169	1.250

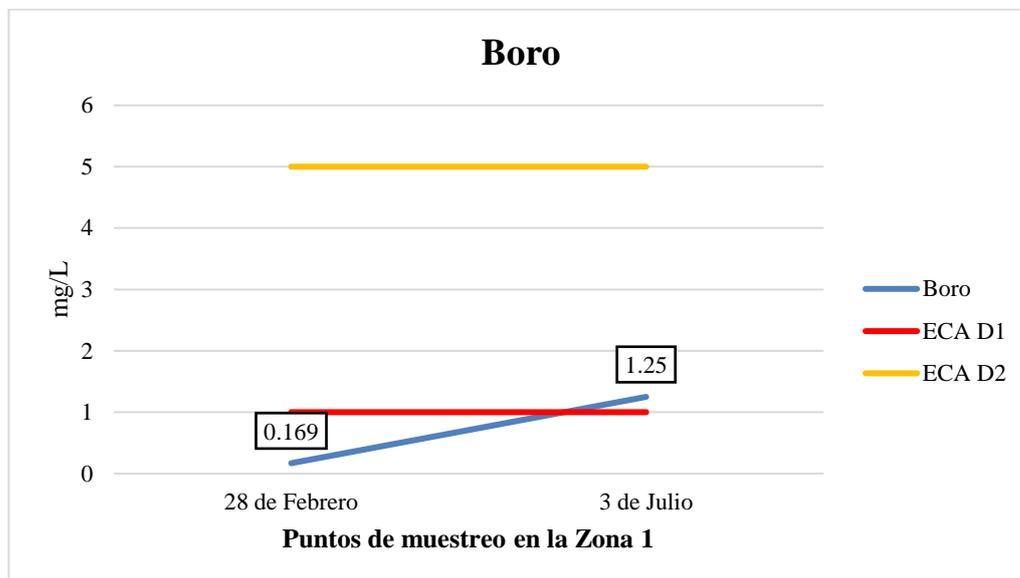


Figura 27. Variación de la concentración del boro en la zona 1

En la figura 27, el ECA para Riego de cultivo (D1) y para bebida de animales (D2) para el metal del " boro", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de lluvia fue de 0.169 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.125 mg/L en época de estiaje en el mes de julio, siendo esta época la que sobreesa el límite establecido por el ECA - Categoría 3. La presencia de Boro probablemente se debe a la incorporación de aguas residuales a la corriente del río(Pimentel, 2010).

Tabla 32.

Comparación del boro con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		28 de febrero		3 de julio	
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2	Zona 2
Boro	mg/L	1	5	0.196	0.980

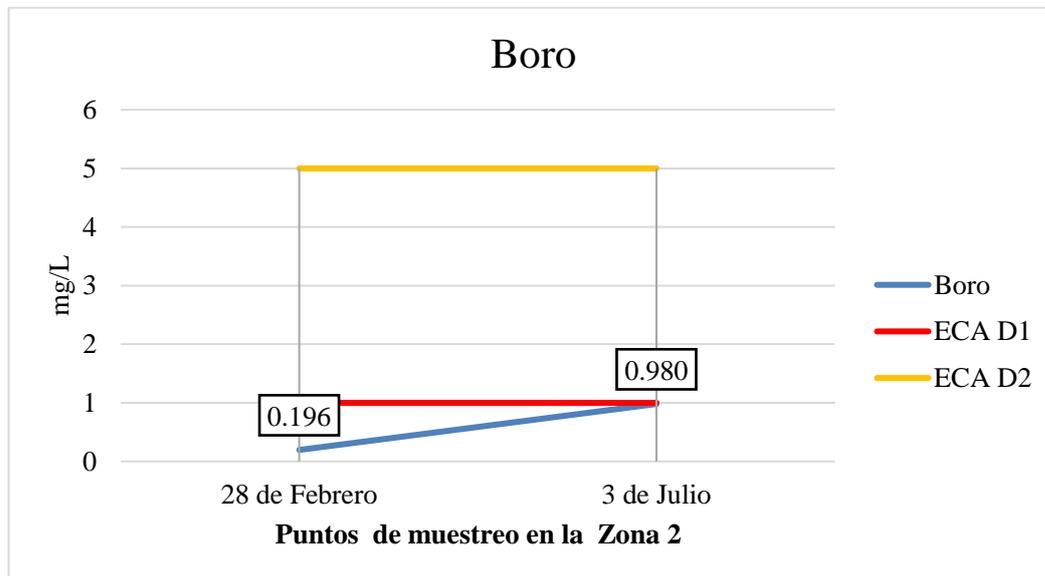


Figura 28. Variación de la concentración del boro en la zona 2

En la figura 28, el ECA para Riego de cultivo (D1) y para bebida de animales (D2) para el metal del " boro", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima en época de lluvia fue de 0.196 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.980 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según (Pimentel, 2010) el boro es un elemento nutricional benéfico, si no esencial, y es posible que su deficiencia pueda derivar en riesgos potenciales a la salud.

4.1.13. Cobalto

Tabla 33.

Comparación del cobalto con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

		Resultados		28 de febrero	3 de julio
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Cobalto	mg/L	0.05	1	0.003	0

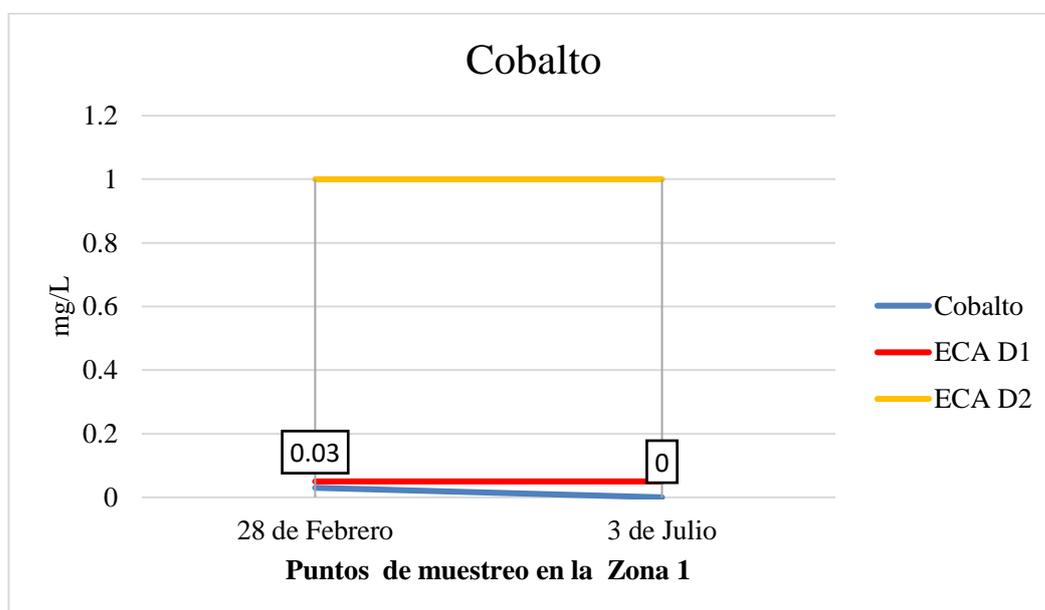


Figura 29. Variación de la concentración del cobalto en la zona 1

En la figura 29 el ECA para Riego de cultivo (D1) y para bebida de animales (D2) en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima p en época de estiaje fue de 0 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.03 mg/L en época de lluvia en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. El cobalto puede entrar al ambiente tanto desde fuentes naturales como a causa de actividades humanas. (Cordova, 2017).

Tabla 34.

