

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
AGRÍCOLA



TESIS

**CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO CHOQUECHACA, LAGO
WIÑAYMARCA Y LA CAPTACIÓN POR EMAPA - YUNGUYO PARA LA
SALUD AMBIENTAL**

PRESENTADA POR:

WILFREDO SIGUIRO MAMANI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PUNO, PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA
TESIS
CALIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO CHOQUECHACA, LAGO
WIÑAYMARCA Y LA CAPTACIÓN POR EMAPA - YUNGUYO PARA LA
SALUD AMBIENTAL

PRESENTADA POR:

WILFREDO SIGUAIRO MAMANI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

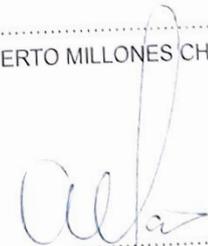
PRESIDENTE


.....
Dr. JOSE JUSTINIANO VERA SANTAMARIA

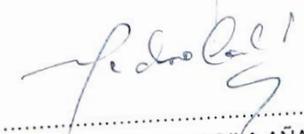
PRIMER MIEMBRO

.....
M.Sc. AUBERTO MILLONES CHAFLOQUE

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M.Sc. ROBERTO ALFARO ALEJO

ASESOR DE TESIS


.....
Mg. PEDRO UBALDO COILA AÑASCO

Puno, 02 de Febrero del 2017

ÁREA: Ingeniería ambiental

TEMA: Calidad de las aguas

LÍNEA: Control de calidad del agua

DEDICATORIA

- Con mucho respeto dedico de una manera muy especial este trabajo de investigación, a mis padres Hugo Lorenzo Siguairo Ururi y Tomasa Mamani de Siguairo, personas trascendentes en mi proyecto, y con las que sigo compartiendo los grandes retos que existen en ella.
- Dedico este trabajo de investigación a la persona más valiosa e importante de mi vida, a Samín Leónidas y Maricela por su gran calidad humana, comprensión, apoyo y paciencia durante todo estos años al compartir conmigo triunfos, fracasos, sueños e inquietudes y ayudarme a salir adelante en los momentos más adversos de mi vida.
- A todas las personas del Centro Poblado de Choquechaca y parcialidad Chocaque del Distrito de Yunguyo, por su valiosa participación en el apoyo y acompañamiento a lo largo del proceso de investigación.
- Dedico esta tesis a la Provincia de Yunguyo, se encuentra ubicado en el Istmo que une las aguas del lago Titicaca – Wiñaymarca, como fuente de vida.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, por las facilidades brindadas para la realización de la presente investigación.
- Un especial agradecimiento al Mg. Pedro Ubaldo Coila Añasco por su conducción y aporte de valiosos conocimientos académicos que han permitido el desarrollo de la presente tesis, que fueron esenciales para el éxito de esta investigación.
- Al Dr. Vladimiro Ibañez Quispe por su valioso apoyo y colaboración en el procesamiento de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.
- Al personal del laboratorio de agua y suelo de la Facultad de Agronomía y laboratorio de microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno, por su apoyo, colaboración y cooperación a lo largo de la investigación.
- Al equipo de muestreo del laboratorio de agua y suelos de la Facultad de Agronomía por su comprensión, disposición, esfuerzo, perseverancia y colaboración a lo largo de la investigación.
- Finalmente, mi más sincero agradecimiento a todas las personas, que incondicionalmente, han apoyado de una u otra forma a lo largo del proceso de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN	
1.1 PROBLEMA GENERAL	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	5
1.3 OBJETIVOS	8
1.4 HIPÓTESIS	9
 CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1 ANTECEDENTES	10
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	14
 CAPÍTULO III METODOLOGÍA	
3.1 ÁREAS DE ESTUDIO	38
3.2 TIPO DE ESTUDIO	40
3.3 MARCO MUESTRAL.....	41

3.4	MATERIALES.....	44
3.5	DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS.....	44
3.6	PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN DE CONSERVACIÓN Y USO DEL RECURSO AGUA DEL RÍO CHOQUECHACA, LAGO WIÑAYMARCA Y CAPTACIÓN POR EMAPA-YUNGUYO	47

CAPÍTULO IV

	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
	CONCLUSIONES	102
	RECOMENDACIONES.....	108
	BIBLIOGRAFÍA	109
	ANEXOS	123

ÍNDICE DE CUADROS

1. Ubicación Geográfica del Ámbito de Muestreo	40
2. Frecuencia de Muestreo de las Aguas.....	42
3. Recolección de Muestra de Agua	43
4. Materiales de Trabajo	44
5. Método de Análisis de Parámetro Físico Químico “in situ”	45
6. Método de Análisis de Parámetro Físico y Químico de Muestra de Agua en el Laboratorio de Agua y Suelo (FCA-UNA)	45
7. Método de Análisis de Parámetro Bacteriológico de Muestra de Agua en Laboratorio de Microbiología (FMVZ-UNA).....	46
8. Temperatura (°C), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	48
9. Temperatura (°C) Según Época del 2015	50
10. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{Cm}$), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015).....	52
11. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{s}/\text{Cm}$), Según Época del 2015.....	53
12. Color (Pt/Co), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015).....	55
13. Color (Pt/Co), Según Época Del 2015	57
14. Turbidez (UNT), Según Procedencia (Julio-Diciembre del 2015).....	58
15. Turbidez (UNT), Según Época del 2015	59
16. Sólidos Disueltos Totales (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015).....	61
17. Solidos Disueltos Totales (mg/L), Según Época del 2015	62
18. Potencial de Hidrogeno (Unidad de pH), Según Procedencia (Julio-del 2015).....	64
19. Potencial de Hidrogeno (Unidad de pH), Según Época del 2015.....	66

20. Oxígeno Disuelto (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)	
.....	67
21. Oxígeno Disuelto (mg/L), Según Época del 2015	69
22. Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L), Según Procedencia (Julio- Diciembre del 2015)	71
23. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (mg/L), Según Época del 2015	72
24. Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015	74
25. Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L), Según Época del 2015	75
26. Fosforo Total (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)	77
27. Fosforo Total (mg/L), Según Época del 2015	79
28. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	81
29. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Época del 2015	83
30. Nitratos (NO ₃ -) (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)	84
31. Nitratos (NO ₃ -) (mg/L), Según Época del 2015	86
32. Nitritos (NO ₂ -) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	87
33. Nitritos (NO ₂ -) (mg/L), Según Época del 2015	88
34. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015	89
35. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Época del 2015	91
36. Coliformes Totales (NMP/100mL.), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)	92
37. Coliformes Totales (NMP/100L.), Según Época del 2015	94
38. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL.), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)	95

39. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL.), Según Época del 2015.....	97
40. Componentes de la Propuesta del Plan de Acción	99
41. Proyectos para Obtener Resultados Esperados de la Propuesta del Plan de Acción	100

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Temperatura (°C), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	49
2. Temperatura (°C), Según Época del 2015	51
3. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{s}/\text{Cm}$), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015).....	52
4. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{s}/\text{Cm}$), Según Época del 2015.....	54
5. Color (Pt/Co), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	56
6. Color (Pt/Co), Según Época del 2015	57
7 Turbidez (UNT), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015).....	58
8. Turbidez (UNT), Según Época Del 2015.....	60
9. Sólidos Disueltos Totales (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015).....	61
10. Solidos Disueltos Totales (mg/L), Según Época del 2015	63
11. Potencial de Hidrogeno (Unidad de pH), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	64
12. Potencial de Hidrogeno (Unidad de pH), Según Época del 2015.....	66
13. Oxígeno Disuelto (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	68
14. Oxígeno Disuelto (mg/L), Según Época del 2015	70
15. Demanda Bioquímica de Oxigeno (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	71
16. Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO) (mg/L), Según Época del 2015 .	73
17. Demanda Química de Oxigeno (DQO) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	75
18. Demanda Química de Oxigeno (DQO) (mg/L), Según Época del 2015	76

19. Fosforo Total (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015).....	77
20. Fosforo Total (mg/L), Según Época del 2015.....	80
21. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	81
22. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Época del 2015	83
23. Nitratos (NO ₃ -) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)..	84
24. Nitratos (NO ₃ -) (mg/L), Según Época del 2015	86
25 Nitritos (NO ₂ -) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)....	87
26. Nitritos (NO ₂ -) (Mg/L), Según Época del 2015.....	88
27. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015).....	90
28. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Época del 2015	91
29. Coliformes Totales (NMP/100mL), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	93
30. Coliformes Totales (NMP/100mL), Según Época del 2015.....	94
31. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)	96
32. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Según Época del 2015.....	97

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Parámetros y Valores Consolidados de Categoría1	124
2. Parámetros y Valores Consolidados de Categoría 4	125
3. Resultados de Análisis Físico Químico	126
4. Resultados de Análisis Bacteriológico	127
5. Análisis Estadístico	128
6. Ámbito de Muestreo	149
7. Selección y Marcación del Estación 1-Río Choquechaca	150
8. Selección y Marcación del Estación 2-Lago Wiñaymarca	150
9. Selección y Marcación del Estación 3-Captación de Agua por Emapa-Y ..	151
10. Obtención de la Muestra de Agua en el Río Choquechaca.....	151
11. Análisis “in situ” Parámetros Físicos y Químicos	152
12. Obtención de Muestra de Agua en el Lago Wiñaymarca	153
13. Procesamiento de Muestras de Agua en el Laboratorio de Agua y Suelo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, FCA-UNA.....	154
14. Procesamiento de Muestras de Agua en el Laboratorio de Microbiología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UNA.....	154

RESUMEN

Se analizó, durante 6 meses (julio a diciembre del 2015), las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y captación por EMAPA-Yunguyo, durante la época seca y lluviosa siendo; los parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica, color, turbidez y SDT), químicos (pH, oxígeno disuelto, DBO, DQO, fósforo total, cloruros, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal) y bacteriológicos (coliformes totales y termotolerantes) con un total de 36 muestras analizadas y contrastadas con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, cuyos resultados son: pH (del Lago Wiñaymarca y EMAPA-Y en la categoría 1(A2) y 4(E1)), DBO (río Choquechaca, lago Wiñaymarca y EMAPA-Y en la categoría 1(A2) y 4(E1,E2)), DQO (río Choquechaca en la categoría 1(A)), Fósforo total (río Choquechaca, lago Wiñaymarca y EMAPA-Y en la categoría 4(E1, E2)) y Cloruros (EMAPA-Y en la categoría 1(A2)) no cumplen los ECA para Agua, excepto el pH (río Choquechaca en la categoría 1(A2) y 4(E2)), DQO (del lago Wiñaymarca y EMAPA-Y en la categoría 1(A2)), Fósforo total (río Choquechaca, lago Wiñaymarca y EMAPA-Y en la categoría 1(A2)), Cloruros (río Choquechaca y lago Wiñaymarca en la categoría 1(A2)), y los demás parámetros físicos químicos y bacteriológicos. Del análisis estadístico la temperatura, conductividad, color, turbidez, oxígeno disuelto, SDT, pH, fósforo total, cloruros, nitratos, nitritos y nitrógeno amoniacal es ($p < 0.05$) y la DBO, DQO, oxígeno disuelto, coliformes totales y termo tolerantes es ($p \geq 0.05$). Por lo que, se facilita el plan de acción para la conservación y usos del recurso agua.

