

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“INFLUENCIA DEL VERTIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CAJAMARQUINO - LLACANORA, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Ambiental**

Autores:

Nancy Madelin Infante Zambrano  
Tania Jhamilce Tacilla Culqui

Asesor:

M. Cs. Gladys Sandi Licapa Redolfo

Cajamarca - Perú

2019



## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por habernos regalado la vida y permitir ser parte de una familia sólida y unida.

### **A NUESTROS PADRES**

Por su apoyo brindado durante todo este tiempo que en el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo. Quienes sabiamente nos supieron guiar en la vida, siendo parte de mis planes, éxitos, alegrías y tristezas; buscando siempre ser cada vez mejores.

### **A NUESTROS HERMANOS**

Por las enseñanzas que cada día recibo de ellos y por el ímpetu de seguir luchando en el arduo camino de la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra prestigiosa Universidad Privada del Norte de Cajamarca, la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien y por concedernos los ambientes y la información necesaria para realizar la investigación de tesis.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte Cajamarca, quienes con su experiencia y dedicación volcaron sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación.

A nuestros padres por apoyarnos en este proceso de investigación de tesis, por su preocupación en nuestra salud y educación.

A nuestra asesora Ing. Gladys Sandi Licapa Redolfo por el constante apoyo y dedicación al desarrollo de esta investigación.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Antecedentes .....	15
1.3. Bases teóricas.....	25
1.3.1. Aguas residuales.....	25
1.3.2. Características generales del agua.....	28
1.3.3. Características físicas del agua.....	29
1.3.4. Características químicas del agua.....	29
1.3.5. Características microbiológicas del agua.....	30
1.3.6. Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales R.J. 056 - 2 018 - ANA..	30
1.3.7. Estándares de Calidad Ambiental, ECA - Decreto Supremo N° 004 - 2017-MINAM .....	31
1.3.8. Límites Máximos Permisibles, LMP - Decreto Supremo N° 003 - 2010-MINAM .....	31
1.4. Definición de términos básicos .....	32
1.4.1. Temperatura (T°).....	32
1.4.2. Potencial de hidrogeno (pH) .....	32
1.4.3. Oxígeno disuelto (OD) .....	32
1.4.4. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> ).....	33
1.4.5. Demanda química de oxígeno (DQO) .....	33
1.4.6. Sólidos suspendidos totales (SST).....	33
1.4.7. Aceites y grasas (AC).....	34
1.4.8. Coliformes termotolerantes (CT).....	34
1.5. Formulación del problema .....	34
1.6. Objetivos.....	34
1.6.1. Objetivo general .....	34

1.6.2.	Objetivos específicos .....	35
1.7.	Hipótesis .....	35
1.7.1.	Hipótesis general .....	35
1.7.2.	Hipótesis específicas .....	36
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>		<b>37</b>
2.1.	Tipo de investigación .....	37
2.2.	Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos) .....	37
2.2.1.	Población .....	37
2.2.2.	Muestra.....	37
2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	38
2.3.1.	Según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales- (Resolución Jefatural N° 010 - 2 016 - ANA). .....	38
2.3.2.	Medios de transporte: .....	38
2.3.3.	Materiales .....	38
2.3.4.	Equipos .....	38
2.3.5.	Soluciones y reactivos .....	39
2.3.6.	Formatos .....	39
2.3.7.	Material cartográfico .....	39
2.3.8.	Indumentaria de protección.....	39
2.3.9.	Otros.....	39
2.4.	Procedimiento .....	40
2.4.1.	Fase de campo.....	40
2.4.2.	Fase de laboratorio .....	42
2.4.3.	Fase de gabinete .....	43
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>		<b>44</b>
3.1.	Resultados de laboratorio de la temporada seca que sobrepasaron en concentraciones elevadas los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017-MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010-MINAM. ....	44
3.2.	Resultados de laboratorio de la temporada seca en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.....	45

3.3.	Resultados de laboratorio de la temporada seca en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D2: Bebida de animales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.....	57
3.4.	Resultados de laboratorio de la temporada de lluvia en concentraciones elevadas los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.....	68
3.5.	Resultados de laboratorio de la temporada de lluvia en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.....	69
3.6.	Resultados de laboratorio de la temporada de lluvia en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental -Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D2: Bebida de animales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.....	81
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>92</b>
4.1.	Discusión.....	92
4.2.	Conclusiones .....	97
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>98</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>102</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de aguas residuales .....	26
Tabla 2. Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales R.J. 056- 2018-ANA.....	31
Tabla 3. Puntos de muestreo en el río Cajamarquino.....	37
Tabla 4. Parámetros que sobrepasaron los ECA y LMP en temporada seca .....	44
Tabla 5. Comparación de pH con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	45
Tabla 6. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	46
Tabla 7. Comparación de conductividad con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	47
Tabla 8. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	48
Tabla 9. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM .....	49
Tabla 10. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	50
Tabla 11. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	51
Tabla 12. Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	52
Tabla 13. Comparación de aceites y grasas con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	53
Tabla 14. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	54
Tabla 15. Comparación de Coliformes termotolerantes con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	55
Tabla 16. Comparación de Coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	56
Tabla 17. Comparación de pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	57
Tabla 18. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	58
Tabla 19. Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	59
Tabla 20. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	60
Tabla 21. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM .....	61
Tabla 22. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	62
Tabla 23. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	63
Tabla 24. Comparación de aceites y grasas con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	64
Tabla 25. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	65
Tabla 26. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	66
Tabla 27. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	67

Tabla 28. Parámetros que sobrepasaron los ECA y LMP en temporada de lluvia.....	68
Tabla 29. Comparación de pH con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	69
Tabla 30. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	70
Tabla 31. Comparación de conductividad con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM.....	71
Tabla 32. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM.....	72
Tabla 33. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	73
Tabla 34. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM.....	74
Tabla 35. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	75
Tabla 36. Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	76
Tabla 37. Comparación de aceites y grasas con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM.....	77
Tabla 38. Comparación de aceites y grasa con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	78
Tabla 39. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM.....	79
Tabla 40. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	80
Tabla 41. Comparación pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	81
Tabla 42. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	82
Tabla 43. Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	83
Tabla 44. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	84
Tabla 45. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	85
Tabla 46. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM.....	86
Tabla 47. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	87
Tabla 48. Comparación de aceites y grasas con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	88
Tabla 49. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	89
Tabla 50. Comparación de Coliformes termotolerantes con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM.....	90
Tabla 51. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de pH con los ECA D1 (D.S 004 – 2017) MINAM.....	45
Figura 2. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	46
Figura 3. Comparación de conductividad con los ECA D1 (D.S 004.2017) MINAM.....	47
Figura 4. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	48
Figura 5. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	49
Figura 6. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017).....	50
Figura 7. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	51
Figura 8. Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	52
Figura 9. Comparación de aceites y grasas con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM.....	53
Figura 10. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	54
Figura 11. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	55
Figura 12. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	56
Figura 13. Comparación de pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	57
Figura 14. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	58
Figura 15. Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	59
Figura 16. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM....	60
Figura 17. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	61
Figura 18. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM.....	62
Figura 19. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	63
Figura 20. Comparación de aceites y grasas con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM.....	64
Figura 21. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	65
Figura 22. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	66
Figura 23. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	67
Figura 24. Comparación pH con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	69
Figura 25. Comparación pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	70
Figura 26. Comparación de conductividad con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	71
Figura 27. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM....	72

Figura 28. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM .....	73
Figura 29. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM.....	74
Figura 30. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	75
Figura 31. Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	76
Figura 32. Comparación de aceites y grasas con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM.....	77
Figura 33. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	78
Figura 34. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM .....	79
Figura 35. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM .....	80
Figura 36. Comparación pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	81
Figura 37. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM .....	82
Figura 38. Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	83
Figura 39. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM ....	84
Figura 40. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM .....	85
Figura 41. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM.....	86
Figura 42. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	87
Figura 43. Comparación de aceites y grasas con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM.....	88
Figura 44. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM.....	89
Figura 45. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM .....	90
Figura 46. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM .....	91

## RESUMEN

El presente estudio de investigación evaluó la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Cajamarquino, ubicado en el distrito de Llacanora, sector La Banda, provincia de Cajamarca durante el periodo 2017. Se realizó mediante un análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Para evaluar la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del río Cajamarquino se establecieron dos temporadas de estudio (seca y lluvia), en tres estaciones (aguas arriba, aguas abajo y vertimiento), tomando 63 muestras (en cada temporada) iniciando en el mes de septiembre a noviembre. Para la obtención de resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se analizó en el Laboratorio Regional del Agua. Del mismo modo, fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental - categoría III y Límites Máximos Permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Los parámetros de aceites y grasas, coliformes termotolerantes superaron en 79.4 y 11.4 mg/L, 530 000 y 348 000 NMP/100 mL; 530 000 y 5 398 000 NMP/100 mL, vertimiento y aguas abajo respectivamente en la calidad de agua del río Cajamarquino.

**Palabras clave:** Calidad de agua, agua residual.

## ABSTRACT

This research study evaluated the influence of the discharge of the domestic wastewater treatment plant on the water quality of the Cajamarquino River, located in the Llacanora district, La Banda sector, Cajamarca province during the 2017 period. It was performed through an analysis of physicochemical and microbiological parameters. To evaluate the influence of the dumping of the domestic wastewater treatment plant of the Cajamarquino River, two study seasons (dry and rain) were established, in three stations (upstream, downstream and dumping), taking 63 samples (in each season ) starting in the month of September to November. To obtain results of the physicochemical and microbiological parameters, it was analyzed in the Regional Water Laboratory. Similarly, they were compared with the Environmental Quality Standards - category III and Maximum Permissible Limits for effluents from wastewater treatment plants. The parameters of oils and fats, thermotolerant coliforms exceed in 79.4 and 11.4 mg / L, 530,000 and 348,000 NMP / 100 mL; 530,000 and 5,398,000 NMP / 100 mL, discharge and downstream respectively in the water quality of the Cajamarquino River.

**Keywords:** Water quality, residual water.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El agua es un elemento básico para la vida de los seres humanos, las plantas y los animales. Es, además, imprescindible para el desarrollo de la agricultura e industria del país, por tanto, su escasez o abundancia determinan el potencial productivo de una región. Sin embargo, son los seres humanos quienes más inciden en la calidad y disponibilidad del agua tanto superficial como subterránea, pues a medida que las poblaciones crecen, la necesidad de abastecimiento es mayor y al mismo tiempo la cantidad apta para el consumo disminuye, es por ello que los estudios de tendencias en la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua son una herramienta de apoyo para evaluar el efecto que a mediano o largo plazo, tienen los programas de manejo del agua de superficie (Herrera *et al.*, 2012).

Hoy en día nos enfrentamos a un problema mundial de gran importancia para la humanidad, la contaminación de los cuerpos de agua por vertimientos de aguas residuales, esto viene a ser la problemática más antigua de la contaminación ambiental, y que en la actualidad se ha ido incrementando por diversos factores como: El crecimiento excesivo de la población que por desgracia tienden a ubicarse a las orillas de los ríos, esto provocando el volumen de desperdicios tanto orgánicos e inorgánicos, producto de desagües, alcantarillados, inclusive desechos industriales; de manera tal que los cuerpos de agua se ven afectados y deja de ser natural afectando tanto flora y fauna acuática. A nivel del Perú, según la Autoridad Regional del Medio Ambiente-ARMA, el río Chili conocido también como río Quilca ubicado en el departamento de Arequipa es el más contaminado; pues supera en mil trecientos veces de contaminación

por coliformes fecales sobrepasando las normas, debido a que se arrojan aguas servidas a su cauce, tiene 700 veces más contaminación por coliformes totales, recibe una serie de vertimientos de diverso origen, producto de las actividades económicas y de servicio público como: mineros, industriales, agropecuarios y domésticos, entre los principales, los que alteran la calidad natural de las agua (Lovón, 2 011).

A esta problemática se suma los departamentos de Cajamarca, Tacna, La Libertad, Tumbes, presentando cursos de agua contaminados por residuos fecales, metales, Aceites y Grasas en agua destinada al consumo humano, industrial y riego, según un último informe del Ministerio de Salud (MINSa – 2 011). En el departamento de Cajamarca, el río Cajamarquino que está formado por la unión de los ríos (Mashcón y Chonta) es el más afectado por las diversas actividades antropogénicas, canteras y la planta de tratamiento de agua residual en el tramo de la parte baja del distrito de Llacanora, sector La Banda; la planta de tratamiento de agua residual - Llacanora vierte sus aguas al río Cajamarquino, que por consecuencia aguas abajo utilizan para riego de vegetales y bebida de animales.

El estudio de investigación se basó en evaluar la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Cajamarquino, distrito del Llacanora, sector La Banda, que por consecuencia se observa la falta de cultura y conciencia acerca de la conservación del agua, convirtiéndose en una necesidad de dimensión mundial. Para esto se realizó un análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos los cuales fueron: pH, conductividad, sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) demanda

química de oxígeno (DQO), coliformes termotolerantes (CT). Cuyos resultados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental - Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría III (riego de vegetales y bebida de animales) y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, para luego plantear las posibles soluciones.

## 1.2. Antecedentes

Castañeda, M. (2017), realiza su estudio de investigación sobre la calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac – 2016, tuvo como objetivo determinar la calidad de las aguas de la microcuenca del río Challhuahuacho en los límites a la zona de crecimiento poblacional y urbanístico del distrito del mismo nombre, considerando el crecimiento repentino y acelerado del distrito fue preciso realizar un análisis de las aguas y compararlas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) categoría III y determinándose el correcto uso.

Para lo cual se muestreo en dos puntos M - 02 ubicado en la parte alta en el inicio de la zona urbana y el punto M - 01 ubicado al finalizar la zona urbana en la parte baja, estas muestras fueron enviadas al laboratorio para su respectivo análisis según los ECA categoría III. Después de análisis se pudo determinar que el punto M - 02 cumple con todos los estándares no así el punto M - 01 quien sobrepasa los valores de los parámetros referentes a los Coliformes Totales (16 000 NMP/100mL), Coliformes

Termotolerantes (1 600NMP/100mL) y Escherichia coli (920 NMP/100mL) indicando contaminación termotolerante. Se concluyó que aguas abajo la micro cuenca no cumple con los ECA categoría III para riego de vegetales y bebedero de animales pues están contaminadas con residuos termotolerantes procedente de los seres humanos y de animales haciendo que no sea apta para consumo de ningún ser vivo (Castañeda, 2017).

Avellaneda, P. (2016), realizó un trabajo de investigación en la ciudad de Cajamarca con el objetivo de evaluar la calidad del agua en el río Mashcón, mediante la determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas para relacionarlas con los Estándares de Calidad Ambiental ECA para cuerpos de agua. Para ello, se seleccionaron cinco estaciones de muestreo (E1, E2, E3, E4 y E5) en las cuales se tomaron muestras de agua para su análisis fisicoquímico y microbiológico; de acuerdo a procedimientos estandarizados.

Indicando una notoria variación en cuanto al parámetro de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y coliformes totales con una concentración de 94 mg/L, 250 mg/L y  $92 \times 10^6$  NMP/100 mL respectivamente, que al ser comparados con los estándares de calidad ambiental ECA para agua la estación (E1) sobrepasa notoriamente. Por otra parte, los parámetros de pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, con una concentración de 7.40, 746  $\mu$ S/cm y 948 mg/L sobrepasan en cantidades bajas, de igual manera evidenciando un fuerte grado de perturbación en el cuerpo de agua, por lo que se concluye que la calidad del agua es deficiente en el

río Mashcón, en las estaciones de muestreo próximas a la zona urbana (Avellaneda, 2016).

Se realizó un estudio similar sobre la determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto, 2016. El río Mazán, ofrece esta última característica, de tener agua de origen amazónico, supeditado a la hidrología e hidrografía, propias de la región: Cálida, húmeda y lluviosa, durante todo el año; todos los parámetros, se encuentran dentro de LMP, exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales. Los resultados obtenidos son: Temperatura 26.70 °C, transparencia 93.78 cm, conductividad 16.77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 9.36 mg/L, pH 7.05, oxígeno disuelto 6.57 mg/L, dióxido de carbono 4.14 mg/L, alcalinidad total 21.20 mg/L, coliformes totales 4.66 UFC/100mL, coliformes fecales 1.66 UFC/100 mL, cloruros 15.13 mg/L, dureza total 22.82 mg/L, dureza de calcio 14.83 mg/L, dureza de magnesio 7.98 mg/L, A/G 1.29mg/L (Rivera & Vasquez, 2016).

Considerándose, que los cuerpos de agua, del río Mazán, se encuentran libres de contaminación; no obstante, aquello, se recomienda tomarla, previo tratamiento químico. El trabajo nos indica, que las aguas del río Mazán, están sanas, presentan contaminación antrópica, dentro los Límites Máximos Permisibles. Sin embargo, tanto la población de sus riberas, como las autoridades mismas, deben estar alertas a las amenazas actuales de contaminación, para mantenerla en el tiempo, su naturaleza viva, su biomasa y su ecosistema (Rivera & Vasquez, 2016).

Quispe, J. y Rojas, P. (2015), realizaron un estudio en la subcuenca del río Shullcas, ubicada en la Provincia de Huancayo, Región Junín, entre 3 190 a 5 557 m.s.n.m. en el periodo de enero del 2015, con el objetivo de evaluar el efecto de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de la subcuenca del río Shullcas en función a las actividades desarrolladas en el sector alto medio y bajo del mismo. Se evaluaron parámetros “in situ” e hicieron análisis en laboratorio de muestras de agua, extraídas de las principales localidades, para ello se consideró parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua, para sólidos totales suspendidos se encontró un valor de 90,67 mg/L y 144,67 mg/L y los sólidos totales 158,79 mg/L y 230,9 mg/L.

Es notorio la variación de valores en los puntos de muestreo, se resalta que la evaluación se realizó en época de lluvia, ello influye bastante en el incremento de sólidos totales suspendidos, conforme desciende el agua hay erosión del suelo y con ello a su vez incrementa el valor de la turbidez. Respecto a las concentraciones de Coliformes totales sobrepasan los establecidos en el ECA agua categoría 3 dichos valores no deberían sobrepasar a 5 000 NMP/100 mL, sin embargo, los valores obtenidos en este estudio son: 1 000; 3 133; 12 433 y 50 383 NMP/100 mL. los cuales fueron comparadas con el estándar de calidad ambiental para agua categoría: 1 y 3 - D.S. N°002 – 2008 - MINAM para así conocer la calidad de agua del Shullcas (Quispe & Rojas, 2015).

Quispe, C. (2014), realiza un estudio sobre la evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez. El estudio abarcó alrededor de 35 km de tramo en el río Suchez a partir de su desembocadura, con un rango

altitudinal entre los 3 904 y 3 844 m.s.n.m. Caracterizaron los cuerpos de agua en función a su contenido de sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, iones mayores (sulfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio) y pH. En las aguas del río Suchez encontraron que los sólidos suspendidos son bajos (< a 5 mg/L), con tendencia a incrementar a medida que hay menos pendiente, en la desembocadura; sin embargo, los sólidos totales alcanzan los valores más elevados en relación a otras zonas del sector 240 mg/L. El anión más importante son los sulfatos (32.0 - 24.0 mg/L) y el calcio es el catión predominante (24.0 - 16.0 mg/L), otros iones cuantificados fueron sodio (6.4 - 6.9 mg/L) y magnesio (5.1 - 3.4 mg/L). Es necesario identificar el estado de contaminación de los ecosistemas locales, así como el riesgo a la salud que representa para los seres humanos.

Koschelov *et al.*, (2 013), efectúa una investigación sobre la evaluación de la calidad del agua del río Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela) mediante bioindicadores microbiológicos y parámetros fisicoquímicos; se realizó dicho estudio con el objetivo de evaluar la calidad del agua en zonas con y sin afectación ambiental del río Cúpira. El río se estudió semanalmente durante un año (marzo 2 008 a febrero 2 009) en tres zonas: cabecera (sin afectación), intermedia (uso recreacional) y zona afectada significativamente (cerca de una cantera y pastizales de ganado vacuno), donde se determinaron parámetros fisicoquímicos (oxígeno disuelto, conductividad, pH, temperatura y sólidos suspendidos totales), nutrientes, coliformes totales, coliformes fecales y mixomicetos acuáticos.

En lo que respecta a la calidad bacteriológica del agua (UFC de coliformes totales y coliformes fecales), se halló en las tres zonas evaluadas, el río presentó coliformes totales (>100 UFC) en la mayoría de los meses de estudio, mientras que coliformes fecales se presentaron particularmente en mayo, agosto, noviembre, enero y febrero para la zona 2 y 3, a diferencia de la cabecera (zona 1) donde solo se hallaron en el mes de mayo. Estos resultados indican que el sistema lotico estudiado, particularmente en la zona 1, presenta poca perturbación, aspecto normal en sistemas naturales de aguas dulces no afectados, que requieren de potabilización para su consumo humano (Koschelov *et al.*, 2013).

Rojas, N. y Peláez, F. (2012), desarrollaron un estudio de investigación titulado: Calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú) con el propósito de determinar la calidad del agua, mediante los parámetros fisicoquímicos y biológicos (diatomeas) en cinco estaciones de muestreo, en dos temporadas, seca (mayo) y húmeda (noviembre). Los resultados de los parámetros fisicoquímicos se vieron incrementadas aguas abajo, sin embargo, no excedieron los ECA- cat. III: “riego de vegetales y bebida de animales” a excepción de fosfatos, nitratos, nitritos y pH. Debido a las escorrentías formadas por las lluvias propias de la época.

La mayoría de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el agua del río Sendamal, revelaron una ligera alteración en los niveles de fosfatos y de conductividad, los mismos que se acentuaron aguas abajo de las estaciones de muestreo, por otro lado, valores normales de nitrógeno en sus formas de nitrato y nitrito se presentaron en época seca, pero, en época húmeda se incrementaron considerablemente, siendo SEND 01,

SEND 02 y SEND 03 las estaciones de muestreo que presentaron valores por encima del ECA para la categoría III (10 mg/L). Esta situación coincide con el incremento notable de los sólidos en suspensión, llegando a 354.00 mg/L y 427.31 mg/L en época húmeda (Rojas & Peláez, 2012).

Llegamos a concluir que los parámetros fisicoquímicos, han evidenciado que el agua del río Sendamal y sus afluentes, cumple con los ECA - CAT. III: “riego de vegetales y bebida de animales” (D.S.002 – 2008 MINAM), para la mayoría de parámetros, a excepción de fosfatos, nitratos, nitritos y pH, los mismo reflejan una ligera contaminación orgánica y para el caso del oxígeno disuelto, los valores encontrados son elevados ya que cumple con los ECA, condición general que favorece el desarrollo de una imponente comunidad de algas, macrófitas y briófitas importantes (Rojas & Peláez, 2012).

En el año 2011, se efectúa una alternativa de solución para la planta de tratamiento de agua residual- “Totorá” en la ciudad de Ayacucho, ya que la capacidad de remoción de bacterias coliformes totales (BCT) y la disminución de la demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) por la planta de tratamiento de aguas residuales “La Totorá” se ve afectada por el crecimiento demográfico y el mal uso del sistema de alcantarillado por los ciudadanos como botaderos de basura, originando un riesgo de salud ya que estas aguas son utilizadas río abajo para riego de cultivos como legumbres, hortalizas y maíz entre otros y también para uso recreacional (Palomino, 2011).

Palomino, G. (2 011), realizó la aplicación del método de electrocoagulación a las aguas en estudio, ya que permite la remoción de turbidez, sólidos totales, sólidos disueltos, alcalinidad, dureza total, coliformes fecales y materia orgánica expresada como disminución de ( $DBO_5$ ). Lo cual permitió obtener 94,65% de remoción de turbidez, 65,1 % de remoción de coliformes fecales y 64,8% de disminución de ( $DBO_5$ ), logrando mejorar la calidad del agua al reducir la turbidez y disminuir el valor de ( $DBO_5$ ) a 14,75 mg  $O_2/L$ , valor que se encuentra dentro de los límites permisibles según los Estándares de Calidad Ambiental del Agua categoría III.

Ramirez, K. (2 011), realizó su proyecto de tesis descriptivo dentro del sistema de tratamiento primario de aguas residuales que está ubicado en la provincia de Huancayo, Distrito de Viques, cumpliendo el objetivo general el cual consistió en evaluar la calidad de aguas residuales del tratamiento primario en pozas de oxidación, por consiguiente, los objetivos específicos evaluar las aguas residuales en parámetros físicos, químicos y biológicos, plantear la reutilización y proponer un nuevo sistema en base a mejoras del sistema actual.

Los parámetros analizados en promedio en el efluente del sistema de tratamiento son:  $DBO_5$  413.70 mg/L, DQO 516.03 mg/L, E Coli 386.67 encontrándose con concentraciones muy altas, que están por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales), así mismo coliformes totales 886.67 NMP/ 100 mL, encontrándose que este parámetro si está dentro de los Estándares de Calidad Ambiental, de la misma forma sobrepasa los Límites máximos Permisibles para vertidos a cuerpos receptores (Río Mantaro). Según

el nuevo diseño en base a mejoras del sistema actual debe implementarse pre tratamientos como una cámara de rejillas o cribas, un desarenador y tamices, con ello se podrá reutilizar esta agua en el riego de cultivos agrícolas y cumpliendo los parámetros de LMP y ECA de Ministerio de Ambiente (Ramirez, 2 011).

Asimismo en la provincia de Hualgayoc se realizó un “Plan de trabajo para el segundo monitoreo de la calidad de agua del río Llaucano y tributarios” en conjunto con la Municipalidad , para presentar el itinerario de actividades establecido para los días 16, 17, 18 de noviembre de 2 010, desde el río El Tingo hasta el río Llaucano, con la presencia de autoridades nacionales, locales y el sector privado tales como: Autoridad Nacional del Agua (ANA), Juntas de Usuarios de Riego-Río Tingo Maygasbamba (JURTIMAY), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Municipalidad Distrital de Hualgayoc, Compañía minera Colquirrumi S.A. Gold Fields La Cima S.A. (ANA, 2 011).

El 16 de noviembre se inició el monitoreo tomándose muestras en 04 puntos en el RTG-1, RTG-2, RTG3 ámbito de influencia de las operaciones de Gold fields, La Cima S.A. Y CIA. Minera Corona, así como en el punto QM-1 localizado en la quebrada La Eme. El 17 de noviembre, 07 puntos de monitoreo: RH-1, RH-2, RH-3; el punto QMP-1 localizado en la Quebrada Mesa de Plata aguas debajo de los pasivos ambientales mineros; RLL-2 y RLL-3 y finalmente CC-1 en el canal de riego La Cascada, a la altura de la Comunidad Colquirrumi y el 18 de noviembre fue el último día de muestreo, en tres puntos RLL-1, RM-1 aguas abajo del vertimiento de la ciudad

de Bambamarca y el RPO-1 ubicado en el río Pomagón , puente-150m antes de la confluencia con el río Llaucano (ANA, 2 011).

En los 14 puntos de monitoreo (RTG-1, RTG-2, RTG-3, QM-1, RH-1, RH-2, RH-3, CC-1, QMP-1, RM-1, RPO-1, RLL-1, RLL-2 y RLL-3). Se tomaron muestras para el análisis de cuarenta y un (41) parámetros fisicoquímicos , microbiológicos y metales pesados, se concluyó que los parámetros que sobrepasan los ECA- Categoría III en los ríos Tingo, Hualgayoc, Quebrada La Eme, río Llaucano son: Demanda química de oxígeno, aluminio, arsénico, cadmio, cobre, fierro, mercurio, manganeso, plomo y zinc sobrepasan los ECA- Categoría III, con una concentración de 0.7 mg/L, 0.57 mg/L, 2.44 mg/L, 11.96 mg/L, 3.08 mg/L, 30.96 mg/L, 0.97 mg/L, 83.5 mg/L, 30.16 mg/L y 5.77 mg/L respectivamente. Asimismo, se arrojó una concentración baja de aceites y grasas superando en 1 mg/L ya que los demás valores se encuentran por debajo del Límite de Cuantificación de Métodos, significa que el resultado es equivalente a cero y no se aprecia la presencia de aceites y grasas (ANA, 2 011).

Por otro lado, Medina, N. (2002), ostentó un análisis de todos los parámetros fisicoquímicos: pH, oxígeno disuelto, temperatura, turbidez, conductividad, nutrientes (nitrógeno amoniacal, nitratos nitritos, fósforo total); metales pesados (plomo, cadmio, zinc, cobre, fierro) así mismo los parámetros bacteriológicos de coliformes (Numero Más Probable) con el objetivo de evaluar la calidad del agua en la cuenca del río Armería, México.

Se recolectaron un total de 32 muestras de agua en los puntos seleccionados: Derribadora Peñitas, Estación Puente Pueblo Juárez, Estación Jala y Periquillos. Según los resultados obtenidos se manifestó que la temperatura del agua durante las tres estaciones presentó un descenso con relación a lo que establece la Norma Oficial Mexicana. El pH tiende a ser alcalino en todos los puntos muestrales y solo en el sitio de Jala que viene a ser el segundo punto se detectó la presencia de nitritos, el oxígeno disuelto disminuyó su concentración en la estación temporal de primavera; y finalmente está la presencia de contaminación fecal en el agua (Medina, 2 002).

### **1.3. Bases teóricas**

#### **1.3.1. Aguas residuales**

Las aguas residuales domésticas son aguas procedentes de las viviendas, oficinas, edificios comerciales que se conducen en forma combinada en alcantarillas subterráneas a una laguna de estabilización que generalmente están apartadas de la ciudad. El volumen generado está en función del nivel de educación y de las costumbres de los habitantes de las ciudades. Las aguas residuales domésticas son el producto de viviendas que poseen un sistema de abastecimiento de aguas interconectadas a una red de alcantarillado en la que se vierte todas las aguas hervidas de la vivienda, como baño, cocina, etc. (Arocutipa, 2 013).

**1.3.1.1. Tipos de agua residual:** Existen diferentes formas de agua residual, las cuales se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 1.  
*Tipos de aguas residuales*

TIPOS DE AGUA	DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>Agua residual doméstica</b>	Productos en las diferentes actividades al interior de las viviendas, colegios, etc.	Los contaminantes están presentes en moderadas concentraciones
<b>Agua residual municipal</b>	Son transportados por el alcantarillado de una ciudad o población.	Contiene materia orgánica, nutrientes y patógenos, etc.
<b>Agua residual industrial</b>	Los resultantes de las descargas de industrias	Contiene materia orgánica, nutrientes y patógenos, etc.
<b>Agua negra</b>	Contiene orina y heces.	Su contenido depende del tipo de industria o procesos industriales.
<b>Agua amarilla</b>	Es la orina transportada con o sin agua.	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos farmacéuticos
<b>Agua café</b>	Agua con pequeña cantidad de heces y orina.	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos.
<b>Agua gris</b>	Provenientes de lavamanos, duchas, lavadoras.	Tienen pocos nutrientes y agentes patógenos, por el contrario, presentan máxima carga de productos y detergentes.

Fuente: Tipos de aguas residuales (Arocutipa, 2 013).

### 1.3.1.1. Composición de las aguas residuales

Las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua cerca del 99.9% y un 1% de sólidos suspendidos de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos como arenas, sales y metales, siendo este 0.1% el que debe ser sometido a tratamiento en las

plantas de tratamiento de aguas residuales. La composición del agua residual está en función del uso, esta depende tanto de las características sociales y económicas de la población, así como el clima, la cultura y del uso del suelo entre otras (Arocutipa, 2 013).

### **1.3.1.2. Tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reúso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: Tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías y eventualmente bombas a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales, estatales y federales (regulaciones y controles), (Vega & Pérez, 2 011).

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también

pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Para eliminar metales disueltos se utilizan reacciones de precipitación, que se utilizan para eliminar plomo y fósforo principalmente (Vega & Pérez, 2 011).

A continuación, sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. El efluente final puede ser descargado o reintroducido de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada (Vega & Pérez, 2 011).

### **1.3.2. Características generales del agua**

“La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables físico-químicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o rechazo” (Wu, 2 009).

Comúnmente las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua son responsables de que la tierra sea tal como se conoce y que la vida misma es

consecuencia de las propiedades tan especiales de la molécula de agua, ya que se considera que las primeras formas primitivas de vida comenzaron en una solución acuosa. El agua se presenta principalmente como un líquido de características poco comunes, es un recurso natural indispensable para todos los seres vivos y en general forma parte de toda la materia viva (Valle, 2 015).

### **1.3.3. Características físicas del agua**

“Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, este engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta” (Arocutipa, 2 013).

Son las propiedades que se pueden ver, sentir u oler. Por ejemplo: La turbiedad, el color, la temperatura, el olor y el sabor. El agua para consumo humano debe ser transparente, incolora y sin sedimentos. Tampoco debe tener sabor ni olor y debe ser fresca al paladar (Valle, 2 015).

### **1.3.4. Características químicas del agua**

Estas características se deben a las diversas sustancias químicas disueltas en el agua. Es importante conocerlas, para así poder escoger el tratamiento adecuado y las sustancias requeridas para tratarla y que esté apta para el consumo humano. Algunas sustancias químicas en el agua, bien sea en forma natural como el arsénico, el flúor y el manganeso, o agregadas por actividades del hombre, como los nitratos, los metales pesados y los pesticidas, pueden ser nocivas para la salud

humana y deben ser removidas antes de utilizar el agua para consumo humano (Valle, 2 015).