Comparación del cobalto con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		28 de febrero	3 de julio		
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2	Zona 2
Cobalto	mg/L	0.05	1	0.003	0

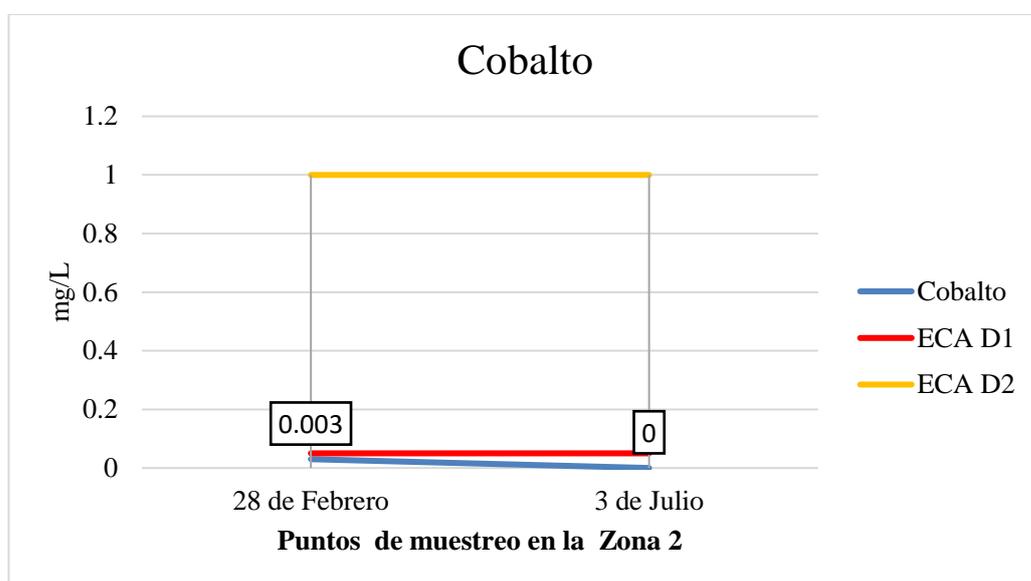


Figura 30. Variación de la concentración del cobalto en la zona 2

En la figura 30, el ECA para Riego de cultivo (D1) y para bebida de animales (D2) en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de estiaje fue de 0 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.003 mg/L en época de lluvia en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3 Puede entrar al aire y al agua y depositarse en el suelo en polvo, rocío de mar, erupciones volcánicas e incendios forestales. Además, puede entrar a aguas superficiales en agua de escorrentía producida por lluvia que cae sobre suelo o rocas que contienen cobalto. (Cordova, 2017)

4.1.14. Hierro

Tabla 35.

Comparación del hierro con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

		Resultados		28 de febrero	3 de julio
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Hierro	mg/L	5	**	0.670	0.199

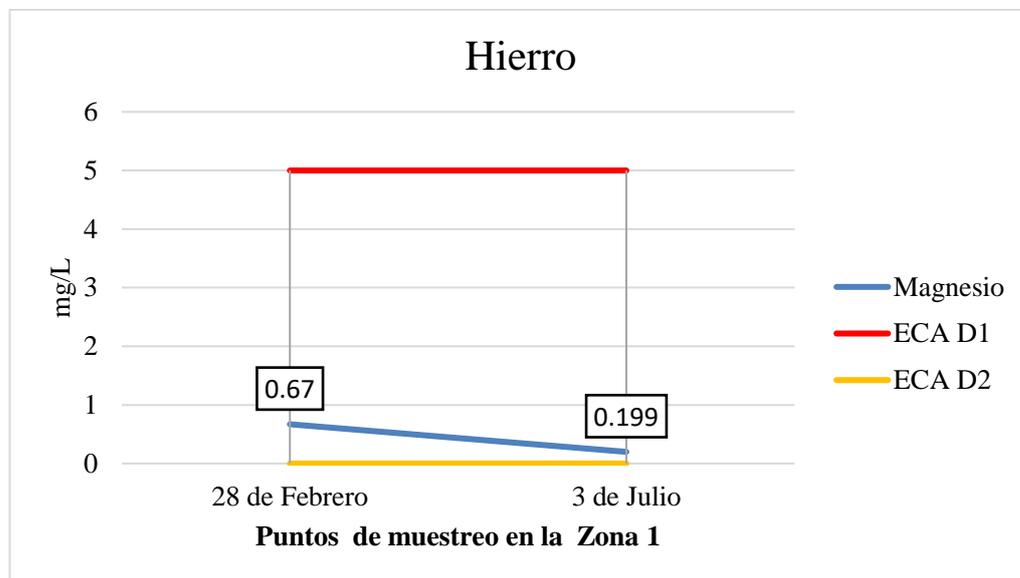


Figura 31. Variación de la concentración del hierro en la zona 1

En la figura 31, el ECA para Riego de cultivo (D1) para el metal del "hierro", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de estiaje fue de 0.199 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.670 mg/L en época de lluvia en el mes de febrero. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. (Espinoza, 2016). Las aguas subterráneas tienen mayores concentraciones de hierro ya que la materia orgánica del suelo absorbe el oxígeno disuelto del agua, normalmente las aguas con gran carga orgánica suelen tener más Fe produciéndose complejos entre ellos cuya eliminación y potabilización puede ser problemática.

Tabla 36.

Comparación del hierro con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		28 de febrero		3 de julio
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2
Hierro	mg/L	5	**	0.641

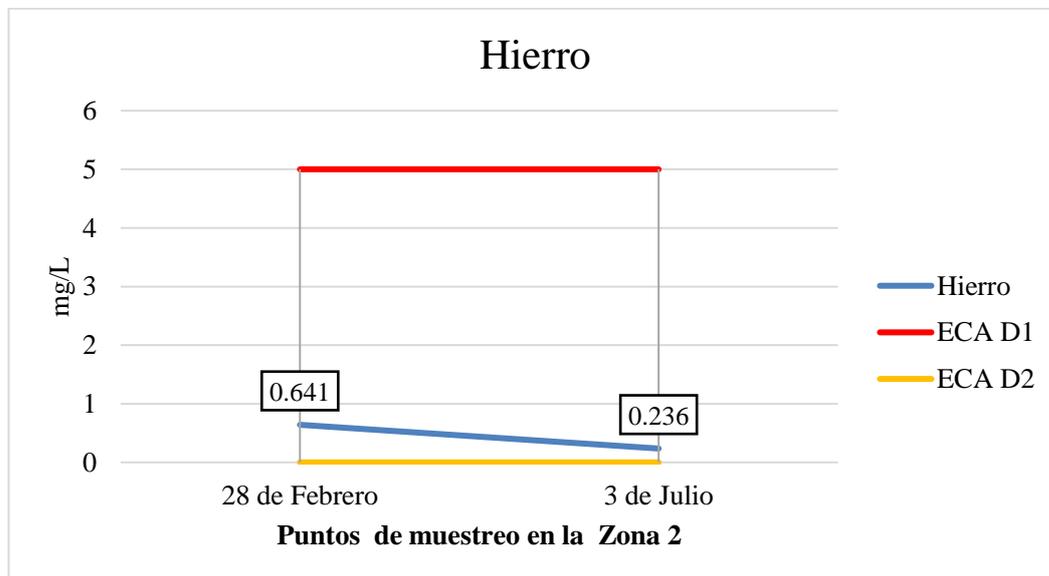


Figura 32. Variación de la concentración del hierro en la zona 2

En la figura 32, el ECA para Riego de cultivo (D1), en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de estiaje fue de 0.236 mg/L en el mes de julio y la concentración máxima fue de 0.641 mg/L en época de lluvia en el mes de febrero. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. El hierro (Fe) en el agua natural proviene de la disolución de las rocas y minerales donde se encuentra contenido, dando un color amarillo intenso debido a las reacciones entre los iones férricos (Espinoza, 2016).