Palabras claves: Agua, bacteriológico, calidad, ECA para agua, parámetro fisicoquímico.

ABSTRACT

It was analyzed, for 6 months (July to December 2015), the waters of the Choquechaca river, Wiñaymarca lake and catchment by EMAPA-Yunguyo, during the dry and rainy season, being; the physical parameters (temperature, electrical conductivity, color, turbidity and SDT), chemists (pH, dissolved oxygen, DBO, DQO, total phosphorus, chlorides, nitrates, ammoniacal nitrogen) and bacteriological (total thermotolerant and coliforms) with a total of 36 analyzed samples and contrasted with the National Standards of Environmental Quality (ECA) for Water, whose results are: pH (Wiñaymarca lake and EMAPA-Y in category 1(A2) and 4(E1)), DBO (Choquechaca river, Wiñaymarca lake and EMAPA-Y in category 1(A2) and 4(E1, E2)), DQO (Choquechaca river in category 1(A)), Total phosphorus (Choquechaca river, Wiñaymarca lake and EMAPA-Y in category 4(E1, E2)) and Chlorides (EMAPA-Y in category 1(A2)) don't comply ECA for Water, except pH (Choquechaca river in category 1(A2) and 4(E2)), DQO (from Wiñaymarca lake and EMAPA-Y in category 1(A2)), Total phosphorus (Choquechaca river, Wiñaymarca Lake and EMAPA-Y in category 1(A2)), Chlorides (Choquechaca river and Wiñaymarca lake in category 1(A2)), also other physical chemical and bacteriological parameters. Of statistical analysis the temperature, conductivity, color, turbidity, dissolved oxygen, SDT, pH, total phosphorus, chlorides, nitrates, nitrites and ammoniacal nitrogen is ($p < 0.05$) and DBO, DQO, dissolved oxygen, total coliforms and thermally tolerant is ($p \geq 0.05$). Therefore, the action plan for the conservation and uses of water resources is facilitated.

Keywords: Water, bacteriological, quality, ECA for water, physicochemical parameter.

INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia líquida que se encuentra en la naturaleza formando ríos, lagos y mares, es indispensable para la vida, porque ningún organismo sobrevive sin ella. Es por eso que la calidad del agua es un constituyente esencial de la materia viva, en el medio en el que se desarrolla la abundante y variada flora y fauna acuática, e interviene en todas las funciones vitales de plantas, animales y personas (OMS, 2015).

La precipitación constituye la principal fuente de agua, para todas las actividades humanas y los ecosistemas (García, 1998), el Distrito de Yunguyo recibe una precipitación anual de 50.4 mm, en promedio (SENAMHI, 2015). Las captaciones de agua provienen de estas fuentes.

Las aguas superficiales de las aguas de los ríos y lagos son vulnerables a diversas fuentes de contaminación por microorganismos patógenos o sustancias químicas, ya sea de origen natural o antrópico (WWAP, 2003). El agua es un vehículo de transmisión de químicos y especies bacteriológicas, constituye un riesgo para la propagación de enfermedades como medio de dispersión. La ingesta de agua contaminada con patógenos puede producir efectos negativos a la salud ambiental (OPS, 2004).

Su deterioro del agua preocupa a la localidad, por su repercusión en la salud de la población y del medio ambiente. Los agentes infecciosos, los productos químicos y la contaminación del agua por materia orgánica son factores de riesgo (OMS, 2015). La contaminación del agua, es el problema ambiental de efecto inmediato, hay una serie de estudios realizados en el mundo, donde se ha

demostrado la presencia de microorganismo y sustancias tóxicos peligroso para la salud.

El año 2016, en el Distrito de Yunguyo se presentó 2.2% de casos de enfermedades diarreicas agudas (EDA) a causa de enfermedades de transmisión hídrica (RESAY, 2016), la población rural y urbana se abastece de la única fuente agua como: Río Choquechaca y lago Wiñaymarca.

Por lo que se hace trascendente e importante la estimación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con el fin de determinar la contaminación que existe actualmente en el recurso agua del Distrito de Yunguyo y establecer de una manera oportuna medidas preventivas que pongan en riesgo la salud y el desequilibrio del ecosistema.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PROBLEMA GENERAL

1.1.1 Planteamiento del Problema

El estudio de la calidad del agua desde el punto de vista físico químico y bacteriológico, es fundamental para mantener una buena salud. La contaminación de los cursos de aguas superficiales, como resultado de los procesos domésticos que son vertidos al río y al lago con un limitado tratamiento, aumenta el riesgo de contraer enfermedades para la población y al medio ambiente, así lo advierte la Organización Mundial de la Salud (OMS). La dificultad que afecta a la fauna que eventualmente habitan en dichos espacios, y todas las personas estamos propensas a contraer enfermedades por el consumo de aguas contaminadas.

El río Choquechaca y lago Wiñaymarca son utilizados como sumideros para los desechos por la actividad agrícola, pecuaria, humana y propia del ambiente; los vertimientos constantes del agua residual por lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable de la Empresa Municipal de

Agua Potable y Alcantarillado Yunguyo S. R. Ltda. (EMAPA-Yunguyo) es realizado en la misma área de captación del agua (lago Wiñaymarca). Sin embargo, frecuentemente las descargas de agua contaminada superan la capacidad de auto regeneración y las aguas se van deteriorando paulatinamente, lo cual conlleva a problemas de salud pública.

Debido a que el Distrito de Yunguyo no cuenta con diagnóstico de estos indicadores y el impacto que ejerce a la salud ambiental; es preciso el monitoreo de factores físicos, químicos y bacteriológico, que permitan aportar resultados acerca de los impactos de las aguas del río Choquechaca y lago Wiñaymarca como fuente de abastecimiento principal de agua de gran parte de la población del Distrito de Yunguyo.

1.1.2 Formulación del Problema

La pregunta general de investigación es:

¿Cuáles son los factores físicos, químicos y bacteriológicos que puedan afectar la calidad de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, que ofrezcan una perspectiva a la salud ambiental?

Las preguntas específicas son:

- a. ¿Existirá variación en los parámetros físicos y químicos de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, en época seca y lluviosa?

- b. ¿Existirá variación en los parámetros bacteriológicos de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, en época seca y lluviosa?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El agua es una necesidad muy importante para la vida y tiene características distintas de calidad. Las aguas superficiales de las nacientes y los ríos son vulnerables a diversas fuentes de contaminación por microorganismos patógenos o sustancias químicas, ya sea de origen natural o antrópico (Marín, 2003). La precipitación constituye la principal fuente de agua para todas las actividades humanas y los ecosistemas (García, 1998). El Distrito de Yunguyo recibe una precipitación anual de 50.4 mm, en promedio (SENAMHI, 2015).

El agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana (Vargas, 1996). Los recursos hídricos son esenciales para la existencia de los seres vivos y para el bienestar del entorno ambiental (ANA, 2011). El agua es un vehículo de transición de químicos y especies bacteriológicas, ya que constituye un riesgo para la propagación de enfermedades como medio de dispersión, la ingesta de aguas contaminadas con patógenos, pueden producir efectos inmediatos a la salud; y mientras que, por químicos pueden acumularse en los organismos por muchos tiempo, y cuyas consecuencias se manifiestan en forma de oxidación grave o letal (OPS, 2004).

Las aguas superficiales de las aguas de los ríos y lagos son vulnerables a diversas fuentes de contaminación por microorganismos patógenos o sustancias químicas, ya sea de origen natural o antrópico (WWAP, 2003). El sobreuso de agroquímicos utilizados en los cultivos constituye una de las principales causas de contaminación de los cuerpos de agua (Richters, 1995; PNUMA, 2001). Esta influye negativamente en la salud humana, vegetal y animal por lo cual la salud ambiental es fundamental en nuestra vida, los factores ambientales son responsables de la carga global de las enfermedades que afecta a una población determinada (OMS, 2015).

El 2.2% de casos de enfermedades diarreicas agudas (EDA) se presentó en el Distrito de Yunguyo a causa de enfermedades de transmisión hídrica (RESAY, 2016). La amenaza latente a la calidad del agua, se materializa en riesgo sanitario (Gámez, 2002). Los efectos de la actividad antrópicas sobre los ecosistemas acuáticos pueden ser irreversible a largo plazo y comprometen la calidad del agua (WWAP, 2003). Debido a las descargas de aguas residuales de origen agrícola, ganadera, domésticas, industrias que son arrastrados por las precipitaciones a canales pluviales, las mismas que no tiene tratamiento o que no cuentan con un tratamiento eficiente. La carencia de una gestión integral de las aguas, representa la principal variable interna, mientras que la complejidad de contaminantes y compuestos residuales arrastrados por los ríos hacia el Lago que desembocan en los reservorios de la captación de agua potable por EMAPA-Yunguyo.