### **1.3.5. Características microbiológicas del agua**

Estas características están dadas por los microorganismos presentes en el agua.

El agua para consumo humano debe estar libre de los microorganismos y parásitos que pueden causar enfermedades como diarrea, cólera, gastroenteritis, amebiasis, entre otras (Valle, 2 015).

“El agua es excelente disolvente de sustancias y compuestos bipolares. Incluso moléculas biológicas no solubles, como lípidos, forman con el agua, dispersiones coloidales” (Moscoso, 2016).

“los principales grupos de microorganismos biológicos y organismos patógenos presentes en las aguas residuales, así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos” (Arocutipa, 2 013)

### **1.3.6. Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales R.J. 056 - 2 018 - ANA**

El río Cajamarquino pertenece a la cuenca del Crisnejas perteneciendo a la categoría III, por lo que se realiza la comparación con los Calidad Ambiental, ECA - Decreto Supremo N° 004 – 2 017 - MINAM.

Tabla 2.

*Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales R.J. 056- 2018-ANA*

CURSO DE AGUA				UNIDAD GEOGRÁFICA		
Nº	Código	Nombre	Categoría	Longitud	Código	Nombre
	curso			(Km)	UH	
814	49 898	Río	Categoría	152.52	49 898	Cuenca
		Crisnejas	3			Crisnejas

Fuente: Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales R.J. 056-2018- ANA.

### **1.3.7. Estándares de Calidad Ambiental, ECA - Decreto Supremo N° 004 - 2017-**

#### **MINAM**

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales, las políticas públicas y en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Es por ello que el diseño de las PTAR parte de la definición del ECA para el tipo de uso que se le otorga al cuerpo de agua que recibirá sus efluentes (Vega & Peña, 2 008).

### **1.3.8. Límites Máximos Permisibles, LMP - Decreto Supremo N° 003 - 2010-**

#### **MINAM**

Se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente, que al ser excedido causa o puede causar daños para la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es

exigible legalmente por la respectiva autoridad competente (Vega & Peña, 2008).

## **1.4. Definición de términos básicos**

### **1.4.1. Temperatura (T°)**

Este parámetro tiene gran importancia en las aguas residuales por su efecto sobre las características del agua, sobre las operaciones y procesos de tratamiento, ya que esta afecta y altera la vida acuática además modifica la concentración de saturación del oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacterial (Zamora, 2013).

### **1.4.2. Potencial de hidrogeno (pH)**

Es una medida de qué tan ácida o básica es el agua. Al tener un pH de 7 se dice que el agua es neutra. Valores menores a 7 son ácidos y aquellos mayores a 7 son básicos. Los ácidos orgánicos débiles bajan ligeramente el pH del agua. El pH es afectado por el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) el cual forma en el agua un ácido orgánico débil llamado ácido carbónico (Aguirre, 2014).

### **1.4.3. Oxígeno disuelto (OD)**

Es el factor que determina si los cambios biológicos son efectuados por organismos aeróbicos o anaeróbicos. Es muy importante que las condiciones favorables de los organismos aeróbicos se mantengan, o de otra manera, los organismos anaeróbicos se desarrollan dando origen a condiciones difíciles de aquí que las mediciones del oxígeno disuelto sean indispensables para conocer

y procurar el mantenimiento de las condiciones aeróbicas en las aguas naturales que reciben materia contaminante (Zamora, 2 013).

#### **1.4.4. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Este parámetro es usado como una prueba para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las muestras de agua. Mide el oxígeno requerido por los organismos en sus procesos metabólicos al consumir materia orgánica presentes en las aguas residuales. Cuanto mayor sea el valor de este parámetro, más contaminada estará el agua (Barboza, 2011).

#### **1.4.5. Demanda química de oxígeno (DQO)**

Es la cantidad de oxígeno que consume las sustancias o materiales orgánicos reductores presentes en el agua sin la intervención de microorganismos. Esta prueba al igual que la DBO<sub>5</sub> y COT, según (Zamora, 2 013).

#### **1.4.6. Sólidos suspendidos totales (SST)**

El contenido de sólidos en el agua afecta directamente la cantidad de lodo que se produce en el sistema de tratamiento o disposición. Teóricamente, los sólidos totales contenidos en las aguas son los residuos secos de los productos disueltos y suspendidos, que las aguas poseen en el momento de tomarse la muestra para análisis (Zamora, 2 013).

#### **1.4.7. Aceites y grasas (AC)**

La presencia de aceites y grasas en el agua, alteran su calidad estética de color, olor, sabor y apariencia. El aceite o petróleo en las aguas, es perjudicial para la vida acuática, porque forma película sobre la superficie del agua, reduce la aireación y disminuye la penetración de la luz solar, necesaria para la fotosíntesis (producción primaria) de las plantas acuáticas (Rivera & Vásquez, 2 016).

#### **1.4.8. Coliformes termotolerantes (CT)**

Los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes porque soportan temperaturas hasta de 45 °C. Estos organismos integran el grupo de los Coliformes totales, pero se diferencian en que son indol positivo. Son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, la presencia de estos indica contaminación fecal de origen humano o animal. De ellos la mayoría son E. coli (Vela, 2 016).

### **1.5. Formulación del problema**

¿Cómo influye el vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Cajamarquino del distrito de Llacanora?

### **1.6. Objetivos**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar si la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas sobrepasa los LMP - D.S N° 003 - 2010 MINAM y ECA-

D.S N° 004 - 2017 MINAM en la calidad de agua del río Cajamarquino del distrito de Llacanora.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

Determinar si los parámetros fisicoquímicos: pH, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas sobrepasa los LMP - D.S N° 003-2010 MINAM y ECA- D.S N° 004 - 2017 MINAM en la calidad de agua del río Cajamarquino por la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Llacanora.

Determinar si los parámetros microbiológicos: Coliformes termotolerantes sobrepasa los LMP - D.S N° 003 - 2010 MINAM y ECA- D.S N° 004 - 2017 MINAM en la calidad de agua del río Cajamarquino por la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Llacanora.

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis general**

La influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas sobrepasó los LMP - D.S N° 003 - 2010 MINAM y EC - D.S N° 004 - 2017 MINAM en los parámetros de coliformes termotolerantes y aceites y grasas en la calidad de agua del río Cajamarquino del distrito de Llacanora.

### **1.7.2. Hipótesis específicas**

Los parámetros fisicoquímicos: Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, aceites y grasa en la calidad de agua del río Cajamarquino sobrepasó los LMP D.S N° 003 - 2010 MINAM y ECA D.S N° 004 - 2017 MINAM al ser impactados por el vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Llacanora.

Los parámetros microbiológicos: Coliformes termotolerantes en la calidad de agua del río Cajamarquino sobrepasó los LMP D.S N° 003 - 2010 MINAM y ECA D.S N° 004 - 2017 MINAM al ser impactado por el vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del distrito de Llacanora.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación de acuerdo a la finalidad del estudio de investigación es descriptivo.

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

#### 2.2.1. Población

Lo constituye un tramo el río cajamarquino del distrito de Llacanora (sector la banda) con un total de 90 muestras, realizado en las 6 campañas. Para ello se analizaron los 7 parámetros de los límites máximos permisibles de agua residual, siendo la población en general 5 292 mL.

$$P = \# \text{total de Muestras} * \# \text{de campañas} * \# \text{de parámetros}$$

#### 2.2.2. Muestra

La muestra lo constituye los tres puntos de muestreo: Aguas arriba (agua superficial), vertimiento (agua residual), aguas abajo (agua superficial) con un total de 90 muestras realizado durante las 6 campañas en la temporada seca y lluvia.

Tabla 3  
*Puntos de muestreo en el río Cajamarquino*

Punto	PUNTOS DE MUESTREO		
	Éste	Norte	elevación
Aguas arriba	785 595.09	9 202 165.22	2 590
Vertimiento	785 651.41	9 202 106.47	2 589
Aguas abajo	785 656.63	9 202 085.04	2 588

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

### **2.3.1. Según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales- (Resolución Jefatural N° 010 - 2 016 - ANA).**

#### **2.3.2. Medios de transporte:**

Vehículo para transporte terrestre(camioneta)

#### **2.3.3. Materiales**

Cooler grandes y pequeños

Frascos de plástico y vidrio

Baldes de plástico de primer uso y limpios (4L)

Guantes descartables

Mascarillas

Pizetas

Refrigerantes

#### **2.3.4. Equipos**

GPS

Multiparámetro

Cámara fotográfica

### **2.3.5. Soluciones y reactivos**

Agua destilada

Preservantes

### **2.3.6. Formatos**

Ficha de Campo

Cadena custodia

### **2.3.7. Material cartográfico**

Mapa hidrográfico

### **2.3.8. Indumentaria de protección**

Zapato de seguridad

Botas de jebe

Vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (chaleco)

Lentes

Casco

### **2.3.9. Otros**

Plumones indelebles

Lápices

Cinta adhesiva

Papel secante

Libreta de campo

Soga

Cinta métrica

Linterna de mano

Tablero

## **2.4. Procedimiento**

### **2.4.1. Fase de campo**

El monitoreo se inició en el mes de septiembre en época de seca, hasta el mes de noviembre, 2017 que vendría a ser época de lluvia. Para la ejecución del monitoreo se tomaron tres puntos (aguas arriba, aguas abajo, vertimiento) en seis campañas; tres en época de lluvia y tres en época seca, para realizar el muestreo de campo, nos basamos en el Protocolo Nacional de Monitoreo para Recursos Hídricos Superficiales - ANA, el cual nos brindó los procedimientos técnicos para desarrollar el monitoreo de la calidad de agua del río Cajamarquino.

#### **A. Muestreo**

Las muestras fueron tomadas durante los meses de septiembre hasta noviembre del 2017, tomando cinco muestras por cada punto de muestreo para efectuar el análisis fisicoquímico y microbiológico, todas las muestras fueron trasladadas al Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca inmediatamente después de concluir su toma.

El primer paso para el procedimiento de la toma de muestras el personal responsable debe colocarse el equipo de protección personal antes del inicio de la toma de muestras. Iniciando aguas arriba en el punto medio de la corriente principal, evitando aguas estancadas o poco profundas. Seleccionando los frascos plastificados de dicho parámetro (pH, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales), antes enjuagar tres veces a excepción de los recipientes de vidrio (aceites y grasas y coliformes termotolerantes).

Se debe manipular el frasco por debajo del cuello, sumergiendo en dirección opuesta al flujo de agua, un litro como mínimo; demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), se aplica el mismo procedimiento, para demanda química de oxígeno (DQO) en medio litro, y finalmente para aceites y grasas, coliformes termotolerantes; no enjuagar el frasco ya que son de vidrio debidamente esterilizados y se toma solo 250 mL.

Cada frasco debe estar rotulado y etiquetado con etiquetas adhesivas, los datos que debe contener son los siguientes:

Nombre del solicitante

Código del punto de muestreo

Tipo de cuerpo de agua

Fecha y hora de muestreo

Nombre del responsable de la toma de muestra

Tipo de análisis requerido

Preservación y tipo de muestreo

#### **2.4.2. Fase de laboratorio**

Después de realizarse los procesos de campo, las siguientes muestras fueron trasladadas al Laboratorio Regional del Agua - Cajamarca acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL); para ser ingresadas dichas muestras, primero viene el llenado de la cadena custodia, como mínimo se debe tener los siguientes datos:

Nombre de la institución que realiza el monitoreo

Nombre de la persona, correo electrónico, número de teléfono

Nombre del proyecto o del monitoreo (ejemplo, cuenca rio cajamarquino)

Código del punto de monitoreo o muestra

Clasificación de la matriz (agua de rio, laguna, mar)

Fecha y hora de muestreo

Número y tipo de envases por punto de muestreo

Preservación de la muestra

Lista de parámetros a analizar por cada muestra

Firma de la persona responsable del monitoreo

Observaciones de campo (condiciones climáticas, actividades insólitas en el lugar del monitoreo), para su ingreso a laboratorio de análisis, las muestras

fueron acompañadas de la cadena custodia debidamente llenada y protegida en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore y enviarla dentro del cooler que contiene las muestras. Los parámetros que se mandó analizar son: pH, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, coliformes termotolerantes (CT).

### **2.4.3. Fase de gabinete**

Los resultados reportados por el Laboratorio Regional del Agua se trabajaron en el programa Excel para ordenar los resultados según cada parámetro, luego fueron analizados en el software estadístico SPSS, mediante el método ANOVA, con la finalidad de validar la hipótesis de investigación.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultados de laboratorio de la temporada seca que sobrepasaron en concentraciones elevadas los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017-MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010-MINAM.

Tabla 4  
*Parámetros que sobrepasaron los ECA y LMP en temporada seca*

	Temporada seca	Puntos de muestreo		ECA (D1 - D2)	LMP
		Vertimiento	Aguas abajo		
<b>1° Campaña</b> (10 /09/17)	Aceites y grasas	99.4 mg/L		5 - 10 mg/L	20 mg/L
	Coliformes termotolerantes	540 000 NMP/100 mL	5 400 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
<b>2° Campaña</b> (24 /09/17)	Aceites y grasas	87.4 mg/L		5 - 10 mg/L	20 mg/L
	Coliformes termotolerantes	540 000 NMP/100 mL	3 200 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
<b>3° Campaña</b> (08 /09/ 17)	Aceites y grasas	65.6 mg/L		5 - 10 mg/L	20 mg/L
	Coliformes termotolerantes	54 000 NMP/100 mL	350 000 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL

3.2. Resultados de laboratorio de la temporada seca en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.

Tabla 5  
Comparación de pH con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

pH	Estaciones de muestreo		ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas	Aguas arriba	Aguas abajo	
Primera campaña	7.975	7.925	6.5 - 8.5
Segunda campaña	7.77	7.79	6.5 - 8.5
Tercera campaña	7.75	7.69	6.5 - 8.5
Promedio por estación	7.832	7.802	6.5 - 8.5

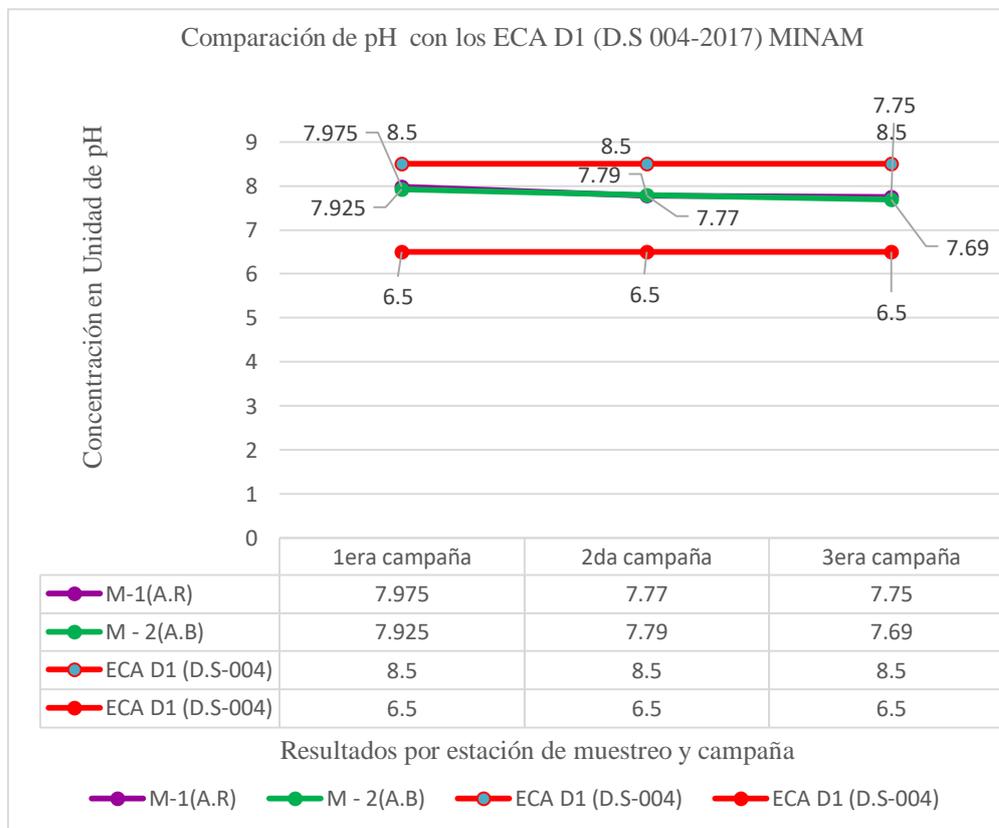


Figura 1. Comparación de pH con los ECA D1 (D.S 004 – 2017) MINAM

Tabla 6  
Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

pH	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Primera campaña	7.08	6.5 - 8.5
Segunda campaña	7.27	6.5 - 8.5
Tercera campaña	7.19	6.5 - 8.5
Promedio por estación	7.18	6.5 - 8.5

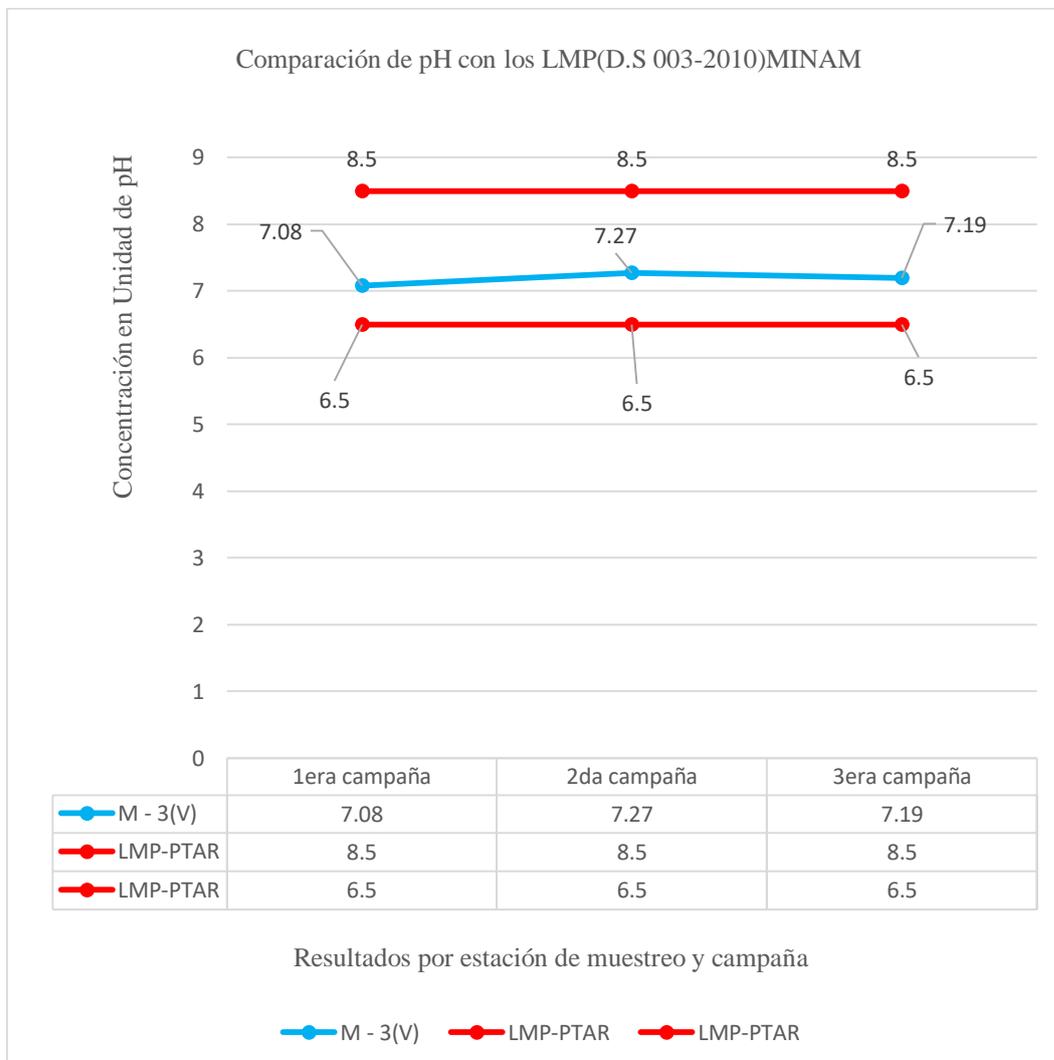


Figura 2. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 7  
Comparación de conductividad con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Conductividad	Estaciones de muestreo				
	Campañas	Aguas arriba	Aguas abajo	Vertimiento	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Primera campaña		888.5 $\mu$ S/cm	880 $\mu$ S/cm	870.5 $\mu$ S/cm	2500 $\mu$ S/cm
Segunda campaña		938 $\mu$ S/cm	936 $\mu$ S/cm	866 $\mu$ S/cm	2500 $\mu$ S/cm
Tercera campaña		870.5 $\mu$ S/cm	866 $\mu$ S/cm	642 $\mu$ S/cm	2500 $\mu$ S/cm
Promedio por estación		899.000 $\mu$ S/cm	894.000 $\mu$ S/cm	792.833 $\mu$ S/cm	2500 $\mu$ S/cm

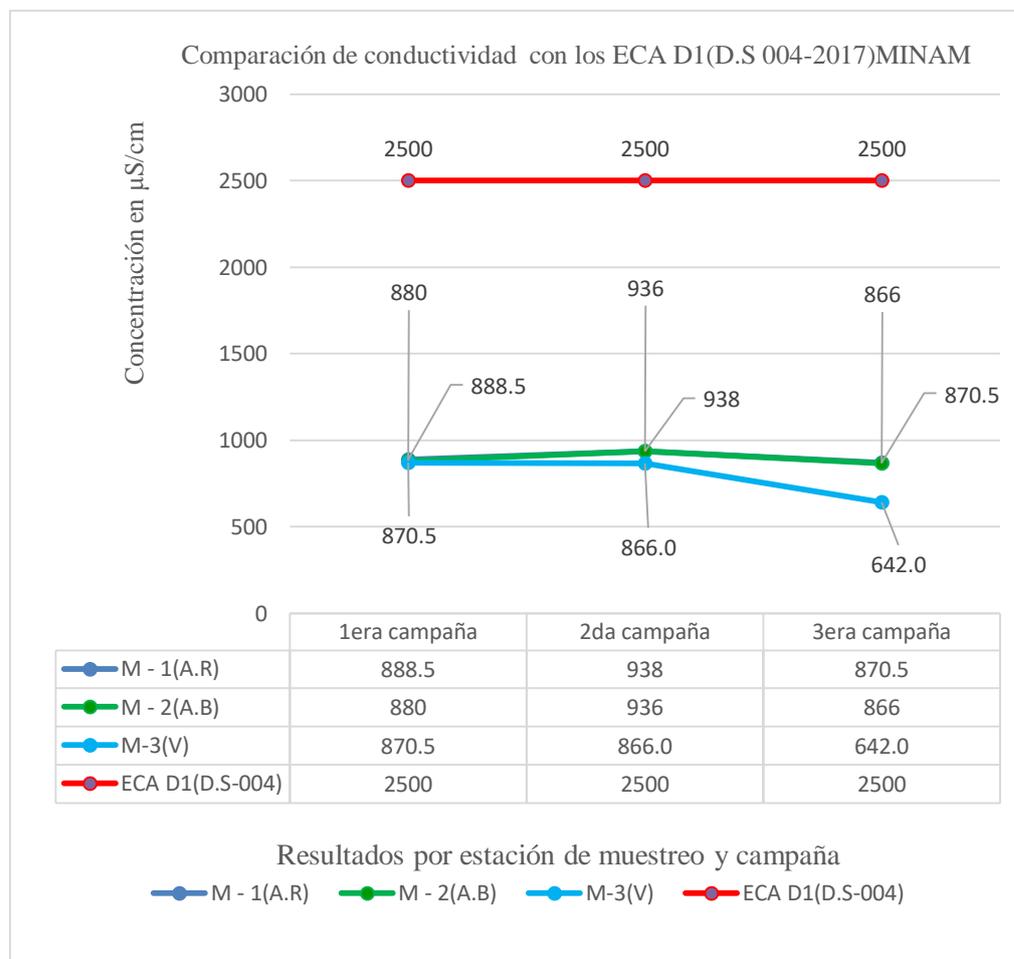


Figura 3. Comparación de conductividad con los ECA D1 (D.S 004.2017) MINAM

Tabla 8  
Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Demanda Bioquímica de Oxígeno	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Agua abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Primera campaña	5.2 mg/L	6.8 mg/L	15 mg/L
Segunda campaña	4.4 mg/L	4.7 mg/L	15 mg/L
Tercera campaña	3.4 mg/L	3.5 mg/L	15 mg/L
Promedio por estación	4.333 mg/L	5 mg/L	15 mg/L

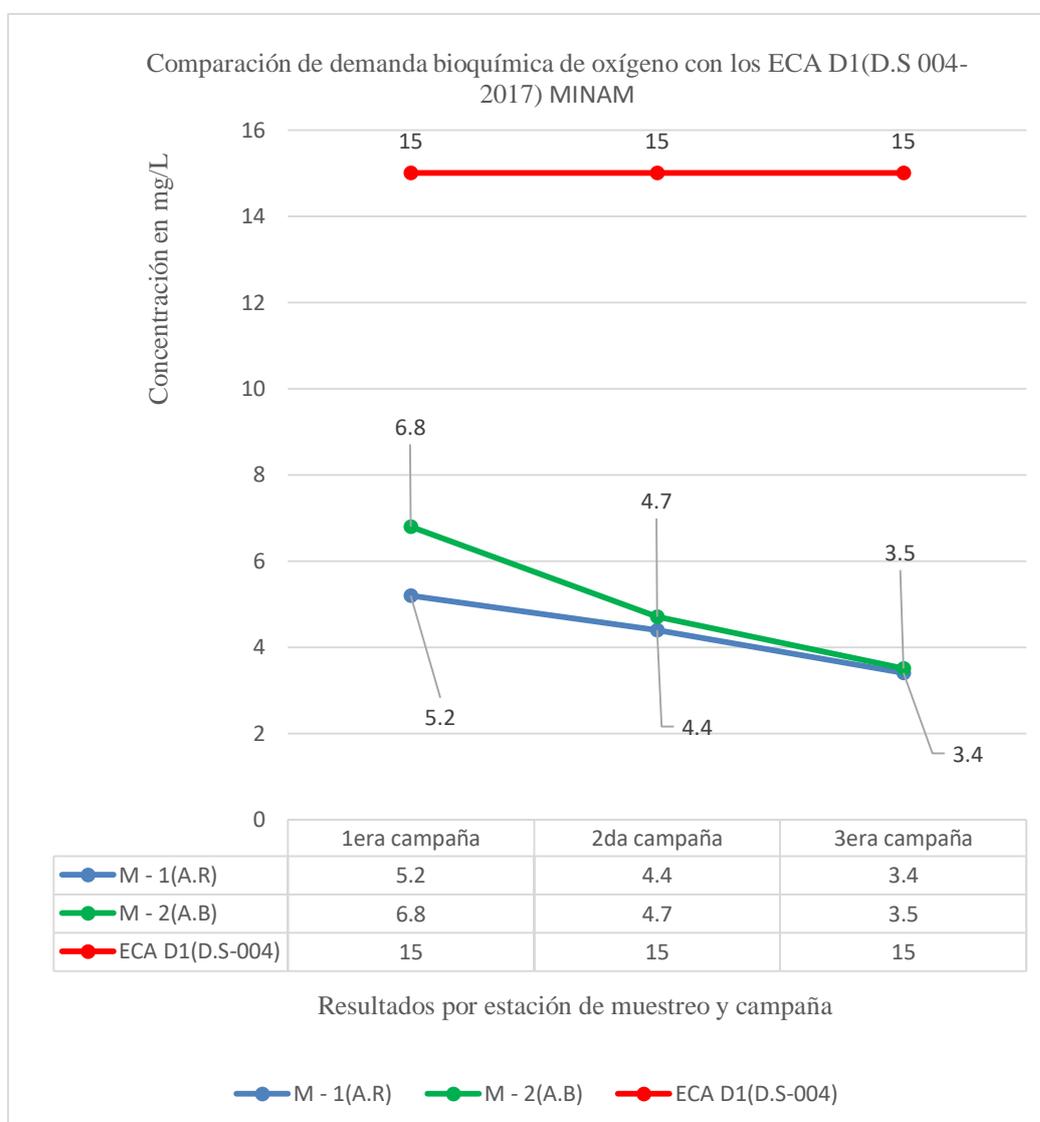


Figura 4. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 9  
Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Primera campaña	28.5 mg/L	100 mg/L
Segunda campaña	8.2 mg/L	100 mg/L
Tercera campaña	17.5 mg/L	100 mg/L
Promedio por estación	18.067 mg/L	100 mg/L

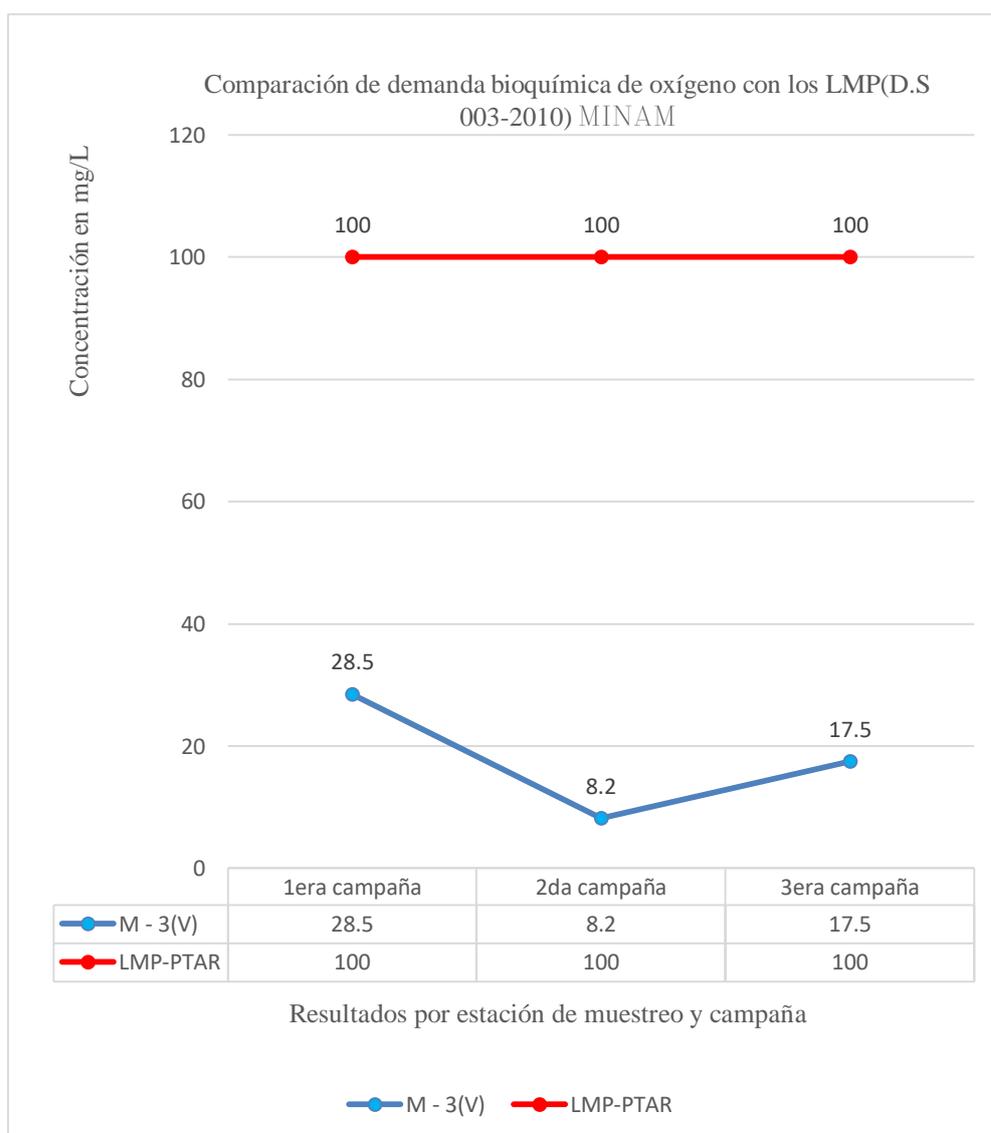


Figura 5. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 10

Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Agua abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Primera campaña			
Segunda campaña	12.8 mg/L	13.3 mg/L	40 mg/L
Tercera campaña	13 mg/L	16 mg/L	40 mg/L
Promedio por estación	12.90 mg/L	14.65 mg/L	40 mg/L