4.1.15. Litio

Tabla 37.

Comparación del litio con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

		Resultados		28 de febrero	3 de julio
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Litio	mg/L	2.5	2.5	< LCM	0.181

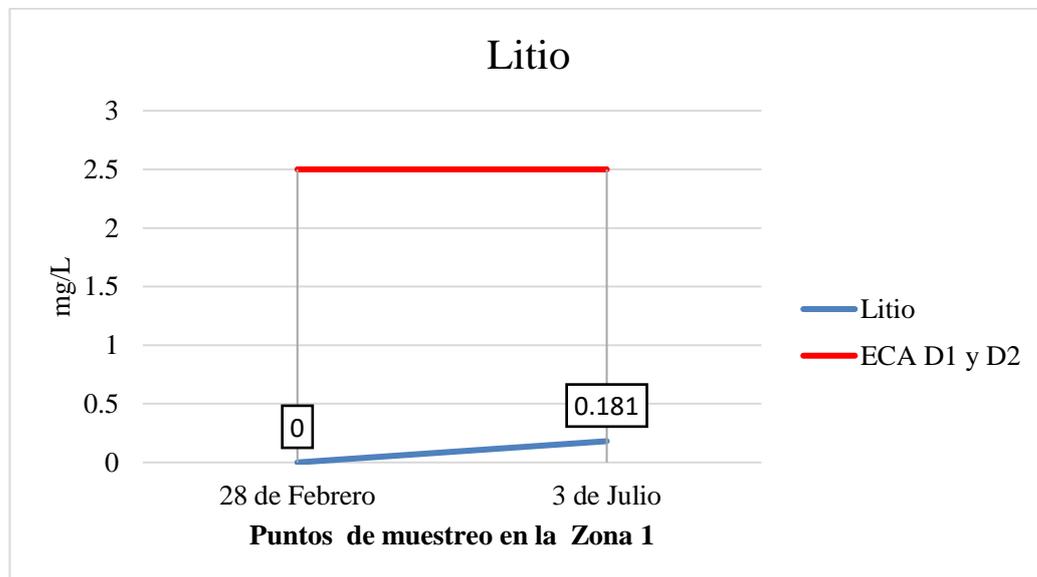


Figura 33. Variación de la concentración del litio en la zona 1

En la figura 33, el ECA, presenta un valor de 2.5 mg/L, para el metal del " litio", en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de lluvia fue de 0 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.181 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. El litio no es un mineral de alimentación para las plantas, pero estimula el crecimiento de las mismas, sin embargo, un exceso de litio puede ser tóxico (Espinoza, 2016).

Tabla 38.

Comparación del litio con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		28 de febrero	3 de julio		
Parámetro	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2	Zona 2
Litio	mg/L	2.5	2.5	< LCM	0.143

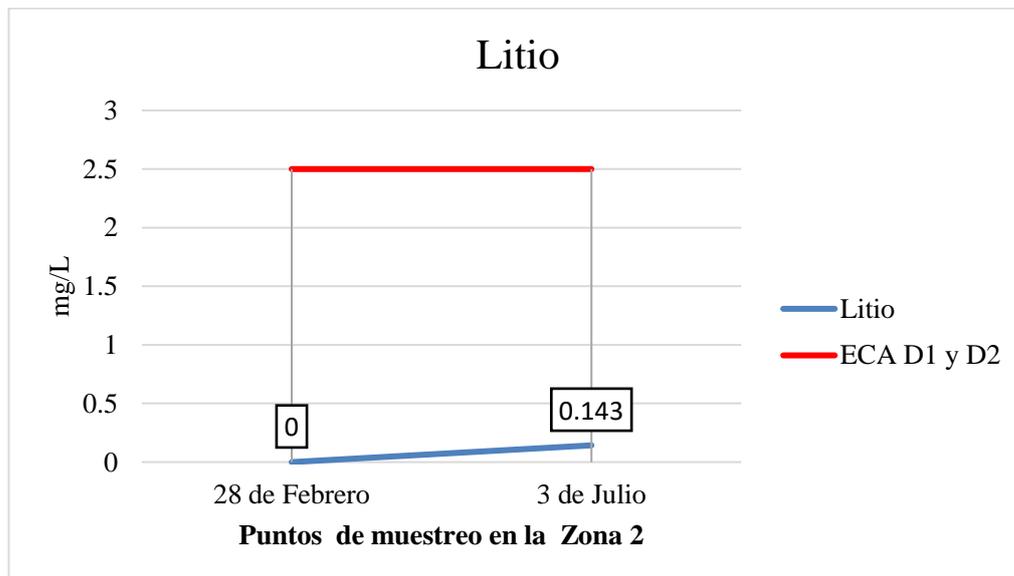


Figura 34. Variación de la concentración del litio en la zona 2

En la figura 34, el ECA, presenta un valor de 2.5 mg/L, para el metal del " litio", en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima presente en aguas residuales en época de lluvia fue de 0 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 0.143 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según (Espinoza, 2016), la presencia de litio no supone una gran amenaza para la fauna y la flora, ni en el continente ni en los medios acuáticos.

4.1.16. Magnesio

Tabla 39.

Comparación del magnesio con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 1

		Resultados		28 de febrero	3 de julio
Parámetros	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 1	Zona 1
Magnesio	mg/L	**	250	2.38	5.560

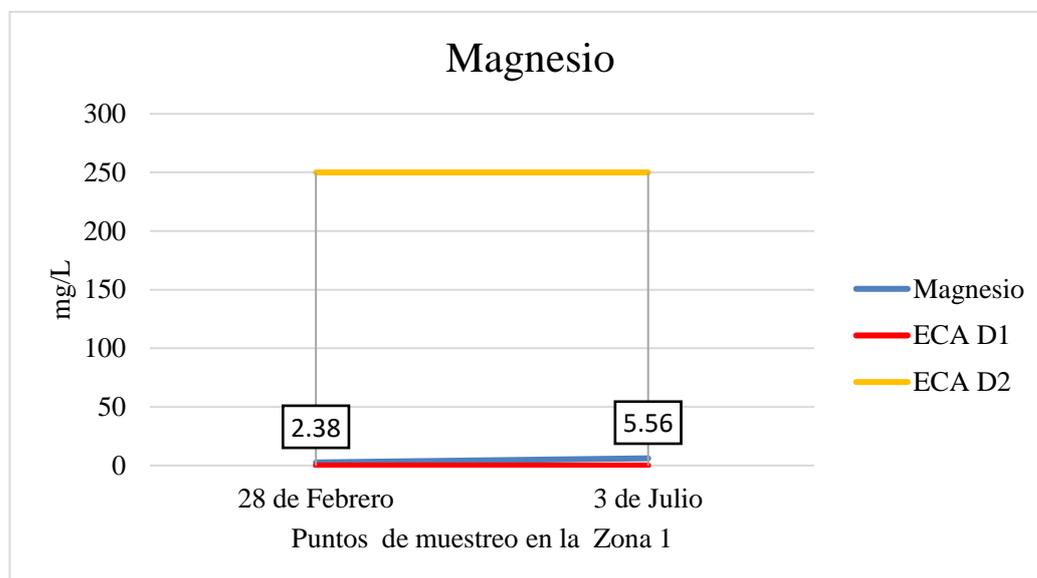


Figura 35. Variación de la concentración del magnesio en la zona 1

En la figura 35, el ECA para bebida de animales (D2), en los puntos tomados en la Zona 1, la concentración mínima en época de lluvia fue de 2.38 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 5.56 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Su presencia en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes (Jorge, 2000).