En la actualidad no se ha reportado estudios exhaustivos de la calidad físico química y bacteriológico de las aguas de las estaciones evaluadas. Lo cual tendrá gran significancia conocer con mayor precisión los resultados obtenidos en este estudio que servirán de línea base para monitorear variaciones en las concentraciones de las sustancias potencialmente peligrosas para la salud, con la finalidad de garantizar el uso eficiente del recurso agua de calidad.

Es prioritario conocer la calidad de las aguas del río Choquechaca y lago Wiñaymarca, para aprovechar con responsabilidad y eficazmente el recurso agua de la zona por ser importante, tanto por su abastecimiento a la población humana, pecuaria, agrícola, industria artesanal y escurrimiento superficial por lo que se hace trascendente e importante la estimación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos con el fin de determinar el grado de contaminación que existe actualmente del recurso agua de la provincia y establecer de una manera oportuna las medidas preventivas que pongan en riesgo a la salud y el desequilibrio del ecosistema.

El presente trabajo de investigación contribuirá en la mejora de la calidad del recurso agua. Ya que la información obtenida permitirá tomar acciones conducentes para prevenir de las enfermedades relacionadas a la salud.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar la calidad físico, químico y bacteriológico de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, para determinación de los niveles de contaminación, con la finalidad de aportar a la salud ambiental en función del recurso agua del distrito de Yunguyo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Determinar los parámetros físicos (temperatura, conductibilidad eléctrica, color, turbidez y sólidos disueltos totales) y químicos (pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, fosforo total, cloruros, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal) de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA–Yunguyo, en época seca y lluviosa.
- b. Determinar los parámetros bacteriológicos (coliformes totales y termotolerantes) de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA–Yunguyo, en época seca y lluviosa.
- c. Proponer un plan de acción para la conservación y usos del recurso agua del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis General

La calidad físico, químico y bacteriológico de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, no cumple con los parámetros establecidos; entonces existirá contaminación en las aguas.

1.4.2 Hipótesis Especifico

- a. La calidad físico y químico de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, no cumple con los parámetros establecidos, en épocas seca y lluviosa; entonces existirá contaminación en las aguas.
- b. La calidad bacteriológica de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, no cumple con los parámetros establecidos, en época seca y lluviosa; entonces existirá contaminación en las aguas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

ANA (2014) los resultados obtenidos de los parámetros medidos en los puntos de muestreo son: Al frente a la captación de Chimú cuyo valores son: Temperatura 17.4°C, oxígeno disuelto 5.87 mg/L, pH 8.63 unidad de pH, conductividad eléctrica 1516 μ S/cm, demanda bioquímica de oxígeno es <2.00 mg/L, DQO <10 mg/L, fosforo totales 0.5 mg/L, nitrógeno amoniacal 0.026 mg/L, nitratos 0.04 mg/L, nitritos es <0.003 mg/L y coliformes termotolerantes es <1.8 NMP/100 mL. La bahía del distrito de Juli cuyo valores son: Temperatura 16.6°C, oxígeno disuelto 6.57 mg/L, pH 8.7 unidad de pH, Conductividad eléctrica 1491 μ S/cm, demanda bioquímica de oxígeno <2.00 mg/L, DQO <10 mg/L, fosforo totales <0.010 mg/L, nitrógeno amoniacal <0.020 mg/L, nitratos <0.030 mg/L, nitritos <0.003 mg/L y coliforme termotolerante es <1.8 NMP/100 mL. Frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo con valores de: Temperatura 16.4°C, oxígeno disuelto 7.64 mg/L, pH 9.7 unidad de pH, Conductividad eléctrica 1261 μ S/cm, demanda bioquímica de oxígeno

<2.00 mg/L, DQO <10 mg/L, fosforo totales 0.199 mg/L, nitrógeno amoniacal 0.09 mg/L, nitratos <0.030 mg/L, nitritos <0.003 mg/L y coliformes termotolerantes es 2 NMP/100mL. Frente a la Isla Anapia con valore de: Temperatura 16.8°C, oxígeno disuelto 5.38 mg/L, pH 8.34 unidad de pH, conductividad eléctrica 1668 μ S/cm, demanda bioquímica de oxígeno <2.00 mg/L, demanda química de oxigeno <10 mg/L, fosforo totales es <0.010 mg/L, nitrógeno amoniacal 0.152 mg/L, nitratos 0.073 mg/L, nitritos <0.003 mg/L y coliformes termotolerantes <1.8 NMP/100 mL. Frente al Distrito de Zepita con valores de: Temperatura 15.6°C, oxígeno disuelto 6.54 mg/L, pH 8.83 unidad de pH, conductividad eléctrica 1804 μ S/cm, demanda bioquímica de oxígeno <2.00 mg/L, DQO <10 mg/L, fosforo totales <0.010 mg/L, nitrógeno amoniacal 0.029mg/L, nitratos 0.132 mg/L, nitritos es <0.003 mg/L y coliformes termotolerantes <1.8 NMP/100 mL. El rio Desaguadero con valores de: Temperatura 16.37°C, oxígeno disuelto 5.95 mg/L, pH 8.54 unidad de pH, conductividad eléctrica 1762 μ S/cm, demanda bioquímica de oxígeno <2.00 mg/L, DQO <10 mg/L, fosforo totales es <0.010 mg/L, nitrógeno amoniacal 0.024mg/L, nitratos 0.092 mg/L, nitritos <0.003 mg/L y coliformes termotolerantes 1100 NMP/100mL. El rio Willy con valores de: Temperatura 17.5°C, oxígeno disuelto 5.44 mg/L, pH 8.22 unidad de pH, conductividad eléctrica 1557 μ S/cm, demanda bioquímica de oxígeno 5.06 mg/L, DQO 12.9 mg/L, fosforo totales 0.046 mg/L, nitrógeno amoniacal 0.034mg/L, nitratos 0.048 mg/L, nitritos <0.003 mg/L y coliformes termotolerantes <1.8 NMP/100mL. Frente a la desembocadura de rio llave con valores de: Temperatura 15.3°C, oxígeno disuelto 6.44 mg/L, pH 8.68 unidad de pH, conductividad

eléctrica 1465 $\mu\text{S}/\text{cm}$, demanda bioquímica de oxígeno $<2.00 \text{ mg}/\text{L}$, DQO $<10 \text{ mg}/\text{L}$, fosforo totales $<0.010 \text{ mg}/\text{L}$, nitrógeno amoniacal $<0.020 \text{ mg}/\text{L}$, nitratos $<0.030 \text{ mg}/\text{L}$, nitritos $<0.003 \text{ mg}/\text{L}$ y coliformes termotolerantes $<1.8 \text{ NMP}/100\text{mL}$.

Paredes (2013) obtiene resultados de: pH 8.42 unidad de pH, coloración de 15 unidades de Pt/Co, temperatura de 15.7°C , turbidez de 1.17 UNT, conductividad 1420 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos totales disueltos de 710 mg/L , nitritos 0.017 mg/L , demanda química de oxígeno es 8.27 mg/L y cloruros 276.0 mg/L .

Beltrán (2013) obtiene valores de: Temperatura 15.7°C , conductividad eléctrica del agua a nivel superficial presenta un promedio de 1666 $\mu\text{S}/\text{cm}$, oxígeno disuelto de 6.6 mg/L y el pH 9.4 unidad de pH.

Yanapa (2012) reporta: Temperatura 16.77°C , pH 7.53 unidad de pH, cloruros 20.43 mg/L y solidos disueltos totales 123.37 mg/L .

ANA (2012) obtiene valores como: Temperatura 17.2°C , pH 9.27 unidad de pH, conductividad eléctrica 1119 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitratos 0.106 mg/L , demanda bioquímica de oxígeno 3 mg/L y coliformes totales 5400 NMP/100 mL. Reportaron que todas las muestras de agua potable dentro de los límites permitidos a excepción del pH y coliformes totales que sobre pasaban los límites máximos permisibles, resultados que fue obtenido en el mes de diciembre del mismo año.

DIGESA (2012) obtiene resultados de: Turbiedad de 0.88 UNT, el pH en 8.13 unidad de pH, temperatura 24.7°C , solidos totales disueltos 648 mg/L . conductividad eléctrica de 1370 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y cloruro 287 mg/L .

EMSA (2012) reporta en: río Totorani con cloruro 9.69 mg/L, nitrato con 3.1 mg/L, pH de 6.62 unidad de pH, conductividad eléctrica de 212 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TSD de 106 mg/L y turbiedad de 2.10 UNT. Manantial de Aracmayo, reporta características físicas de pH de 7.84, turbiedad de 0.79 UNT, conductividad eléctrica de 103 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TSD es 51.50 mg/L, cloruros 5.81 mg/L, nitritos 2.30 mg/L y color con 5 Pt/Co.

Mendoza (2011) obtiene la temperatura en: río Huancané 15°C, río llave 12.55°C y el río Coata 12.34°C. En cambio en los meses de octubre a noviembre presentan una temperatura promedio de 15°C

SEDAPAL (2011) concluye en la altura de Ticlio discurriendo a través de las provincias de Lima y Huarochiri, las características fisicoquímicas que reportan la captación de agua para Lima Metropolitana con: Temperaturas de 21.1°C, pH de 8.85, conductividad de 346 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbiedad de 4.71 UNT, fosfatos 0.082 mg/L y nitratos 0.527 mg/L, cloruros 18.4 mg/L, DQO de 62 mg/L.