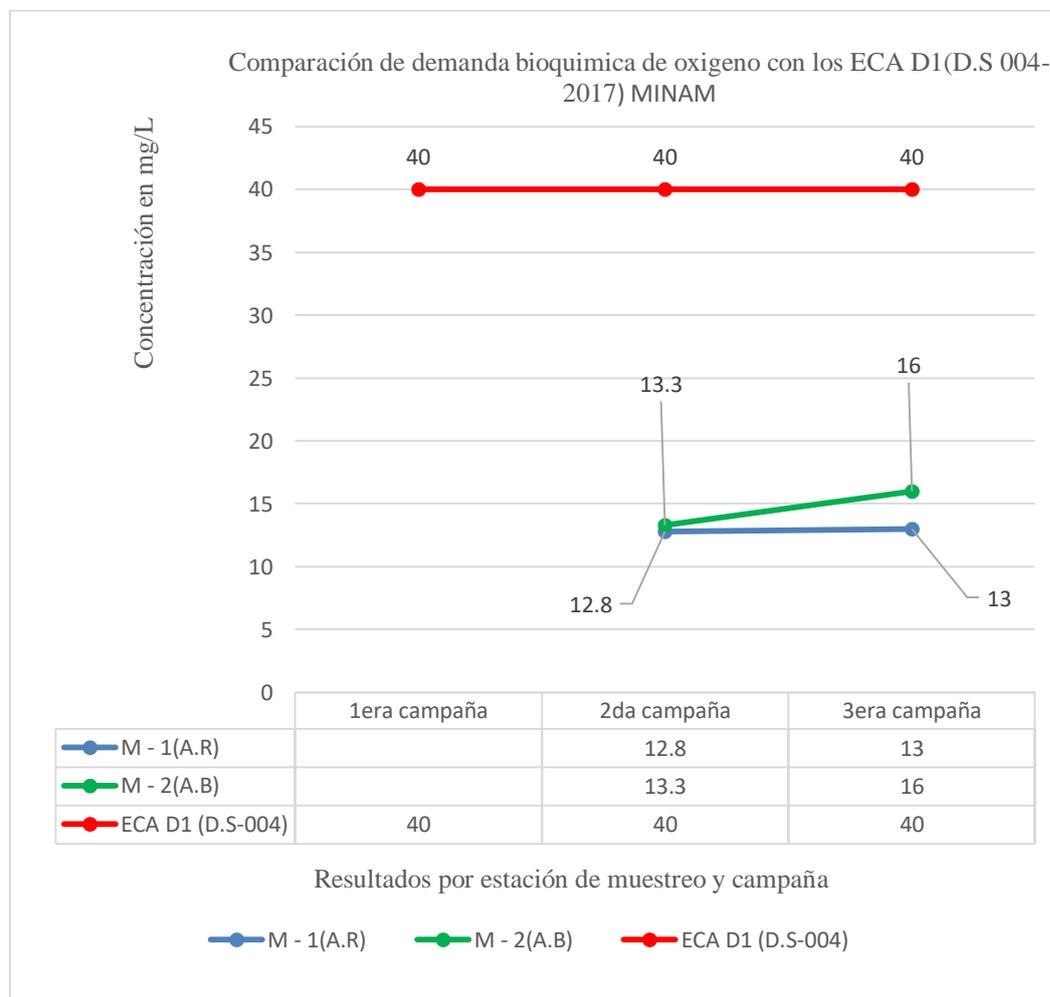


Figura 6. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017)

Tabla 11  
Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Demanda química de oxígeno	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Primera campaña	45 mg/L	200 mg/L
Segunda campaña	81.3 mg/L	200 mg/L
Tercera campaña	46 mg/L	200 mg/L
Promedio por estación	57.433 mg/L	200 mg/L

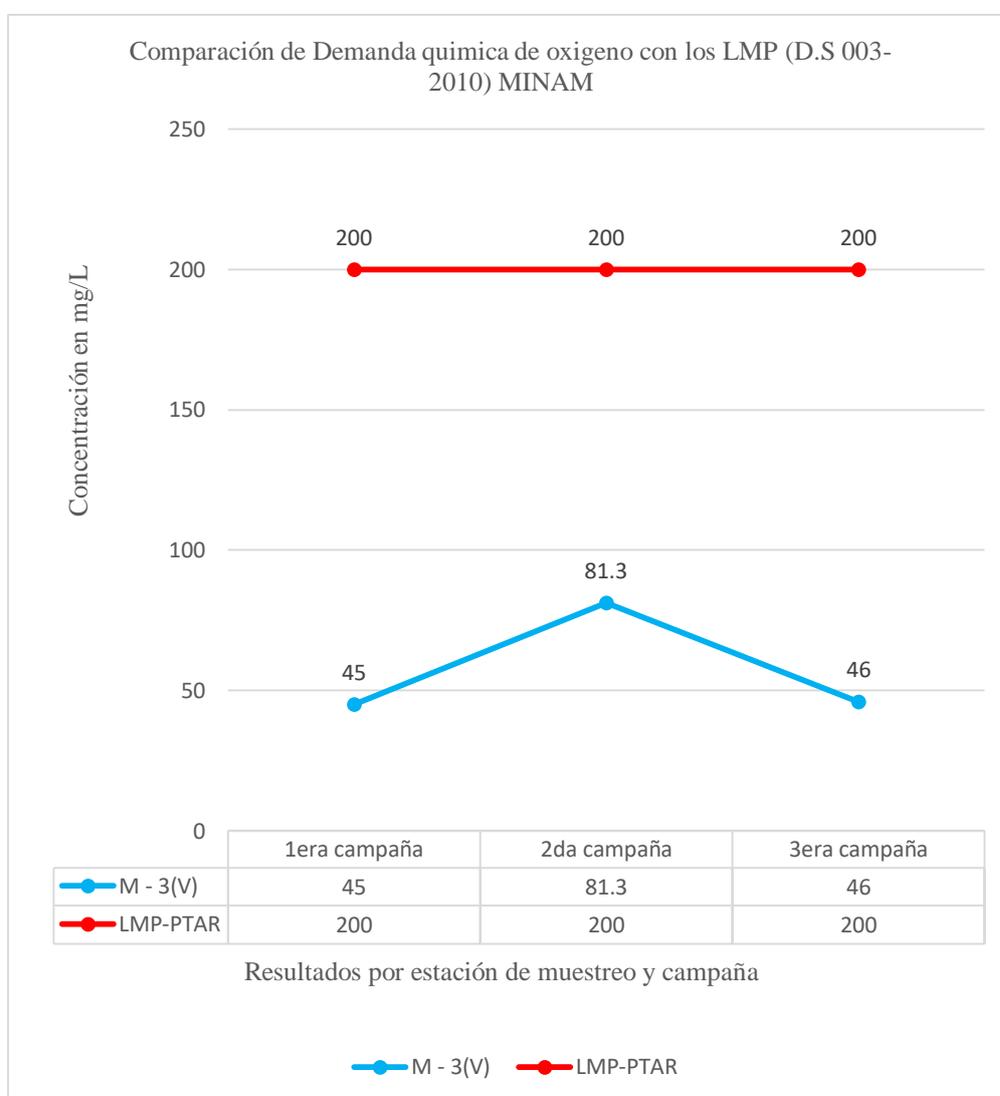


Figura 7. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 12

Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo			LMP (D.S 003-2010) MINAM
	Aguas arriba	Aguas abajo	Vertimiento	
Primera campaña	6.3 mL/L	7.7 mL/L	33 mL/L	150 mL/L
Segunda campaña	2.8 mL/L	8.6 mL/L	101.5 mL/L	150 mL/L
Tercera campaña	5.5 mL/L	4.7 mL/L	37 mL/L	150 mL/L
Promedio por estación	4.87 mL/L	7.000 mL/L	57.167 mL/L	150 mL/L

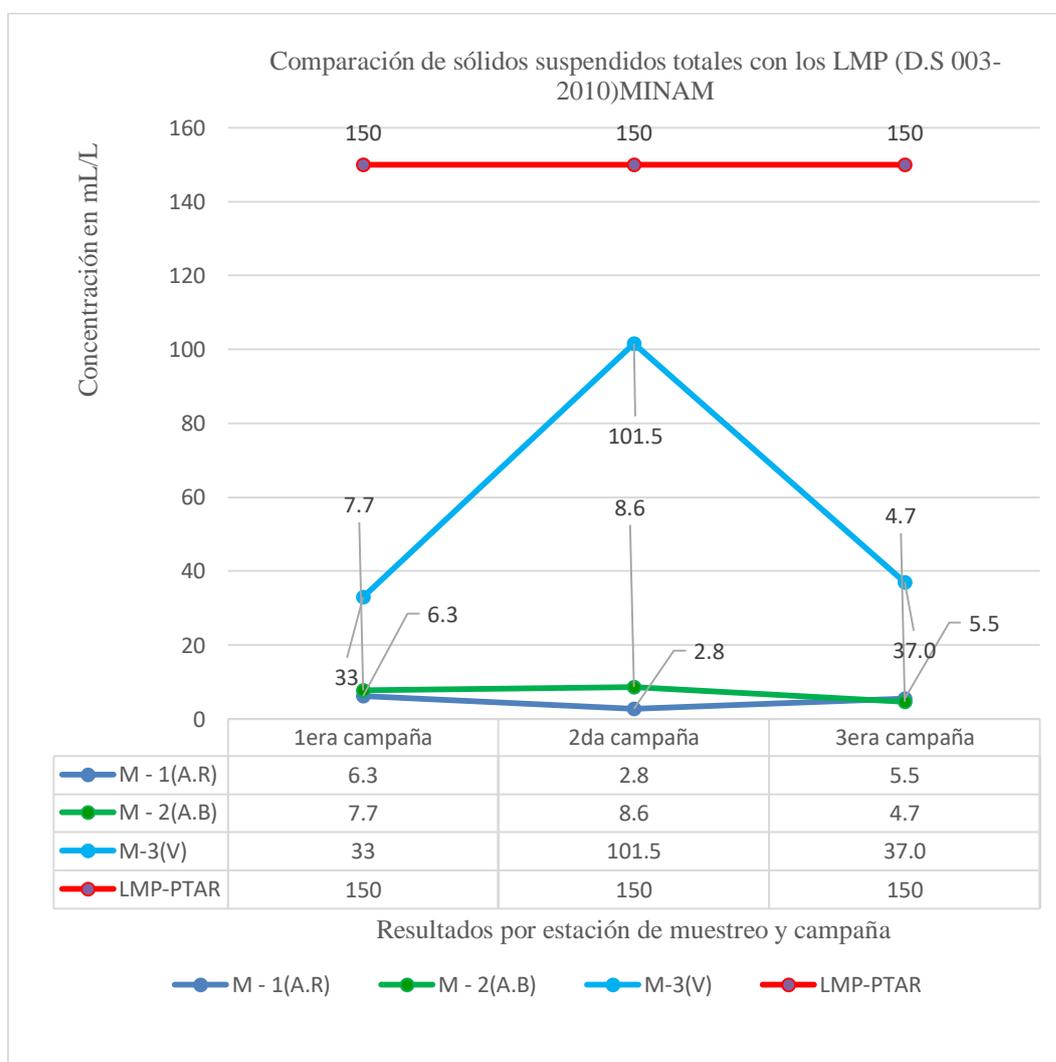


Figura 8. Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 13  
Comparación de aceites y grasas con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Agua abajo	ECA D1(D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Primera campaña	0.227 mg/L	0.846 mg/L	5 mg/L
Segunda campaña	0.06 mg/L	1.537 mg/L	5 mg/L
Tercera campaña	0.247 mg/L	0.433 mg/L	5 mg/L
Promedio por estación	0.18 mg/L	0.9386667 mg/L	5 mg/L

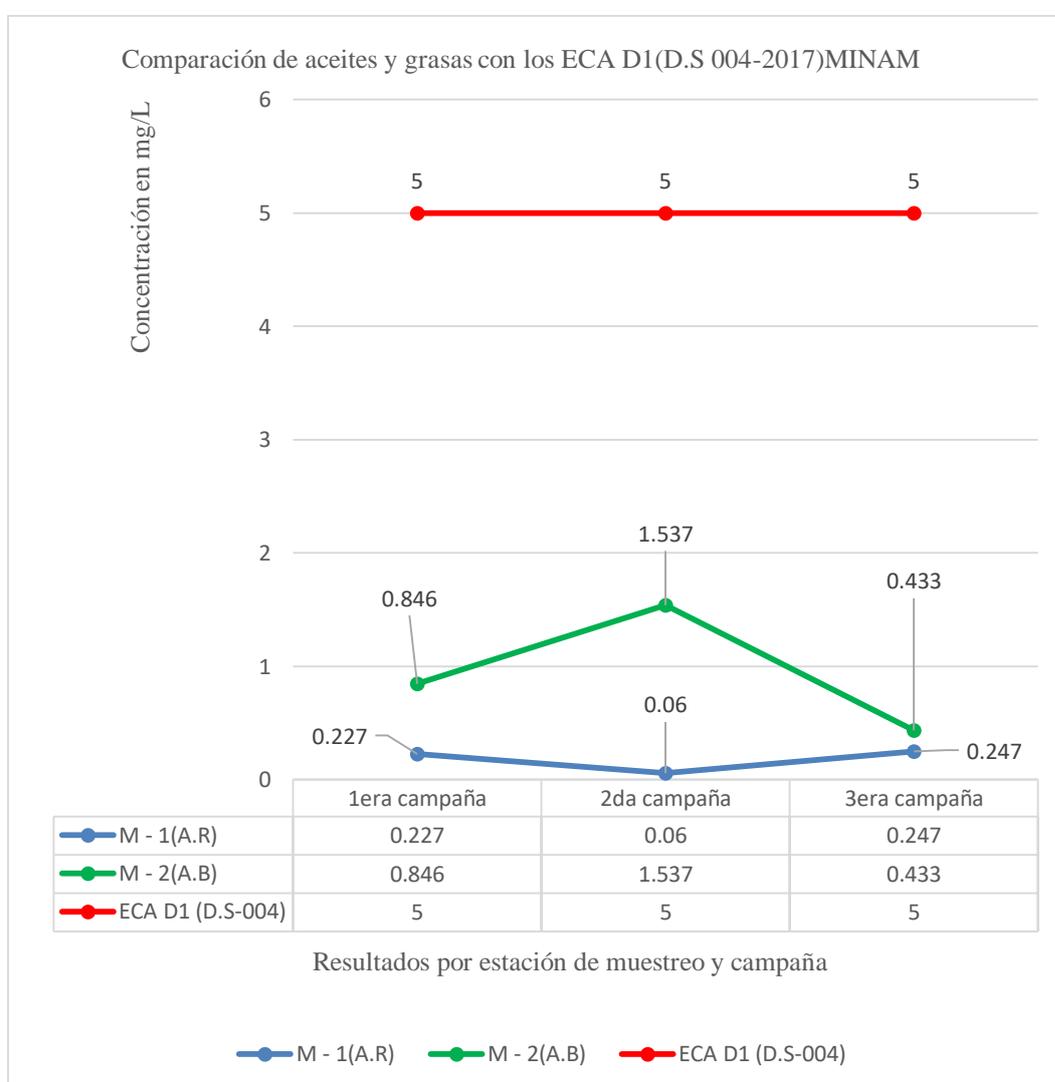


Figura 9. Comparación de aceites y grasas con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Tabla 14  
Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003- 2010) MINAM
Campañas		
Primera campaña	99.4 mg/L	20 mg/L
Segunda campaña	87.4 mg/L	20 mg/L
Tercera campaña	65.6 mg/L	20 mg/L
Promedio por estación	84.133 mg/L	20 mg/L

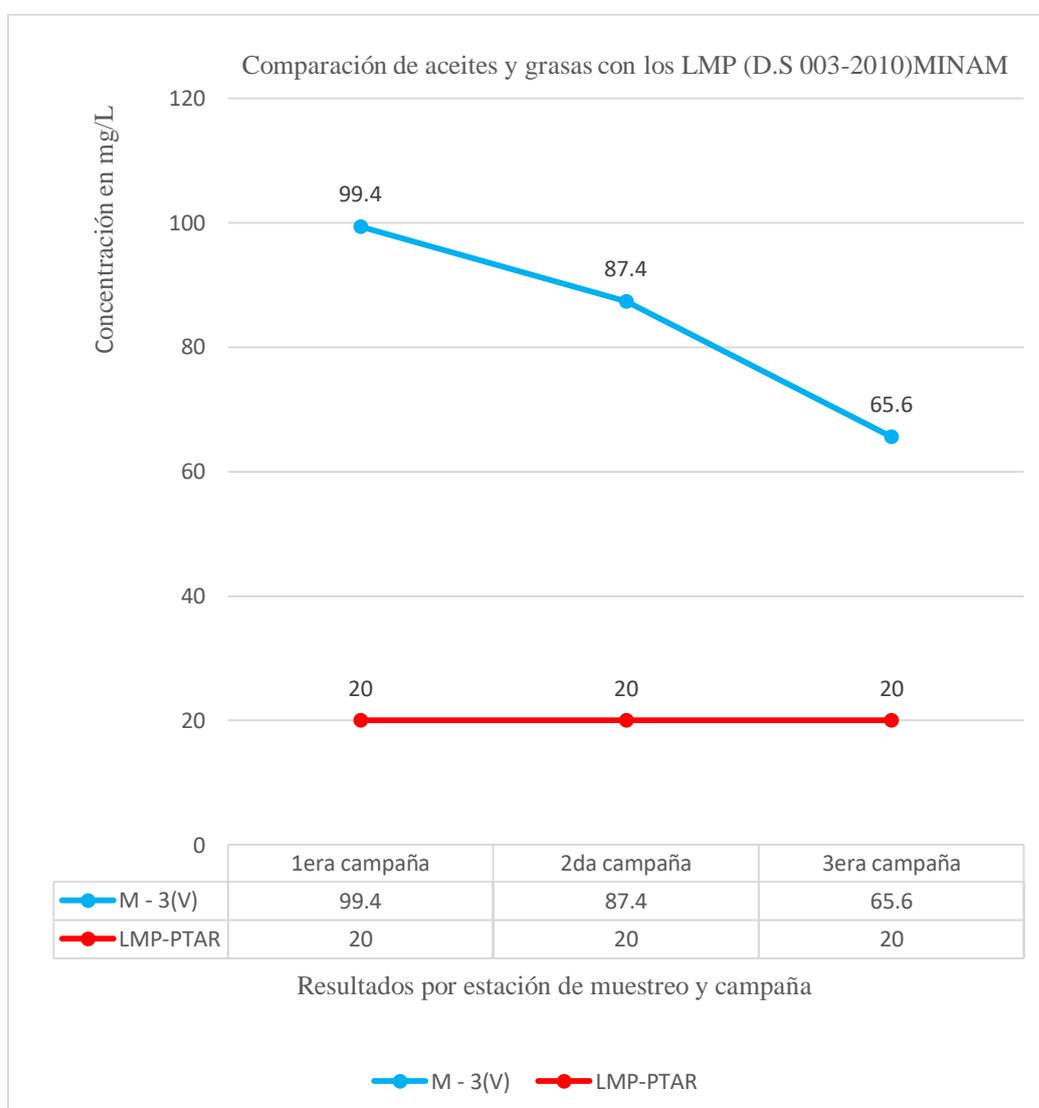


Figura 10. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 15  
Comparación de Coliformes termotolerantes con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Coliformes termotolerantes	Estaciones de muestreo		
	Agua arriba	Agua abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Primera campaña	790 s NMP/100 mL	5 400 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Segunda campaña	3 500 NMP/100 mL	3 200 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Tercera campaña	54 000 NMP/100 mL	350 000 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Promedio por estación	19 430.00 NMP/100 mL	119 533.33 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL

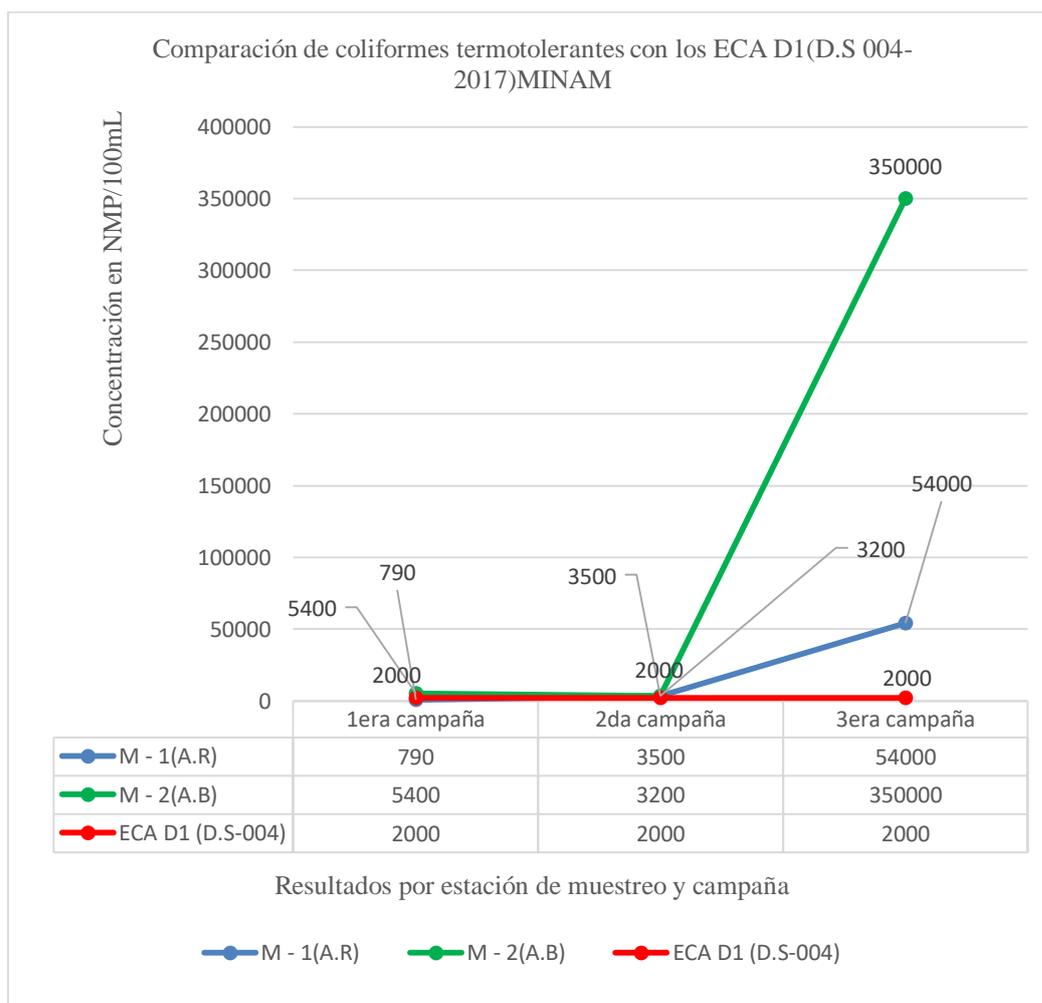


Figura 11. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 16  
Comparación de Coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Coliformes termotolerantes	Estaciones de muestreo	
Campañas	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Primera campaña	540 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Segunda campaña	540 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Tercera campaña	54 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Promedio por estación	199 166.667 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL

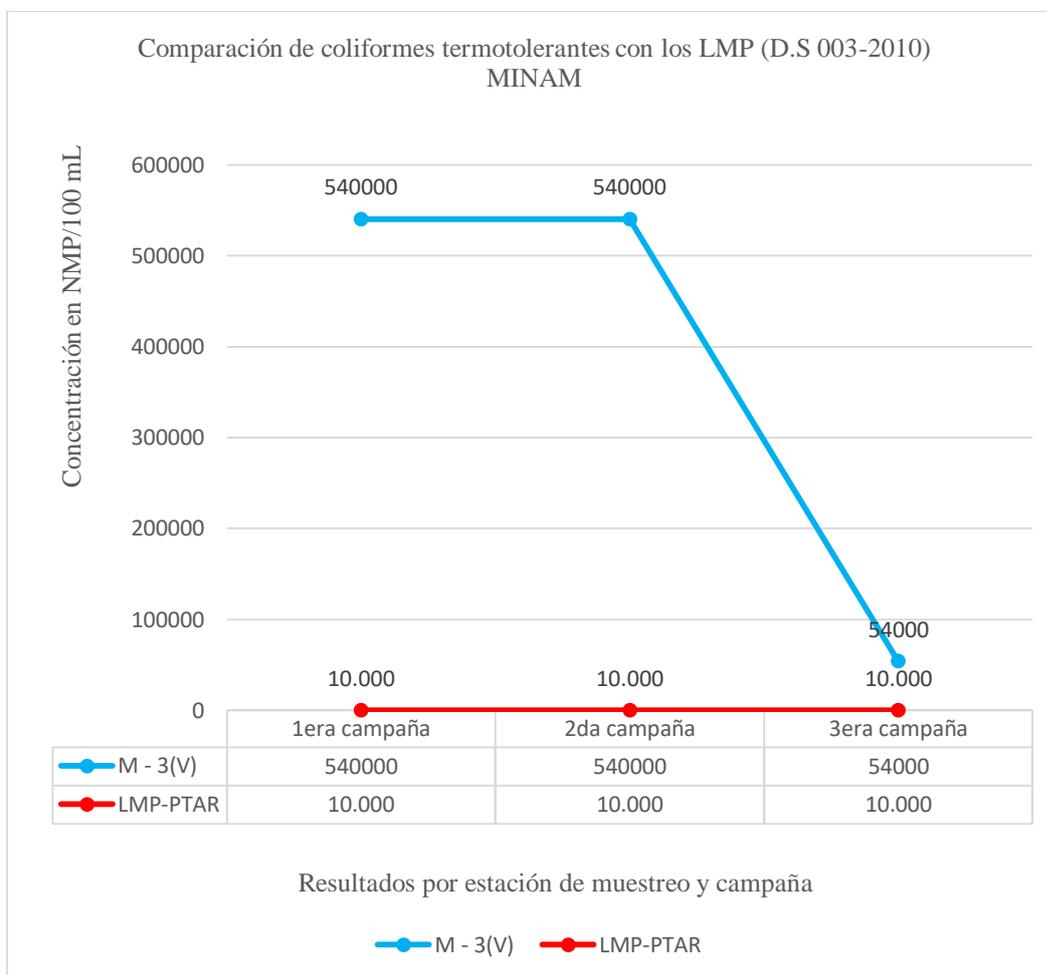


Figura 12. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

3.3. Resultados de laboratorio de la temporada seca en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D2: Bebida de animales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.

Tabla 17  
Comparación de pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

pH	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Agua abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Primera campaña	7.975	7.925	6.5 - 8.4
Segunda campaña	7.77	7.79	6.5 - 8.4
Tercera campaña	7.75	7.69	6.5 - 8.4
Promedio por estación	7.83	7.8016667	6.5 - 8.4

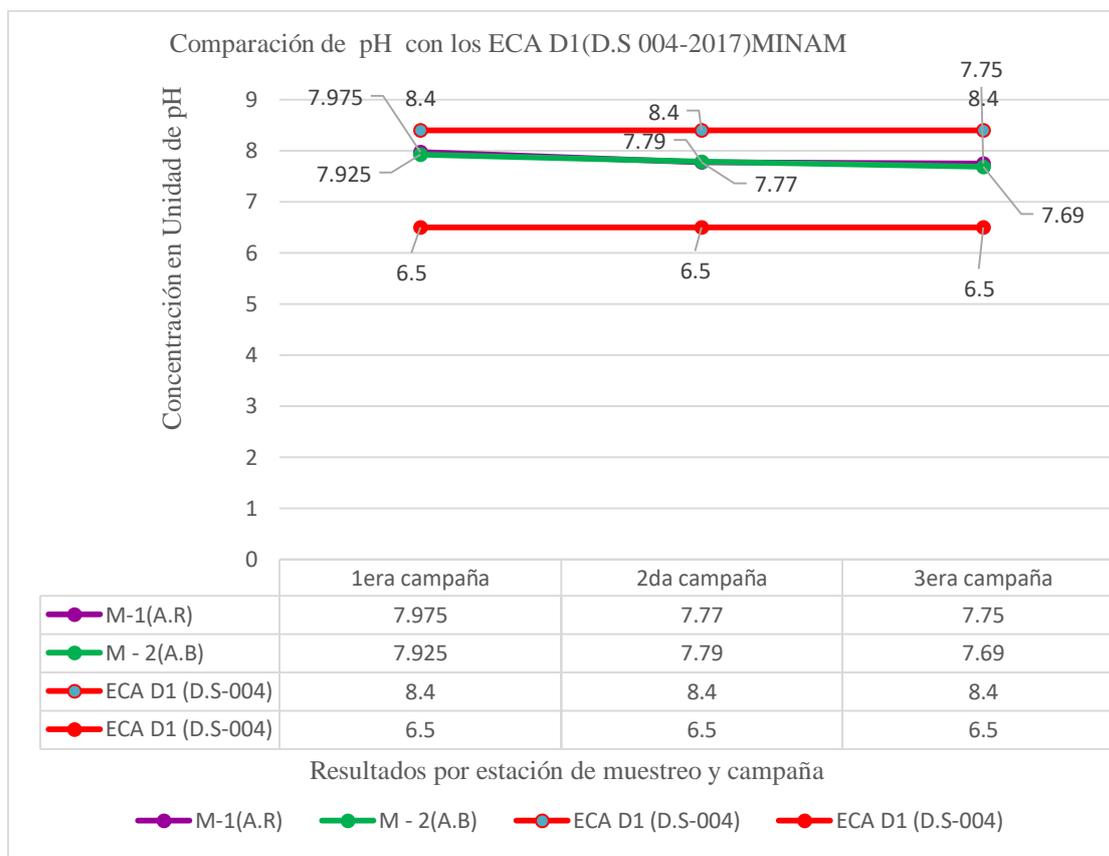


Figura 13. Comparación de pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 18  
Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

pH a 25°C	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Primera campaña	7.08	6.5 - 8.5
Segunda campaña	7.27	6.5 - 8.5
Tercera campaña	7.19	6.5 - 8.5
Promedio por estación	7.180	6.5 - 8.5

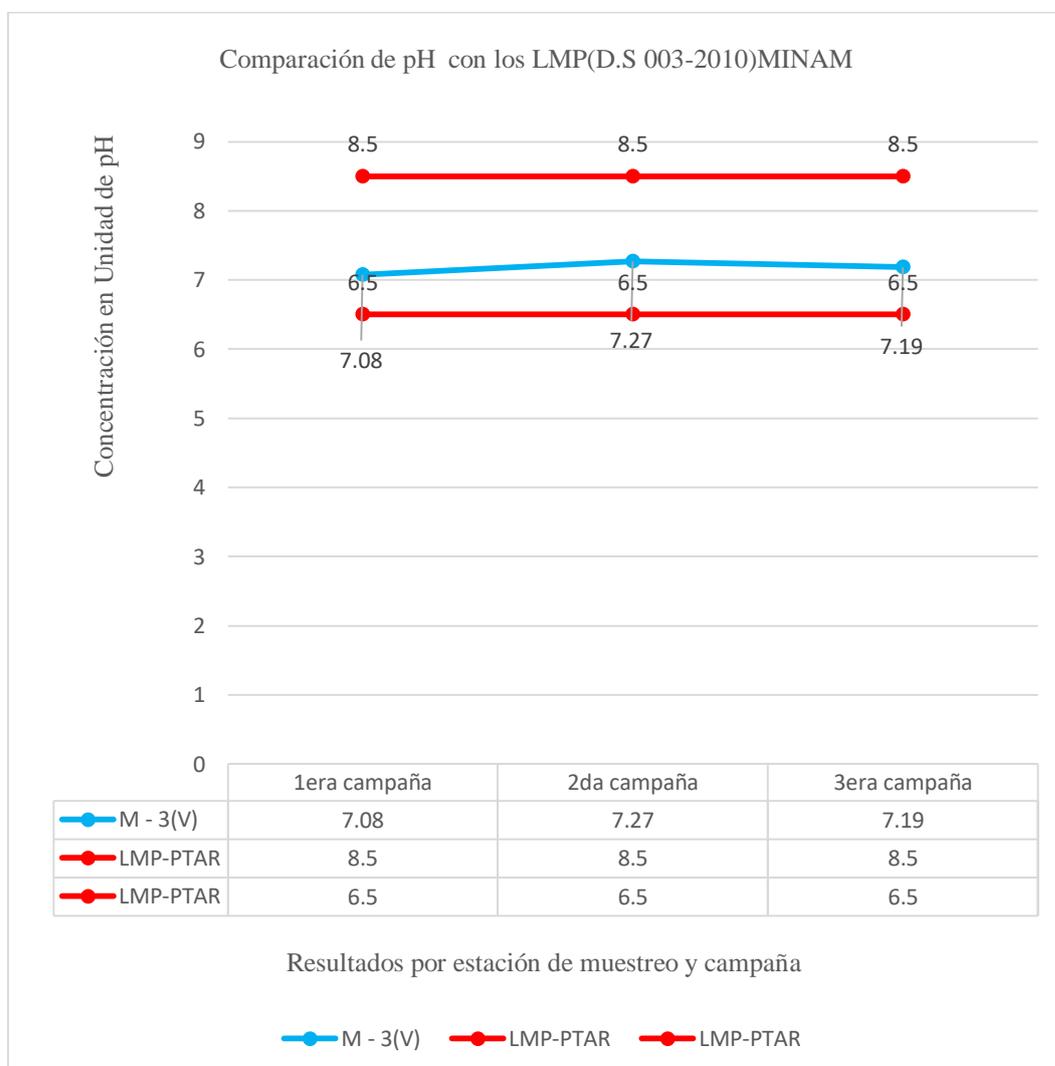


Figura 14. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 19  
Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo			ECA (D.S 004-2017) MINAM
	Aguas arriba	Agua abajo	Vertimiento	
Primera campaña	888.5 $\mu\text{S/cm}$	880 $\mu\text{S/cm}$	870.5 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$
Segunda campaña	938 $\mu\text{S/cm}$	936 $\mu\text{S/cm}$	866 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$
Tercera campaña	870.5 $\mu\text{S/cm}$	866 $\mu\text{S/cm}$	642 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$
Promedio por estación	899.00 $\mu\text{S/cm}$	894.00 $\mu\text{S/cm}$	792.833 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$