Tabla 40

Comparación del magnesio con el ECA y los resultados de muestreo en la Zona 2

Resultados		28 de febrero	3 de julio		
Parámetros	Unidad	D1: Riego de cultivos	D2: Bebida de animales	Zona 2	Zona 2
Magnesio	mg/L	**	250	2.580	6.10

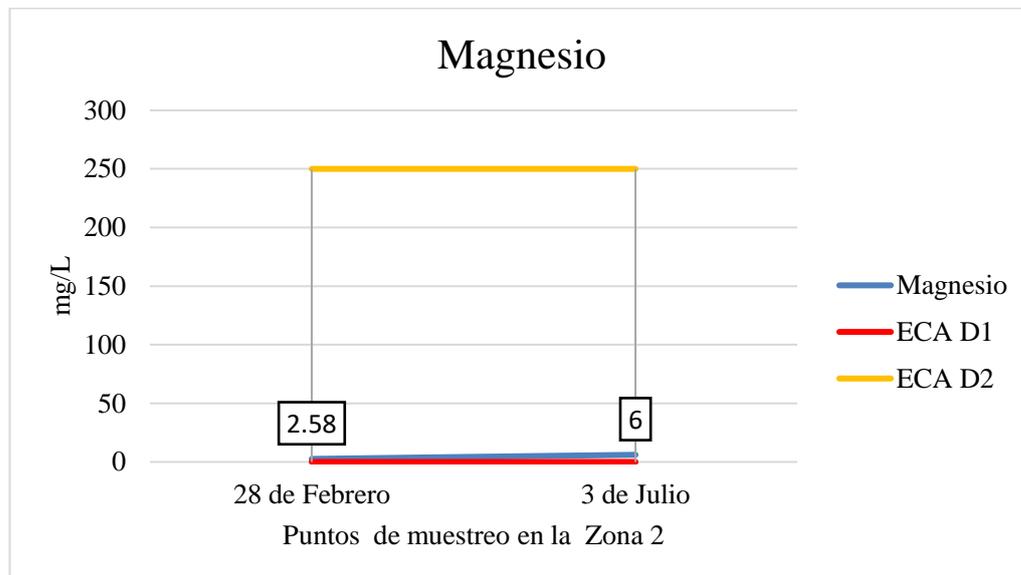


Figura 36. Variación de la concentración del magnesio en la zona 2

En la figura 36, el ECA para bebida de animales (D2), en los puntos tomados en la Zona 2, la concentración mínima en época de lluvia fue de 2.38 mg/L en el mes de febrero y la concentración máxima fue de 5.56 mg/L en época de estiaje en el mes de julio. Los resultados obtenidos en ambas épocas no sobrepasan el límite establecido por el ECA - Categoría 3. Según (Jorge, 2000). El magnesio tiene propiedades muy similares a las del ión calcio sus sales son un poco más solubles y difíciles de precipitar.

4.2. Método de comparación de medias:

De los siguientes gráficos se determinará si el coeficiente de variación es mayor al 50%, identificando los valores del coeficiente de variedad que sean $\geq 33\%$, lo cual representa que hay poca variabilidad en los resultados. Los valores que sean mayores al 50% harán referencia a un buen muestreo.

Para el método estadístico se consideró un porcentaje de confiabilidad de 90%, donde los valores mayores al porcentaje establecido representarán al agua aceptable para riego de cultivos y bebida de animales. El porcentaje se obtendrá a partir de la comparación de las medias de los resultados de cada parámetro con los estándares de calidad ambiental subcategoría A3, de ellos se considerarán los parámetros que cumplen con cada valor establecido por las normas.

Tabla 41

Comparación de medias con la Zona 1

Parámetro	ECA A3 D1: Riego de cultivos	ECA A3 D2: Bebida de animales	Media	Desviación estándar	% Coeficiente de variedad
Fisicoquímico					
Aluminio	5	5	0.38	0.439	115.742
Boro	1	5	0.709	0.764	107.735
Bario	0.7		0.084	0.055	65.660
Cobalto	0.05	1	0.002	0.002	141.421
Hierro	0.3	0.3	0.434	0.333	76.651
Litio	2.5	2.5	0.090	0.127	141.421
Magnesio		250	3.97	2.248	56.640
Manganeso	0.2	0.2	0.171	0.076	44.659
DBO	15	15	29.39	27.652	94.089
DQO	40	40	73.55	67.264	91.454
Conductividad	2500	5000	460.677	603.648	131.035
Nitrito	100	100	0.073	0.0510	69.984
Nitrato	100	100	11.633	23.177	199.226
Sulfato	1000	1000	32.3	21.539	66.686
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	8.39	0.370	4.412
Microbiológicos					
Coliformes termotolerantes	1000	1000	1807500.00	2.495.481	138.063

$$\text{Coeficiente de variedad} = \frac{13}{16} * 100 = 81.25\%$$

$$\text{Confiabilidad al 90\%} = \frac{14}{16} * 100 = 87.5\%$$

El resultado de confiabilidad es menor a 90%, lo cual significa que la Zona 1 no es aceptable según los valores de los parámetros analizados.

Tabla 42
Comparación de medias con la Zona 2

Parámetro	ECA A3 D1: Riego de cultivos	ECA A3 D2: Bebida de animales	Media	Desviación estándar	% Coeficiente de variedad
Fisicoquímico					
Aluminio	5	5	0.382	0.394	103.289
Boro	1	5	0.588	0.554	94.281
Bario	0.7		0.0945	0.062	66.595
Cobalto	0.05	1	0.015	0.021	141.421
Hierro	0.3	0.3	0.4385	0.286	65.309
Litio	2.5	2.5	0.0715	0.101	141.421
Magnesio		250	4.34	2.489	57.351
Manganeso	0.2	0.2	0.2285	0.133	58.487
DBO	15	15	32.90	55.391	168.365
DQO	40	40	66.0	100.602	152.429
Conductividad	2500	5000	295.5775	341.434	115.514
Nitrito	100	100	0.03575	0.053	148.759
Nitrato	100	100	3.31025	6.526	197.161
Sulfato	1000	1000	32.29	23.483	72.727
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	8.28	0.404	4.881
Microbiológicos					
Coliformes termotolerantes	1000	1000	1394750.00	2.670.278	191.452

$$\text{Coeficiente de variedad} = \frac{13}{16} * 100 = 81.25\%$$

$$\text{Confiabilidad al 90\%} = \frac{15}{16} * 100 = 93.75\%$$

El resultado de confiabilidad es mayor a 90%, lo cual significa que la Zona 2 si es aceptable según los valores de los parámetros analizados.

4.3. Conclusiones

- Se determinó la calidad las aguas del río Chonta de tipo urbana que presentan un nivel alto de contaminación que las aguas de tipo industrial de acuerdo con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.
- Se determinó que las aguas del río Chonta presenta un pH de tipo alcalino, y la conductividad alta.
- La demanda bioquímica del oxígeno (DBO_5) en la zona 1 y 2 ambas en época de estiaje fueron elevada provocando una disminución del contenido del oxígeno disuelto, en cuanto al demanda química del oxígeno (DQO) la concentración fue elevada para ambas zonas esto se debe a las descargas industriales que presentan una elevada concentración de lactosuero.
- La presencia de nitratos en la zona 2 en época de lluvia fue elevada, esto se debe por la presencia de materia orgánica y a las actividades antropogénicas, respecto al índice de nitritos la presencia de este parámetro se debe a que hay contaminación de carácter fecal, finalmente la presencia de sulfatos fue baja, este se ve influenciado por la presencia de detergentes en las zonas de estudio.
- En cuanto a los coliformes termotolerantes en ambas temporadas zona 1 y 2 la concentración fue muy elevada esto se debe a contaminación de residuos humanos, animales y materia orgánica en descomposición.
- De acuerdo a los ECA- categoría 3 los parámetros que sobrepasan fueron; DBO_5 , DQO, Coliformes Termotolerantes deduciendo que en la zona 1 como la zona 2, no cumplen con el límite establecido.