DIGESA (2006) al analizar el agua potable de Ayacucho Provincia de la Mar Distrito de Anco, obtiene: pH 8.4 unidad de pH, conductividad eléctrica 232.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos disueltos totales 152.6 mg/l, cloruros 345mg/l y 70 NMP/100 mL de coliformes totales.

Gonzales (2004) en el Río Grande, San Luis, Argentina”, concluye que los parámetros físico-químicos obtenido fueron en tres zonas de muestreo tiene promedios: Conductividad 213.14-158.48 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH de 7.78-7.67 unidad de pH, cloruro 29.87-27.59 mg/L, nitratos 0.43-0.27 mg/L, fosforo total 25.65-10.31 mg/L y DQO 3.58-4.05 mg/L.

Hidalgo *et al.*, (2003) afirma que las aguas superficiales de la cuenca media y baja del río Salí proveniente de Tucumán, se registró valores de 4.00 mg/l de DBO₅.

Hinojosa (1982) informa que la DBO es mayor a 50 Metros de la orilla, en comparación a 500 metros de la orilla del lago Titicaca; obteniéndose un promedio de DBO 12,13 mg/L a 50 Metros y de 0,56 mg/L a 500 metros, lo que atribuye un alto grado de descomposición orgánico.

PELT (2011) informa los parámetros evaluados en la zona de captación de Chimú: Turbiedad se encuentra desde 0.47 a 1.27 UNT, temperatura es relativa ya que no varía mucho se encuentra entre 16.2 y 15.5 °C, los valores de nitritos es 0.0049 mg/L, nitratos 1.2mg/L, fosfatos de 0.456 y 0.204 mg/L, conductividad eléctrica oscila entre 1569 y 1515 μS/cm, sólidos totales están en 774mg/L y el pH registra valores de 8.86, 8.98, 8.52 y 8.35 unidades de pH.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 El Agua

El agua es esencial para la vida, la cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, su calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos (OMS, 2015).

El agua es un Líquido incoloro, inodoro e insípido, formado por la combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, su fórmula química es H_2O y se une entre sí mediante puentes de hidrogeno, su densidad máxima es de 1 g/cm^3 a $4C^\circ$. Las variaciones de las temperaturas de vaporación y solidificaciones, le permiten estar en los estados, físicos solidos (hielo, nieve y granizo), líquido y gaseoso (aire, vapor de agua), punto de congelación es $0^\circ C$ y punto de ebullición es $100^\circ C$ (Manine, 2008).

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso del agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud (OPS, 2004). Su abundancia en la superficie de la tierra convierte el agua en un medio ideal para el sistema viviente (Ricklefs, 2001).

El agua dulce es considerado un recurso renovable, su formación y renovación está regida por el ciclo hidrológico y las condiciones fisiográficas (Manine, 2008). La modificación del medio acuático se produce como respuesta a variaciones climáticas y geográficas (Wetzel, 1981).

2.2.2 Características del Agua

El elevado calor específico del agua, así como el alto calor latente de evaporación, en función de la cantidades relativamente elevadas de energía, en forma de calor, que se precisan para romper el enlace del hidrogeno en el agua líquida. Estas propiedades de agua de

requerimiento y retención de calor proporcionan un ambiente mucho más estable del que se encuentra en los medios terrestres (Wetzel, 1981).

La viscosidad del agua está en gran parte influida de la temperatura y en menores grados por la salinidad del agua, la viscosidad disminuye al aumentar la temperatura; la viscosidad del agua se duplica cuando la temperatura disminuye desde 25°C a 0°C (Wetzel, 1981).

2.2.3 Propiedades del Agua

2.2.3.1 Físicas

El agua es un líquido inodoro e insípido, tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas. A la presión atmosférica (760 mm. de mercurio), el punto de fusión del agua pura es de 0°C y el punto de ebullición es de 100°C, cristaliza en el sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande al congelarse, de ahí que la densidad del hielo sea menor que la del agua y por ello el hielo flota en el agua líquida. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C, que es de 1g/cc. Su capacidad calorífica es superior, siendo su calor específico de 1 cal/g °C, esto significa que una masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, tiene gran influencia en el clima (las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre) (Manine, 2008).

2.2.3.2 Químicas

Su excepcional importancia desde el punto de vista químico, reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua. Normalmente, se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles. No posee propiedades ácidas ni básicas, combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas (Manine, 2008).

2.2.4 Aguas Superficiales

Las aguas superficiales es conjunto de aguas que se encuentran sobre la superficie terrestre de: Ríos, lagos, Embalses, Manantiales, cuando se encuentran en cantidades suficientes, es fuente de abastecimiento para consumo humano. Las características del agua están directamente condicionadas por las propiedades del terreno por el que discurren, ya que el carácter bipolar de su molécula le confiere un alto poder disolvente y al discurrir en contacto con los materiales del suelo (Vargas, 2008).

El Lago: Es el depósito natural de agua en una depresión del terreno, que recoge aguas pluviales, subterráneas o de uno o varios ríos, y por surgencias o por glaciares, se ha acumulado debido a una inclinación del terreno (Gómez, 2005).

El lago Wiñaymarca es el nombre del lago menor, ubicado en la parte sur del lago Titicaca, el cual tiene una superficie total de 1400 km² y una profundidad media de 20.30 metros conectado al lago Mayor mediante el estrecho de Tiquina de 850 metros de ancho (Paredes & Gonfiantini, 1999).

El Río: Es la corriente de agua continua que escurre por un valle en el cual labra su cauce; se caracteriza por las distintas que recorre (desde unos cuantos hasta miles de kilómetros). Presentan una cabecera y una desembocadura, esta última puede localizarse en una cuenca lacustre o Marina, en otro río, o en una zona árida donde con frecuencia termina como río ciego. Su alimentación puede provenir de lluvias, la nieve, los glaciares y las aguas subterráneas (Lugo, 1989).

Cada río tiene una naciente, que se ubica en las montañas. Ahí se unen todos los riachuelos para formar arroyos o quebradas. Los canales al agruparse forman los ríos. La mayoría de los ríos poseen afluentes o ellos mismo son afluentes de ríos mayores, a esa unión de ríos se le llama cuenca hídrica (SENAMHI, 2015).

Los ríos por medio de la erosión crean en la roca cañones profundos y arrastran con la fuerza de sus aguas grandes bloques de roca, arenas y sedimentos, todo el material que se erosiona es transportado y depositado posteriormente para formar fértiles llanuras y valles en las partes bajas (Marín, 2003).

En las épocas de lluvias el río erosiona y donde deposita parte de su sedimento, lo cual se debe principalmente a las fluctuaciones de la

pendiente y a la influencia que reciben con respecto al caudal y sedimento de sus afluentes (ANA, 2011).

2.2.5 Contaminación de las Aguas

La contaminación de las aguas dulces influye negativamente en la salud humana, vegetal y animal por lo cual la salud ambiental es fundamental en nuestra vida, los factores ambientales son responsables de la carga global de las enfermedades que afecta a una población determinada (OMS, 2015).

La contaminación que suelen encontrarse en el agua pueden ser de origen biótico y químico, el primero se deben a la presencia de una variedad de microorganismo patógenos que arriban a las fuentes de agua debido a una inapropiada disposición de desecho orgánico (Suller, 2009).

La contaminación es el desequilibrio de los ecosistemas provocado por la presencia de determinadas sustancias orgánicas e inorgánica en concentraciones tales que afectan su calidad y composición del agua (Napoles & Abalos, 2008). El deterioro de la calidad del agua por la contaminación, es uno de los problemas más graves del país. Las causas principales están la contaminación industrial, agroquímicos, minería, etc. (Folabella, *et al.*, 2006).

Las aguas superficiales de las aguas de los ríos y lagos son vulnerables a diversas fuentes de contaminación por microorganismos patógenos o sustancias químicas, ya sea de origen natural o antrópico (WWAP, 2003).

El sobreuso de agroquímicos utilizados en los cultivos constituye una de

las principales causas de contaminación de los cuerpos de agua (Richters, 1995; PNUMA, 2001).

Las corrientes de agua, como los ríos mantienen un balance en el ecosistema, pero muchos de estos ríos contienen bacterias provenientes de los desechos humanos y animales, además de encontrar muchos residuos sólidos en lugares húmedos como en los ríos, pozos o donde se encuentre el agua, estos sufren una descomposición, transformándose en excelentes medios de cultivo para las microorganismos, bacterias y parásitos y si es ingerida por un individuo y no es debidamente purificado, sufre las consecuencias enfermarse (Arcos, *et al.*, 2005).

La contaminación ambiental, causa desequilibrio en los ciclos naturales, dando como resultado que las sustancias contaminantes se integran las cadenas tróficas, de tal forma que un elemento o sustancia tóxica, pueden pasar de un ambiente a otro, de un organismo a otro o retomar a un ambiente o a otros organismos, alterado sin duda al medio ambiente en general y constituyendo de manera directa al deterioro de la calidad de vida (Calixto, *et al.*, 2006).

2.2.6 Actividad Ganadera y su Relación con la Calidad del Agua

La ganadería es la práctica de uso de las tierras más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobre pastoreo es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico (Brooks, *et al.*, 1991). Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua (Brooks, *et al.*, 1991). En lluvia o riego, la capacidad de

almacenamiento del suelo es superada fácilmente, ocurrirá arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua (Vidal, *et al.*, 2000). Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo, siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía (Vidal, *et al.*, 2000).

2.2.7 Actividades Humanas y su Relación con la Calidad del Agua

El uso inapropiado que el hombre ha hecho de la tierra, eliminando las masas boscosas, ha sido causa principal en relación con el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma. La recepción de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que discurren por el suelo y el subsuelo, que luego de su contacto con ella arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural y las aguas que luego de ser usada y transformada su calidad físico-química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales (Mendoza, 1996).

Las formas de contaminación orgánica y biológica más comunes son las fosas sépticas, letrinas, en zonas que no cuenta con un sistema de alcantarillado (Contreras & Aurazo, 1996).