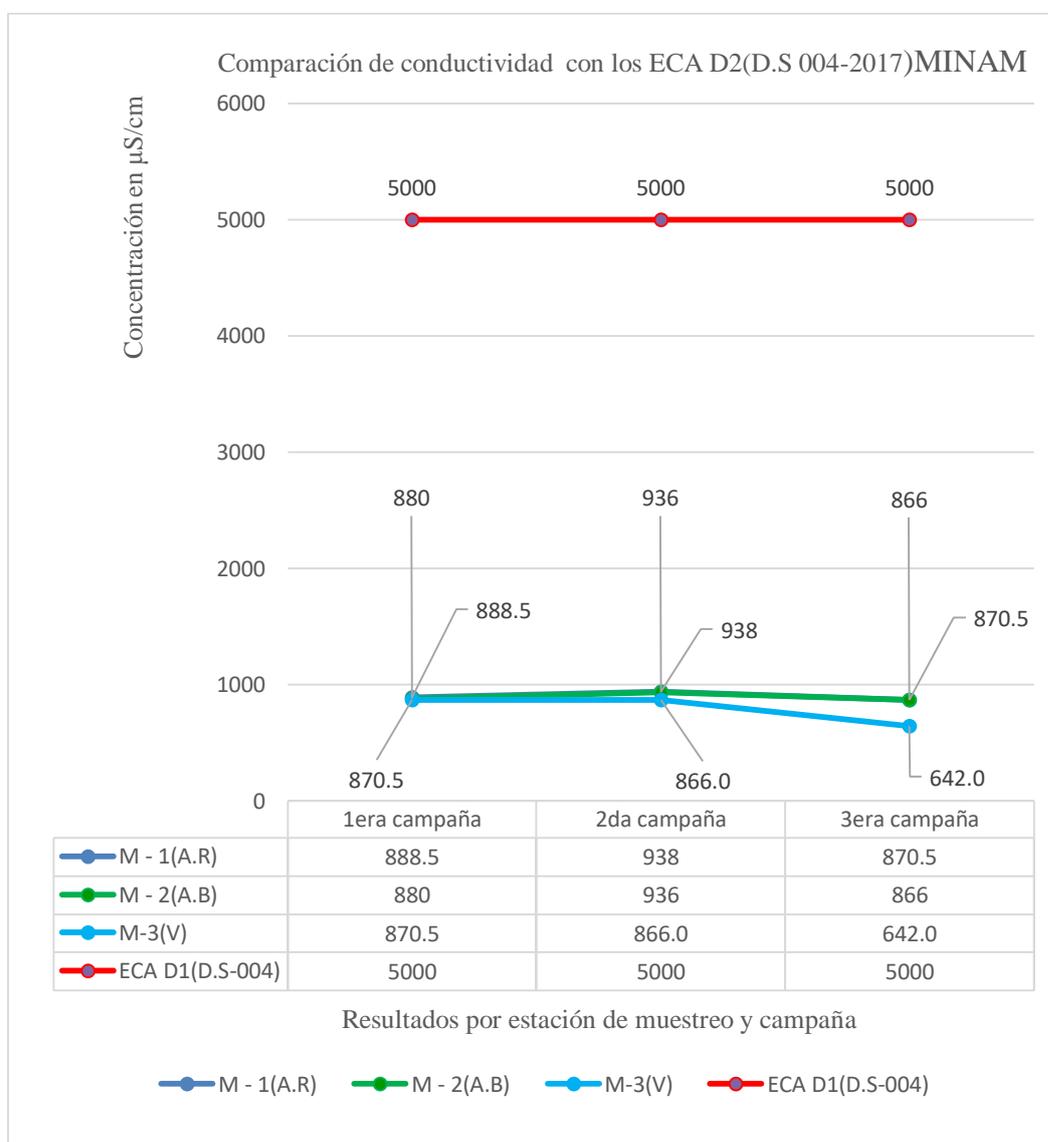


Figura 15. Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 20

Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Demanda bioquímica de oxígeno	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Primera campaña	5.2 mg/L	6.8 mg/L	15 mg/L
Segunda campaña	4.4 mg/L	4.7 mg/L	15 mg/L
Tercera campaña	3.4 mg/L	3.5 mg/L	15 mg/L
Promedio por estación	4.33 mg/L	5.000 mg/L	15 mg/L

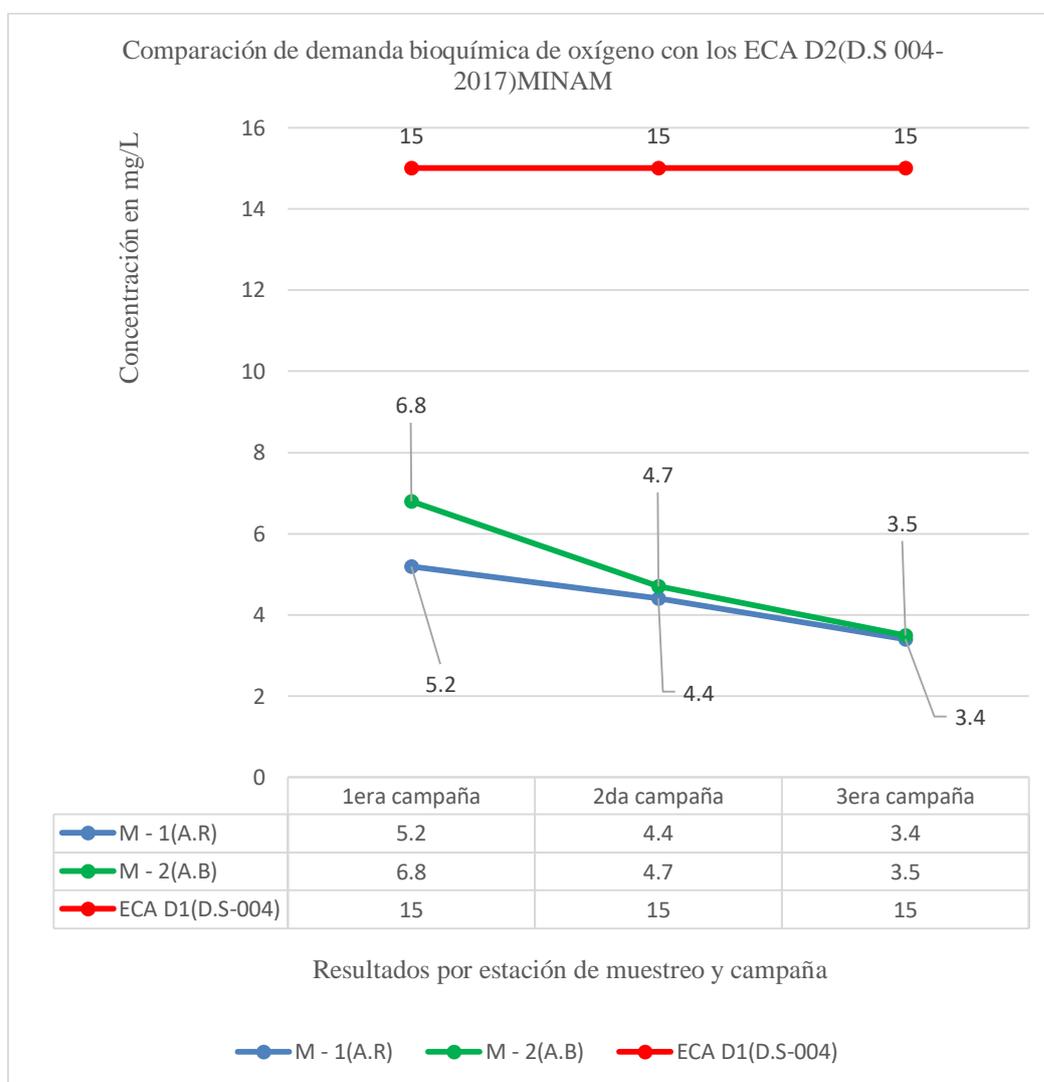


Figura 16. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 21  
Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Demanda bioquímica de oxígeno	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Primera campaña	28.5 mg/L	100 mg/L
Segunda campaña	8.2 mg/L	100 mg/L
Tercera campaña	17.5 mg/L	100 mg/L
Promedio por estación	18.067 mg/L	100 mg/L

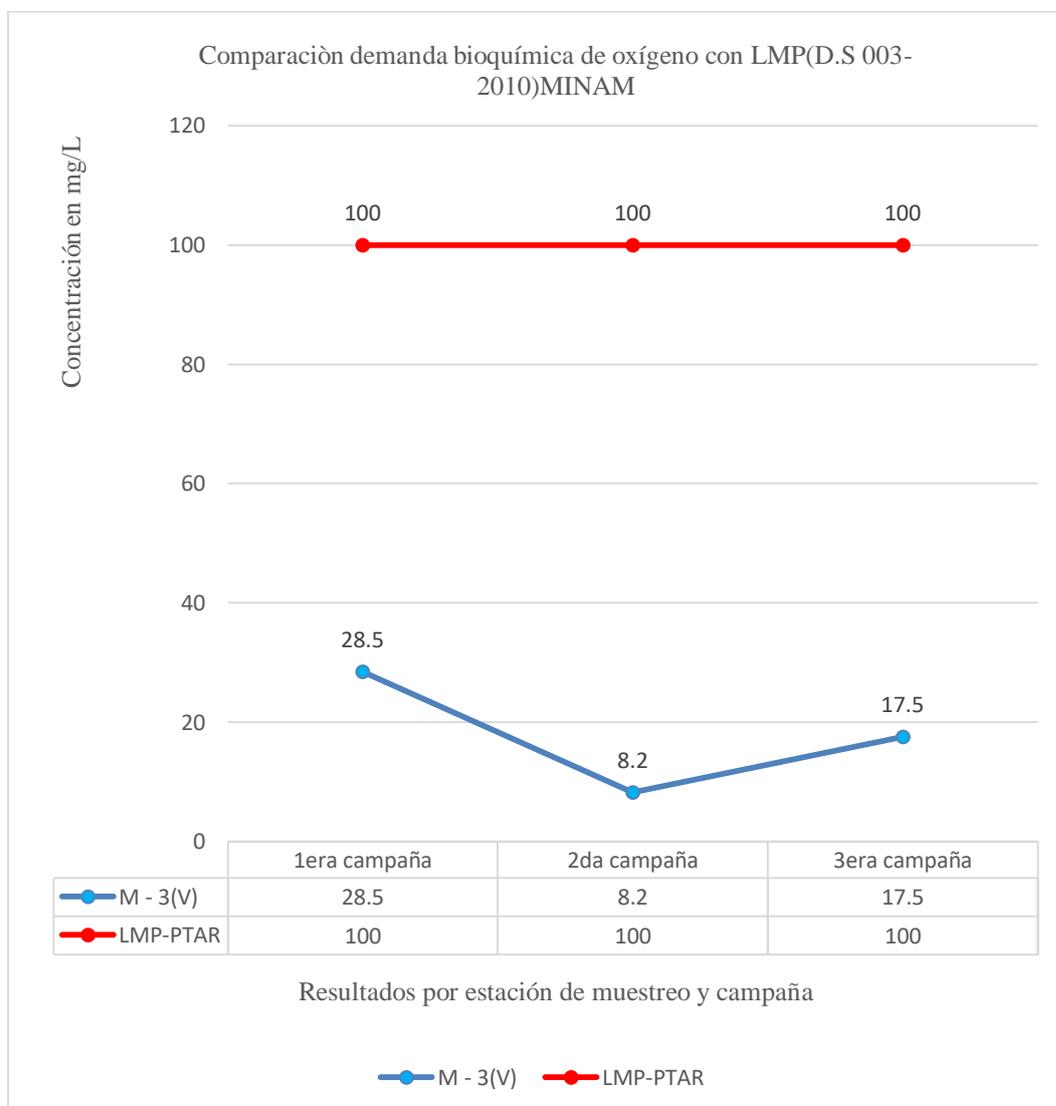


Figura 17. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 22

Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Demanda química de oxígeno	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Primera campaña			
Segunda campaña	12.8 mg/L	13.3 mg/L	40 mg/L
Tercera campaña	13 mg/L	16 mg/L	40 mg/L
Promedio por estación	12.90 mg/L	14.650 mg/L	40 mg/L

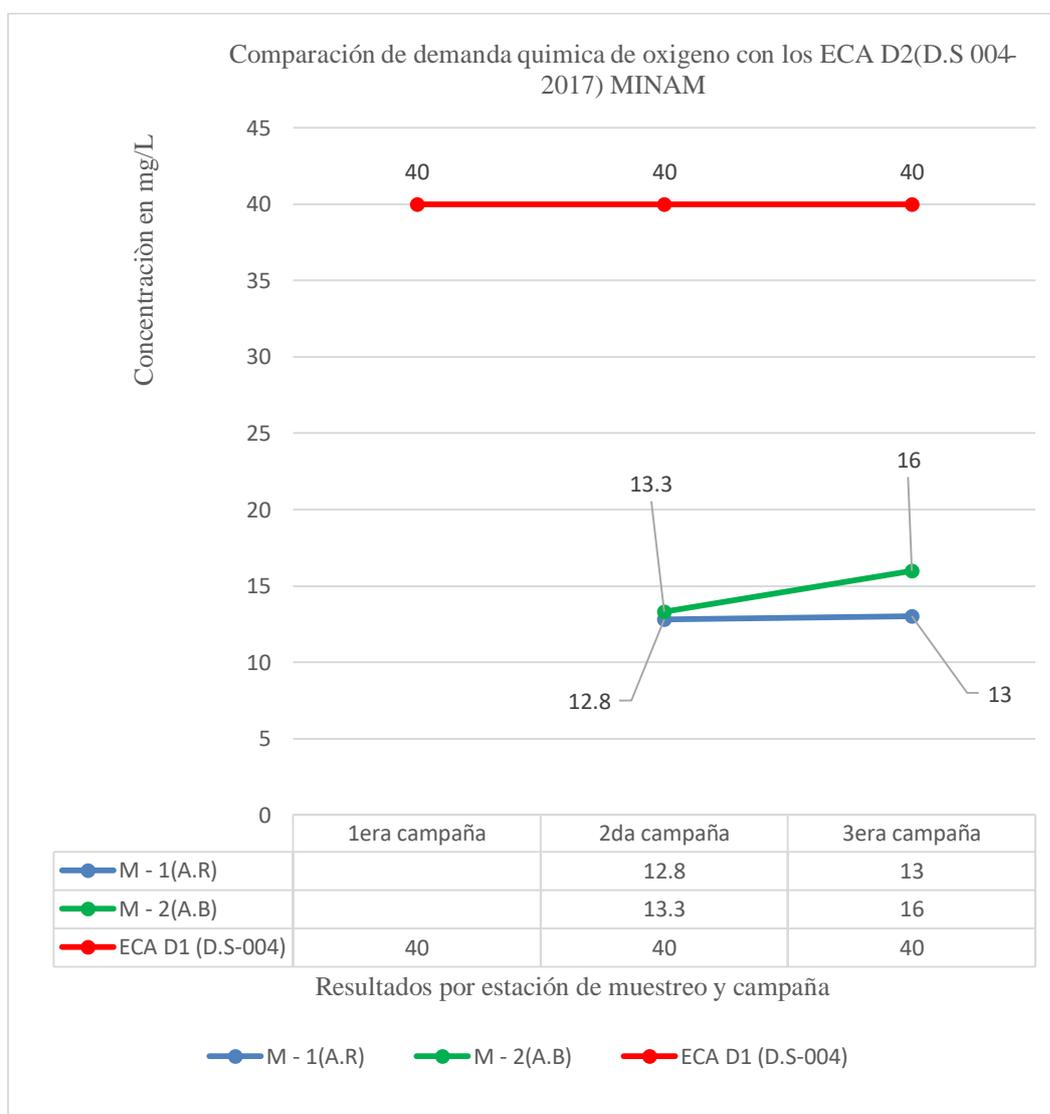


Figura 18. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM

Tabla 23

Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Primera campaña	45 mg/L	200 mg/L
Segunda campaña	81.3 mg/L	200 mg/L
Tercera campaña	46 mg/L	200 mg/L
Promedio por estación	57.433 mg/L	200 mg/L

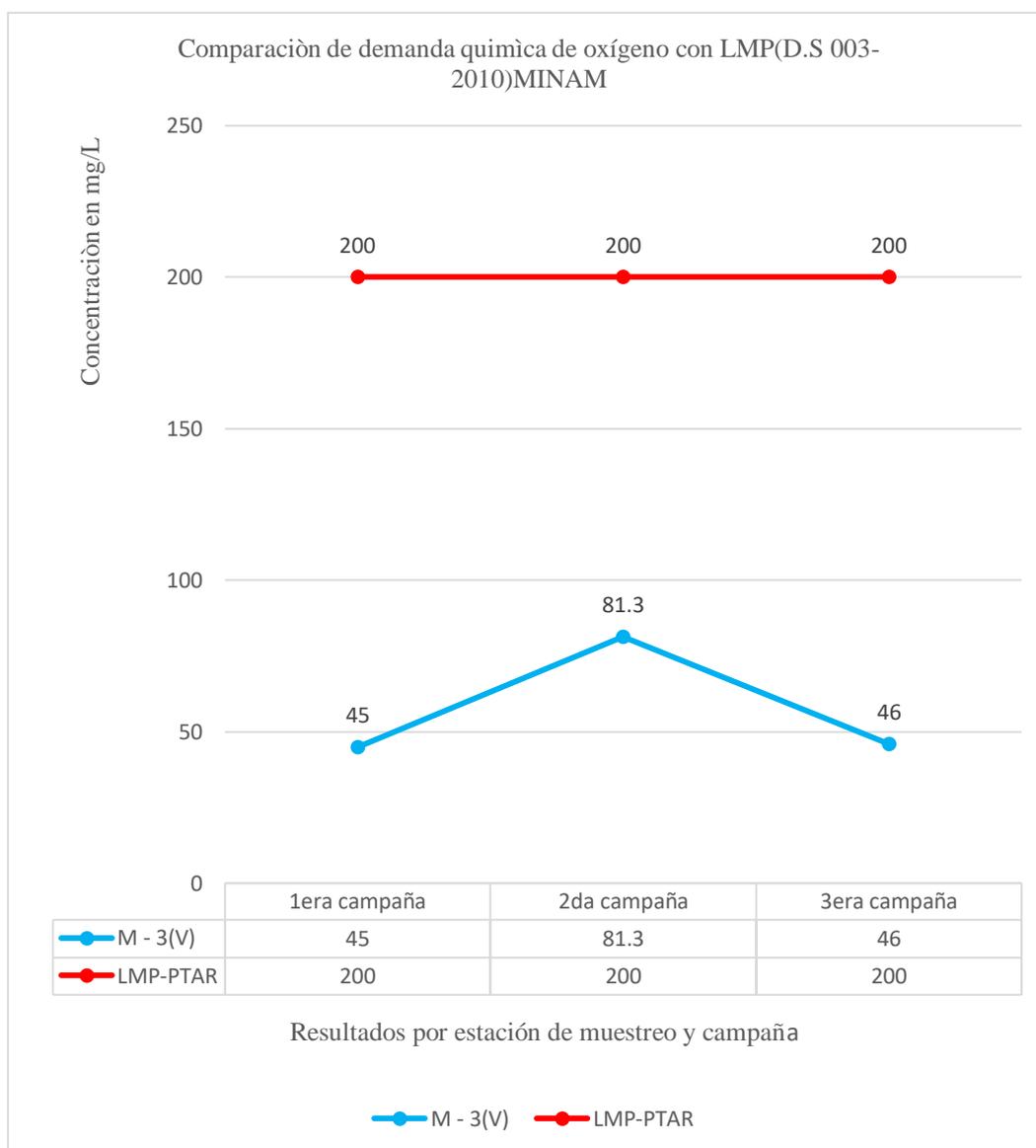


Figura 19. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 24  
Comparación de aceites y grasas con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Primera campaña	0.227 mg/L	0.846 mg/L	10 mg/L
Segunda campaña	0.06 mg/L	1.537 mg/L	10 mg/L
Tercera campaña	0.247 mg/L	0.433 mg/L	10 mg/L
Promedio por estación	0.18 mg/L	0.939 mg/L	10 mg/L

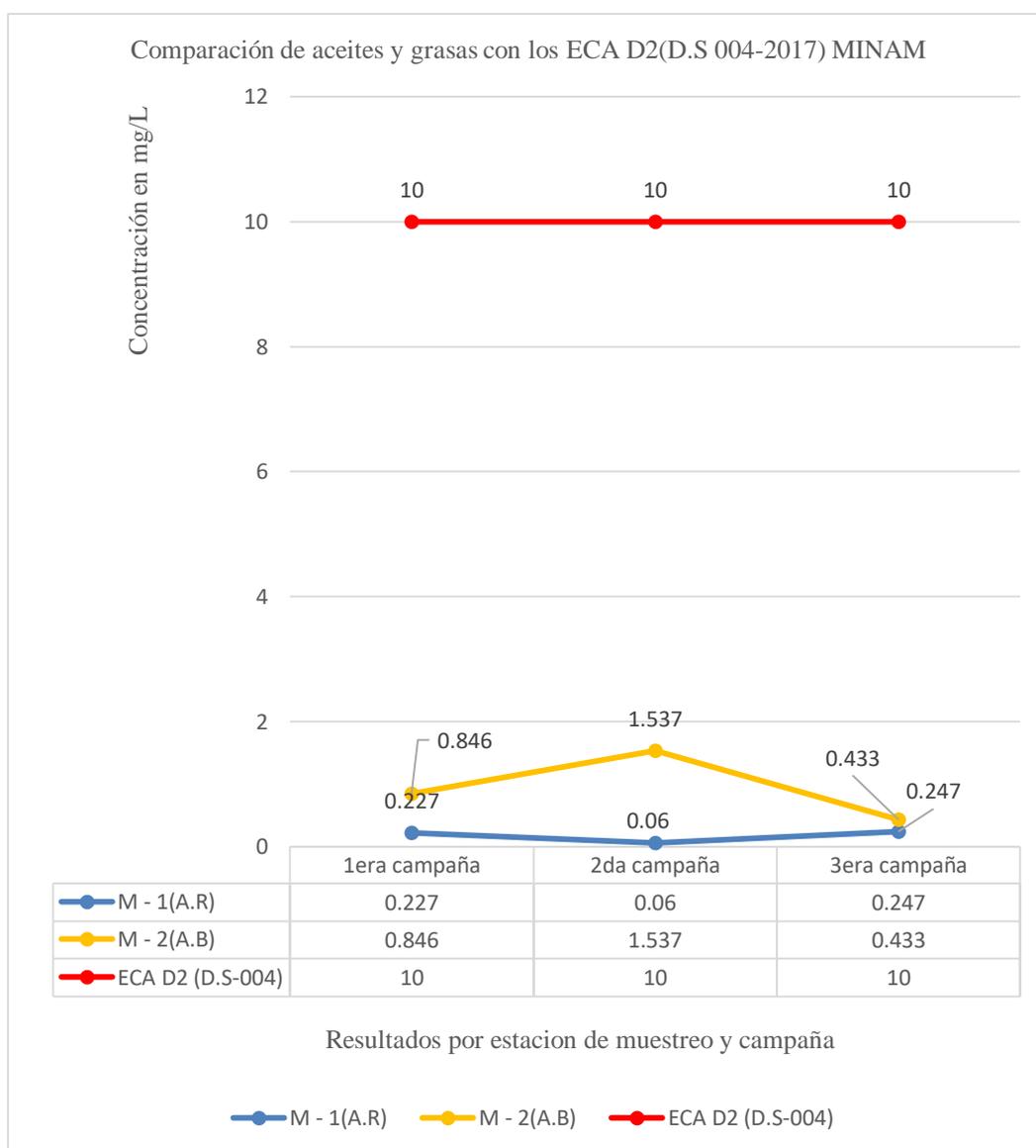


Figura 20. Comparación de aceites y grasas con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM

Tabla 25  
Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Primera campaña	99.4 mg/L	20 mg/L
Segunda campaña	87.4 mg/L	20 mg/L
Tercera campaña	65.6 mg/L	20 mg/L
Promedio por estación	84.133 mg/L	20 mg/L

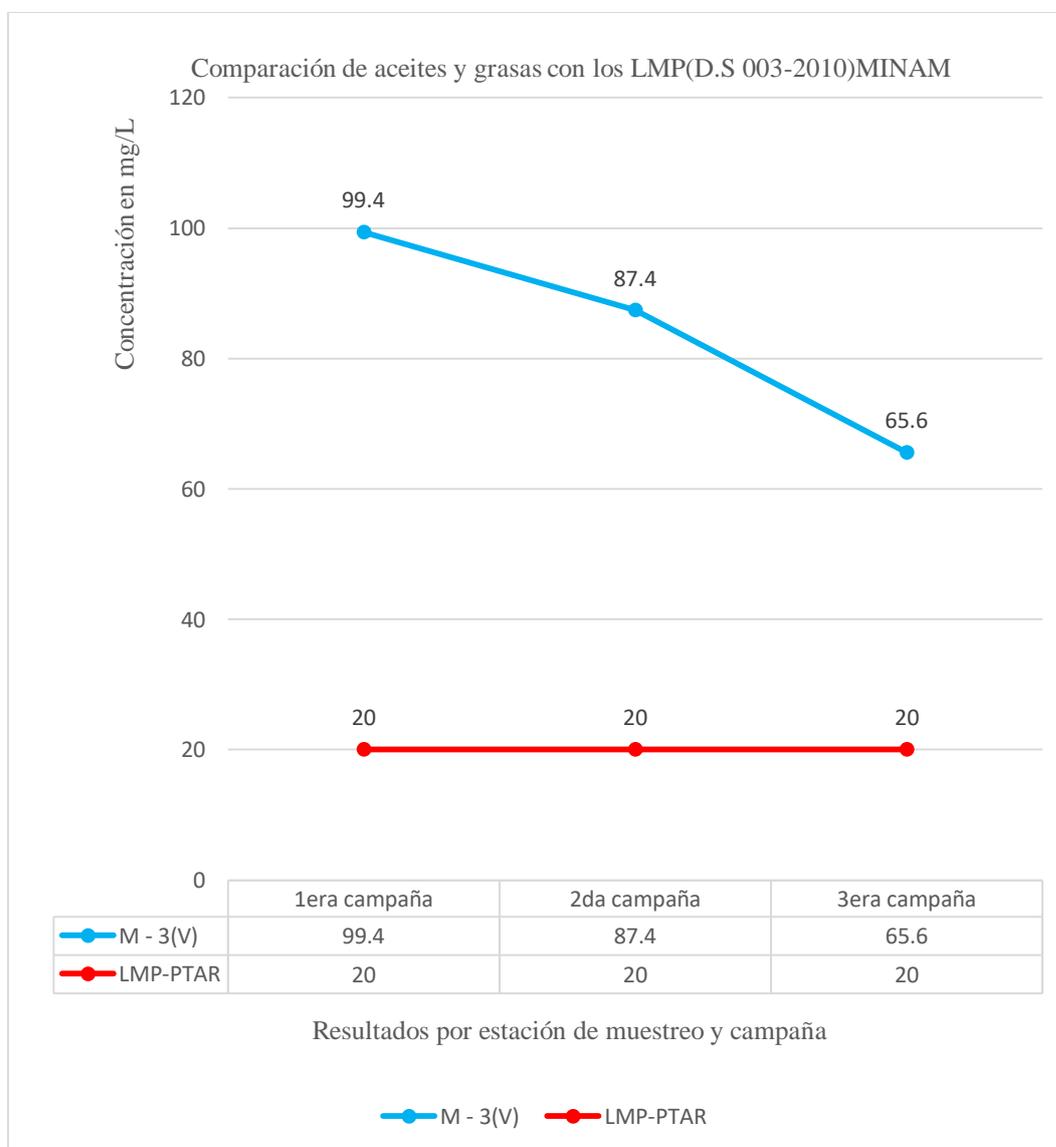


Figura 21. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 26  
Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Coliformes termotolerantes	Estaciones de muestreo			
	Campañas	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Primera campaña		790 NMP/100 mL	5 400 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Segunda campaña		3 500 NMP/100 mL	3 200 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Tercera campaña		54 000 NMP/100 mL	350 000 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Promedio por estación		19 430.00 NMP/100 mL	119 533.333 NMP/100mL	2 000 NMP/100mL

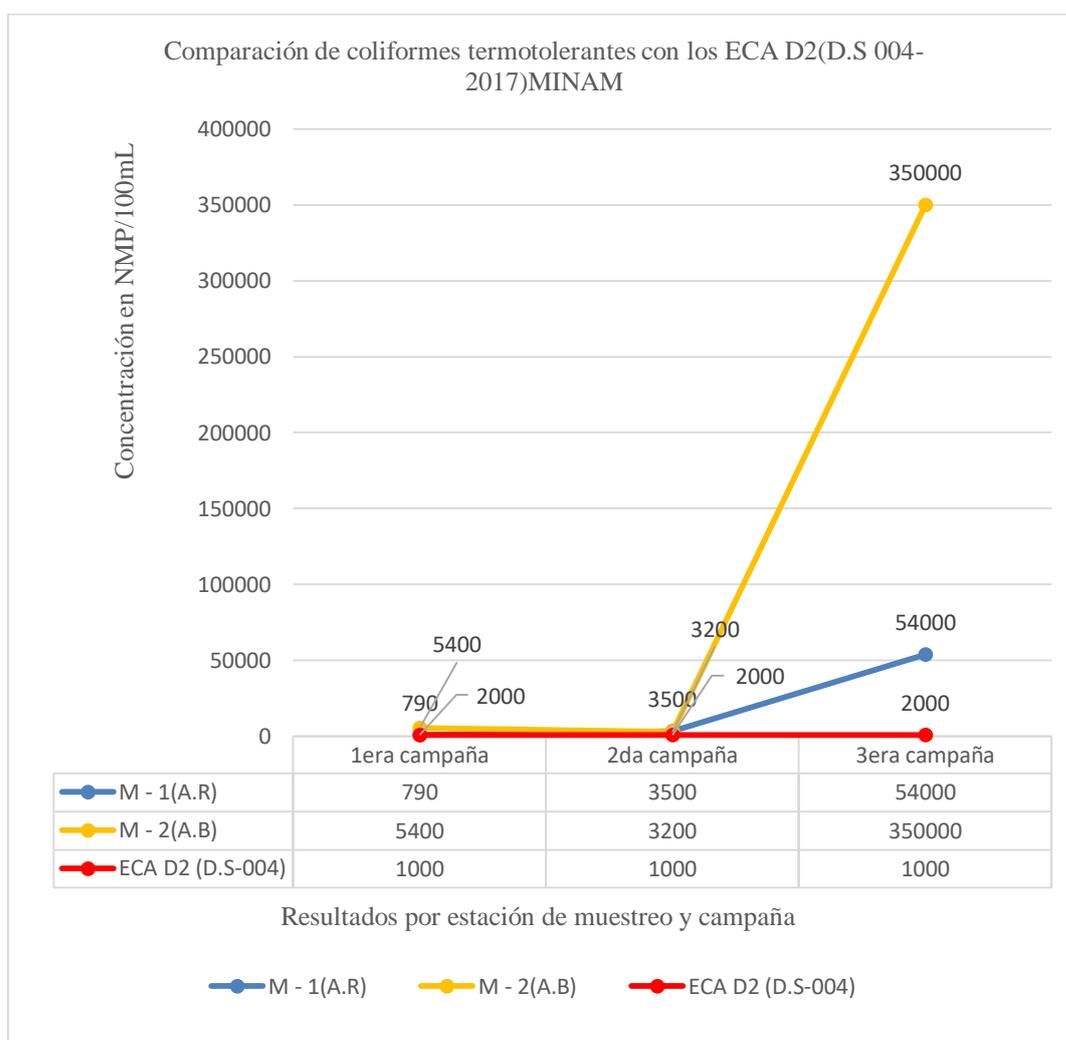


Figura 22. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 27

Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Coliformes termotolerantes	Estaciones de muestreo	
Campañas	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Primera campaña	540 000 NMP/100mL	10 000 NMP/100 mL
Segunda campaña	540 00 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Tercera campaña	54 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Promedio por estación	199 166.667 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL

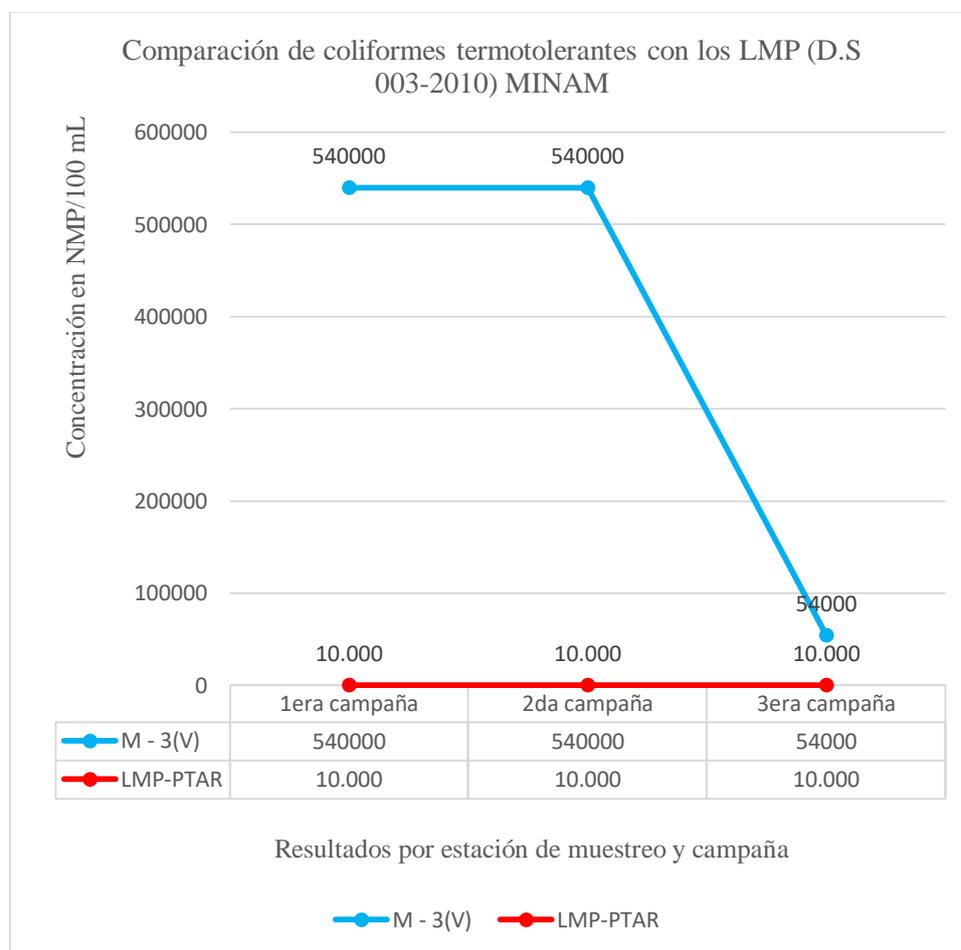


Figura 23. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

3.4. Resultados de laboratorio de la temporada de lluvia en concentraciones elevadas los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2 017 - MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2 010 - MINAM.