REFERENCIAS

- Albert, L. (1990). Nitratos y Nitritos presentes en las aguas del río Anoia. Investigación, Barcelona. Recuperado el 30 de Julio de 2018, de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-03a17.pdf>
- Aguirre, B. M. (2016). Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del Rio Cacara, región Lima. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú Escuela de Posgrado, Lima, Lima.
- ANA, A. N. (2013). Situación actual y perspectivas en el Sector Agua y Saneamiento en el Perú. Trabajo presentado en el Seminario de Tecnología alemana en el rubro de Agua y Saneamiento. Lima.
- Arboleda Valencia, J. (2000). Teoría y Práctica de la Purificación del Agua (Vols. 3a. ed., 3a. reimp.). (M.-H. INTERAMERICANA, Ed.) Santafe de Bogotá, Colombia: Acodal.
- Ballestero, Maureen. A. (2015). VII Foro Mundial del Agua. Inseguridad Económica del Agua en Latinoamérica: de la abundancia a la inseguridad.. Buenos Aires: CAF. [dehttp://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/787/CAF%20Inseguridad%20econom](http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/787/CAF%20Inseguridad%20econom)
- Canales, C. C. (2005). Guía de las mejores técnicas disponibles en España del sector lácteo. Ministerio de Agricultura , Pesca y Alimentación, España. España: Ministerio de Agricultura , Pesca y Alimentación.[http://www.prtres.es/Data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%](http://www.prtres.es/Data/images/Gu%C3%ADa%20MTD%20en%20Espa%20)
- Catalan, L. (1971). Distribución de nitratos y nitritos en la litosfera. Madrid.
- Casadiego, M. G. (2012). Impacto de grasas y aceites en aguas de tipo no domésticas y alternativas de tratamiento. Serquimsa.
- Centurión Zamora, M. G., & Mendez Limay, R. S. (2018). Determinación de calidad del agua mediante variables fisicoquímica y las comunidades de macroinvertimientos betonicos presente en el río Chonta. Tesis, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Cajamarca.
- Cordova Castañeda, Marco Antonio (2017). Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan de mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicos en Apurímac y Cusco. Cajamarca
- Cruz Guardado, J., Osuna Sánchez, M. E., Ortiz Robles, J. I., & Ávila García, G. (2015). Química General. Universidad Autónoma de Sinaloa. Sinaloa, México: DGEP. Recuperado el Enero de 2018, de http://dgep.uas.edu.mx/librosdigitales/1er_SEMESTRE/5_Quimica_General.pdf
- Domínguez, O. (Domingo de 15 Mayo de 2013). Definición de detergente. Bio Greendet, 1.
- EDDY, M. (2012). Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido (Vol. Volumen 2). (A. Garcia, Ed., & W. Engineering, Trad.) Madrid:, Madrid, España: McGraw-Hill.

- Espinoza, Valencia Eduardo (2016). *Química del Hierro en el agua y métodos de remoción*. Ecuador.
- Fernández Novo, M., & Perez Cabrera, A. (2013). (2013). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la. *Higiene y Sanidad Ambiental*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Cuba. Obtenido de [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015aa031684_Hig.Sanid.Ambient.6.202-206\(2006\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc51015aa031684_Hig.Sanid.Ambient.6.202-206(2006).pdf)
- Guillén, M. A. (28 de Abril de 2017). Determinación de cloruros por los métodos Mohr Y Volhard. (W. T. Rosas, Ed.) *Scribd*, 2-3. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/341804792/Argentometria-de-cloruros>
- Jorge, V. A. (2000). *Teoría y práctica de la purificación del agua* (Vols. 3a. ed., 3a. reimp.). Bogotá, La Paz, Colombia: Mc Graw Hill. Obtenido de <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/teoria.pdf>.
- J. Glynn , H., & Gary W. , H. (2000). *Ingenieria Ambiental* (Vol. 2° ED.). (P. E. Roig Vasquéz, Ed., & A. Castañeda Gonzales, Trad.) Estados Unidos: Prencite Hall. Recuperado el 25 de julio de 2018,de https://www.academia.edu/10356057/Ingenieria_Ambiental_2_ED._J._Glynn_Henr
- MINAM. (Miércoles 7 de Junio de 2017). Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). *Ministerio del Ambiente*, 1-17. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Muñoz H, S. J. (2012). Demanda Bioquímica de Oxígeno y población en la subcuenca del Río Zahuapan, Tlaxcala,México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 28 (1), 27-
- Munn, C. (2004). *Microbiología marina: Ecología y Aplicaciones* (Vol. 2ED). (T. & Group, Ed.) Nueva York, Estados Unidos: Garland Science. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de <https://readbooks.solutionsforyou.space/?book=0815365179>
- Neira, E. A. (2014). *Contaminación por Materia Orgánica en el Río Torococha de la Ciudad de Juliaca*. Puno.
- OMS (Organización Mundial de la Salud, US). 2006. *Agua, saneamiento y salud: Enfermedades relacionadas con el agua* (en línea). Consultado 20 oct. 2018. http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.htm
- Paredes. (2014). *Calidad fisicoquímica y biológica de agua en la zona de captación-Chimú, del Lago Titicaca destinada para el abastecimiento de agua potable a la ciudad de Puno*. Puno.
- Payeras, A. (2017). *Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego*. Menorca Bonsai.
- Pérez, M. E. (2014). *Aguas residuales*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. <http://www.redalyc.org/pdf/776/77645907005.pdf>

- Pimentel, M. A. (2010). Estudio de la distribución de Boro en fuentes de agua de la cuenca del río Duero, México. México.
- Ramos, E. J. (2015). Medición del Agua. Lima: MINAGRI.
<http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2014?download=6607:el-banano-peruano>
- Sanchez, Ó. (2007). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. (M. Herzing, E. Peters, R. Márquez, & L. Zambrano, Edits.) *Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo*, 297. Recuperado el 5 de Abril de 2019, de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Perspectivas-sobre-conservaci%C3%B3n-de-ecosistemasA9xico.pdf>
- Sereviche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., & Acevdo Barrios, R. L. (2015). Manual de Métodos Analíticos par determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. Colombia.
- Sotil Flores, H. D. (2017). *Análisis de Indicadores de Contaminación Bacteriológica en el lago de Moronacocha*. Tesis, Universidad Científica del Perú, Lima. Recuperado el 18 de julio de 2018, de <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-TrabajoAn%C3%BA>
- Tamani Aguirre, Y. H. (2014). Evaluación de la calidad de aguas del Río Negro. Tingo María - Perú.
<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/426/T.CSA41.pdf?sequence=1&isAll>
- Teves Aguirre, B. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cagra*. Tesis, PUCP, Lima. Recuperado el 5 de Enero de 2019, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6797>
- Valencia Denicia, E., & Ramírez Castillo, M. L. (2009). La industria de la leche y la contaminación del agua. *Ciencia y cultura*, 16(73), 31. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/294/29411996004.pdf>
- Velázquez Monroy María De La Luz, M. Á. (2009). Ácidos ,Bases, pH y Soluciones Reguladoras.
<http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoria/archivos/Unidad24.pdf>
- W. Adam Sigler, J. B. (2015). Nitrato y Nitrito. Regional Water Program, 01-02.
http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Nitrate%202012-11-15-SP.pdf