2.2.8 Agricultura y su Influencia en la Calidad del Agua

La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química (FAO, 1997). La agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos (Ongley, 1997).

La contaminación de aguas superficiales está íntimamente relacionada con el proceso de pérdida de suelos, por el arrastre de sedimentos debido a la agricultura. Ésta posee dos dimensiones principales: la dimensión física; consistente en la pérdida de la capa arable del suelo y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez. El nitrato es típicamente lixiviado desde los campos cultivados y se mueve a poca profundidad, subterráneamente hacia las fuentes superficiales; esta lixiviación se reduce hasta en un 15% cuando se dan prácticas de manejo de conservación de suelos y agua (Wagner, 1996).

De igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas

(Chambers, *et al.*, 2002). También se han encontrado altos niveles de nitrato en aguas debajo de las tierras de cultivo por el uso excesivo de fertilizantes (OPS, 1999).

2.2.9 Salud Ambiental

La salud ambiental es la ciencia que se ocupa de las interrelaciones interactivas positivas y negativas del hombre con el medio ambiente, donde se habita y trabaja, incluyendo los otros seres vivos como animales y plantas, los cambios naturales o artificiales, la contaminación producida por el mismo hombre en el ambiente y que puedan afectar a la salud humana, así como su estrecha relación con el desarrollo sostenible (Cuellar, 2008). Se puede hablar de la salud ambiental como una ciencia fundamental que identifica, caracteriza, vigila, controla y evalúa los efectos sobre la salud humana de los riesgos físicos, químicos, biológicos y psicosociales presentes en el medio ambiente (Martín, 2002 y Yassi, *et al.*, 2002).

La salud pública ha tenido diversos nombres pero la salud ambiental es el más adecuado, ya que no solo abarca las correcciones (saneamiento) sino que incorpora la promoción de la salud a través de generar y mantener ambientes saludables (Leandro, 2000).

La salud ambiental está centrada principalmente en la higiene y la seguridad de los alimentos, entonces hablar de salud ambiental hace referencia al saneamiento del medio o bien a la higiene ambiental (López, *et al.*, 1987). El agua para consumo humano y recursos hídricos es un aspecto muy importante, el riesgo que ocasionan graves problemas de

salud, por el vertimiento de desechos sólidos y orgánicos en los cuerpos de agua cercanos a los centros urbanos y zonas rurales, así como su exposición en vertederos abiertos, son fuentes de contaminación, para ello es importante intensificar la vigilancia de la calidad del agua (MINSA, 2011).

2.2.10 Características de las Aguas Superficiales

Para que el agua sea óptima y de buena calidad debe de ser agradable al paladar, exenta de color, turbidez, sabor y olor, los sentidos de la vista (color y turbidez), gusto, olfato y tacto (temperatura, viscosidad). Si se considera como una de las cualidades el placentero sonido de las corrientes de agua, la atracción sensorial es entonces completa (SMEWW, 1998).

2.2.11 Características Organolépticos del Agua

Tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y aceptabilidad del agua (Barrenechea, 2005). Las características organolépticas son determinadas por los sentidos, no suelen ser una medida precisa del nivel de contaminación, a un que su presencia es un indicio de que la depuración de un efluente no está siendo correcta. Tiene gran importancia en aguas potabilizadas, por el rechazo que puede darse en el consumidor al detectar colores, olores o sabores que no se asocian con agua pura (Chávez, 2007). No existe una relación directa entre color y el grado de contaminación, pues al tratarse de un parámetro fuertemente influido por interferencias con otras sustancias coloreadas, es difícil su evaluación absoluta. Dado que muchas de las sustancias coloreadas se degradan

con el tiempo, el color que presenta el agua puede ser aparente (agua bruta) o verdadero (agua sin sólidos en suspensión) (Villena, 2006).

El olor es producido por sustancias volátiles o gaseosas y suelen ser debido a materia orgánica en descomposición o productos químicos producidos o empleados en la industria o tratamiento de aguas residuales (Clair, *et al.*, 2000).

El sabor normalmente va en función de las sales y de la temperatura (Carranza, 2001). En el agua se puede considerar cuatro sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo (Barrenechea, 2005).

2.2.12 Calidad de las Aguas

La calidad del agua es un conjunto de característica variable física, química y microbiológica del agua en un estado natural, se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006). La calidad del agua constituye uno de los principales desafíos socio-ambientales a nivel mundial. La contaminación del agua se profundizó durante las últimas décadas y pasó a constituir un problema generalizado para la población y los ecosistemas.

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola, y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico. A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta al uso

del agua. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola, pecuaria y de las aguas residuales domésticas (ONU & DAES, 2015).

Aquellas aguas que cumplan con los estándares establecidos para el conjunto de parámetros o indicadores considerados serán aptas para la finalidad a que se la designa como: para la ingesta, preparación de alimentos, higiene personal, y otros menesteres domésticos (OPS, 2004).

2.2.13 Parámetros de Calidad del Agua

Los parámetros principales de la calidad del agua reflejan la función física y biológica del medio ambiente con el que el agua tiene interacción. Los parámetros físicos y químicos, se toman en cuenta: Color, pH, turbidez, conductividad, temperatura, sólidos totales disueltos, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, fosforo total, cloruros, demanda química del oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto. Los parámetros microbiológicos son: Coliformes totales y termotolerantes. Razón por las cuales se analiza cada uno de estos parámetros (APHA, 1999).

Estos parámetros pueden medir fácilmente y constituyen una manera de clasificar, posibles factores de estrés para la salud del sistema acuático, además ayudan a caracterizar la calidad del agua y determinar los posibles impactos en la vida acuática y en seres humanos (APHA, 1999).

2.2.13.1 Parámetros Físicos del Agua

1. Color Verdadero

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Existen muchas causas y por ello no podemos atribuirlo a un constituyente en exclusiva, aunque algunos colores específicos dan una idea de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales. El agua pura es bastante incolora sólo aparece como azulada en grandes espesores. Existen dos tipos de color: El verdadero y aparente. El primero resulta de la presencia en solución de diferentes sustancias como iones metálicos naturales, humus y materia orgánica disuelta. El segundo es el que resulta de las sustancias disueltas como por ejemplo la materia en suspensión. Se mide en unidades de platino cobalto (unidades de Pt/Co), basada en 1 mg/L de Pt/Co (OMS, 2006).

El color del agua resulta del contacto con desechos orgánicos, en etapas variables de descomposición, además se debe a la presencia de sustancias que está en suspensión (Jimeno, 1998).

La suspensión de grandes cantidades de materia inorgánica como arcilla y ceniza volcánica, puede provocar una coloración que ya desde amarillo hasta el marrón rojizo. Sin embargo el color del cestón, normalmente está asociada con grandes concentraciones de algas en suspensión; si existe cianofíceas con gran función en las aguas superficiales, pueden producir, respectivamente, color verde azulado o amarillo (Wetzel, 1981).

No existe una relación directa entre color y el grado de contaminación, pues al tratarse de un parámetro fuertemente influido por interferencias con otras sustancias coloreadas, es difícil su evaluación absoluta. Dado

que muchas de las sustancias coloreadas se degradan con el tiempo (Villena, 2006).

2. Turbidez (UNT)

El aporte al agua de vertimientos con altas concentraciones de sólidos en suspensión, impiden la penetración de la luz, disminuyendo la incorporación del oxígeno disuelto por la fotosíntesis, afectando a la calidad y productividad de ecosistemas (Barrenechea, 2004).

La turbidez aunque no tiene efecto directo sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, por las partículas en suspensión o coloides (arcilla, limo, tierra, materia orgánica e inorgánica, compuestos orgánicos, plancton y otros microorganismos), estas dificultan la transmisión de la luz (Arundel, 2002).

En lagos la turbiedad es debida a dispersiones extremadamente finas y coloidales, en los ríos, es debido a dispersiones normales (APHA, *et al.*, 1999). Los sedimentos pueden ser revueltos por demasiada actividad en el agua, ya sea por parte de los peces, aves, humanos o movimiento ondulatorio de agua provocado por la acción del viento (REITEC, 2010).

3. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Es una medida de la actividad eléctrica es transportada por iones en solución, el valor de la medida de la conductividad eléctrica es usado como un parámetro sustituto de la concentración de sólidos disueltos totales (Crites & Tvhobanoglous, 2000).

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica y se expresa en unidades de microsiemen por centímetros ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (APHA, 1999).

4. Temperatura (°C)

La temperatura es un factor importante, el valor es un criterio de calidad del agua para la protección de la vida acuática y para las fuentes de abastecimiento de agua potable.

Las temperaturas elevadas en el agua son indicadores de actividad biológica, química y física en el agua, así como en la evaluación limnológica de un cuerpo de agua, por lo que es necesario medir la temperatura como un indicador de la presencia de compuestos y contaminantes en el agua. Este incremento en la temperatura también puede ocasionar cambios en las especies de peces que existen en un cuerpo de agua superficial (Crites & Tvhobanoglous, 2000). El agua fría es desagradable y hasta peligrosa porque puede irritar la mucosa digestiva (APHA, 1999).

Las propiedades lumínicas y calóricas de un cuerpo de agua están influidas por el clima y la topografía. El ciclo de temperatura influye marcadamente en el fitness de plantas y animales (Jill *et al.*, 2003).

5. Sólidos Totales Disueltos (STD)

Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua, procedentes de

fuentes naturales, aguas residuales y por escorrentía, estas se vierten a los ríos y lagos, y estas pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua un mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa al consumidor (Bravo, 2004). Las aguas geotérmicas poseen un alto contenido de sólidos disueltos totales, este parámetro es un indicador de alguna filtración o descarga de aguas geotérmicas en manantiales superficiales (APHA, *et al.*, 1995).