Tabla 28  
*Parámetros que sobrepasaron los ECA y LMP en temporada de lluvia.*

	<b>Temporada lluvia</b>	<b>Puntos de muestreo</b>		<b>ECA (D1 - D2)</b>	<b>LMP</b>
		<b>Vertimiento</b>	<b>Aguas abajo</b>		
<b>4° Campaña (23/11/17)</b>	Coliformes	540 000	5 400 000	2 000	10 000
	Termotolerantes	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
	DBO <sub>5</sub>		16 mg/L	15 mg/L	100 mg/L
	DQO		61 mg/L	40 mg/L	200 mg/L
<b>5° Campaña (06 /11/17)</b>	Aceites y grasas	40.6 mg/L	21.4 mg/L	5 – 10 mg/L	20 mg/L
	Coliformes	350 000	92 000	2 000	10 000
	Termotolerantes	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
<b>6° Campaña (21/11/17)</b>	SST	177 mL/L			150 mL/L
	Coliformes	350 000	17 000	2 000	10 000
	Termotolerantes	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL

3.5. Resultados de laboratorio de la temporada de lluvia en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental-Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D1: Riego de vegetales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.

Tabla 29  
Comparación de pH con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

pH	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Cuarta campaña	7.71	7.75	6.5 - 8.5
Quinta campaña	7.75	7.77	6.5 - 8.5
Sexta campaña	8.03	8.11	6.5 - 8.5
Promedio por estación	7.83	7.877	6.5 - 8.5

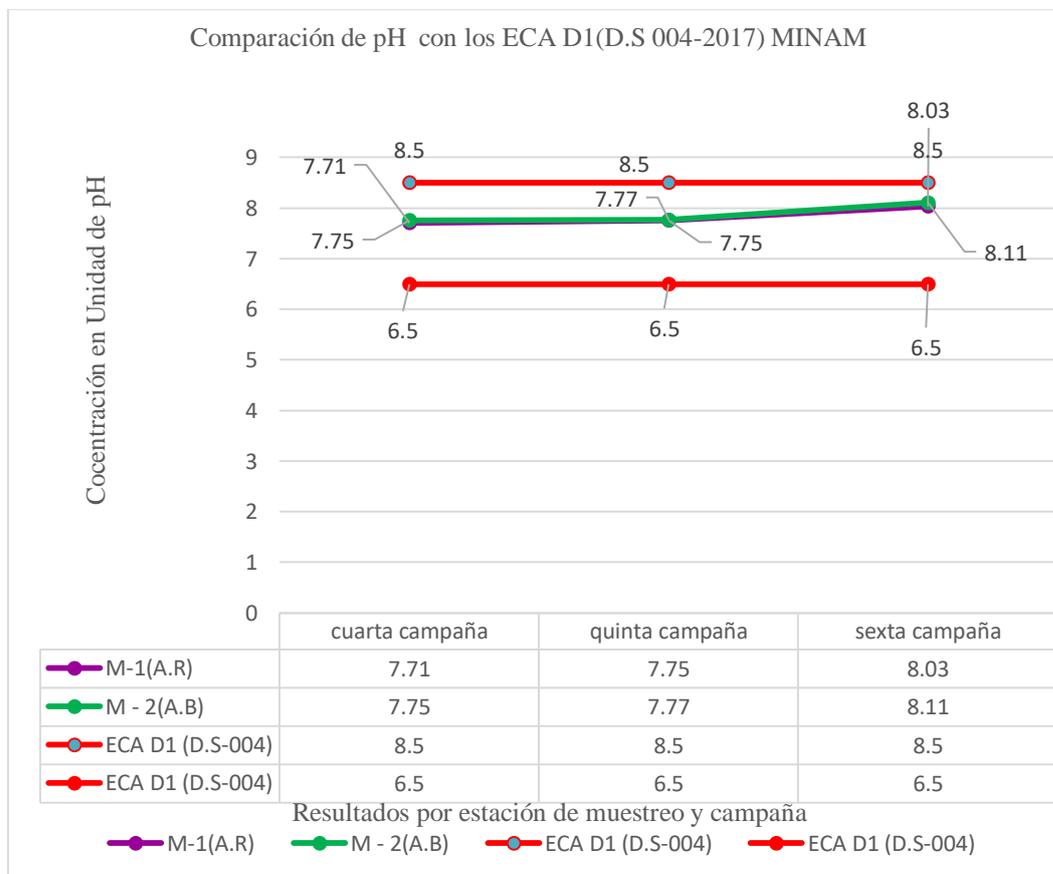


Figura 24. Comparación pH con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 30  
Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

pH	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010)
Campañas		
Cuarta campaña	6.99	6.5 - 8.5
Quinta campaña	7.2	6.5 - 8.5
Sexta campaña	7.32	6.5 - 8.5
Promedio por estación	7.170	6.5 - 8.5

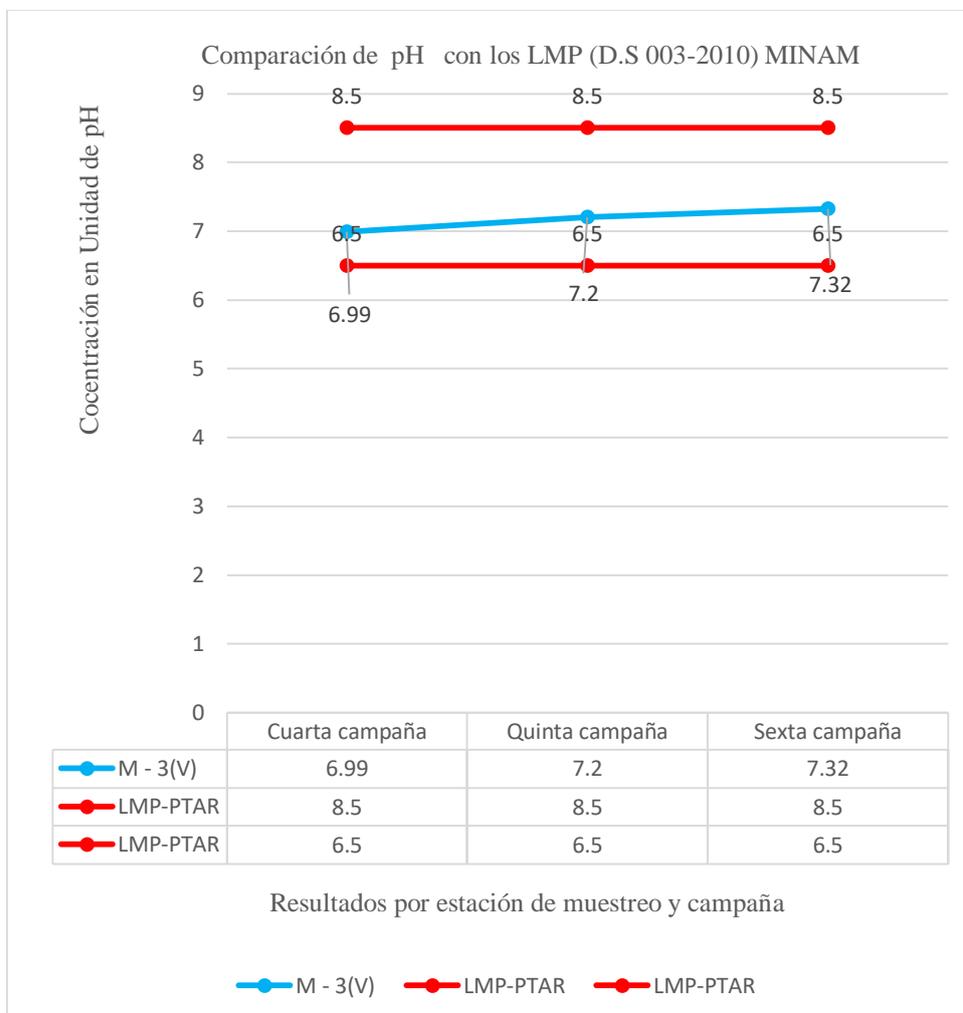


Figura 25. Comparación pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 31  
Comparación de conductividad con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Conductividad	Estaciones de muestreo			ECA (D.S 004-2017) MINAM
	Aguas arriba	Aguas abajo	Vertimiento	
Campañas				
Cuarta campaña	538 $\mu\text{S}/\text{cm}$	540 $\mu\text{S}/\text{cm}$	571 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Quinta campaña	880 $\mu\text{S}/\text{cm}$	877 $\mu\text{S}/\text{cm}$	866 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Sexta campaña	839 $\mu\text{S}/\text{cm}$	835 $\mu\text{S}/\text{cm}$	675 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Promedio por estación	752.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$	750.667 $\mu\text{S}/\text{cm}$	704.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

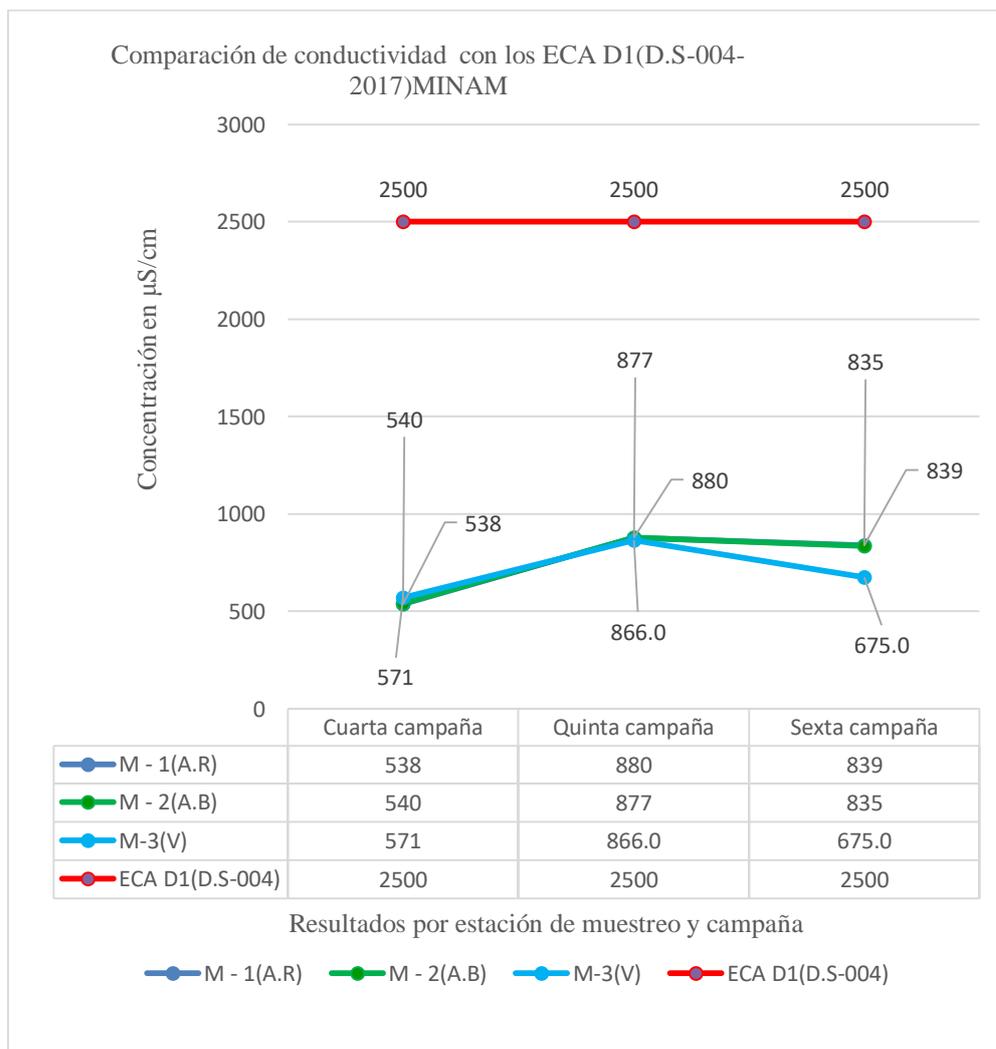


Figura 26. Comparación de conductividad con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 32

Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo		ECA (D.S 004-2017) MINAM
	Aguas arriba	Aguas abajo	
Cuarta campaña	17.6 mg/L	16 mg/L	15 mg/L
Quinta campaña	10.8 mg/L	10.9 mg/L	15 mg/L
Sexta campaña	3.94 mg/L	3.67 mg/L	15 mg/L
Promedio por estación	10.78 mg/L	10.190 mg/L	15 mg/L

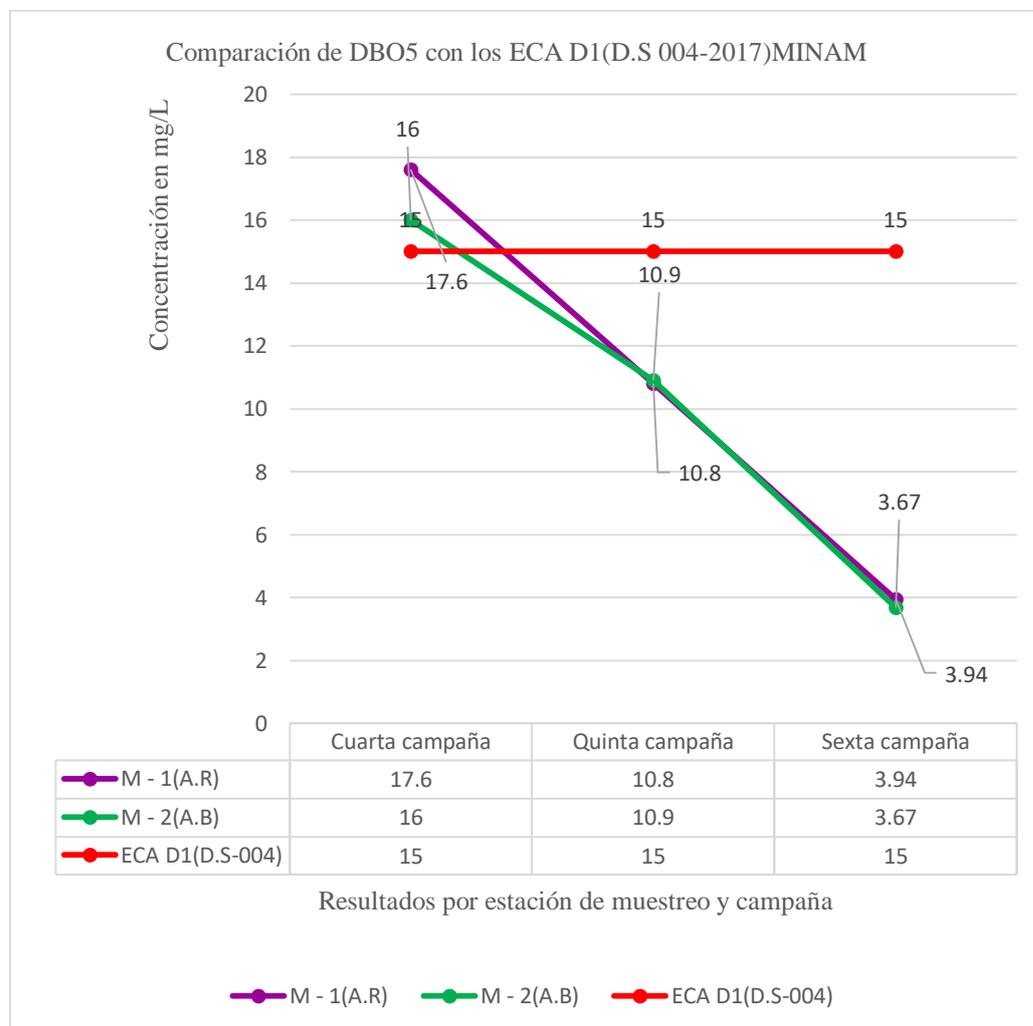


Figura 27. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 33  
Comparación de demanda bioquímica de oxígeno LMP (D.S 003-2010) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Cuarta campaña	4.55 mg/L	100 mg/L
Quinta campaña	24.6 mg/L	100 mg/L
Sexta campaña	29.9 mg/L	100 mg/L
Promedio por estación	19.683 mg/L	100 mg/L

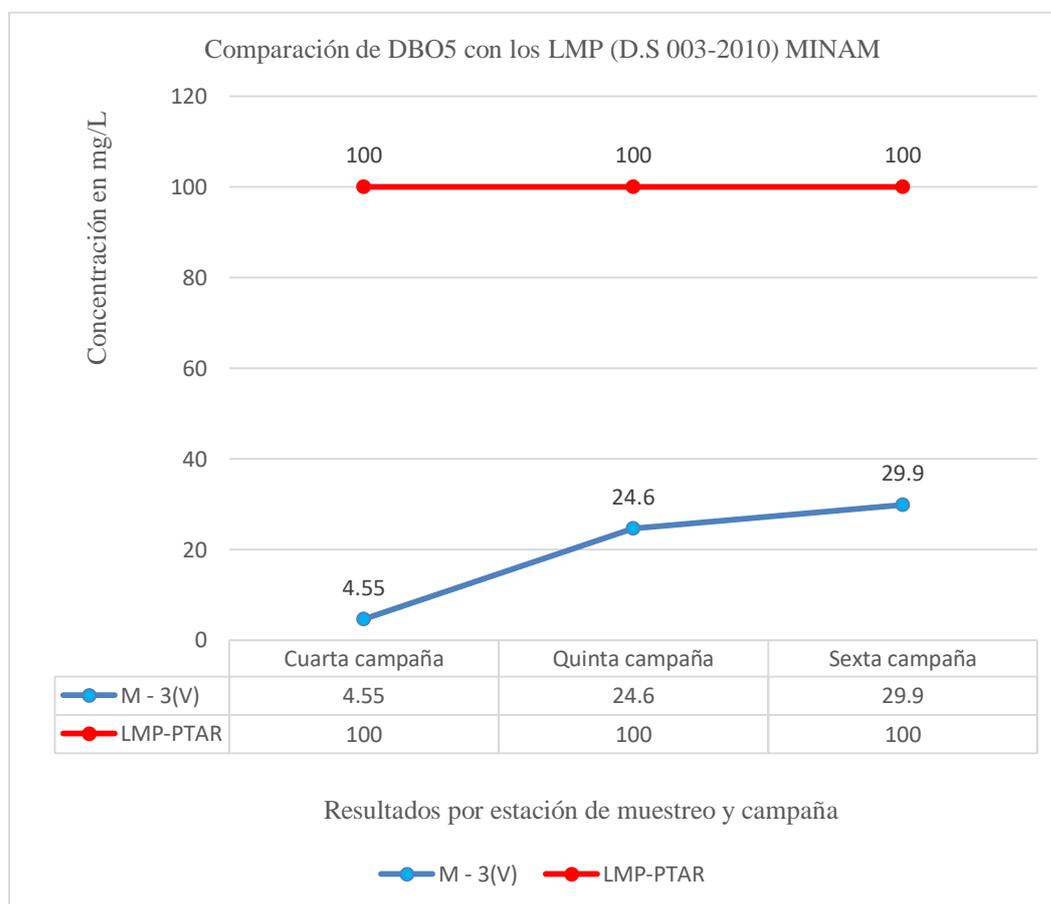


Figura 28. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 34

Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Demanda química de oxígeno	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Cuarta campaña	50 mg/L	61 mg/L	40 mg/L
Quinta campaña	13.5 mg/L	14 mg/L	40 mg/L
Sexta campaña	16.2 mg/L	16.8 mg/L	40 mg/L
Promedio por estación	26.57 mg/L	30.600 mg/L	40 mg/L

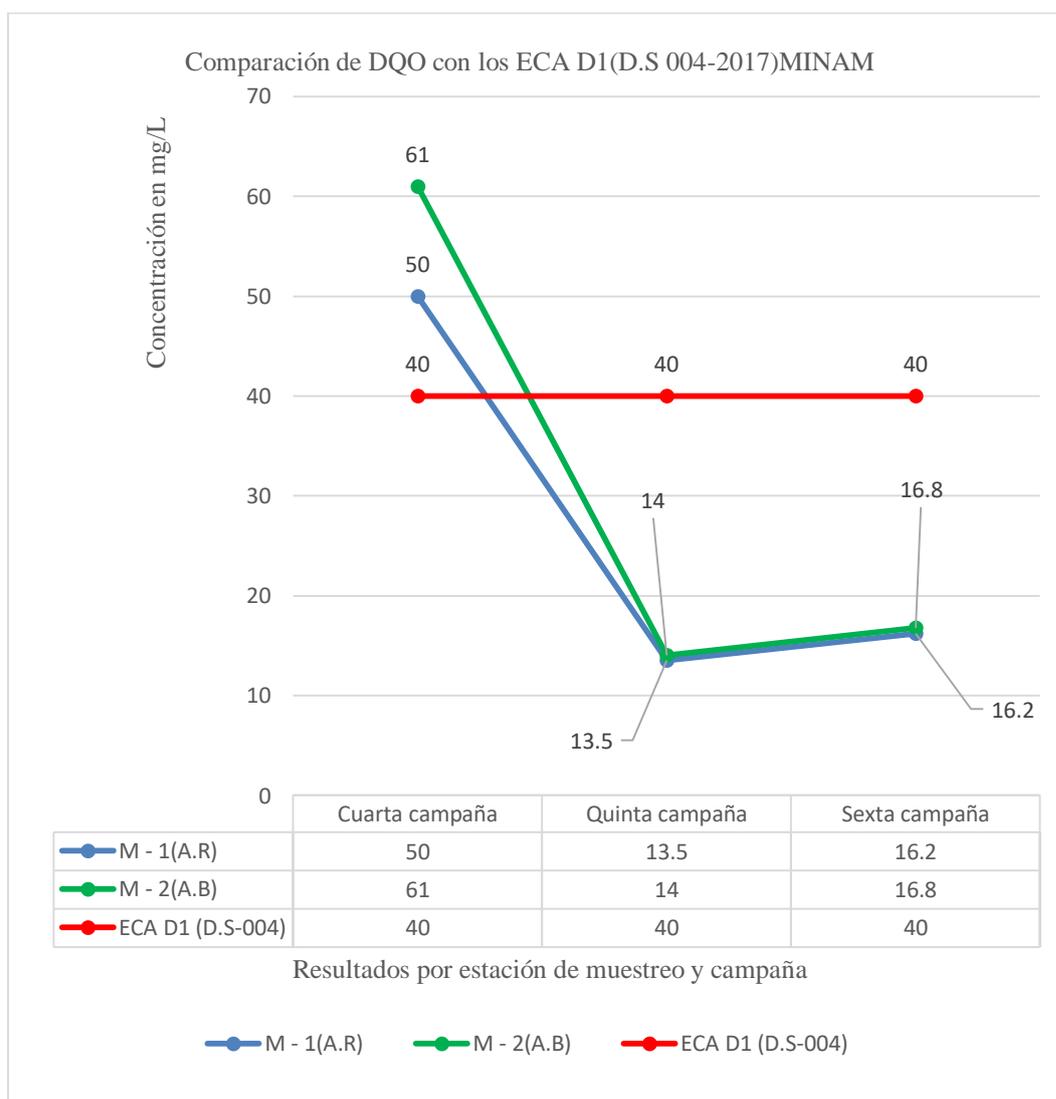


Figura 29. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D1 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 35

Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Cuarta campaña	43.5 mg/L	200 mg/L
Quinta campaña	45.5 mg/L	200 mg/L
Sexta campaña	62 mg/L	200 mg/L
Promedio por estación	50.333 mg/L	200 mg/L

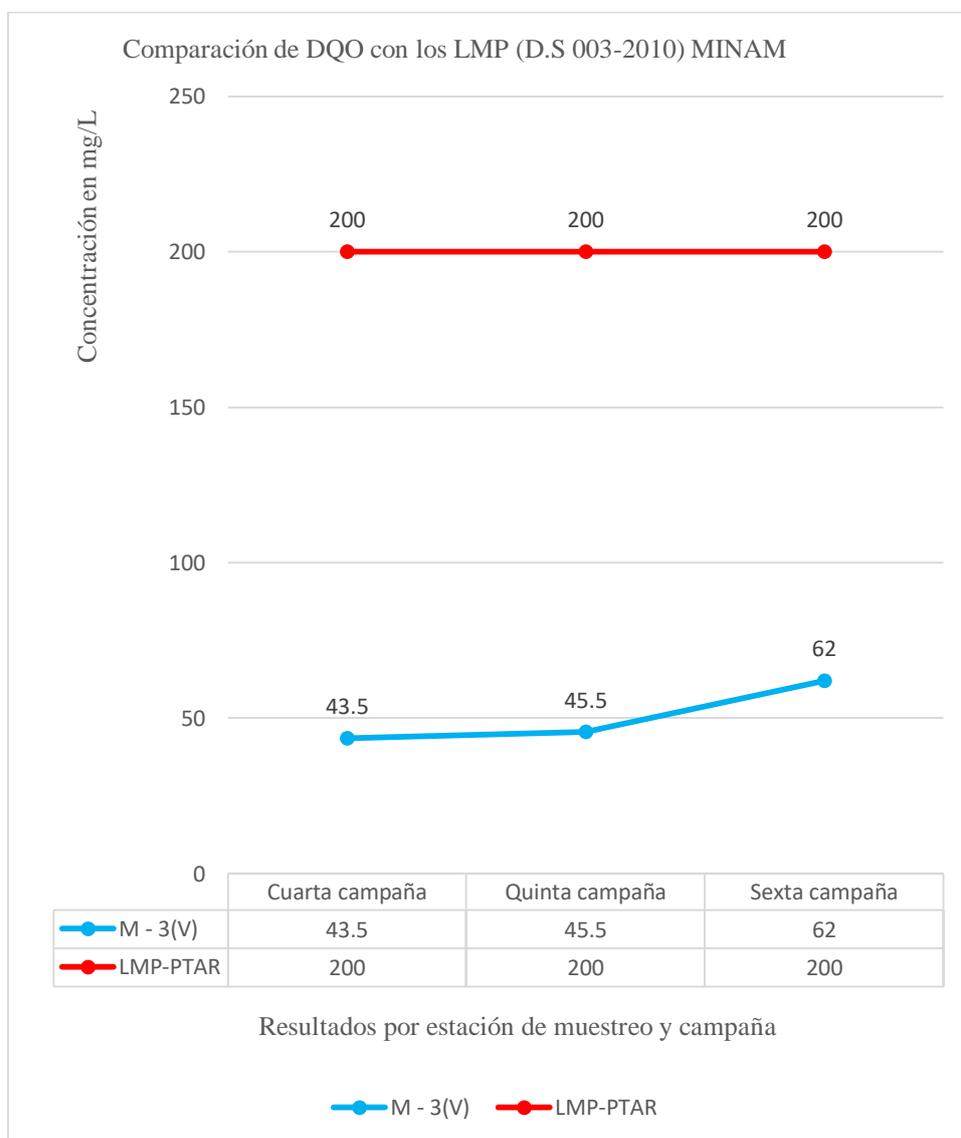


Figura 30. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 36

Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Campañas	Estaciones de muestreo			LMP (D.S 003-2010) MINAM
	Aguas arriba	Aguas abajo	Vertimiento	
Cuarta campaña	225 mL/L	221 mL/L	103 mL/L	150 mL/L
Quinta campaña	10.7 mL/L	10.9 mL/L	177 mL/L	150 mL/L
Sexta campaña	6.7 mL/L	4.2 mL/L	124 mL/L	150 mL/L
Promedio por estación	80.80 mL/L	78.700 mL/L	134.666 mL/L	150 mL/L

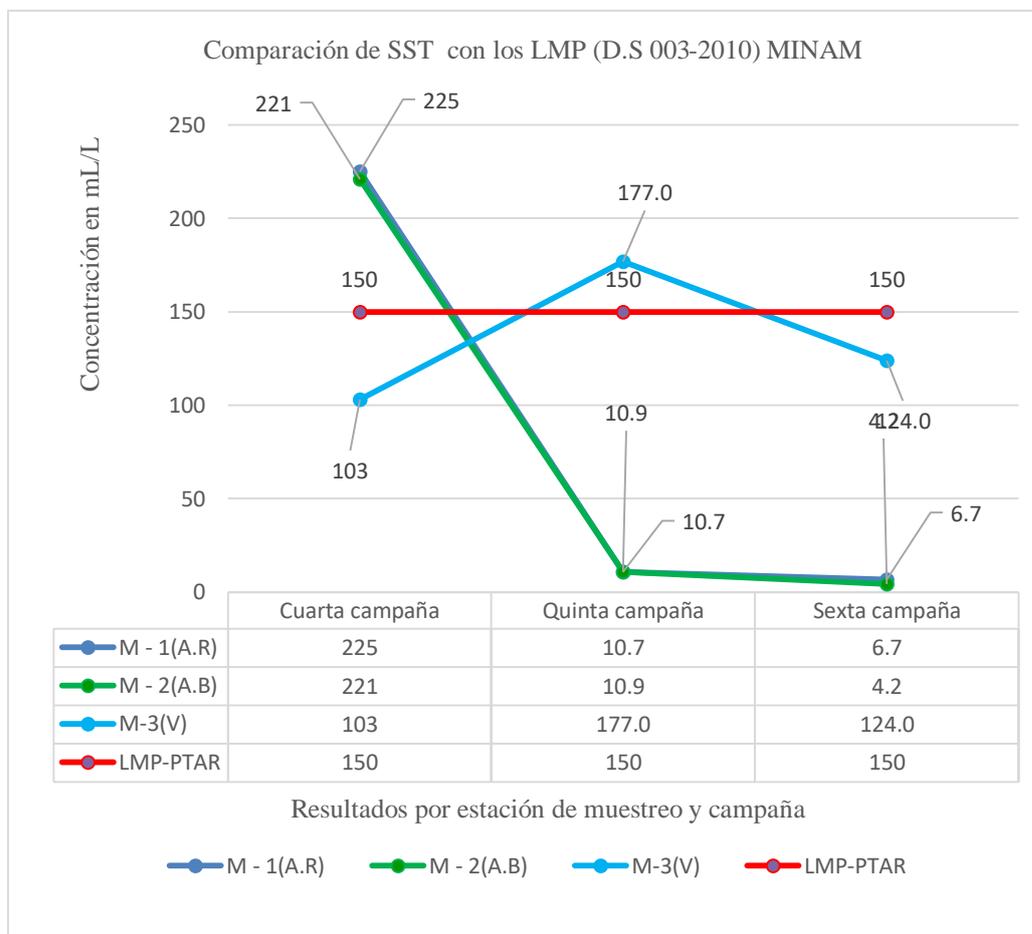


Figura 31. Comparación de sólidos suspendidos totales con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 37  
Comparación de aceites y grasas con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Cuarta campaña	2.4 mg/L	21.4 mg/L	5 mg/L
Quinta campaña		5.4 mg/L	5 mg/L
Sexta campaña		8.6 mg/L	5 mg/L
Promedio por estación	2.40 mg/L	11.800 mg/L	5 mg/L