ANEXOS

Tabla de Abreviaturas

Palabra	Abreviatura
Estándar de Calidad Ambiental	Eca
Arsénico	As
Autoridad Nacional del Agua	ANA
Cadmio	Cd
Carbono Orgánico Total	COT
Cobre	Cu
Cromo	Cr
Decreto Supremo	D.S
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅
Demanda Química de Oxígeno	DQO
Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento	EPS
Fierro	Fe
Límites Máximos Permisibles	LMP
Mercurio	Hg
Micro siemens por centímetro	μS/ cm
Ministerio del Medio Ambiente	MINAM
Níquel	Ni
Organización de las Naciones Unidas	ONU
Oxígeno Disuelto	OD
Plasma de Acoplamiento Inductivo	ICP
Plomo	Pb
Policlorobifenilos	PBC's
Potencial de hidrógeno	pH
Sólidos totales disueltos	STS
Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento	SUNASS
Sustancias activas al azul de metileno	SAAM
Unidad de turbidez nefelométrica	NTU
Zinc	Zn

ANEXO 01

Operacionalización de variable independiente

Variable	Definición conceptual	Indicadores	Dimensiones
			Preservación/ Conservación desde la toma de muestra
		pH	Analizar inmediatamente, Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 15 min
		Turbidez	Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 15 min en oscuridad
		Conductividad	Analizar inmediatamente, Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 15 min
Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos	Son aquellos que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos sus- pendidos, turbidez, color, sabor, olor, conductividad y Resistividad.	Sulfatos	Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 48 horas
		Nitratos	Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 48 horas
		Nitritos	Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 48 horas
		TDS	Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 48 horas
		DBO ₅	Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 6 horas
		DQO	Agregar 1,5 mL de H ₂ SO ₄ 1+1 (4) hasta pH < 2. Refrigerar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ 6 horas
		Coliformes. T	Conservada a T° $\leq 8^{\circ}\text{C}$ hasta su entrega al Laboratorio. 24 horas

ANEXO 02



*Figura 37. Ubicación de las descargas de agua residual en el Distrito
De los Baños del Inca – Cajamarca*

ANEXO 03



*Figura 38. Principales descargas de agua residual en el Rio Chonta
en el Distrito de los Baños el Inca - Cajamarca.*

ANEXO 04



Figura 39. Uso del agua del Rio Chonta para riego

ANEXO 05

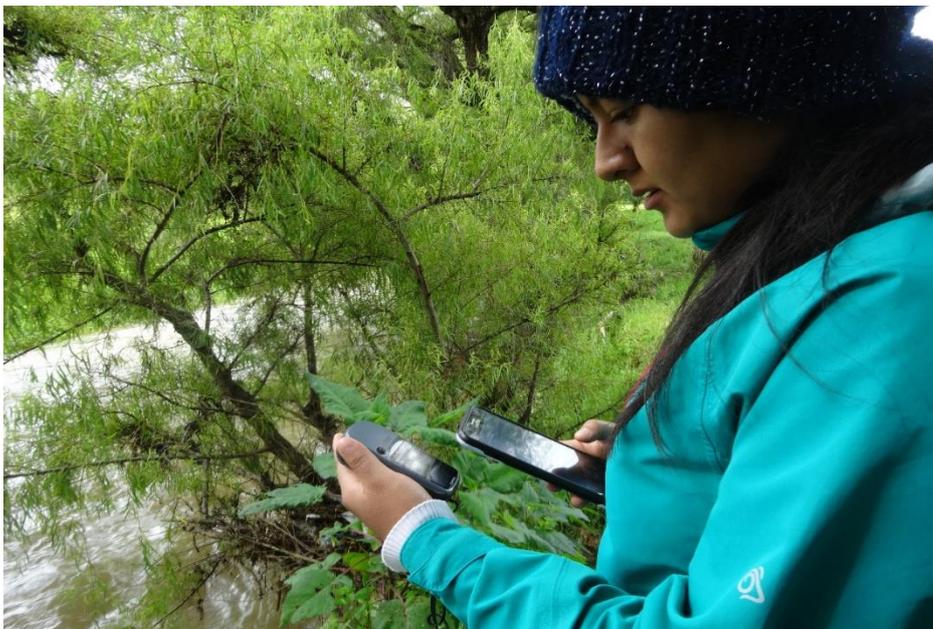


Figura 40. Ubicación de las Zonas en GPS

ANEXO 06



Figura 41. Toma de muestras en la época de sequia

ANEXO 07



Figura 42. Muestreo in situ - Multiparametro PC60

ANEXO 08



Figura 43. Medición del ph - Multipárametro PC60

ANEXO 09



Figura 44. Preservación de muestra para análisis de DBO

ANEXO 10



Figura 45. Codificación de muestras

ANEXO 11



Figura 46. Toma de muestras para Coliformes Termotolerantes

ANEXO 12



Figura 47. Análisis de Nitratos en laboratorio de Ingeniería Ambiental

ANEXO 13



Figura 48. Turbidímetro 2100 Q

ANEXO 14



Figura 49. Multipárametro SESION™ EC5

ANEXO 15



Figura 50. Colorímetro portátil DR900

ANEXO 12

Enfermedades producidas por los Metales Pesados

METAL	ENFERMEDADES
Aluminio	La enfermedad de Alzheimer's, asuntos de los nervios, osteoporosis, cólico, funciones disminuidas gastrointestinales, del riñón, e hígado.
Bario	Dificultad para respirar, incremento de la presión sanguínea, arritmia, dolor de estómago, debilidad en los músculos, cambios en los reflejos nerviosos, inflamación del cerebro y el hígado. Daño en el corazón y riñones.
Boro	Vómito, dolor de cabeza, hipotermia, agitación, pérdida de piel, daño al riñón, pobre apetito, náuseas, perdido de peso, y disminución de la actividad sexual.
Cobalto	Vómitos, problemas de visión, problemas de corazón, daño del tiroides.
Hierro	Conjuntivitis, coriorretinitis y retinitis
Litio	Agitación muscular, Agitación, hiperparatiroidismo, la pérdida ósea, daño del hígado, diabetes, y convulsiones
Magnesio	La deficiencia de magnesio o en exceso puede ocurrir con los efectos de náusea, vómitos, agitaciones, malnutrición, diarrea, delirios, y alucinaciones.
Manganeso	Intolerancia a la glucosa, coágulos de sangre, problemas de la piel, bajos niveles de colesterol. Cambios de color del pelo, síntomas neurológicos
Plata	Daños renales, oculares, pulmonares y hepáticos. Anormalidades cardíacas, anemia y daños cerebrales.
Plomo	Incremento de la presión sanguínea, abortos, daño al cerebro, perturbación al sistema nervioso, disminuye la fertilidad en hombres.