Los sólidos disueltos totales y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionados, en cambio la temperatura del agua afecta a la conductividad eléctrica. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica (Lenntech, 2009). Los sólidos disueltos totales nos da una idea de la cantidad de lodo que se producirán en la decantación (Marín, 2003).

2.2.13.2 Parámetros Químicos del Agua

1. Potencial de Hidrogeno (pH)

La medición del pH es una prueba importante y frecuente utilizada en el análisis químico del agua (Chávez, 2007). Es la expresión usual mediante la concentración del ion hidrogeno en una solución, la concentración del ion hidrogeno se mide en forma instrumental empleando un pH metro (Crites & Tvhobanoglous, 2000).

El pH del agua tiene influencia en su sabor y su acción corrosiva, la eficiencia bactericida del cloro y su efecto disolvente sobre los metales de las instalaciones. Un pH inadecuado, ocasiona un desmejoramiento de su calidad por aumento del color y turbiedad. El pH menores de 7 son aguas

acidas y favorecen a la corrosión y mayores de 7 se denomina básicas y se pueden producir precipitación de sales insolubles. El pH sufren las variaciones con la temperatura (CENMA & SAG; 2006).

2. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica en el agua expresada en mg/L y se emplea un oxidante (dicromato potásico). En la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO. El valor de la DQO es siempre superior al de la DBO_5 porque muchas sustancias orgánicas pueden oxidarse químicamente, pero no biológicamente y su contenido es de materia orgánica: es de carbohidratos, proteínas, grasas e inorgánico (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros) (Jimeno, 1998).

3. Fosforo Total (PT)

El Fósforo es componente esencial para la vida (crecimiento de algas y otros organismos biológicos). Su exceso provoca eutrofización. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico. La distribución de varias especies de fosfatos es una función estricta del pH (Crites & Tvhobanoglous, 2000). La única forma inorgánica significativamente importante del fosforo es el ortofosfato (PO_4^{-3}) (Wetzel, 1981).

4. Óxidos Disueltos (OD)

Es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, y es considerado como un indicador de la calidad del agua, si la fuente de agua está contaminada

contiene: microorganismos, bacterias y materia orgánica, si la concentración de oxígeno disuelto disminuye de lo establecido indica que el agua es de mala calidad. El oxígeno disuelto deben medirse in situ ya que las concentraciones pueden cambiar en un corto tiempo (SENAMHI, 2008). La menor presión de oxígeno existente a grandes altitudes, se compensa en temperaturas medias más bajas y viceversa (Barrenechea, 2004). La concentración de oxígeno disuelto en el agua de los ríos depende principalmente de la altitud, la temperatura, descomposición de la materia orgánica y por el movimiento constante de agua con los oleajes. Otra fuente de oxígeno disuelto es la fotosíntesis de las plantas acuáticas (donde el dióxido de carbono es remplazado con oxígeno) (Romero, 1999). También la fuente de oxígeno en el agua es la aireación, la turbulencia y movimientos del agua (Rivera, *et al.*, 2004).

5. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Se llama demanda bioquímica de oxígeno de un líquido contaminado, al oxígeno expresado en mg/l, que este líquido consume la descomposición de la materia orgánica, por acción microbiana aerobia, es decir cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, oxidable en condiciones determinadas (Barrenechea, 2004). Es la cantidad de oxígeno por unidad de volumen necesaria para utilizar una oxidación de la materia orgánica o para las sustancias aeróbicas (degradación por microorganismos) (Romero, 1999).

La DBO en la práctica, permite apreciar la carga del agua en las materias putrescibles y su poder auto depurador, y de ello se puede deducir la

carga máxima aceptable. En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a 5 días representa en promedio un 65 a 70% del total de la materia orgánica oxidable (Tyler, 2002).

La cantidad de DBO está en relación inversa con la cantidad de oxígeno disuelto, el aumento de oxígeno disminuirá la DBO, la acción de las bacterias aeróbicas que tienen capacidad para degradar la materia orgánica. Debe medirse a los 5 días y a 20°C (MINAE, 2003).

6. Nitrito (NO_2), Nitrato (NO_3) y Nitrógeno Amoniacal ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)

El **nitrógeno** (N) se presenta en las siguientes formas: nitrito (NO_2), nitrato (NO_3), y nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_4^+ - \text{N}$), este ciclo es sumamente dinámico y complejo, sobre todo los procesos microbiológicos responsable de la mineralización, fijación y desnitrificación del nitrógeno de los suelos, por lo que el ritmo del mismo depende de factores como la humedad del suelo, temperatura y el pH (Ongley, 1997), en los suelos que no están empantanados, el nitrógeno del suelo y los fertilizantes se transforma microbiológicamente en amonio mediante el proceso de amonificación; el amonio es un indicador de contaminación fecal y causan problemas de olor y sabor del agua. Por lo que, las aguas que contiene mayoritariamente nitrógeno orgánico y amoniacal se considera que han sido contaminados recientemente y que existe un alto riesgo potencial (WHO, 2001).

Los nitritos son formados biológicamente por la acción de bacterias nitrificantes, en un estadio intermedio en formación de nitratos. Sin

embargo, la conversión microbiológica de nitrato a nitrito puede ocurrir a temperatura ambiente, en la cual puede alcanzar niveles elevados.

El agua que contiene **nitritos** puede considerarse como sospechoso. Sin embargo, para la interpretación definitiva de los resultados, será necesario tener en cuenta los contenidos de nitratos, nitrógeno amoniacal (CEPISCA, 2001).

Los **nitratos**, están presentes naturalmente en suelos, agua, vegetales y tejidos animales. Los niveles en suelos cultivados y en agua se ven incrementados por la utilización de fertilizantes, se originan de la descomposición por microorganismos de la materia nitrogenada (Pacheco, *et al.*, 2002). También se han encontrado altos niveles de nitratos en aguas subterráneas, en las tierras de cultivo por el uso excesivo de fertilizantes (Mitchell, *et al.*, 1991).

7. Cloruro (Cl)

Concentraciones elevadas de cloruro hacen que el agua tenga un sabor desagradable (OMS, 1995). El incremento de cloruro en el agua ocasiona el aumento de la corrosividad del agua. El alto contenido de cloruros impide que el agua sea utilizada para el consumo humano o el ganado, también pueden matar a la vegetación circundante (Custodio & Díaz, 2001).

2.2.13.3 Parámetros Bacteriológica del Agua

Las características microbiológicas de las aguas están regidas por la población de microorganismos acuáticos que alberga y que afectan de un

modo importante a la calidad, estos organismo daña la salud humana, denominadas enfermedades hídricas (Marín, 2003). Los microorganismos se encuentran en el agua, suelo y aire, la cantidad dependen de una serie de factores tales como humedad, temperatura y nutrientes (Marchand, 2002). Estas se encuentran en las excretas de seres humanos y animales, que es un riesgo para la salud pública. Es importante conocer el tipo, número y desarrollo de las bacterias en el agua, para prevenir o impedir enfermedades de origen hídrico. Por esta razón, es que se utiliza el grupo de coliformes fecales (OPS, 1999).

1. Coliformes Fecales (CF)

Las bacterias coliformes fecales se localizan naturalmente en el aparato digestivo del hombre y de animales de sangre caliente, por lo tanto se encuentran en las heces, estas son más frecuente en las aguas contaminada (Ongley, 1997). Los coliformes fecales es sub grupo de baterías entéricas, que fermentan la lactosa a altas temperaturas de incubación (44.5°C), también se les conocen como coliformes termotolerantes. Este grupo consiste principalmente de bacterias como: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii* y *Enterobacter sp.* (Eaton, *et al.*, 2005). La *Escherichia coli* (E. Coli) es una bacteria que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, es un huésped constante del intestino del hombre y delos animales de sangre caliente, estas causan infecciones gastrointestinal (APHA, *et al.*, 1995), por su especificidad está considerado como un buen índice de contaminación fecal y está relacionada con las descargas de aguas residuales domesticas (OMS, 1995).

2. Coliformes Totales

Pueden hallarse en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición, como en las heces. También hay especies casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua. Estas se denominan a las bacterias Gram-negativas, en forma de bastoncillos, que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tenso activos con propiedades de inhibición del desarrollo similares, fermentan la lactosa a 35-37°C produciendo ácido, gas y aldehído en un plazo de 24 a 48 horas como *Enterobacter cloacae* y *Citrobacter freundii*. En la mayoría de los casos se ha comprobado que los coliformes son predictores inadecuados de la contaminación protozoaria (WHO, 1995; Daniel, 2001).

Los microorganismos pueden ser natural, es decir constituyen su habitat natural, pero también pueden provenir de contaminación por vertimientos cloacales y/o industriales también por arrastre de lo existentes en el suelo y materia vegetal en descomposición por acción de la lluvia (Orellana, 2005).

2.2.14 Aspectos Legales de la Calidad del Agua

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades.

En la actualidad el Perú y en los otros países tienen establecido las normas legales que están a favor del mantenimiento del estado óptimo del recurso agua ya sean: Lagos, ríos y mar. La Ley del Medio Ambiente y sus normas técnicas, en conjunto constituyen un marco regulatorio en materia de contaminación y calidad de las aguas (Cuellar, 2001).

El Estado Peruano determina la Política Nacional del Ambiente, a través del Ministerio del Ambiente dicta las normas para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental (MINAM, 2015).

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú. Se decreta los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que fue aprobado por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, y Modificado en la fecha de 19 días del mes de diciembre del año 2015, mediante el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM. Ver anexo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ÁREAS DE ESTUDIO

3.1.1 Ubicación Política

Las aguas de estudio se encuentran ubicado en el Distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo, Departamento de Puno.

- 1) El río Choquechaca, ubicado en el sector 1 del Centro Poblado Choquechaca, inicia del Cerro Khapia y termina en el lago Titicaca
- 2) El lago Wiñaymarca, se encuentra ubicado en la Parcialidad Chocaque y kalanpuni.
- 3) La Planta de Captación de agua por la EMAPA-Yunguyo, se encuentra ubicado a las orillas del lago Wiñaymarca de la Parcialidad de Kalampuni.