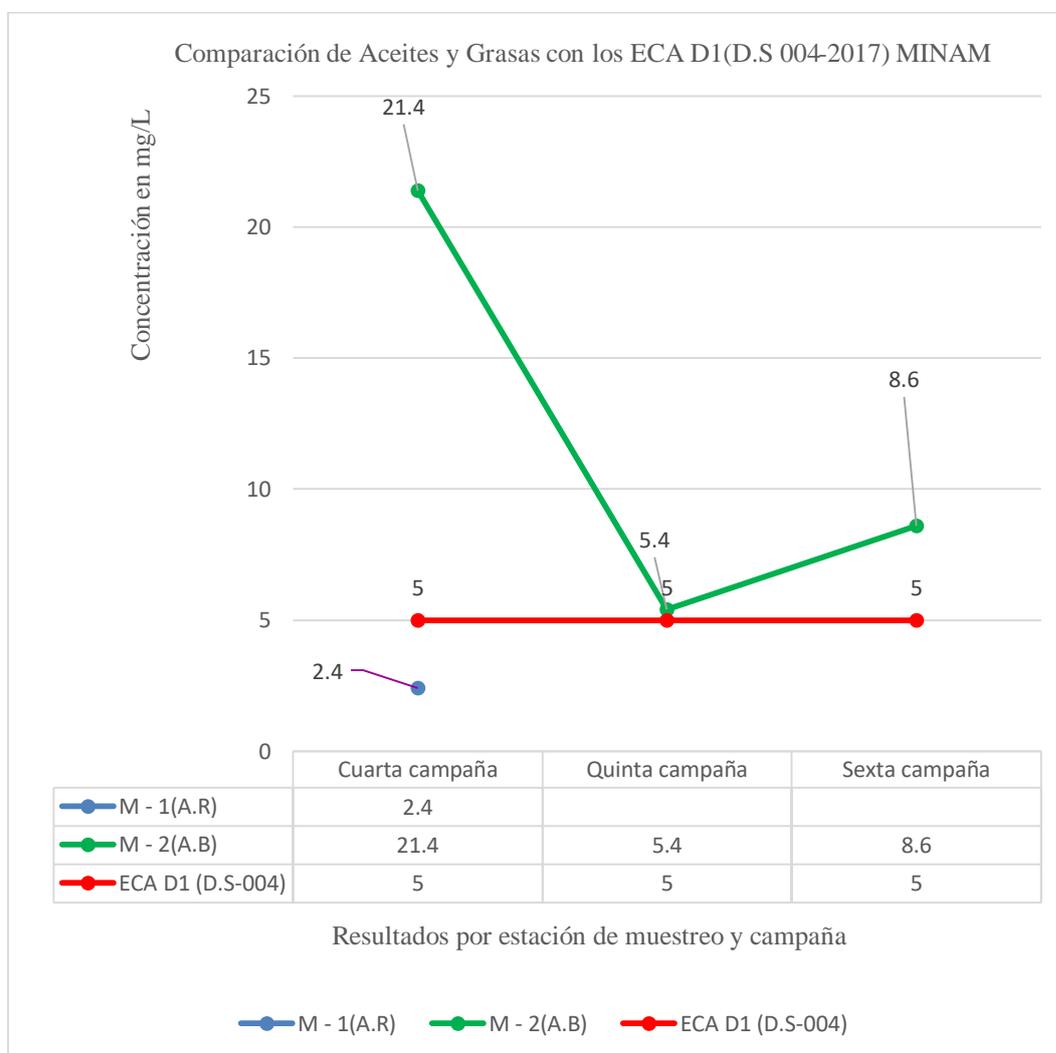


Figura 32. Comparación de aceites y grasas con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Tabla 38  
Comparación de aceites y grasa con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Cuarta campaña	12 mg/L	20 mg/L
Quinta campaña	40.6 mg/L	20 mg/L
Sexta campaña	16.8 mg/L	20 mg/L
Promedio por estación	23.133 mg/L	20 mg/L

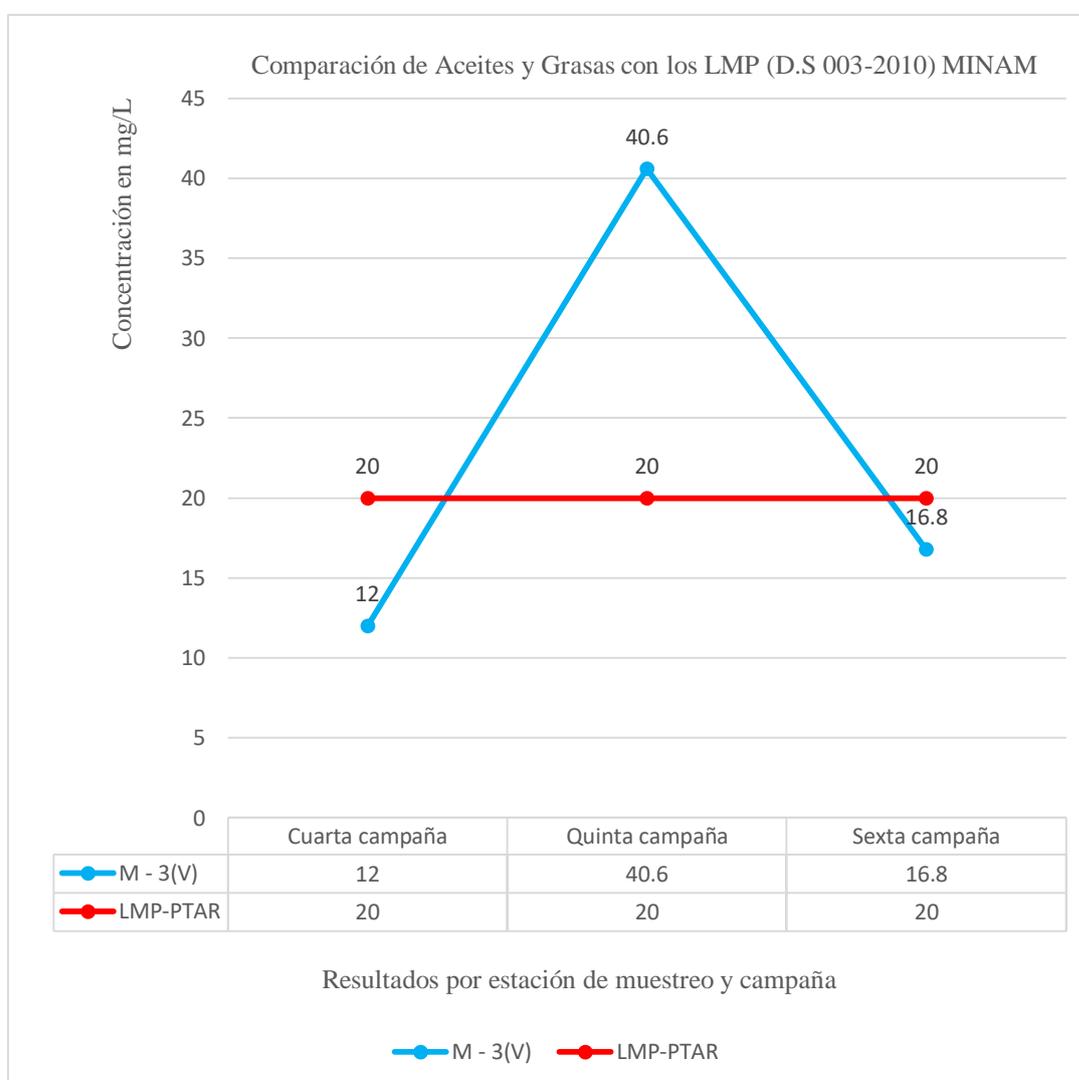


Figura 33. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 39  
Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Campañas	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Cuarta campaña	920 000 NMP/100 mL	5 400 000 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Quinta campaña	3 500 NMP/100 mL	92 000 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Sexta campaña	9 200 NMP/100 mL	17 000 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL
Promedio por estación	310 900.00 NMP/100 mL	1 836 333.333 NMP/100 mL	2 000 NMP/100 mL

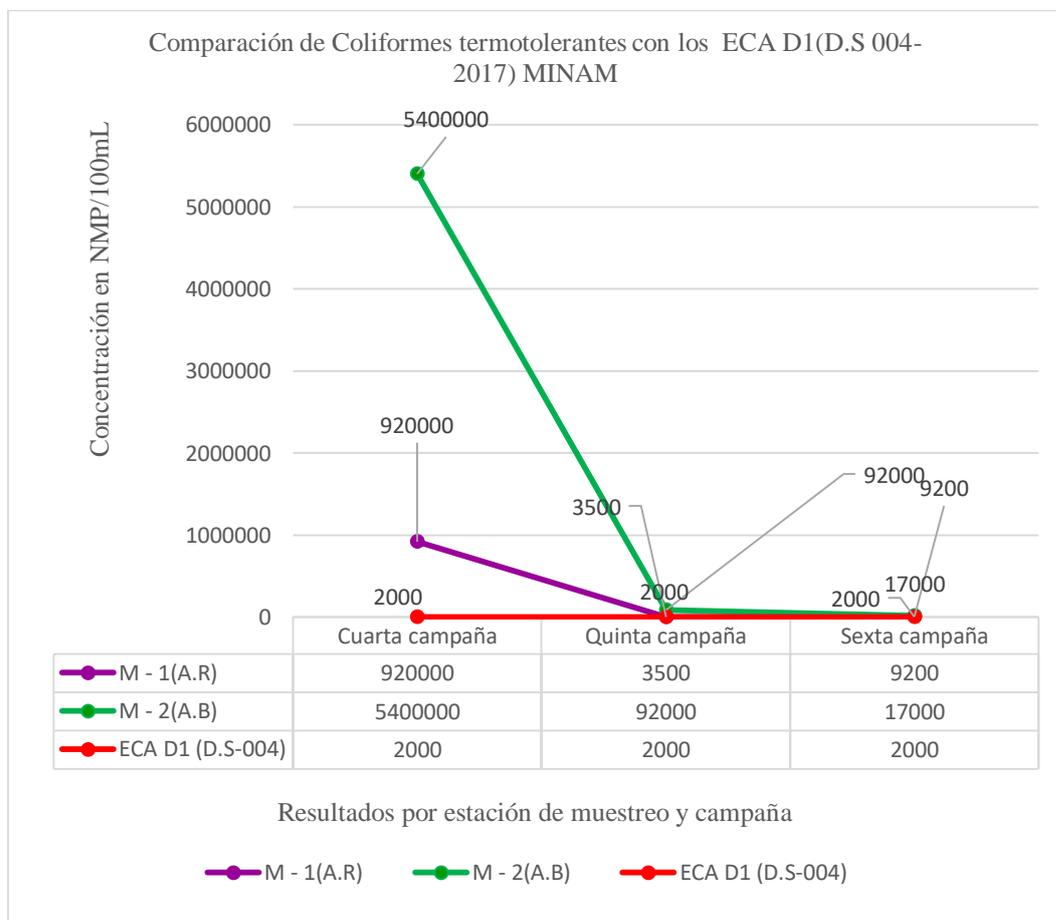


Figura 34. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D1(D.S 004-2017) MINAM

Tabla 40

Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Coliformes termotolerantes	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Cuarta campaña	540 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Quinta campaña	350 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Sexta campaña	350 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Promedio por estación	413 333.333 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL

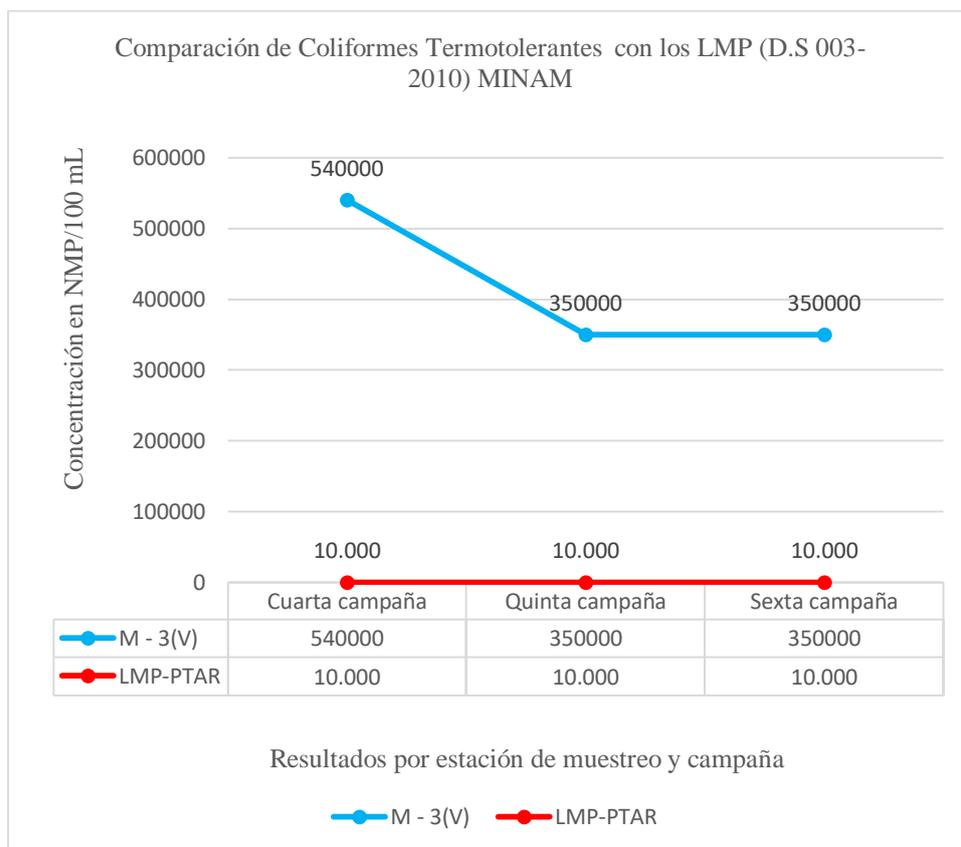


Figura 35. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

3.6. Resultados de laboratorio de la temporada de lluvia en comparación con los Estándares de Calidad Ambiental -Decreto Supremo N° 004 - 2017 - MINAM, Categoría III (D2: Bebida de animales) y Decreto Supremo N° 003 - 2010 - MINAM.

Tabla 41  
Comparación pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

pH	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Cuarta campaña	7.71	7.75	6.5 - 8.4
Quinta campaña	7.75	7.77	6.5 - 8.4
Sexta campaña	8.03	8.11	6.5 - 8.4
Promedio por estación	7.83	7.877	6.5 - 8.4

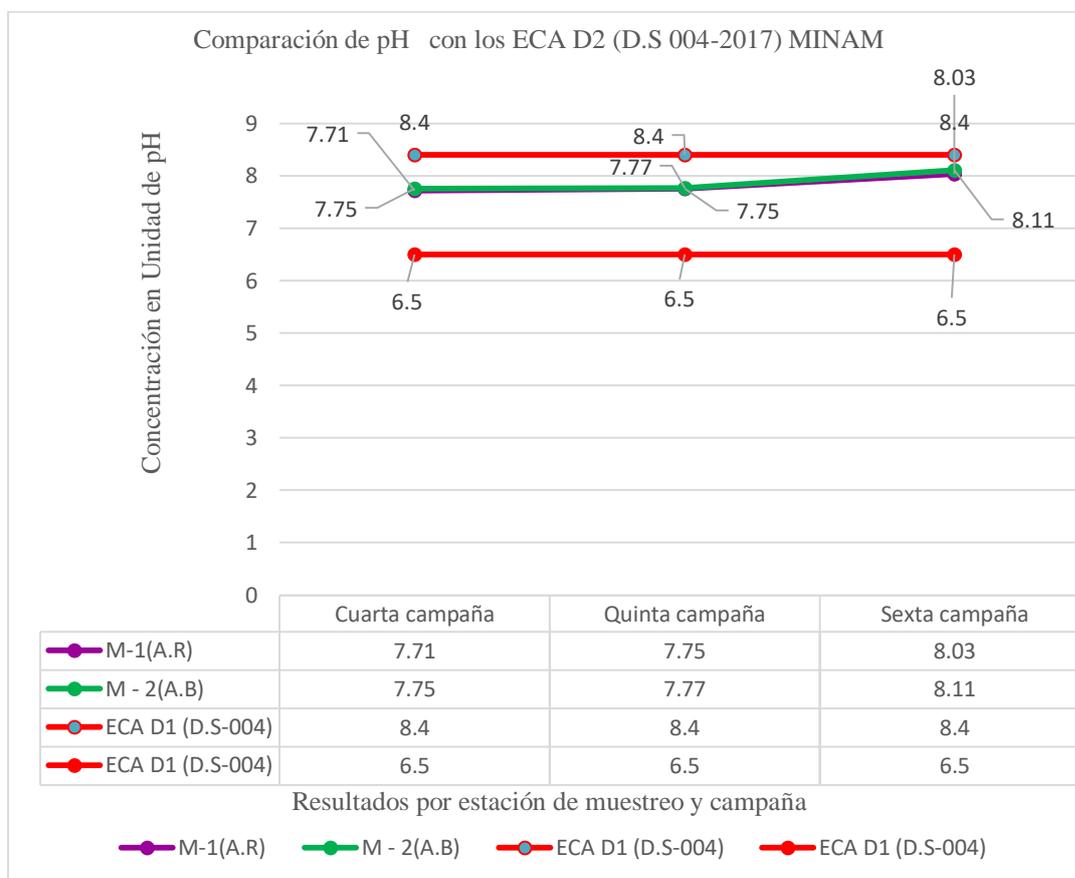


Figura 36. Comparación pH con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 42  
Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

pH	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Cuarta campaña	6.99	6.5 - 8.5
Quinta campaña	7.2	6.5 - 8.5
Sexta campaña	7.32	6.5 - 8.5
Promedio por estación	7.170	6.5 - 8.5

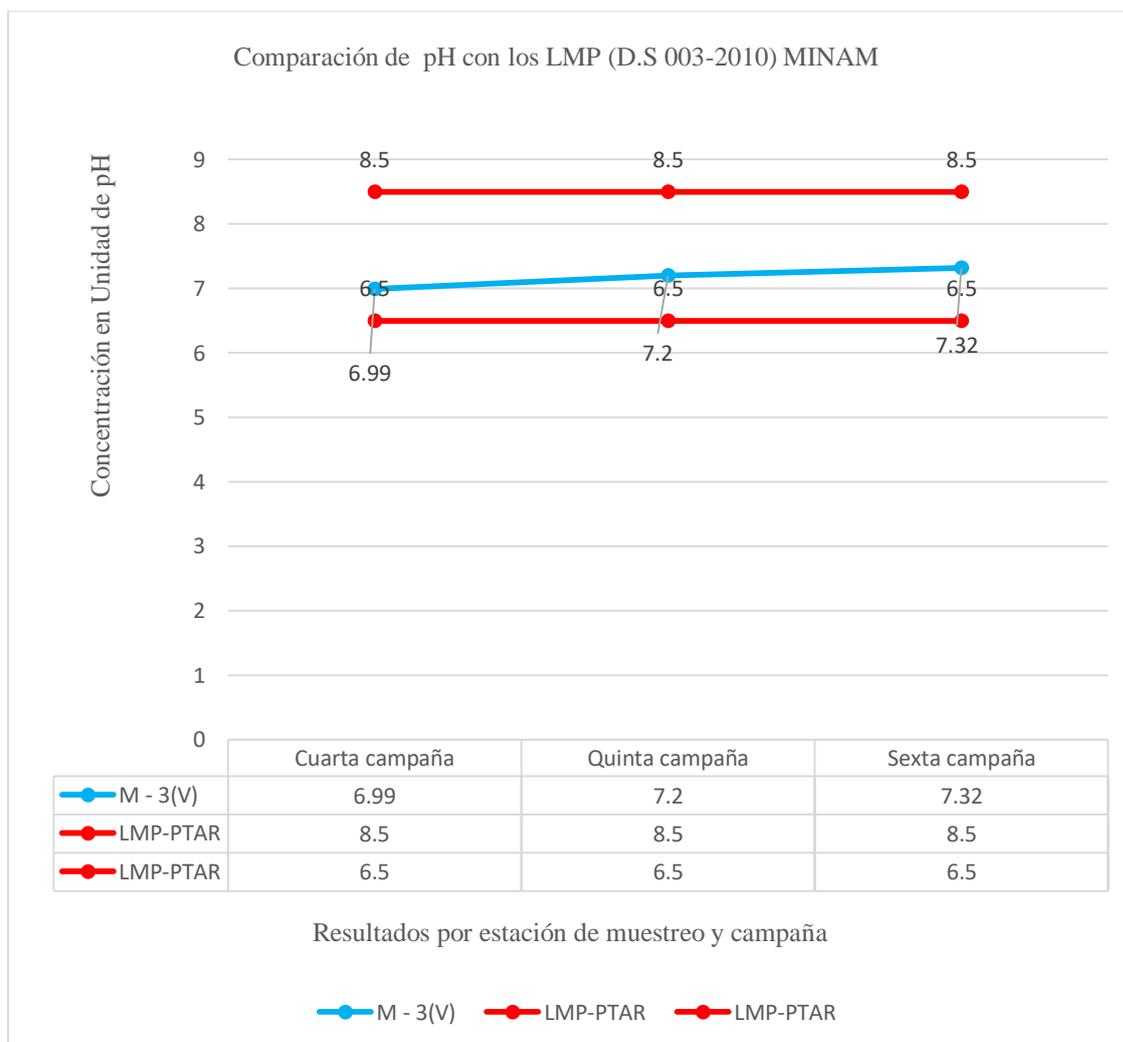


Figura 37. Comparación de pH con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 43  
Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Conductividad	Estaciones de muestreo			ECA (D.S 004-2017) MINAM
	Campañas	Aguas arriba	Aguas abajo	
Cuarta campaña	538 $\mu\text{S/cm}$	540 $\mu\text{S/cm}$	571 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$
Quinta campaña	880 $\mu\text{S/cm}$	877 $\mu\text{S/cm}$	866 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$
Sexta campaña	839 $\mu\text{S/cm}$	835 $\mu\text{S/cm}$	675 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$
Promedio por estación	752.33 $\mu\text{S/cm}$	750.667 $\mu\text{S/cm}$	704.000 $\mu\text{S/cm}$	5000 $\mu\text{S/cm}$

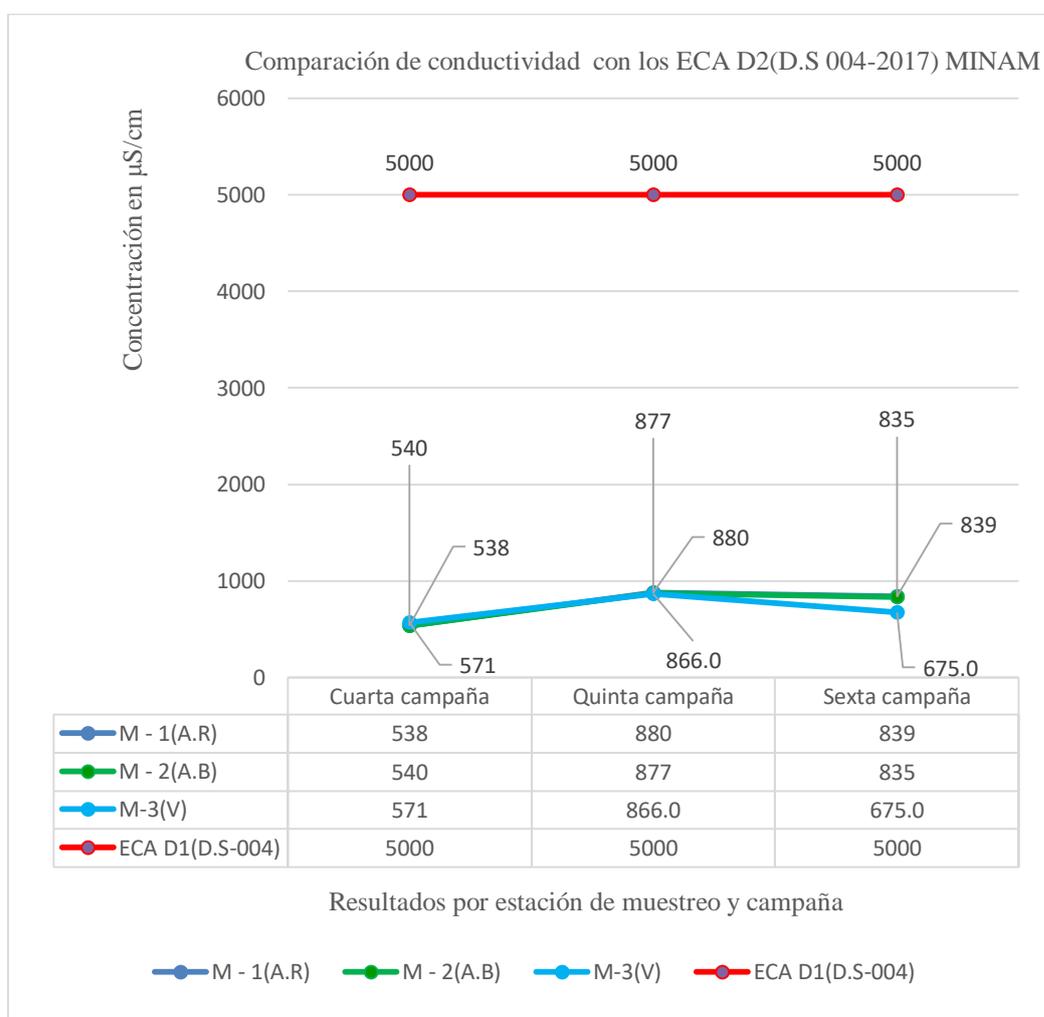


Figura 38. Comparación de conductividad con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 44

Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Demanda Bioquímica de Oxígeno	Estaciones de muestreo		ECA (D.S 004-2017) MINAM
	Aguas arriba	Aguas abajo	
Campañas			
Cuarta campaña	17.6 mg/L	16 mg/L	15 mg/L
Quinta campaña	10.8 mg/L	10.9 mg/L	15 mg/L
Sexta campaña	3.94 mg/L	3.67 mg/L	15 mg/L
Promedio por estación	10.78 mg/L	10.19 mg/L	15 mg/L

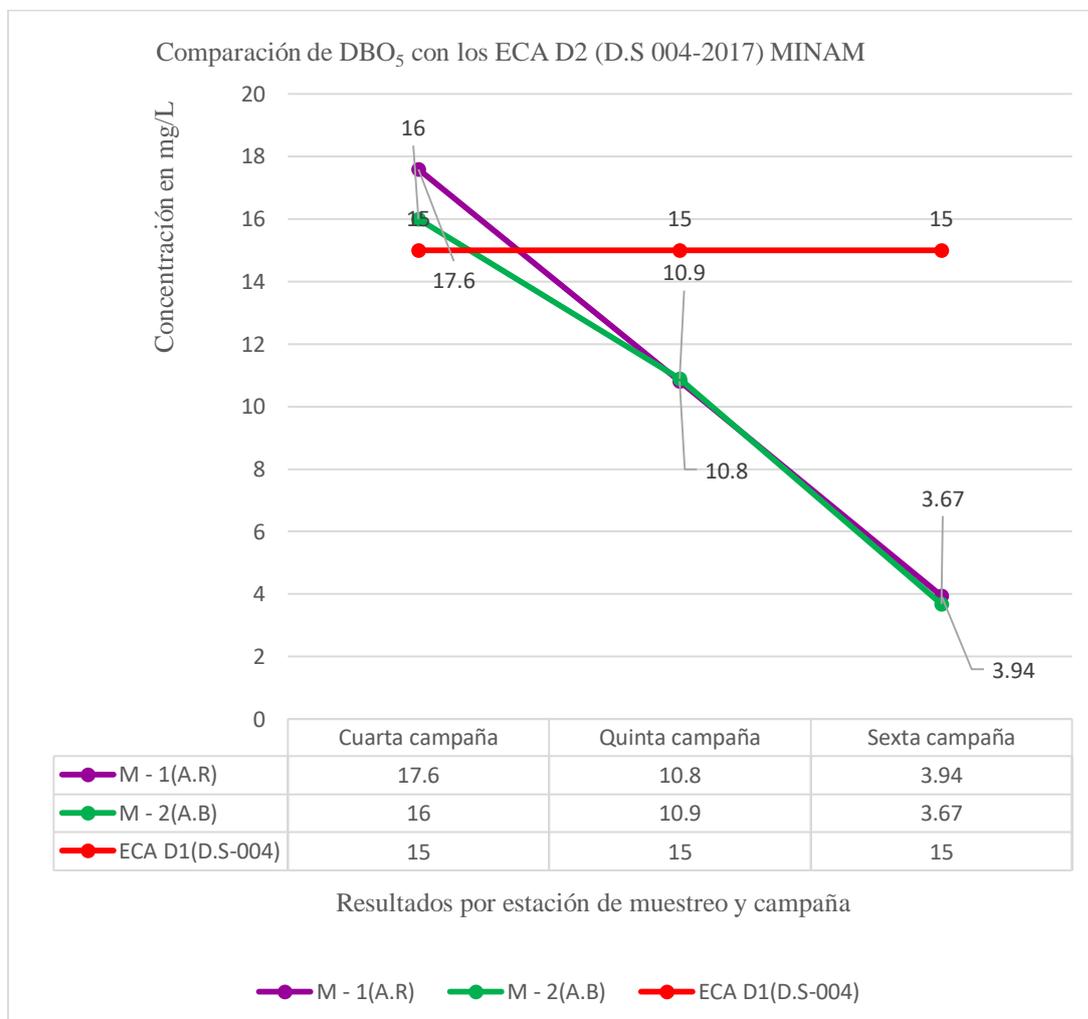


Figura 39. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 45

Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Demanda Bioquímica de Oxígeno	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Campañas		
Cuarta campaña	4.55 mg/L	100 mg/L
Quinta campaña	24.6 mg/L	100 mg/L
Sexta campaña	29.9 mg/L	100 mg/L
Promedio por estación	19.683 mg/L	100 mg/L

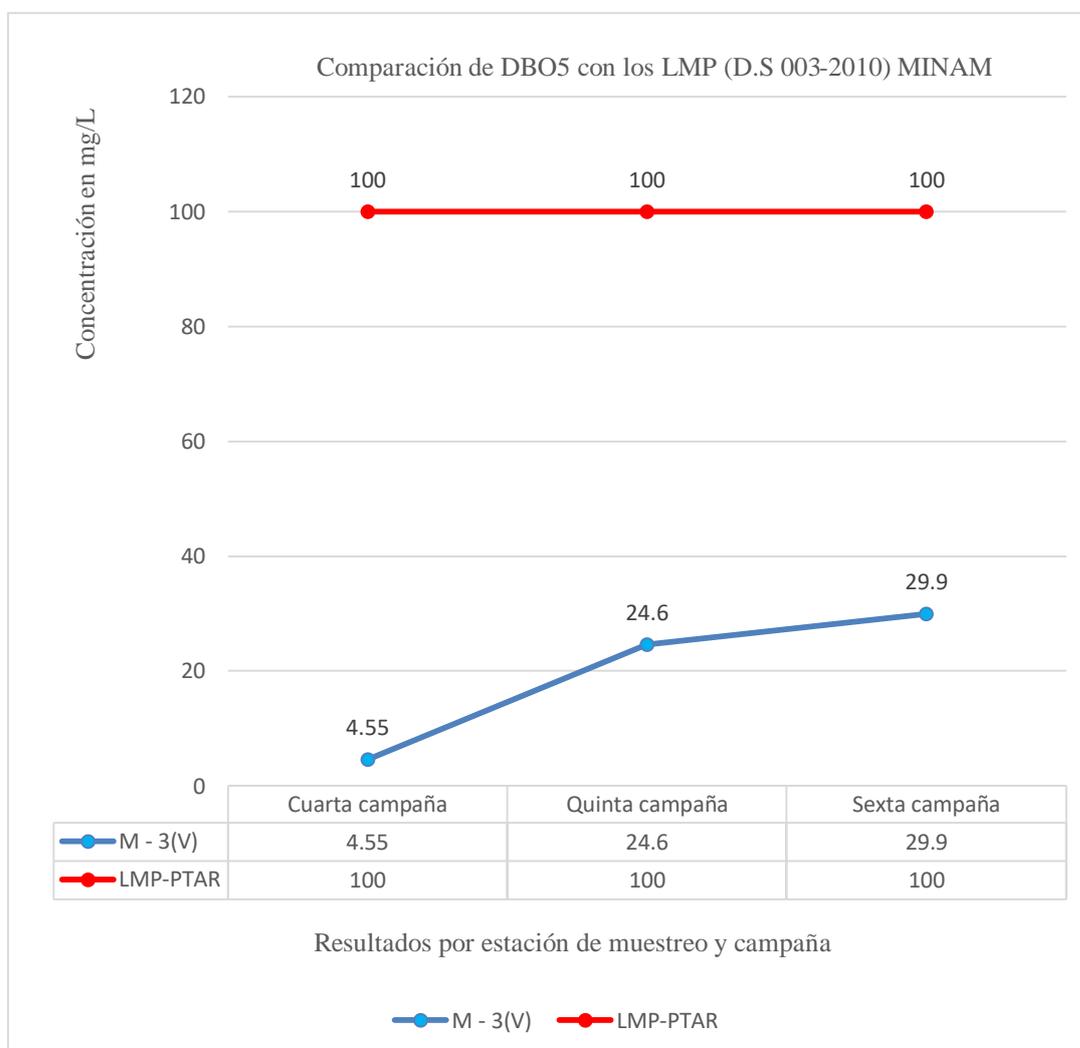


Figura 40. Comparación de demanda bioquímica de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 46

Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM

Demanda química de oxígeno	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017)
Campañas			MINAM
Cuarta campaña	50 mg/L	61 mg/L	40 mg/L
Quinta campaña	13.5 mg/L	14 mg/L	40 mg/L
Sexta campaña	16.2 mg/L	16.8 mg/L	40 mg/L
Promedio por estación	26.57 mg/L	30.600 mg/L	40 mg/L