Fuente:Lenntech, s.f

ANEXO 16



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

CADENA DE CUSTODIA

RT2-5.8.01

FECHA DE EMISION: 07/03/2017

N° DE REVISION: 05

PÁGINA: 1 de 2

Cadena de Custodias

Orden de Trabajo

07/03/17

0873-93

CLIENTE		MUESTRO		DATOS DE CAMPO		DATOS DEL CLIENTE	
Cliente:	Ca. de Limpieza Kalyrone	Muestro:	C-CK	Fecha:	07/03/17	Nombre:	Proceso Limpieza
Contacto:	M. Sam Corral	Procedencia de la muestra:	Proceso del Inca	Orden de Trabajo:	0873-93	Dirección:	
Dirección:	M. Sam Corral # 300	Persona que Colecta la Muestra / N° Identifico:	949 22 47 85	Tipo de Recipiente:		RUC:	
RUC:		Carrito Electrónico:	Kalyrone 2016	Material de Envase en Laboratorio:			
Fecha de muestreo:	29-03-18	Cantidad de Muestras:	02	Parámetros de Campo:			
Lugar de muestreo:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Horario de muestreo:	11:14	Físico-Químicos:			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	pH			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Conductividad			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Turbidez			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Aniones			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Acidez			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Alcalinidad			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	DS			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	TSS			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	SS			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Valores Cloruros (MOS)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Metales Totales (TMO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Mercurio (HMO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Dureza (HMO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Dureza Total (HMO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Cloruro Total (HMO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Cloruro Libre (HMO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Cloruro Libre (HMO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Nitrogeno (H2SO4)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Amonico (H2SO4)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	DBO5			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	DQO (H2SO4)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Asesor y Soporte (H2SO4)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Ferros (CaH2O-MOH MO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Cromo (H2O-MOH MO)			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Coliformes Termotol.			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Coliformes Totales			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Bacterias Heterozotas			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	E coli			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Urgentes de Vida			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	libres de Helicobas			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Parámetros de Campo:			
Identificación de la muestra:	Barrio 1, Pisos 1 y 2, 000 AR	Tipo de Muestra:	TS	Muestras Observadas:			

Figura 54. Cadena de Custodia N°3: Análisis del, DBO, DQO y Coliformes Termotolerantes en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.

ANEXO 17



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



Registro N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0218117

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario	ROCIO QUISPE BACA		
Dirección	Jr. Yawar Huaca A-3B Baños de Inca		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	rocio.quispebaca@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	28.02.18	Hora:	10:15
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestra	02 Muestra	N° Frascos x muestra	5
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos 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 personal usuario.		
Procedencia de la Muestra:	BAÑOS DEL INCA		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 126	Cadena de Custodia	CC - 117 - 18
N° Orden de Trabajo	0218117		
Fecha y Hora de Recepción	28.02.18	12:20	Inicio de Ensayo 28.02.18 12:35
Reporte Resultado	07.03.18	12:10	



Rocio Anabell Quispe Baca
Responsable Técnico (e)
CDP: 9778

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 09 de Marzo de 2018.

Página 1 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASSEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JIL LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N, DIRM EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
 e-mail: asonatoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONDO: 99000 anexo 1149

Figura 55. Resultados del Informe de Ensayo N°1: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.

ANEXO 18

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 0218117			
ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código Cliente	P 1	P 2	-	-	-	-
Código Laboratorio	0218117-01	0218117-02	-	-	-	-
Matriz de Agua	RESIDUAL	RESIDUAL	-	-	-	-
Descripción	Domestica	Industrial	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Baños del Inca	Baños del Inca	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Metales Totales			
Plata (Ag)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.025	0.691	0.661	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.022	0.189	0.196	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.003	0.045	0.050	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	0.004	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	47.33	49.91	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	0.003	0.003	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.020	0.670	0.641	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.005	1.963	2.327	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.003	<LCM	0.007	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.018	2.380	2.597	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.005	0.117	0.134	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.021	13.58	16.33	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.024	0.142	0.215	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.007	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.104	8.789	9.376	-	-
Estaño (Sn)	mg/L	0.041	<LCM	<LCM	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.214	0.233	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.005	0.007	0.006	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.0040	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0230	<LCM	<LCM	-	-

Cajamarca, 09 de Marzo de 2018.

Página: 2 de 2

Figura 56. Resultados del Informe de Ensayo N°2: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua.

ANEXO 20



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



INACAL
DA-Perú
LABORATORIO
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0418236

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario	ROCIO QUISPE BACA		
Dirección	Jr. Yahuar Huaca A-3B Baños del Inca		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	rocio.quispébaca@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	27.04.18	Hora:	09:40 a 10:23
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestra	02 Muestras	N° Frascos x muestra	03
Ensayos solicitados	Químicos y Microbiológico		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el personal usuario		
Procedencia de la Muestra	Baños del Inca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 243	Cadena de Custodia	CC - 236-18
N° Orden de Trabajo	0418236		
Fecha y Hora de Recepción	27.04.18	11:24	Inicio de Ensayo 27.04.18 12:00
Reporte Resultado	07.05.18	09:00	



Bigo Enver Zuheta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CRP- 9778

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 07 de Mayo de 2018.

Cód. RTI - 5.10.01 Fecha de Emisión: 26/05/2014 Rev: N°04

Página: 1 de 2

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASSEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
 JIL ILLIB ALBERTO SANCHEZ S.N. I.R.B. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratorio@regagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio@regagua@hotmail.com FONDO: 950580 anexo 1140

Figura 58. Resultados del Informe de Ensayo N°4: Análisis Químicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua

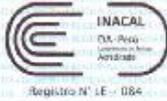
ANEXO 21



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



INACAL
Organismo Peruano
de Acreditación
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0418236

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Código Cliente			P1	P2	-	-
Código Laboratorio			0418236-01	0418236-02	-	-
Matriz de Agua			RESIDUAL	RESIDUAL	-	-
Descripción			Doméstica	Industrial	-	-
Localización de la Muestra			Baños del Inca	Baños del Inca	-	-
ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	8.4	<LCM	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	15.8	<LCM	-	-
ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1.8	16 x 10 ⁵	92 x 10 ³	-	-

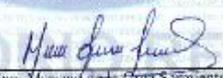
Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW APHA AWWA-WEF Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012: Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 8221 A,B,C,E, 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

OBSERVACIONES

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (†) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ 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.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2005.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros.
- ✓ 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 realizaron 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.



Ing. Manuel de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Químico
CIP: 119544

Cajamarca, 07 de Mayo de 2018.

Cód. RTI 5.10-01 Fecha de Emisión: 26/09/2014 Rev: N°04
Página: 2 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONTABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JRE LUIS ALBERTO SANCHEZ S.N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
 e-mail: laboratorio@inacal.org.pe/inacal@inacal.org.pe / laboratorio@inacal.org.pe / inacal@inacal.org.pe FONDO: 999900 anexo 1140

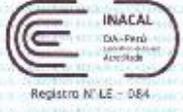
Figura 59. Resultados del Informe de Ensayo N°5: Análisis Químicos y Microbiológicos en época de lluvia - Laboratorio Regional del Agua

ANEXO 22



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INACAL
DA-Perú
Acreditado
Registro N° LE - 084

IE 0718372

INFORME DE ENSAYO N°

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario	KATHERINE CASTILLO CUSQUISIBAN		
Dirección	Jr. San Camilo N°389		
Persona de contacto		Correo electrónico	kathycastillo295@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	03.07.18	Hora:	08:25 a 09:06
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestra	02 Muestras	N° Frescos x muestra	06
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos 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 personal usuario		
Procedencia de la Muestra:	Baños del Inca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Control	SC - 411	Cadena de Custodia	CC - 372 - 18
N° Orden de Trabajo	0718372		
Fecha y hora de Recepción	03.07.18	10:00	Inicio de Ensayo 03.07.18 10:30
Reporte Resultado	18.07.18	16:30	



Inger Zuleta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CDP: 9778

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 19 de Julio de 2018.

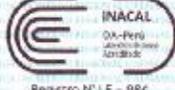
Página: 1 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO. J.R. LEIS ALBERTO SANCHEZ S/A. IRR. EL BOSQUE. CAJAMARCA - PERU. e-mail: laboratorio@agua.gob.pe / laboratorio@agua@openmail.com FON: 0569000 anexo 1540"

Figura 60. Resultados del Informe de Ensayo N°6: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.