3.1.2 Ubicación del Estudio

La ubicación del estudio se delimita de la siguiente manera:

Estación 1, El Río Choquechaca, limita con:

Nor-este: Captación y planta de tratamiento de EMAPA-Yunguyo,
Parcialidad Chocaque y lago Wiñaymarca.

Sur-este: Cerro Khapía, Distrito de Copani y el lago Wiñaymarca

Sur-oeste: Cerro Khapía, Distrito de Cuturapi y Pomata,

Nor-oeste: Cerro Khapía, Distrito de Cuturapi y lago Titicaca

Estación 2, El Lago Wiñaymarca, limita con:

Nor-este: Planta de captación de agua por EMAPA-Yunguyo, kalamponi,
C.P. Tapoje, y Bolivia

Sur-este: Distrito de Copani, C.P. Chinumani y Bolivia

Sur-oeste: Cerro Jenquelluisa, Iglesia de la Parcialidad Chocaque y C.P.
Choquechaca

Nor-oeste: Cerro Santa Bárbara, planta de tratamiento de agua por
EMAPA-Yunguyo.

Estación 3, Captación de agua por la EMAPA-Yunguyo, limita con:

Nor-este: Kalamponi, C.P. Tapoje y Bolivia

Sur-este: C.P. Chinumani y Bolivia.

Sur-oeste: C:P: Chocaque, Cerro Jenquelluisa y C.P. Chinumani.

Nor-oeste: Cerro Santa Bárbara, planta de captación y tratamiento de agua potable EMPA-Yunguyo, sector Curmini y Barrio Alto Alianza.

3.1.3 Ubicación Geográfica

El río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación de agua por EMPA-Yunguyo se encuentran en las siguientes coordenadas.

Cuadro 1. Ubicación Geográfica del Ámbito de Muestreo

Descripción	Estaciones de Muestreo		
	N° 1 Río Choquechaca	N° 2 Lago Wiñaymarca	N° 3 Captación de agua por EMAPA-Yunguyo
Lugar	C.P. Choquechaca (Río Choquechaca)	Parc. Chocaque (Lago Wiñaymarca)	Parc. Kalampuni (Captación de agua por EMAPA-Yunguyo)
Coordenadas Este	487082.77.02 mE	491890.73 mE	491858.04 mE
Coordenadas Norte	8198477.02 mS	8201704.22 mS	8202276.68mS
Longitud	16°17'40.44"S	69°4'33.24"O	69°4'34.49"O
Latitud	16°17'40.44"S	16°15'55.49"S	16°15'36.5"S
Altitud	3962 m.s.n.m.	3823 m.s.n.m.	3823.6 m.s.n.m.
Distancia	6.244 km.	3.10km.	2.453km.

3.2 TIPO DE ESTUDIO

El estudio es de tipo evaluativa y comparativa, permite estudiar valores cualitativos y cuantitativos de las aguas de río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación de agua por EMPA-Yunguyo, en época seca y lluviosa.

3.3 MARCO MUESTRAL

Se identificó las 3 estaciones o procedencias, para los análisis físicos químicos y bacteriológicos, se realizaron de la manera siguiente:

Primero, denominado “Río Choquechaca”.

Segundo, denominado “Lago Wiñaymarca”.

Tercero, denominado “Captación de agua por EMAPA-Yunguyo”.

3.3.1 Selección y Marcación de Muestreo

1. Delineación de la estación 1, a lo largo de río desde la toma de agua (captación de Choquechaca), hasta aguas arriba del río Choquechaca, una distancia de 50 metros lineales (ANA, 2011).
2. Marcación de la estación 2, a lo largo del lago Wiñaymarca desde la orilla de lago (Parcialidad de Chocaque), hasta 100 metros lineales (agua adentro), con una profundidad de 6 metros (ANA, 2011).
3. Marcación de la estación 3, a lo largo del lago Wiñaymarca desde la orilla de lago (planta de captación de la EMAPA-Yunguyo), hasta 100 metros de lineales (agua adentro), con una profundidad de 6. 20 metros (ANA, 2011).
4. Las ubicaciones geográficas de los puntos de muestreos se realizó con un sistema de posicionamiento geográfico (GPS).
5. La marcación se anclo de manera fija con una botella descartable de color rojo en la estación 2 y 3.

3.3.2 Frecuencia de Muestreo

La frecuencia de muestreo se realizó mensualmente y se estableció en estación, teniendo en cuenta la referencia de (Guevara, 1996). El estudio se realizó en un lapso de 6 meses, en época seca (31 de julio, 28 de agosto, 23 de setiembre del 2015), y lluvioso (30 de octubre, 30 de noviembre y 23 de diciembre del 2015) considerando a (Pulgar Vidal, 1987). Se tomaron 36 muestras. Considerando el pronóstico climatológicos por (SENAMHI, 2015).

Cuadro 2. Frecuencia de Muestreo de las Aguas

EPOCAS	FECHA	DESTINO DE MUESTRAS	N° ESTACIÓN DE MUESTREO			Total
			Estación 1	Estación 2	Estación 3	
SECANO	31 de Julio	Laboratorio de Aguas - FCA	1	1	1	3
		Laboratorio de Microbiología - FMVZ	1	1	1	3
	28 de Agosto	Laboratorio de Aguas - FCA	1	1	1	3
		Laboratorio de Microbiología - FMVZ	1	1	1	3
	23 de Setiembre	Laboratorio de Aguas - FCA	1	1	1	3
		Laboratorio de Microbiología - FMVZ	1	1	1	3
LLUVIOSO	30 de Octubre	Laboratorio de Aguas - FCA	1	1	1	3
		Laboratorio de Microbiología - FMVZ	1	1	1	3
	30 de Noviembre	Laboratorio de Aguas - FCA	1	1	1	3
		Laboratorio de Microbiología - FMVZ	1	1	1	3
	23 de Diciembre	Laboratorio de Aguas - FCA	1	1	1	3
		Laboratorio de Microbiología - FMVZ	1	1	1	3
Total			12	12	12	36

Fuente: Laboratorio Agua y Suelo de la Facultad de Agronomía, UNA-Puno.

Dónde : FCA.- Facultad de Ciencias Agrarias (Ingeniería Agronómica).
: FMVZ.- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

3.3.3 Recolección de Muestra

La recolección y traslado de las muestras fue directamente por el personal Analista del Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, en acompañamiento con el responsable de la investigación, el muestreo de

las aguas para la estimación de cada uno de los parámetros, fue de acuerdo a los procedimientos del Manual de Procedimiento de Toma de Muestra de Aguas para Análisis Físico Químico y Microbiológico (PTCA, 2011) y del Manual de Técnicas Analíticas para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos y Contaminantes Marinos (Vives de Andrés, 2003).

La recolección de muestras se realizó a partir de la 8:30 a.m., hasta aproximadamente 11:00 a.m. en el mismo día programado.

Los envase de muestreo es de plástico (polietileno) previamente esterilizado.

Cuadro 3. Recolección de Muestra de Agua

N°	Parámetro	Tipo de envase	Volumen mínimo ml.	Lugar de Análisis (Laboratorio)
1	Color	P	500	Agua y suelo de la FCA.
2	Turbidez	P	500	Agua y suelo de la FCA.
3	Fosforo total	P	100	Agua y suelo de la FCA.
4	DBO ₅	P	1000	Agua y suelo de la FCA.
5	DQO	P	100	Agua y suelo de la FCA.
6	Nitratos	P	100	Agua y suelo de la FCA.
7	Nitritos	P	100	Agua y suelo de la FCA.
8	Nitrógeno amoniacal	P	100	Agua y suelo de la FCA.
9	Cloruros	P	200	Agua y suelo de la FCA.
10	Coliformes fecales	P	500	Microbiología de la FMV.
11	Coliformes totales	P	500	Microbiología de la FMV.

P = Plásticos (polietileno).

Fuente: Laboratorio de agua y suelo, Laboratorio de microbiología.

3.4 MATERIALES

Cuadro 4. Materiales de Trabajo

Material Biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas del río Choquechaca • Aguas de lago Wiñaymarca • Aguas de la captación por EMAPA-Yunguyo. 	
Material de Campo	<ul style="list-style-type: none"> • Mandil • Barbijo • Bote • Metro • GPS • Pintura 	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas de agua (esterilizada) • Botella de marcación • Toallas descartables • Caja de tecno port • Guantes quirúrgico • Marcador indeleble
Equipos para Análisis “in situ”	<ul style="list-style-type: none"> • Termómetro de Mercurio • Electrodo Multiparamétrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor de pH, • Oxímetro
Equipos de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidímetro • EspectroFigurametría 	<ul style="list-style-type: none"> • Incubadora • Titulador

Fuente. Elaboración propia

3.5 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

3.5.1 Determinación de Parámetros Físicos y Químicos

La determinación de los parámetros físicos y químicos fue realizo en dos métodos: “in situ” (Cuadro 5) y en el Laboratorio de Agua y Suelo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNA-Puno, por el personal Analista (Cuadro 6).

Los métodos recomendados por: “Manual de Método de Normalizados para Análisis de Agua Potable y Residuales” (APHA & WPCF, 1989). “Manual de Técnicas Analíticas para la Determinación de Parámetros Físico químicos y Contaminantes Marinos” (Vives de Andrés, 2003).

Cuadro 5. Método de Análisis de Parámetro Físico Químico “in situ”

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA
Temperatura	Medición Directa con Termómetro de Mercurio	°C
Conductividad Eléctrica	Conductímetro	μS/cm.
Sólidos Totales Disueltos	Electrodo Multiparamétrico	mg/L
pH	Electrométrico (pHmetro)	Unidad de pH
Oxígeno disuelto	Electrométrico (Oxímetro)	mg/L

Fuente: Laboratorio de Agua y Suelo (FCA-UNA).