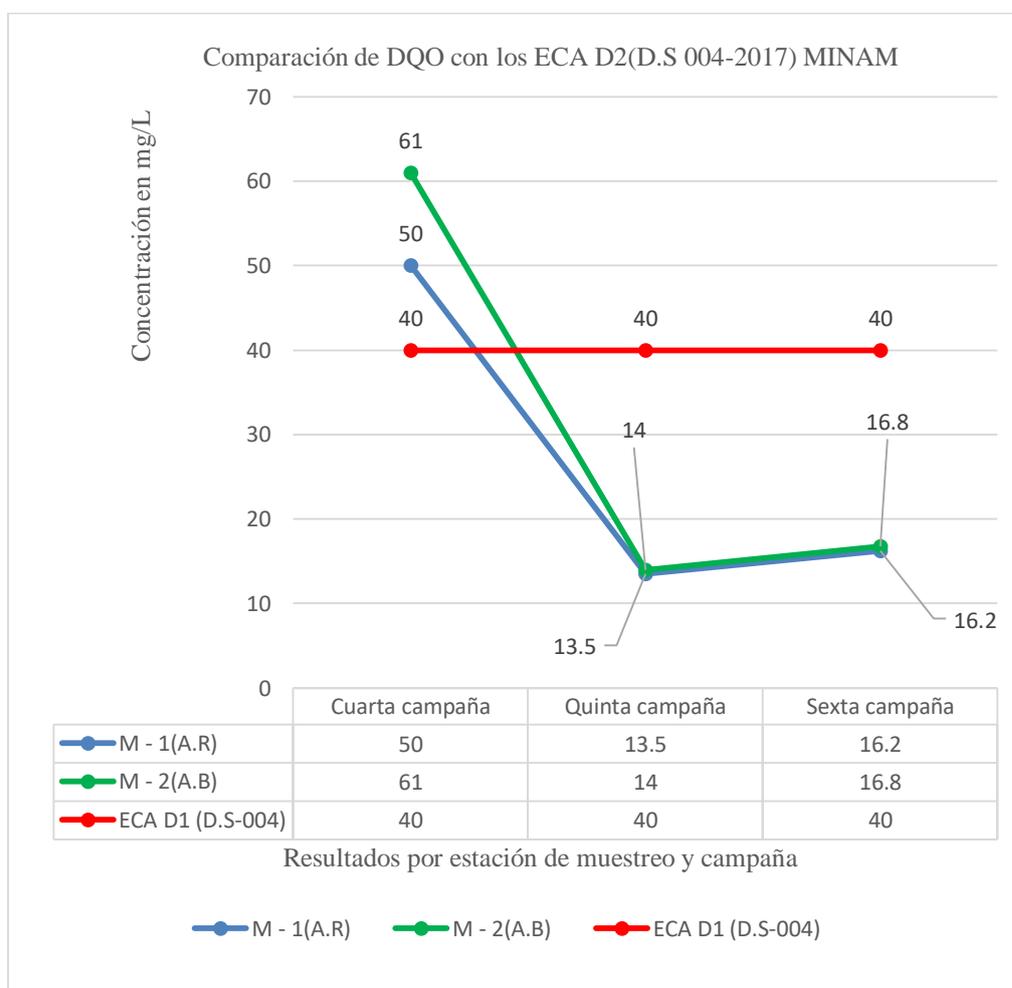


Figura 41. Comparación de demanda química de oxígeno con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM

Tabla 47

Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Demanda química de oxígeno	Estaciones de muestreo	
Campañas	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Cuarta campaña	43.5 mg/L	200 mg/L
Quinta campaña	45.5 mg/L	200 mg/L
Sexta campaña	62 mg/L	200 mg/L
Promedio por estación	50.333 mg/L	200 mg/L

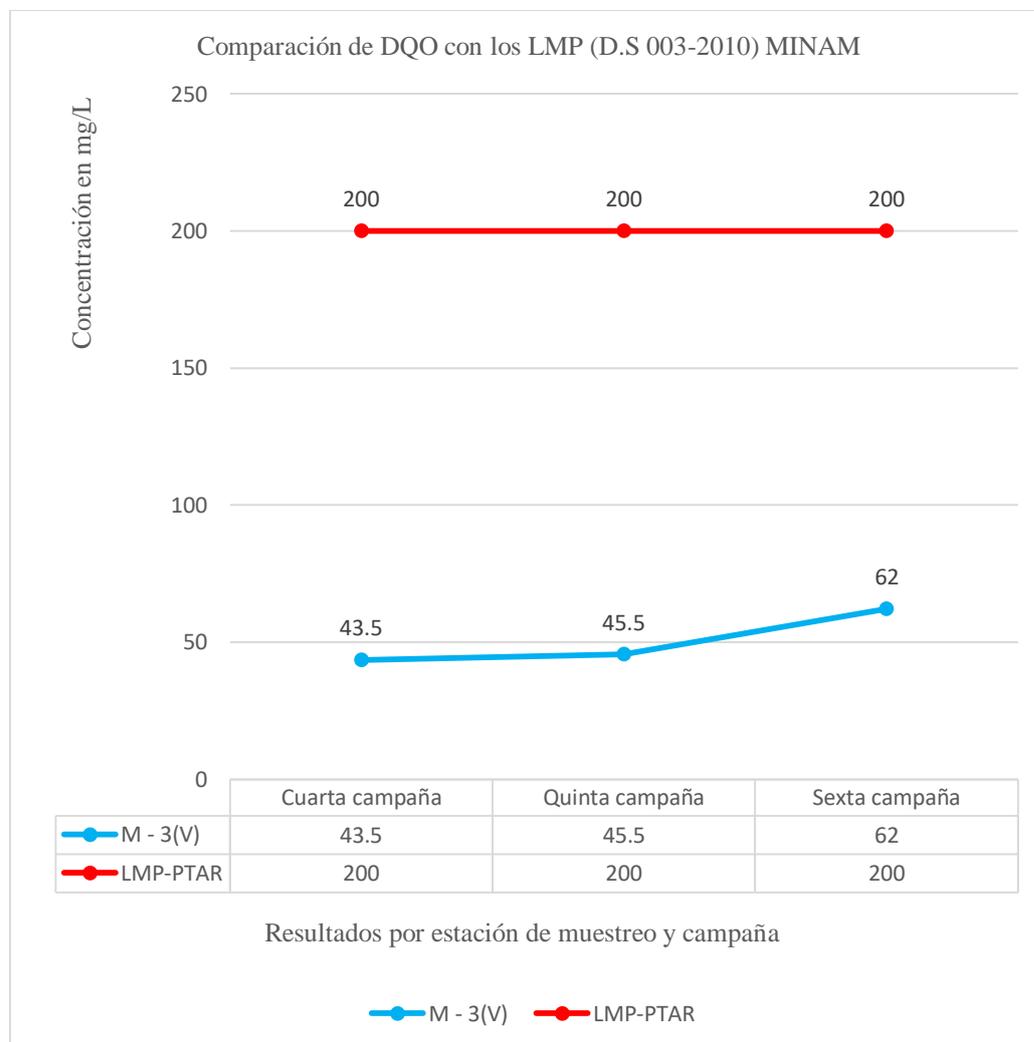


Figura 42. Comparación de demanda química de oxígeno con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 48  
Comparación de aceites y grasas con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo		
	Aguas arriba	Aguas abajo	ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas			
Cuarta campaña	2.4 mg/L	21.4 mg/L	10 mg/L
Quinta campaña		5.4 mg/L	10 mg/L
Sexta campaña		8.6 mg/L	10 mg/L
Promedio por estación	2.40 mg/L	11.800 mg/L	10 mg/L

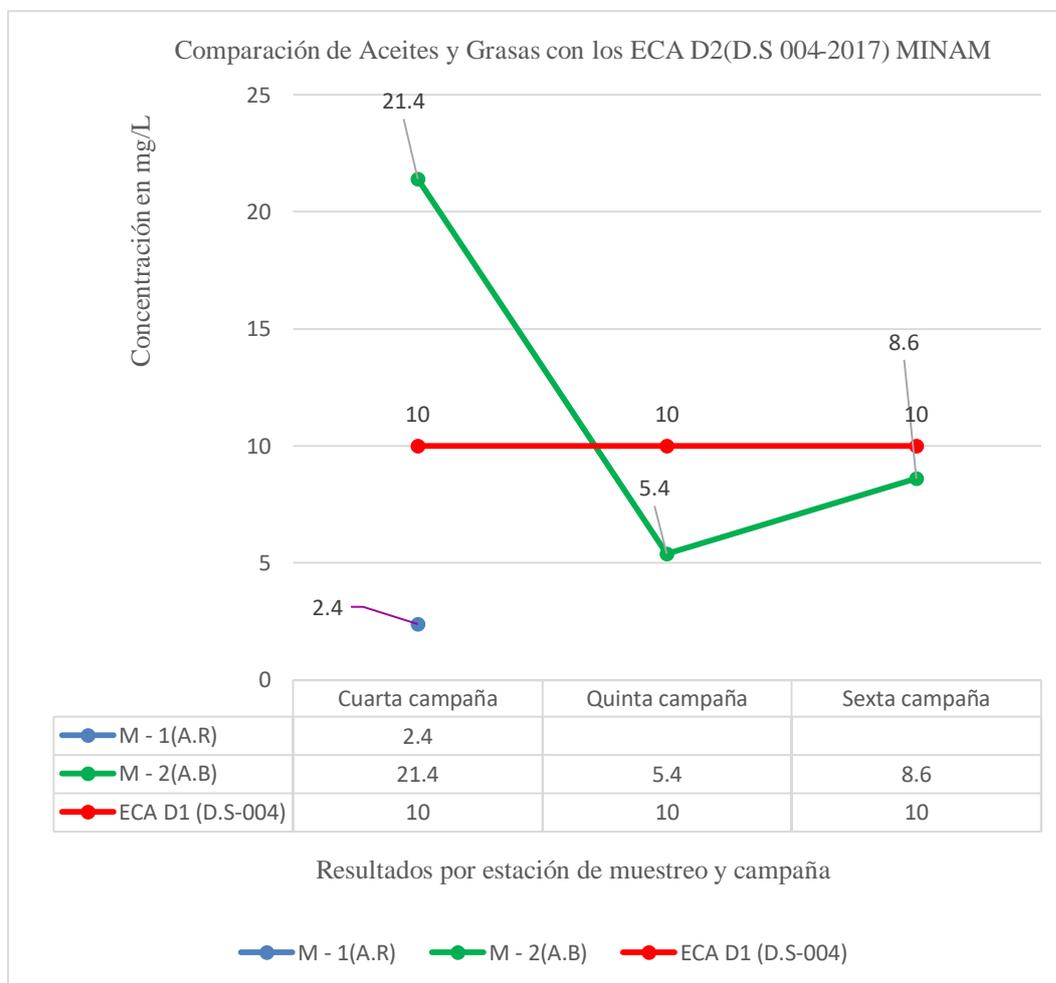


Figura 43. Comparación de aceites y grasas con los ECA D2 (D.S 004-2017) MINAM

Tabla 49  
Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Aceites y grasas	Estaciones de muestreo	
	Vertimiento	LMP (D.S 003- 2010) MINAM
Campañas		
Cuarta campaña	12 mg/L	20 mg/L
Quinta campaña	40.6 mg/L	20 mg/L
Sexta campaña	16.8 mg/L	20 mg/L
Promedio por estación	23.133 mg/L	20 mg/L

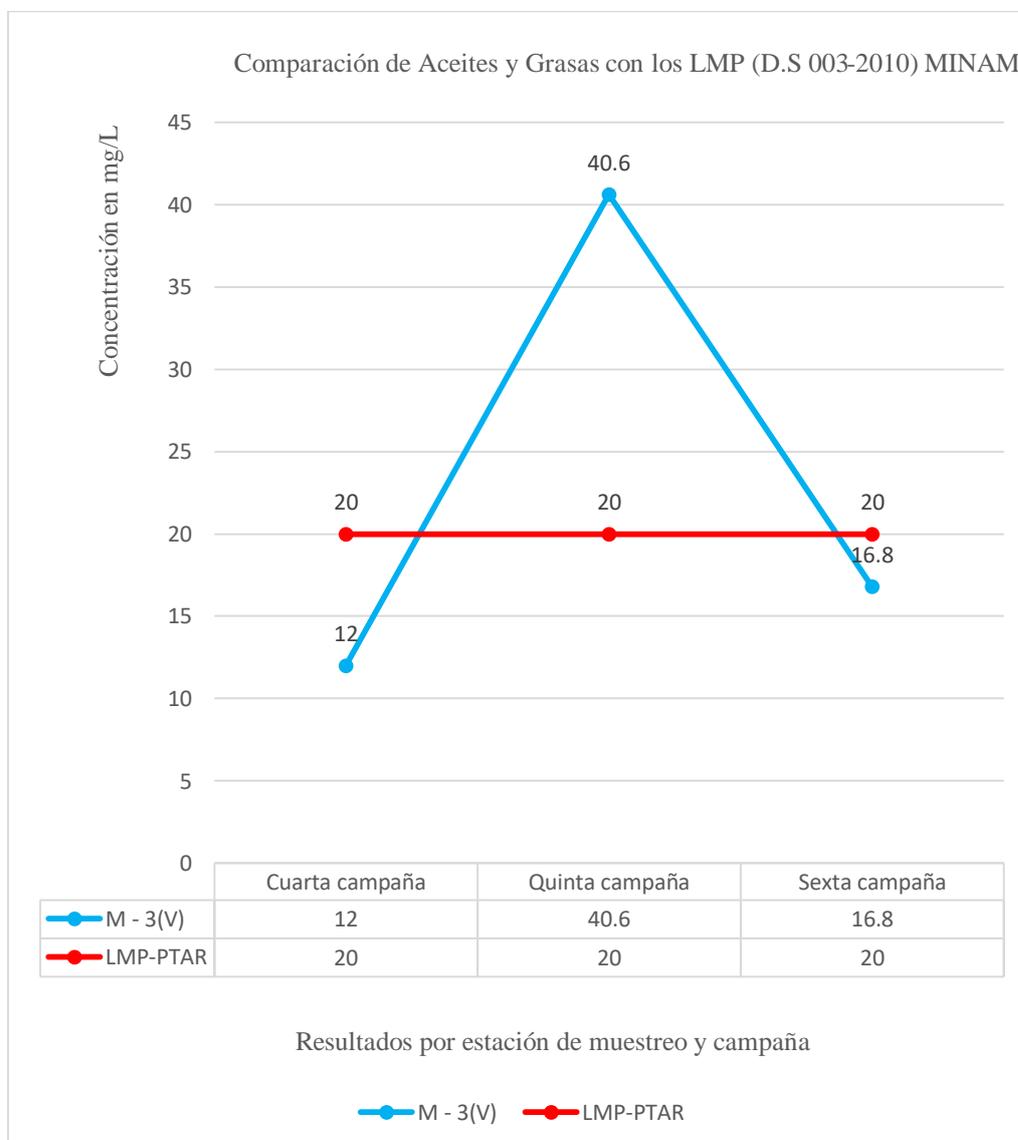


Figura 44. Comparación de aceites y grasas con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Tabla 50  
Comparación de Coliformes termotolerantes con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM

Coliformes termotolerantes		Estaciones de muestreo		ECA (D.S 004-2017) MINAM
Campañas	Aguas arriba	Aguas abajo		
Cuarta campaña	920 000 NMP/100 mL	5 400 000 NMP/100mL		2 000 NMP/100mL
Quinta campaña	3 500 NMP/100mL	92 000 NMP/10mL		2 000 NMP/100mL
Sexta campaña	9 200 NMP/100mL	17 000 NMP/100mL		2 000 NMP/100mL
Promedio por estación	310 900.00 NMP/100mL	1 836 333.333 NMP/100mL		2 000 NMP/100mL

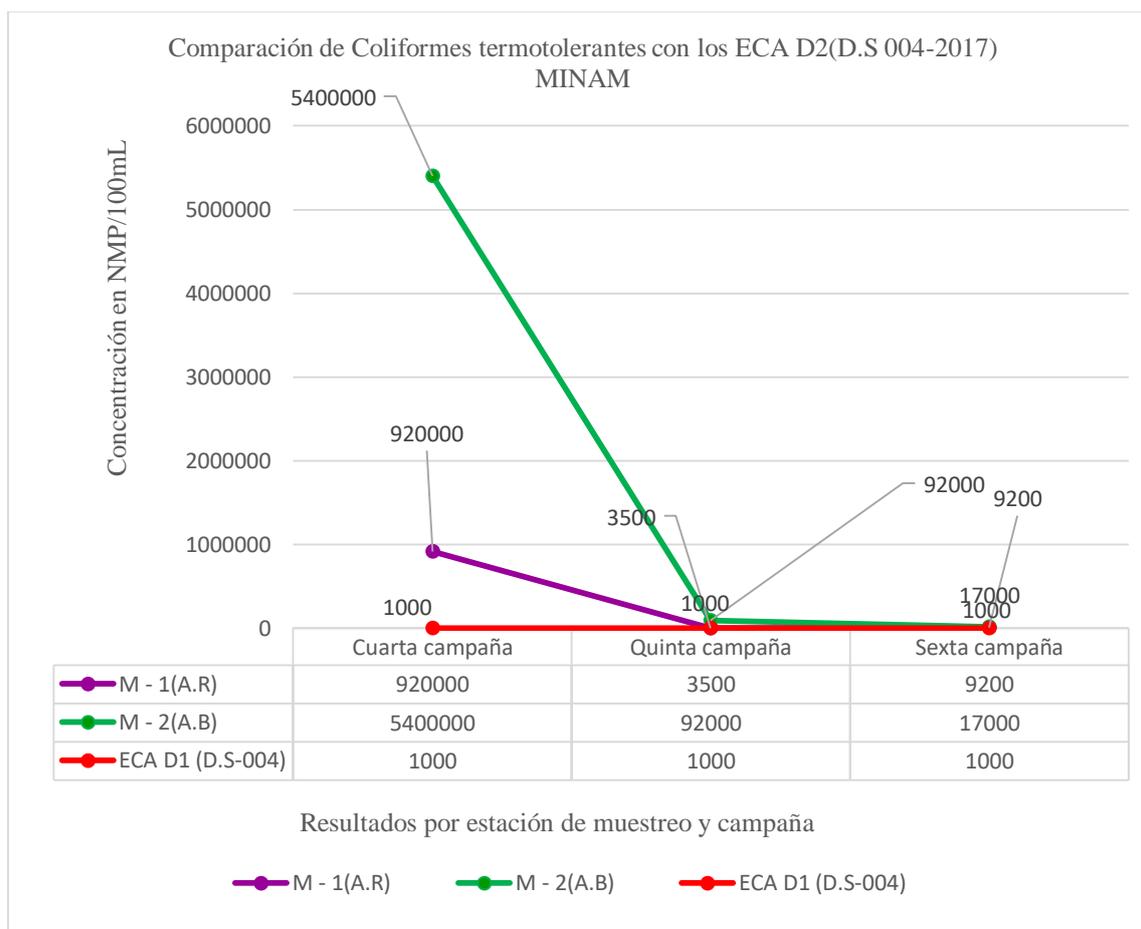


Figura 45. Comparación de coliformes termotolerantes con los ECA D2(D.S 004-2017) MINAM

Tabla 51  
Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

Coliformes termotolerantes	Estaciones de muestreo	
Campañas	Vertimiento	LMP (D.S 003-2010) MINAM
Cuarta campaña	540 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Quinta campaña	350 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Sexta campaña	350 000 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL
Promedio por estación	413 333.333 NMP/100 mL	10 000 NMP/100 mL

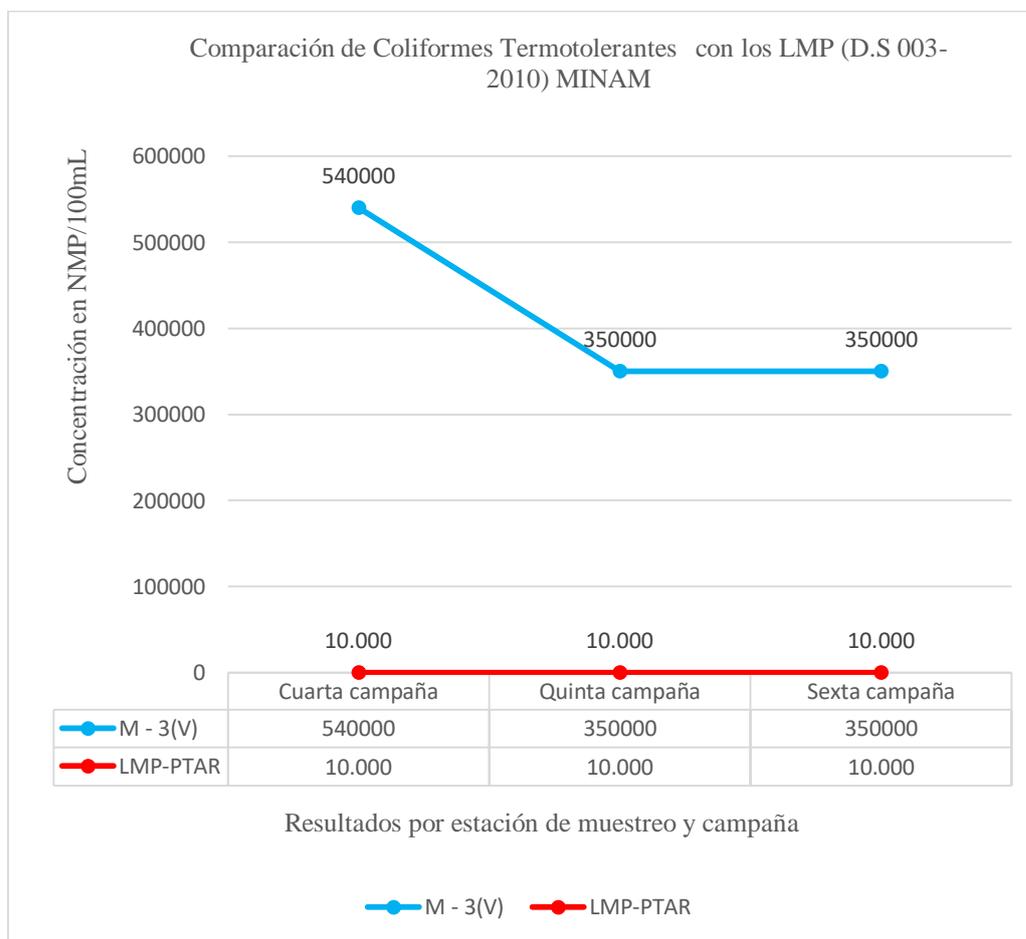


Figura 46. Comparación de coliformes termotolerantes con los LMP (D.S 003-2010) MINAM

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

El parámetro pH no sobrepasa los LMP y ECA de la categoría D.1- D.2 para la temporada seca y lluvia. Los valores de dicho parámetro tienen gran importancia para determinar el éxito o el fracaso de la cosecha de plantas de tallo corto.

Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca a nivel local; determina un pH entre 7.08 y 7.40 encontrándose dentro de los Estándares de Calidad Ambiental, similar a los resultados arrojados en el estudio de investigación del río Cajamarquino. Rojas, N. y Peláez, F. (2012), encuentra un pH de 7.02 y 8.64 en el río Sendamal de la provincia de Celendín, encontrándose dentro de los Estándares de Calidad Ambiental. Por el contrario, si usamos riegos con pH inadecuado, la planta no asimilará potasio, calcio o magnesio y en cuanto a la ingesta de agua de baja calidad en los animales presenta trastornos digestivos, reducción en la producción láctea, alteración en la reproducción y en los casos más extremos hasta la muerte.

El parámetro de conductividad no sobrepasa los ECA de la categoría D.1 - D.2 para la temporada seca y lluvia. Siendo, por el contrario, estas aguas que discurren al río Cajamarquino tendrían grandes niveles de concentración de sales, provocando toxicidad en las plantas, esto debido al exceso de sodio; aparte la salinización del suelo y no sería apto para bebida de animales.

Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca a nivel local; determina una conductividad con los valores entre 429 y 746  $\mu\text{S}/\text{cm}$  encontrándose dentro de los Estándares de Calidad Ambiental pero tampoco es apta para bebida de animales y riego de vegetales. Rivera, S. y Vásquez, F. (2016), encuentra una conductividad de 16.77  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el río Mazán, Loreto, encontrándose dentro de los Límites Máximos Permisibles exigido por la norma legal peruana y organismos internacionales; sin embargo, no son aptos para bebida de animales, dado que, dichos ríos mantienen una característica amazónica.

El parámetro de demanda bioquímica de oxígeno no sobrepasa los LMP, pero sí los ECA de la categoría D.1 - D.2 con una concentración de 1mg/L en la temporada de lluvia. Coincidiendo con el arrastre de materia orgánica, sumado a esto el vertimiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica del distrito de Llacanora, sector La Banda.

Ramírez, K. (2011), en su estudio de investigación arroja una concentración de 413.70 mg/L para  $\text{DBO}_5$  encontrándose con concentraciones muy altas, que están por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Categoría III: Riego de Vegetales y Bebida de animales). Quien recomienda que es un sistema de tratamiento de aguas residuales debe implementarse pre tratamientos como una cámara de rejillas o cribas, un desarenador y tamices, con ello se podrá reutilizar esta agua en el riego de cultivos agrícolas y cumpliendo los parámetros de LMP y ECA de Ministerio de Ambiente.

El parámetro de demanda química de oxígeno no sobrepasa los LMP, pero sí sobrepasa los ECA de la categoría D.1 - D.2 con una concentración de 21mg/L en la temporada de lluvia. Coincidiendo con el arrastre de materia orgánica por lluvias que arrastran substratos producto de la erosión y las escorrentías sumado a esto el vertimiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica del distrito de Llacanora, sector La Banda.

Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca; determina una concentración entre 8.0 y 250 mg/L para demanda química de oxígeno superando los Estándares de Calidad Ambiental, con una concentración de 210 mg/L más al valor permitido; asumiendo por las grandes cantidades de residuos sólidos generados por las zonas urbanas. Ramírez, K. (2011), muestra una concentración de 516.03 mg/L para DQO, encontrándose por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de animales), coincidiendo con el arrastre de materia orgánica por lluvias.

El parámetro de sólidos suspendidos totales sobrepasa los LMP con una concentración de 27 mg/L en la temporada de lluvia, coincidiendo con el arrastre de substratos producto de la erosión.

Rojas, N. y Peláez, F. (2012), desarrolló un estudio de investigación sobre la calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú), arrojó una concentración de sólidos en suspensión de 354.00 mg/L y 427.31 mg/L en época húmeda, dicho autor

asume que las concentraciones elevadas se debe a la temporada húmeda, demostrando ligera contaminación orgánica, debido posiblemente a la cercanía de los cultivos y a las escorrentías formadas por las lluvias propias de la época del arrastre de sedimentos. Avellaneda, P. (2016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca; determina el parámetro de sólidos suspendidos totales con los valores entre 3.2 y 948 mg/L dicho valor no se realizó una comparación los Estándares de Calidad Ambiental. Sin embargo, al ser comparados con los Límites Máximos Permisibles supera drásticamente en 798 mg/L veces más al valor permitido.

El parámetro de aceites y grasas sobrepasa los LMP con una concentración de 79.4mg/L, 67.4mg/L, 45.6mg/L y 20.6 mg/L para la temporada seca y lluvia respectivamente. Asimismo, los ECA de la categoría D.1 - D.2 con una concentración de 11.4 mg/L sólo para la temporada de lluvia. Por lo tanto, hay una alteración significativa en la calidad de agua del río Cajamarquino por un tratamiento deficiente en la planta de tratamiento de agua residual - Llacanora, esto trae como consecuencias el deterioro de los sembrados e interfieren en el ingreso de los rayos solares, de tal manera impide su crecimiento biológico y diversas enfermedades en los animales.

ANA, (2011), realizó un “Plan de trabajo para el segundo monitoreo de la calidad de agua del río Llaucano y tributarios” en la provincia de Hualgayoc, dando más prioridad el análisis de metales pesados; sin embargo se presentó una concentración baja de aceites y grasas superando en 1mg/L los Estándares de Calidad Ambiental, ya que los demás valores se encuentran por debajo del Límite de Cuantificación de Métodos,

significa que el resultado es equivalente a cero y no se aprecia la presencia de aceites y grasas.

El parámetro de coliformes termotolerantes sobrepasa los LMP y ECA con una concentración de 530 000 NMP/100 mL y 348 000 NMP/100 mL; 530 000 NMP/100 mL y 5 398 000 NMP/100 mL para la temporada seca y lluvia respectivamente. Por lo tanto, hay una alteración significativa en la calidad de agua del río Cajamarquino por un tratamiento deficiente en la planta de tratamiento de agua residual - Llacanora; Por lo que, esta agua no solo afecta a los vegetales de tallo corto y animales, sino también al hombre trayendo como consecuencias enfermedades parasitarias y epidemias.

Castañeda, M. (2 017), presenta una concentración de 1 600 NMP/100mL para Coliformes Termotolerantes; indicando contaminación termotolerante. Asumiendo que aguas están contaminadas con residuos termotolerantes cuando hay actividades excretales de forma directa a los cuerpos de agua natural, procedentes de los seres humanos y de animales haciendo que no sea apta para consumo de ningún ser vivo. Avellaneda, P. (2 016), en su estudio de evaluación de la calidad de agua del río Mashcón en la ciudad de Cajamarca a nivel local; determina el parámetro de coliformes termotolerantes con los valores entre 2 000 y  $92 \times 10^6$  NMP/100 mL sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental; dicho autor asume que es por consecuencia de grandes cantidades de residuos sólidos y desechos excretales de las poblaciones y áreas ganaderas en las orillas.

#### 4.2. Conclusiones

Se determinó que la influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas alteró los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental en los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para las dos temporadas de estudio (seca y lluvia) en la calidad de agua del río cajamarquino.

determinó los parámetros fisicoquímicos: pH, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales; sin embargo, el parámetro con mayor concentración fue aceites y grasas con un valor de 79.4 mg/L y 11.4 mg/L por encima de los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para las dos temporadas seca y lluvia, en la calidad de agua del río Cajamarquino.

Se determinó los parámetros microbiológicos de coliformes termotolerantes con una concentración de 530 000 NMP/100 mL y 348 000 NMP/100 mL; 530 000 NMP/100 mL y 5 398 000 NMP/100 mL por encima de los Límites Máximos Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental para las dos temporadas seca y lluvia, en la calidad de agua del río Cajamarquino.

## REFERENCIAS

Aguirre, T. (2 014). Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la provincia de Padre Abad, Aguaytía.

*Universidad Nacional Agraria de la Selva*, 120.

ANA, A. N. (2 011). Dirección de Gestión de la Calidad de Recursos Hídricos. *Plan de trabajo para el segundo monitoreo de la calidad de agua del río Llaucano y tributarios*.

Arocutipa, L. J. (2 013). *Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de alto Inambari- Sandia*. Puno.

Avellaneda, P. P. (2 016). Evaluación de la calidad del agua en el río Mashcón, Cajamarca, 2016. 307.

Barboza, P. (2011). Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totorá –Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación. *Universidad Nacional de Ingeniería - Facultad de Ciencias*, 133.

Castañeda, M. (2 017). *Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (Eca 3) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac - 2016*. Cajamarca.

Herrera et al. (2 012). *Tendencia de la calidad del agua en ríos de Tabasco, México*.

Koschelov et al. (2 013). Evaluación de la calidad del agua del río Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela) mediante bioindicadores microbiológicos y parámetros fisicoquímicos. 8.

- Koschelov et al. (2013). Evaluación de la calidad del agua del río, Cúpira (La Cumaca, Estado Carabobo, Venezuela) mediante bioindicador microbiológicos y parámetros fisicoquímicos. *Sistema de Información Científica, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto*, 9.
- Llontop, H. J. (2010). Calidad del agua en la cuenca del río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras. *tesis de la facultad de ingeniería geológica, minera, metalúrgica y geográfica*, 299.
- Lovón, B. O. (junio de 2011). *Río Chili es el más contaminado del Perú*.
- Medina, P. N. (2002). *Estudio hidrobiológico de la Cuenca del río Armería para las predicciones de un desarrollo sustentable*. México.
- Moscoso, S. (2016). “Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua potable de la planta potabilizadora del Cantón Chordeleg”. Ecuador.
- Palomino, G. I. (2011). Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totorá –Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación.
- Pineda, N. A. (2002). Estudio Hidrobiológico de la cuenca del río Armería para las predicciones de un desarrollo sustentable. *Universidad de Colima-Maestría en ciencias médicas*, 120.
- Quispe, A., & Castrejon, B. T. (2012). Estudios de impacto ambiental. *impacto ambiental en obras de ingeniería*, 112.
- Quispe, J., & Rojas, P. (2015). *Impacto de las actividades antrópicas sobre la calidad de agua de la subcuenca del río Shullcas- Huancayo- Junin*. Huancayo.