ANEXO 23

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


INACAL
04-Perú
Accredited
Laboratory
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0718372

ENSAYOS			QUÍMICOS			
Código Cliente	MUESTRA 01	MUESTRA 02	-	-	-	-
Código Laboratorio	0718372-01	0718372-02	-	-	-	-
Matriz de Agua	RESIDUAL	RESIDUAL	-	-	-	-
Descripción	Industrial	Industrial	-	-	-	-
Localización de la Muestra	BAÑOS DEL INCA	BAÑOS DEL INCA	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Plata (Ag)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.025	0.069	0.103	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.022	1.286	0.980	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.003	0.123	0.139	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.124	66.52	77.92	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.006	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.020	0.199	0.236	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.005	8.890	8.540	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.003	0.181	0.143	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.018	6.560	6.108	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.005	0.228	0.323	-	-
Moibdeno (Mo)	mg/L	0.003	<LCM	0.004	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.021	60.33	66.78	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.008	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.024	1.477	7.416	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.007	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.104	20.26	18.55	-	-
Estañio (Sn)	mg/L	0.041	<LCM	<LCM	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.674	0.630	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.004	0.004	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.023	<LCM	<LCM	-	-

Cajamarca, 19 de Julio de 2018.

Página: 2 de 3

*LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO.
DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ 5/A. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ

Figura 61. Resultados del Informe de Ensayo N°7: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.

ANEXO 24



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



INACAL
(DA-Perú)
Laboratorio de
Análisis
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° **IE 0718372**

ENSAYOS			FÍSICOQUÍMICOS					
Código Cliente	MUESTRA 01	MUESTRA 02	-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	0718372-01	0718372-02	-	-	-	-	-	-
Matriz de Agua	RESIDUAL	RESIDUAL	-	-	-	-	-	-
Descripción	Industrial	Industrial	-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	BAÑOS DEL INCA	BAÑOS DEL INCA	-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Nitrógeno Amomiacal	mgN-NH ₃ /L	0.017	13.60	5.27	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	39.7	115.8	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	102.3	215.7	-	-	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Cófilmes Termotolerantes	NMP/100mL	1.5	16 x 10 ⁶	54 x 10 ⁵	-	-	-	-



Ing. Mariano de la Cruz Saracino
Análisis Responsables de Química
CIP: 119544

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales Toxicos por ICP OES/MS, Sb, As, Ba, Be, B, Cr, Co, Cu, Cd, Fe, Pb, Li, Mg, Mn, Hg, Mo, Ni, P, K, Bi, Al, Ag, Na, Sr, Ti, Sn, Tl, V, Zn	mg/L	EPA 200.7, Rev. 4.4.1994, (Método) 2017. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SM 4500-APHA-4500-WEP Part 0210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SM 4500-APHA-4500-WEP Part 0220 D, 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Nitrógeno Amomiacal, Amoniaco	mgN-NH ₃ /L	SM 4500-APHA-4500-WEP Part 4503-NH ₃ -U, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Ammonia) Ammonia-Selective Electrode Method
Cófilmes Termotolerantes	NMP/100mL	SM 9221-APHA-9221-02* Part 0221 A, B, C, E, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation technique for Members of the Coliform Group, Facultative Coliform Procedure

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del método, los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.

Los Resultados Microbiológicos <1.5, 1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - CA. NA: No aplica ND: No determinado

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

Código del Formato: RT1-5 10-01 Rev. N°05 Fecha: 06/08/2017

NOTAS FINALES

- ✓ 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 en la autorización paraseñalada por el Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida solo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por el protocolo vigente para los diferentes parámetros.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producción como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los inventarios o muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservarán en el Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de observaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, desatare efectuar el solicitante, se deberá elevar 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.

Cajamarca, 19 de Julio de 2018.

Página: 3 de 5

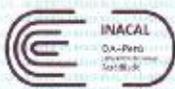
*LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIDABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO, LEY ALBERTO VALENZUELA, TRIBUNAL ELECTORAL REGIONAL CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio@delagua@hotmail.com FONDO: 025030 anexo 1145

Figura 62. Resultados del Informe de Ensayo N°8: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.

ANEXO 25



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



Registro N° LE - 084

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

INFORME DE ENSAYO N° IE 0818493

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO			
Razon Social/Usuario	KATHERINNE CASTILLO CUSQUISIBAN		
Dirección	Jr. San Camilo N° 389 - Cajamarca		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	kathycastillo295@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha y Hora del Muestreo	29.08.18	Hora:	09:00 a 09:40
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestra	02 Muestras	N° Frascos x muestra	03
Ensayos solicitados	Físicoquímicos 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 personal usuario		
Procedencia de la Muestra:	Baños del Inca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO			
N° Contrato	SC - 571	Cadena de Custodias	CC - 493 - 18
N° Orden de Trabajo	0818493		
Fecha y Hora de Recepción	29.08.18	11:14	Inicio de Ensayo 29.08.18 11:45
Reporte Resultado	06.09.18	16:30	



Dña. Enver Zulueta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CEP: 9778

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 06 de Septiembre de 2018.

1 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONDO 395000 anexo 1140

Figura 63. Resultados del Informe de Ensayo N°9: Parámetros Químicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.

ANEXO 26



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INACAL
Da-Perú
Laboratorio de Acreditación

Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0818493

ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente	P1		P2					
Código Laboratoric	0818493-01		0818493-02		-	-	-	-
Matriz de Agua	RESIDUAL		RESIDUAL		-	-	-	-
Descripción	Industrial		Industrial		-	-	-	-
Localización de la Muestra	Punto 1 Baños del Inca		Punto 2 Baños del Inca		-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	63.80	7.93	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	155.1	31.0	-	-	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	54 x 10 ²	54 x 10 ²	-	-	-	-



Ing. Qeq. Mariano de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012; Biochemical Oxygen Demand (BOD) 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017; Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	SMEWW/APHA-AWWA-WEF Part 2540 A.D. 22nd Ed. 2012; Solids, Total Suspended Solids Filtered at 103 - 100°C
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 Presed. 18

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del método; VE: Valor Estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 Los Resultados Microbiológicos <1.8, 1.1, <1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. — NA. No aplica — ND: No determinada.
 (**) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
 Código del Formato: RT1-5-10-01 Rev. N°05 Fecha: 08/06/2017

NOTAS FINALES

- ✓ 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 o total de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida solo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmendaduras.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025.
- ✓ 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 realizaron los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, para la 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.

Cajamarca, 08 de Septiembre de 2018.

2 de 2

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
 JIC LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N, TEB, EL BOSQUE, CAJAMARCA - 19100
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 089000 anexo 1140

Figura 64. Resultados del Informe de Ensayo N°10: Parámetros Químicos y Microbiológicos en época de estiaje - Laboratorio Regional del Agua.

MONITOREO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL RÍO CHONTA

Temporada	Campañas	Fecha	Recipiente (Vidrio /Plástico)	Parámetros									
				Ph		Conductividad		Nitrato		Nitrito		Sulfato	
				Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
Época de Lluvia	Primera	28/02/2018	P	8.66	8.63	551	323	0.05	0.06	0.121	0.114	43	40
	Segunda	27/04/2018	P	8.73	8.53	620	308	0.02	0.03	0.004	0.005	40	33
Época de Sequia	Tercera	3/07/2018	P	8.22	7.73	551	526	0.065	0.051	0.1	0	46	56
	Cuarta	29/08/2018	P	7.95	8.23	120	650	46.4	13.1	0.067	0.024	0.2	0.16

Figura 65. Matriz de campo de Aguas Residuales del Río Chonta.