- Quispe, S. C. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez*. Puno.
- Ramirez, K. (2011). *Calidad de aguas Residuales de tratamiento primario en pozas de oxidación del distrito de Viques - Huancayo*. Huancayo.
- Rivera, L. E., & Vásquez, H. I. (2016). *determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto, 2016*. Iquitos- Peru.
- Rojas, N. A., & Peláez, F. P. (2012). Calidad del agua del río Sendamal (Celendín, Cajamarca, Perú): determinación mediante uso de diatomeas, 2012. *REBIOL* 2014, 9.
- Valle, P. G. (2015). Calidad del agua de mar del estero Huaylá y sus efectos en el crecimiento y supervivencia de larvas de *Litopenaeus Vannamei*. “*Calidad, Pertinencia y Calidez*”, 94.
- Vega, G., & Pérez, G. (2011). Tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas. *Instituto Tecnológico de la Paz*, 30.
- Vega, J. P., & Peña, J. M. (2008). Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución. *Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento*, 80.
- Vela, R. J. (2016). *Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente-vacante*. Iquitos. Peru. 2016. Iquitos.

Wu, B. Y. (2 009). *Calidad Físico-química y microbiológica del agua para el consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008*. San José - Costa Rica.

Zamora, A. L. (2 013). Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, municipio de La Tebaida, departamento de Quindío. *Universidad de Manizales, facultad de ciencias contables, economicas y administrativas; maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente*, 109.

## ANEXOS

ANEXO n.º 1. Límite máximo permisible de efluentes para vertimientos de cuerpos de agua del Decreto Supremo N°003-2010-MINAM.

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Límite máximo permisible (LMP) de efluentes para vertimientos de cuerpos de agua del Decreto Supremo N°003 - 2010-MINAM.

ANEXO n.º 2. Agua de categoría III: para riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

Fuente: Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

ANEXO n.º 3. Agua de categoría III: para riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
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
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35

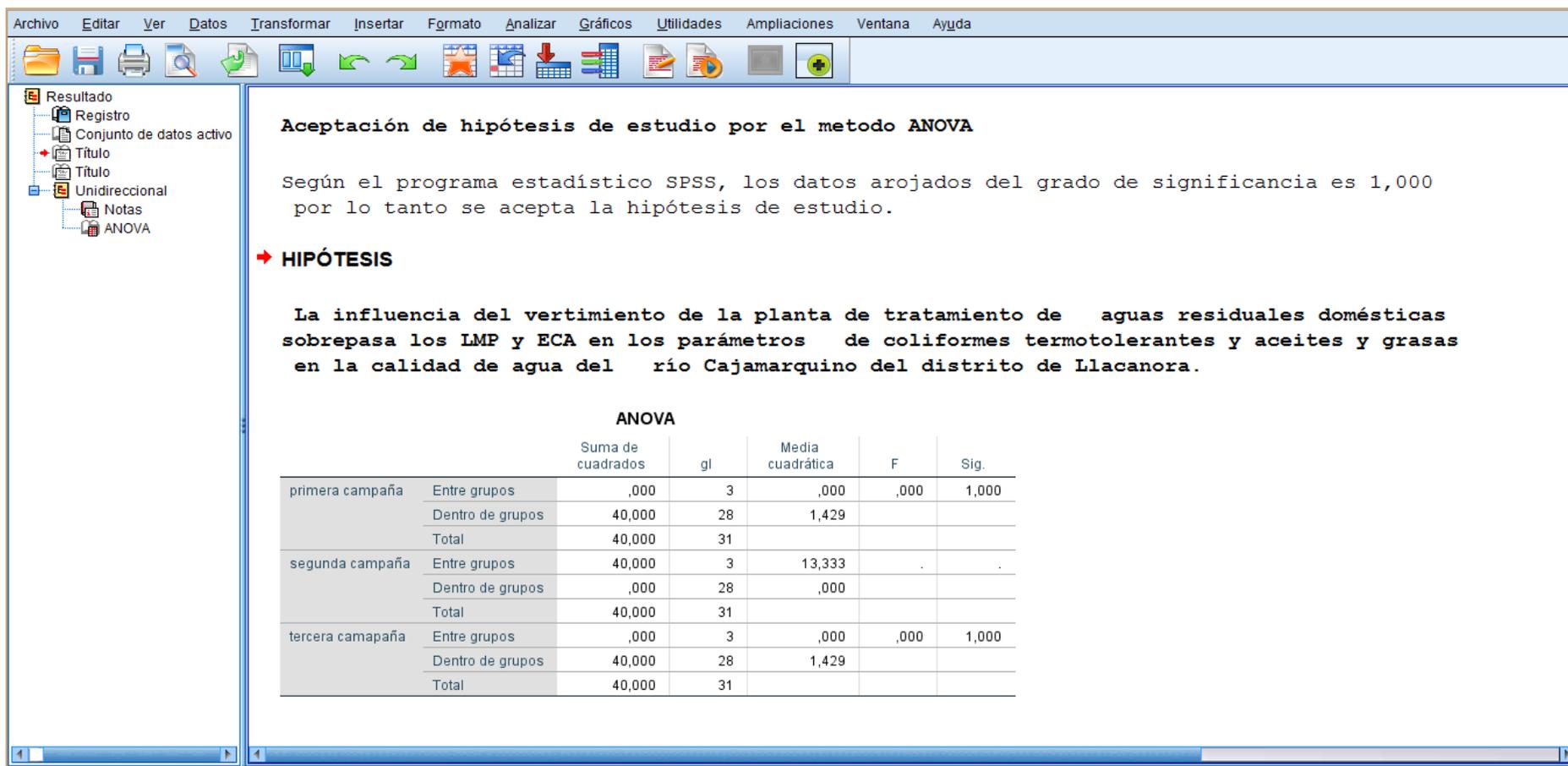
Fuente: Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

ANEXO n.º 4. Agua de categoría III: para riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptaclo y Heptaclo Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Fuente: Categoría III: Riego de vegetales y bebida de animales- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

ANEXO n.º 5. Validación de hipótesis por el método de ANOVA.



**Aceptación de hipótesis de estudio por el metodo ANOVA**

Según el programa estadístico SPSS, los datos arojados del grado de significancia es 1,000 por lo tanto se acepta la hipótesis de estudio.

➔ **HIPÓTESIS**

La influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas sobrepasa los LMP y ECA en los parámetros de coliformes termotolerantes y aceites y grasas en la calidad de agua del río Cajamarquino del distrito de Llacanora.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
primera campaña	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	40,000	28	1,429		
	Total	40,000	31			
segunda campaña	Entre grupos	40,000	3	13,333	.	.
	Dentro de grupos	,000	28	,000		
	Total	40,000	31			
tercera camapaña	Entre grupos	,000	3	,000	,000	1,000
	Dentro de grupos	40,000	28	1,429		
	Total	40,000	31			

ANEXO n.º 6. Planos de georreferenciación del río Cajamarquino





ANEXO n.º 8. Fotografías de los nuestros



Fotografía 1. Muestreo del río Cajamarquino en la temporada seca del distrito de Llacanora (Sector la Banda).



Fotografía 2. Materiales (Recipientes plásticos y vidrio) para la toma de muestras



Fotografía 3. Equipo multiparámetro



Fotografía 4. Manipulación del equipo multiparámetro



Fotografía 5. Toma de muestra de aceites y grasas



Fotografía 6. Uso del preservante de muestra de aceites y grasas.



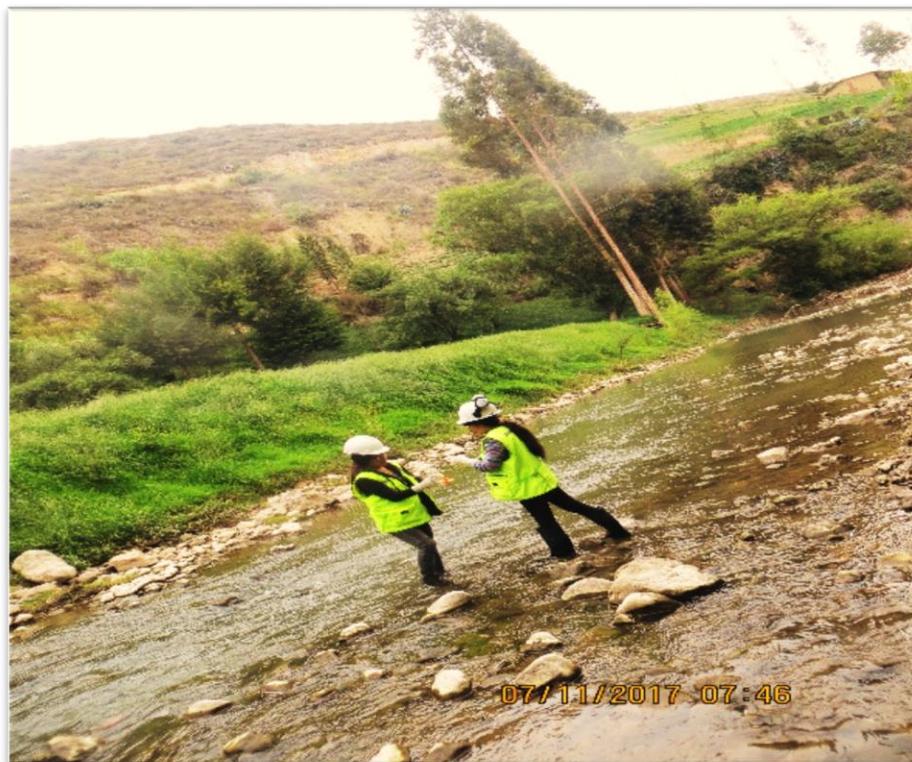
Fotografía 7. Muestreo del río Cajamarquino en temporada de lluvia del distrito de Llacanora (Sector la Banda).



Fotografía 8. Toma de muestra de coliformes termotolerantes



Fotografía 9. Vertimiento



Fotografía 10. Toma de muestra de demanda química de oxígeno, DQO



Fotografía 11. Toma de muestra de demanda bioquímica de oxígeno DBO<sub>5</sub>



Fotografía 12. Toma de muestra de coliformes termotolerantes en el vertimiento



Fotografía 13. Toma de muestra de aceites y grasas en el vertimiento.



Fotografía 14. Muestreo final en el río Cajamarquino

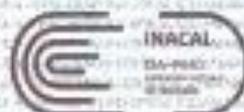
ANEXO n.º 9. Resultados de los ensayos de laboratorio



# LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



Registro N° LE - 084

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0917586

### DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA GULQUI**  
 N° RUC/DNI: **71283607 / 77799747**  
 Dirección: **Barrio San Martín - Jr. La República N°254**  
 Persona de contacto: \_\_\_\_\_  
 Región/Provincia/Distrito: **Cajamarca** Correo electrónico: **nancy.in.zamb@gmail.com**

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: **10.09.17** Hora: **17:25 a 18:10**  
 Tipo de Muestreo: **Puntual**  
 Número de Muestra: **03 Muestra** N° Frascos 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: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA GULQUI**  
 Procedencia de la Muestra: **Licancora - Cajamarca**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Control: **SC - 706** Cadena de Custodia: **CC - 586 - 17**  
 N° Orden de Trabajo: **0917586**  
 Fecha y hora de Recepción: **11.09.17** 08:30 Fidei del Ensayo: **11.09.17** 09:00  
 Fecha Término de Ensayo: **16.09.17** 16:00 Reporte Resultados: **18.09.17** 09:15

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA  
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Bigo Juan V. Diaz Saenz  
ASESORIA

# LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 03 de Octubre de 2017.



# 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.º LE-084

## INFORME DE ENSAYO N° IE 0917586

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS					
Código Cliente			M1	M2	M3			
Código Laboratorio			0917586-01	0917586-02	0917586-03			
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	RESIDUAL			
Descripción			Superficial	Superficial	Municipal			
Localización de la Muestra			Río Cajamarca	Río Cajamarca	PTAR Llacanora			
Parametro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM			
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	<LCM	<LCM	<LCM			
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM			
Boro (B)	mg/L	0.021	0.069	0.072	0.068			
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.138	0.128	0.102			
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM			
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM			
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	112.8	108.0	86.6			
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM			
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM			
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM			
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM			
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.358	0.319	0.658			
Potasio (K)	mg/L	0.049	6.468	6.265	10.730			
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.024	0.023	0.009			
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	11.760	12.320	5.525			
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.103	0.072	0.151			
Moibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM			
Sodio (Na)	mg/L	0.018	12.910	12.380	12.230			
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM			
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.558	0.838	10.660			
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM			
Azufre (S)	mg/L	0.080	39.990	34.040	12.080			
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM			
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM			
Silicio (Si)	mg/L	0.065	9.009	8.648	7.928			
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.808	0.800	0.255			
Tiario (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM			
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM			
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM			
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM			
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM			
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	<LCM			





**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 0917586**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,As,B,Br,Cu,Cd,Co,Cr,Ci,Fe,K,LI,Mo,Ni,Pb,Se,Sr,Zn)	mg/L	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry
Mercurio por ABS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3 B, 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2150-B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Turbidity, Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4590-H-H, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. pH Value, Electrode Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Conductivity, Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day, BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220-D, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-A B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Azúles y Grasas	mg/L	EPA Method 1694 Rev. 3, 2010. n-Heptane Extractable Material (HEM), Diethylcresol and Sika Gel Traced n-Heptane Extractable Material (DET-HEM), Non-polar Material by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ML	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221, R.C.D.E. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**OBSERVACIONES**

- BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MEL: Merca fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa  
 LDM: Límite de detección por método, LCM: Límite de cuantificación del método, ECA: Estándar de calidad ambiental, VE: valor estimado  
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del análisis es menor al LCM del Laboratorio establecido  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA. NA: No aplica NO: No determinado  
 (†) Los Resultados son referenciales, fueron procedidos fuera del tiempo estipulado por el método

**NOTAS FINALES**

- Los resultados indicados en este informe pertenecen 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 extensión será válida solo si tiene firma y sello cògita.
- Este informe no será vòlido si presenta tachaduras o enmendadas.
- El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma 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 lo produce.
- Los materiales o muestras sobre los que se realizan los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua durante el tiempo indicado en preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, desee hacer efectuar al solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**

Cajamarca, 03 de Octubre de 2017.



**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 0917642**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

Razon Social/Usuario: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 N° RUGIDNI: **71283607 / 77799747**  
 Direccion: **Barrio San Martin - Jr. La Republica N°254**  
 Region/Provincia/Distrito: **Cajamarca**  
 Persona de contacto: **-** Correo electrónico: **nancy.in.zamb@gmail.com**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha y hora del Muestreo: **24.09.17** Hora: **08.30 a 09:30**  
 Tipo de Muestreo: **Puntual**  
 Numero de Muestra: **03 Muestra** N° Frascos x muestra: **05**  
 Ensayos solicitados: **Fisicoquimicos y Microbiologicos**  
 Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**  
 Responsable de la toma de muestra: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 Procedencia de la Muestra: **Llucayara - Cajamarca**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato: **SC - 70E** Cadena de Custodia: **CC - 642 - 17**  
 N° Orden de Trabajo: **0917642**  
 Fecha y hora de Recepción: **25.09.17** **08:30** Inicio de Ensayo: **25.09.17** **09:30**  
 Fecha Término de Ensayo: **02.10.17** **09:15** Reporte Resultados: **02.10.17** **10:00**

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA  
 LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA  
  
 Bigo, Ronald A. Celedón Cruz  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP: 4882

**Cajamarca, 12 de Octubre de 2017.**



**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 0917642**

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			P1	P2	P3/V			
Código Laboratorio			0917642-01	0917642-02	0917642-03			
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	RESIDUAL			
Descripción			Superficial	Superficial	Municipal			
Localización de la Muestra			Rio Cajamarquino	Rio Cajamarquino	Vertimiento			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	4.57	7.26	16.14			
pH a 25°C	pH	NA	7.77	7.79	7.27			
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	938.0	936.0	732.6			
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	2.0	4.4	4.7	8.2			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	12.8	13.3	51.3			
Sólidos Suspensos Totales	mg/L	2.5	2.8	8.5	101.5			
Aceites y Grasas	mg/L	2.1	<LCM	8.6	87.4			

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformos Termotolerantes	NMP/100ml	1.8	35x10 <sup>1</sup>	92x10 <sup>2</sup>	16x10 <sup>4</sup>			

*[Firma]*

Ing. Mariano de la Cruz Sarmiento  
Análisis Responsable de Química  
CIP 119544

*[Firma]*

Bigo. Enver Zulueta Santa Cruz  
Análisis Responsable de Biología  
CIP 9774

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**

Cajamarca, 12 de Octubre de 2017.

Página: 2 de 3



**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.º LE-084

**INFORME DE ENSAYO N° IE 0917642**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metas pesadas por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mn, Mg, Mo, Ni, N, Pb, S, Se, Si, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA 800.0 Rev 4-1-1994 (Validado) 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry
Mercurio por ASS-CV	mg/L	EPA 1631 Rev 3-0-1994 (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Turbidez	NTU	SM900-APHA-AWWA-WEF, Part 2130 B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Turbidity Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SM900-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H <sup>+</sup> B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. pH Value Electronic Method
Conductividad a 25°C	µS/cm	SM900-APHA-AWWA-WEF, Part 2510 B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Conductivity Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SM900-APHA-AWWA-WEF, Part 5210 B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day, BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SM900-APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SM900-APHA-AWWA-WEF, Part 2540 A, D, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Solids, Total Suspended Solids Dried at 105-105°C
Aceites y Grasas	mg/L	EPA 8160.0 Rev 8-1-2015. Petroleum Extractable Material (PEM) Oil and Grease and Grease Oil (total hydrocarbon Extraction) National (SGT-HEM, Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	MMP/100ml	SM900-APHA-AWWA-WEF, Part 9221 A, B, C, E, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**OBSERVACIONES**

LCM: Límite de cuantificación del método. ESA: Estandar de calidad ambiental. 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, 1.0, significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprobó crecimiento bacteriano en la muestra.

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

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

Código del Formulario: RT-5-10-01, Rev. N°05, Fecha: 06/05/2017

**NOTAS FINALES**

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a los 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 enmendaduras.
- ✓ 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 lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realizan los ensayos se conservan en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservación posterior a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



Cajamarca, 12 de Octubre de 2017.

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**



# LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



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

## INFORME DE ENSAYO N° IE 1017678

### DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**

N° RUC/DNI: **71283607 / 77799747**

Dirección: **Barrio San Martín - Jr. La República N°254**

Región/Provincia/Distrito: **Cajamarca**

Persona de contacto: **Correo electrónico: nancyinamb@gmail.com**

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: **08.10.17** Hora: **09:30 a 10:10**

Tipo de Muestreo: **Puntual**

Número de Muestra: **03 Muestra** N° Frascos x muestra: **05**

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: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**

Procedencia de la Muestra: **Lagunas - Cajamarca**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 708** Cadena de Custodia: **CC - 678 x 17**

N° Orden de Trabajo: **1017678**

Fecha y Hora de Recepción: **09.10.17 06:00** Inicio de Ensayo: **09.10.17 07:00**

Fecha Término de Ensayo: **16.10.17 08:00** Reporte Resultado: **16.10.17 11:15**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA  
Laboratorio Regional del Agua  
Rgo. Ronald A. Casado Cuzco  
RESPONSABLE DE LA CADENA  
CON-1888

# LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 19 de Octubre de 2017.



**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 1017678**

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS		
Código Cliente	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3		
Código Laboratorio	1017678-01	1017678-02	1017678-03		
Matriz de Agua	NATURAL	NATURAL	RESIDUAL		
Descripción	Superficial	Superficial	Municipal		
Localización de la Muestra	Rio Cajamarquino	Rio Cajamarquino	PTAR-Llacanora		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados		
Turbidez	NTU	0.09	7.68	11.0	19.9
pH a 25°C	pH	NA	7.75	7.69	7.19
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	870.5	866.0	642.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg D <sub>5</sub> /L	2.6	3.4	3.5	17.5
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg D <sub>2</sub> /L	8.3	13.0	16.0	46.0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	2.5	5.5	4.7	37.5
[*] Aceites y Grasas	mg/L	2.5	<LCM	18.4	65.6

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados		
Coliformes Termotolerantes	MPN/100ml	1.6	54x10 <sup>2</sup>	35x10 <sup>2</sup>	54x10 <sup>2</sup>

*Mariano de la Cruz Sami Nieto*

**Ing. Mariano de la Cruz Sami Nieto**  
Analista Responsable de Química  
CIP 110544

*Enver Zulueta Santis Cruz*

**Blgo. Enver Zulueta Santis Cruz**  
Analista Responsable de Biología  
CBP 7776

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**

Cajamarca, 19 de Octubre de 2017.



**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 1017678**

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metasles por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Be, Bi, Br, Cd, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, H, Li, Mn, Mo, Ni, N, P, Pb, S, Se, Si, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA 800-T. Part 4.4-1994 (Validado) 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry
Mercurio por ASS-UV	mg/L	EPA 845.1 (Part 3.0) 1994 (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Turbidez	NTU	SM900-APHA-APMWA-WEF, Part 2130. B. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Turbidity. Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SM900-APHA-APMWA-WEF, Part 4500-H <sub>+</sub> .B. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. pH Value. Electrode Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SM900-APHA-APMWA-WEF, Part 2510. B. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Conductivity. Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> / L	SM900-APHA-APMWA-WEF, Part 5210 B. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD) 5-D, BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> / L	SM900-APHA-APMWA-WEF, Part 8200 D. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD). Direct Method. Colorimetric Method
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SM900-APHA-APMWA-WEF, Part 2540 A. D. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Solids, Total Suspended Solids. Dried at 100-105°C
Aceites y Grasas	mg/L	EPA Method 1664 Rev. B. 2010. n-Hexane Extractable Material (HEM) Oil and Grease. Add. Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SOT-HEM, Non-polar Material) by Extraction and Distillation
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SM900-APHA-APMWA-WEF, Part 9221 A, B, C, E. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2011. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

**OBSERVACIONES**

LCM: Límite de cuantificación del método. EPA: Estándar de calidad ambiental. VE: valor estimado.

Los Resultados Cuanticos <LCM, significa que la concentración del analito es inferior a LCM del Laboratorio establecido.

Los Resultados Microbiológicos <1, 1.4, significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.

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

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

Código del Formato: RT-5.10-01 - Rev: N°05 - Fecha: 06/05/2017

**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 sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su validez 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 N° TP 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 diversos parámetros.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realizan los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservación posterior a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



Cajamarca, 19 de Octubre de 2017.

**LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA**



**INFORME DE ENSAYO N°**

**IE 1017723**

**DATOS DEL CLIENTE/USUARIO**

Razon Social/Usuario **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 N° RUC/DNI **71283607 / 77799747**  
 Dirección **Barrio San Martin - Jr. La República N°254**  
 Región/Provincia/Distrito **Cajamarca**  
 Persona de contacto **-** Correo electrónico **nancy.in.zamb@gmail.com**

**DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha y Hora del Muestreo **23.10.17** Hora **09:00 a 10:00**  
 Tipo de Muestreo **Puntual**  
 Número de Muestra **03 Muestra** N° Frascos x muestra **05**  
 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 **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 Procedencia de la Muestra **Llacanora - Río Cajamarquino**

**DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO**

N° Contrato **SC - 708** Cadena de Custodia **CC - 723 - 17**  
 N° Orden de Trabajo **1017723**  
 Fecha y Hora de Recepción **23.10.17** **11:00** Inicio de Ensayo **23.10.17** **11:30**  
 Fecha Término de Ensayo **30.10.17** **10:30** Raporte Resultado **30.10.17** **12:00**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA  
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Bigo, Juan V. Diaz Saenz  
RESPONSABLE

Cajamarca, 30 de Octubre de 2017.



**INFORME DE ENSAYO N° IE 1017723**

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			Punto 1	Punto 2	Punto 3			
Código Laboratorio			1017723-01	1017723-02	1017723-03			
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	RESIDUAL			
Descripción			Superficial	Superficial	Municipal			
Localización de la Muestra			Río Cajamarquino (aguas arriba)	Río Cajamarquino (aguas abajo)	Vertimiento			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	187	184	29.2	-	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.71	7.78	6.99	-	-	-
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	538	640	571	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	2.6	17.6	16.0	4.55	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	50.0	61.0	43.5	-	-	-
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	2.5	225	221	103	-	-	-
(*) Aceites y Grasas	mg/L	2.5	2.40	21.4	12.0	-	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100ml	1.8	92x10 <sup>4</sup>	54x10 <sup>4</sup>	54x10 <sup>4</sup>	-	-	-

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

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz  
Analista Responsable de Biología  
CIP: 9778

Cajamarca, 30 de Octubre de 2017.



INFORME DE ENSAYO N° IE 1017723

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. B 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Turbidity. Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ 8 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. pH Value. Electrodeic Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2610. B 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Conductivity. Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B 20 <sup>th</sup> Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux. Colorimetric Method
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540.A D. 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids. Gravimetric Method
Aceites y Grasas	mg/L	EPA 821-B-07-001 Rev. 3 2010. n-Hexane Extractable Material (HEM) Of 250/300ml and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SOT-HEM: Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformos Termotolerantes	NMP/100ml	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E 22 <sup>nd</sup> Ed. 2017. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación del métodos, ECA: Estándar de calidad ambiental, VE: valor estimado

Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del ensayo es menor al LCM del Laboratorio establecido

Los Resultados Microbiológicos <1,8, 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 NO: No determinado

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

Código del Formato: RT-5 10-01 Rev: 05 Fecha: 06/06/2017

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 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 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por 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 lo produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realizan los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservación posterior a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, desee 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, 30 de Octubre de 2017.



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

## INFORME DE ENSAYO N° IE 1117775

### DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 N° RUC/DNI: **71283807 / 77799747**  
 Dirección: **Barrio San Martín - Jr. La República N°254**  
 Región/Provincia/Distrito: **Cajamarca**  
 Persona de contacto: **-** Correo electrónico: **nancy.in.zamb@gmail.com**

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: **06.11.17** Hora: **07:00 a 08:00**  
 Tipo de Muestreo: **Puntual**  
 Número de Muestra: **04 Muestra** N° Frascos x muestra: **05**  
 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: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 Procedencia de la Muestra: **Río Cajamarquino - Llacanora**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 706** Cadena de Custodia: **CC - 775 - 17**  
 N° Orden de Trabajo: **1117775**  
 Fecha y Hora de Recepción: **06.11.17 18:00** Inicio de Ensayo: **06.11.17 18:30**  
 Fecha Término de Ensayo: **13.11.17 17:00** Reporte Resultado: **14.11.17 08:30**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA  
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

*Juan V. Diaz Saenz*  
Eigo. Juan V. Diaz Saenz  
RESPONSABLE

Cajamarca, 17 de Noviembre de 2017.



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

INFORME DE ENSAYO N° IE 1117775

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			M1	M2	M3	DW2		
Código Laboratorio			1117775-01	1117775-02	1117775-03	1117775-04		
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	RESIDUAL	NATURAL		
Descripción			Superficial	Superficial	Municipal	Superficial		
Localización de la Muestra			Agua Arriba	Agua Abajo	Vertimiento	Agua Abajo		
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	14.3	13.3	34.5	13.5	-	-
pH a 25°C	pH	NA	7.75	7.77	7.20	7.78	-	-
Conductividad a 25°C	µS/cm	NA	880	877	766	878	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	2.6	10.8	10.9	24.6	10.4	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	13.5	14.0	45.5	14.5	-	-
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	2.5	10.7	10.9	177	11.6	-	-
(*) Aceites y Grasas	mg/L	2.5	<LCM	5.40	40.6	5.00	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1.0	35x10 <sup>3</sup>	92x10 <sup>3</sup>	35x10 <sup>4</sup>	16x10 <sup>4</sup>	-	-

OBSERVACIONES: Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.  
Los Resultados Microbiológicos <1.0, 1.0, significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mn, Mg, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Si, Sr, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994 (Validado) 2014, Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry
Mercurio por ASS-CV	mg/L	EPA 243.1, Rev 3.0, 1994 (Validado) 2014, Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 22 <sup>nd</sup> Ed, 2012, Turbidity, Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ 5-22 <sup>nd</sup> Ed, 2012, pH Value, Electrode Method
Conductividad a 25°C	µS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22 <sup>nd</sup> Ed, 2012, Conductivity, Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 <sup>nd</sup> Ed, 2012, Biochemical Oxygen Demand (BOD) - 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22 <sup>nd</sup> Ed, 2012, Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A D, 22 <sup>nd</sup> Ed, 2012, Solids, Total Suspended Solids (TSS) at 103-105°C
Aceites y Grasas	mg/L	OPC Method 1664 Rev. B, 2010, n-Hexane Extractable Material (HEM, Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SOT-HEM, Non-petroleum Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E, 22 <sup>nd</sup> Ed, 2011, Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure

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

Bigo. Enver Zulueta Santa Cruz  
Analista Responsable de Biología  
CIP: 9778

Cajamarca, 17 de Noviembre de 2017.



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

## INFORME DE ENSAYO N° IE 1117822

### DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 N° RUC/DNI: **71283697 / 77799747**  
 Dirección: **Barrio San Martín - Jr. La República N°254**  
 Región/Provincia/Distrito: **Cajamarca**  
 Persona de contacto: **-** Correo electrónico: **nancy.in.zamb@gmail.com**

### DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: **21.11.17** Hora: **11:30 a 12:30**  
 Tipo de Muestreo: **Puntual**  
 Número de Muestra: **03 Muestra** N° Frescos x muestra: **06**  
 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: **NANCY MADELIN INFANTE ZAMBRANO / TANIA JHAMILCE TACILLA CULQUI**  
 Procedencia de la Muestra: **Río Cajamarquino - Llacarona**

### DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 706** Cadena de Custodia: **CC - 822 - 17**  
 N° Orden de Trabajo: **1117822**  
 Fecha y Hora de Recepción: **21.11.17** 15:00 Inicio de Ensayo: **21.11.17** 15:30  
 Fecha Término de Ensayo: **28.11.17** 16:00 Reporte Resultado: **29.11.17** 08:00

GOBIERNO REGIONAL DEL AGUA  
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

*[Firma]*  
Bigo. Juan V. Diaz Espinoza  
RESPONSABLE

Cajamarca, 30 de Noviembre de 2017.



INFORME DE ENSAYO N° IE 1117822

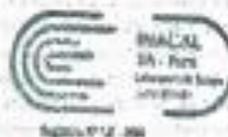
ENSAYOS			QUÍMICOS					
Código Cliente			M1	M2	M3	-	-	-
Código Laboratorio			1117822-01	1117822-02	1117822-03	-	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	RESIDUAL	-	-	-
Descripción			Superficial	Subterránea	Doméstica	-	-	-
Localización de la Muestra			Agua Arriba	Agua Abajo	Vertimiento	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Metales Totales					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.370	0.269	0.343	-	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	0.447	0.471	0.087	-	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.145	0.142	0.088	-	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	128.3	127.8	54.98	-	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.003	-	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	0.015	0.013	<LCM	-	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	0.709	0.648	0.603	-	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	5.419	6.326	11.71	-	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.025	0.026	0.014	-	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	11.06	11.35	6.947	-	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.271	0.243	0.099	-	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	0.002	<LCM	<LCM	-	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	11.77	12.09	9.981	-	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.206	0.174	3.170	-	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	0.007	0.008	<LCM	-	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	8.166	7.680	7.946	-	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.795	0.803	0.305	-	-	-
Tiiterio (Ti)	mg/L	0.004	0.005	<LCM	0.021	-	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	0.023	0.016	0.012	-	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.0150	0.018	0.019	<LCM	-	-	-

OBSERVACIONES: Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio acreditado.

Cajamarca, 30 de Noviembre de 2017.



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 1117822

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			M1	M2	M3			
Código Laboratorio			1117822-01	1117822-02	1117822-03			
Matriz de Agua			NATURAL	NATURAL	RESIDUAL			
Descripción			Superficial	Subterránea	Doméstica			
Localización de la Muestra			Agua Arriba	Agua Abajo	Vertimiento			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Turbidez	NTU	0.09	6.85	4.94	20.6			
pH a 25°C	pH	NA	8.03	8.11	7.32			
Conductividad a 25°C	uS/cm	NA	839	835	675			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	2.6	3.94	3.67	29.9			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	8.3	16.2	16.8	62.0			
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	6.70	4.20	124			
(*Aceites y Grasas)	mg/L	2.5	<LCM	8.66	16.8			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1.8	92x10 <sup>2</sup>	17x10 <sup>2</sup>	35x10 <sup>4</sup>			

OBSERVACIONES: Los Resultados Microbiológicos +1.8, 1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no es apreciación bacteriana en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metasal por ICP-OES (Ag,Al,As,B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Pb, Li, Mn, Mg, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Se, Si, Sr, Ti, Tl, U, V, Zn)	mg/L	EPA 200.7, Rev. 4.4 1994. (Validado) 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry
Mercurio por ASS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev. 3.0 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2130, B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Turbidity, Nephelometric Method
pH a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H <sup>+</sup> B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. pH Value, Electrode Method
Conductividad a 25°C	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2510, B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Conductivity, Laboratory Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 9210 B, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 5220 D, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Dichromate Method
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2540 A D, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Solids, Total Suspended Solids Filtered at 105-106°C
Aceites y Grasas	mg/L	EPA 821-G-1664 Rev. 5, 2012. n-Hexane Extractable Material (HEM) of androssol and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SOT-HEM, Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 9221 A, B, C, E, 22 <sup>nd</sup> Ed. 2012. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure.

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

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz  
Analista Responsable de Biología  
CEP: 9778

Cajamarca, 30 de Noviembre de 2017.

Página 5 de 5