Cuadro 6. Método de Análisis de Parámetro Físico y Químico de Muestra de Agua en el Laboratorio de Agua y Suelo (FCA-UNA)

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA
Color	Espectrofotometría	Pt/Co
Turbidez	Nefelométrico	UNT
Fosforo total	Espectrofotometría	mg/L
DBO ₅	Incubación y Espectrofotometría	mg/L
DQO	Colorimétrico	mg/L
Nitratos	Espectrofotometría	mg/L
Nitritos	Espectrofotometría	mg/L
Nitrógeno amoniacal	Espectrofotometría	mg/L
Cloruros	Argentométrico	mg/L

Fuente: Laboratorio de Agua y Suelo (FCA-UNA).

3.5.2 Determinación de Parámetro Bacteriológico

La determinación de parámetros bacteriológicos de coliformes totales y termotolerantes, se aplicó los métodos recomendados como: “Manual de Método de Normalización para Análisis de Agua Potable y Residuales” (APHA & WPCF, 1989). “Procedimientos de la Determinación de Coliformes en Agua Residual por el Método del Número Más Probable” (SECRECO & FOIND, 1987). Por el personal analista del Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno.

Cuadro 7. Método de Análisis de Parámetro Bacteriológico de Muestra de Agua en Laboratorio de Microbiología (FMVZ-UNA)

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD DE MEDIDA
Coliformes Totales	Método de recuento por dilución en tubo múltiples (NMP)	NMP/100mL
Coliformes Termotolerantes	Método de recuento por dilución en tubo múltiples (NMP)	NMP/100mL

Fuente: Laboratorio de Microbiología (FMVZ-UNA)

3.5.3 Criterios para Evaluar la Calidad del Agua

Los criterios tomados en cuenta para la evaluación de la calidad del agua, han sido los valores de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos establecidos en la categoría 1(A2) “Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección convencional” y la categoría 4: E1 y E2 “Conservación del ambiente acuático” de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, establecido en el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Los parámetros seleccionados para la calidad del agua, definen en dependencia de los usos actuales y potenciales del río y lago. Entre ellos se muestran en el anexo.

3.5.4 Análisis Estadístico

El estudio fue conducido en un diseño completamente al azar (DCA), cuyo modelo aditivo lineal es el siguiente:

Para procedencias de las aguas:

$$Y_{ij} = u + A_i + E_{ij} \quad (i=1, 2, 3) \quad (j = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

Dónde: i = Estación o procedencia
 J = Meses

Para épocas:

$$Y_{ij} = u + B_i + E_{ij} \quad (i=1, 2) \quad (1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

Dónde: i = Época
 J = Meses

Para el análisis de datos, se utilizaron los datos originales de los parámetros físicos, químicos y bacteriológico para luego transformarlos por el método logarítmico ($b = \log x$)

Para establecer la diferencia de promedios se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 0.05 ($\alpha = 0.05$).

3.6 PLANTEAMIENTO DE LA PROPUESTA DE PLAN DE ACCIÓN DE CONSERVACIÓN Y USO DEL RECURSO AGUA DEL RÍO CHOQUECHACA, LAGO WIÑAYMARCA Y CAPTACIÓN POR EMAPA-YUNGUYO

Para desarrollar la propuesta del plan de acción consistió identificar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que no cumplen con la normativa de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y captación de agua por EMAPA-Yunguyo, en base a los resultados obtenidos del presente trabajo se realiza el plan de acción.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DETERMINAR LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS AGUAS DEL RÍO CHOQUECHACA, LAGO WIÑAYMARCA Y LA CAPTACIÓN POR EMAPA–YUNGUYO, EN ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA.

4.1.1 Parámetros físicos (temperatura, conductividad eléctrica, color, turbidez y sólidos disueltos totales), se muestran:

Cuadro 8. Temperatura (°c), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	12.96 ± 1.45 ^b	11.17	11.80	14.80	Δ3	Δ3
Lago Wiñaymarca	6	16.16 ± 0.82 ^a	5.08	14.90	17.00	Δ3	Δ3
Captación por EMAPA-Y.	6	16.18 ± 0.83 ^a	5.13	14.90	17.00	Δ3	Δ3

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

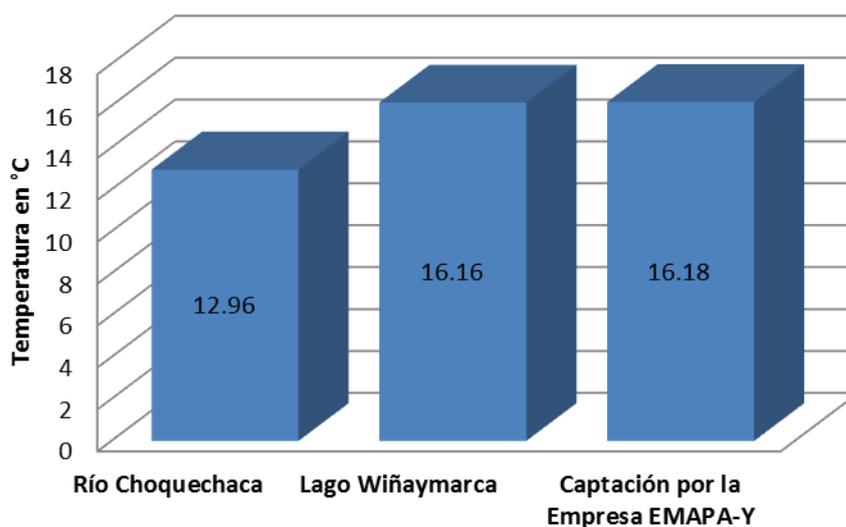


Figura 1. Temperatura (°C), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)

La temperatura con mayor promedio se observa en el cuadro 8 y figura 1, en la captación de agua por EMAPA-Yunguyo es 16.18°C, seguidamente el lago Wiñaymarca con 16.16°C, en tanto el río Choquechaca presentó un descenso de la temperatura del agua con 12.96 °C.

Estos parámetros se tienen en consideración de la siguiente precisión de la categoría 1(A2) y 4(E1, E2) de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, valores del presente estudio son similares a los promedios evaluados en las aguas superficiales quienes reportan: la ANA (2014), Beltrán (2013), PELT (2011) y Mendoza, (2011).

Al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre las temperaturas promedios de estas tres procedencias ($p < 0.05$).

Según reporte de, ANA (2014) encontró valores de: 16.6 °C en la bahía del Distrito de Juli, 16.4°C frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo, 16.8°C frente a la Isla Anapia y 15.6°C frente del Distrito de Zepita. Datos que son similares al reporte de, PELT (2011) en la zona de captación de Chimú, obteniendo resultados de la temperatura que oscila entre 16.2 °C y 15.5 °C; Beltrán (2013) concluye que la temperatura es 15.7°C; Mendoza (2011) reporto una temperatura de 12.58°C en el río llave.

De manera que; los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro de los promedios reportados por: ANA (2014), PELT (2011), Beltrán, (2013) y Mendoza, (2011),

Cuadro 9. Temperatura (°C) Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	15.92 \pm 1.54 ^a	9.67	12.60	17.00
Seca	9	14.29 \pm 1.85 ^b	12.97	11.8	15.80

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

Se muestran los valores en el cuadro 9 y figura 2, la temperatura promedio en época lluviosa es 15.92°C, disminuyendo en época seca con 14.29°C, nos indica que existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios ($p < 0.05$).

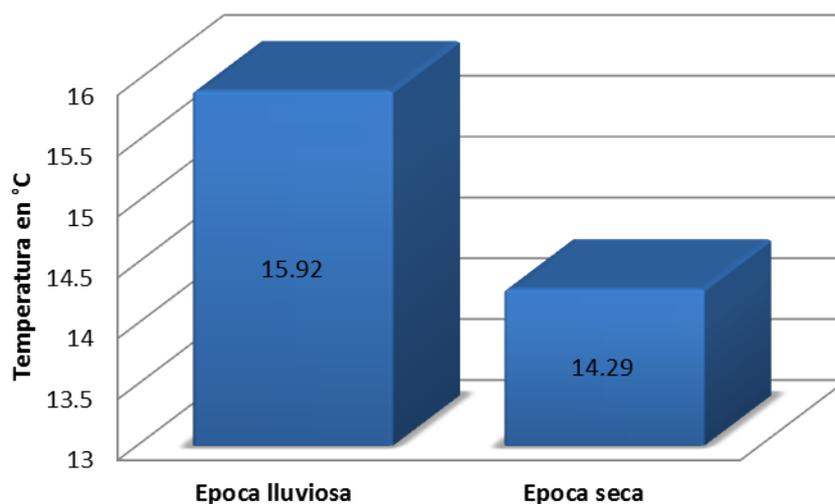


Figura 2. Temperatura (°C), Según Época del 2015

Las temperaturas elevadas en el agua son indicadores de actividad biológica, química y física en el agua, así como en la evaluación limnológica de un cuerpo de agua (Crites & Tvhobanoglous, 2000). Estas reflejan a la temperatura atmosférica característica de la época lluviosa, Las propiedades lumínicas y calóricas de un cuerpo de agua están influidas por el clima y la topografía tanto como por las características del propio cuerpo de agua como: Su composición química, suspensión de sedimentos y su productividad de algas (Jill *et al.*, 2003).

Al respecto, Mendoza (2011) en su estudio de “Factores físicos de las desembocaduras de los principales ríos del lago Titicaca”, que en los meses de octubre a noviembre presentan una temperatura promedio de 15°C.

Cuadro 10. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Según Procedencia (Julio – Diciembre DEL 2015)

Procedencia	n	Promedio \pm D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	0.09 \pm 0.005 ^c	5.53	0.90	0.10	1600	1000
Lago Wiñaymarca	6	1.46 \pm 0.05 ^b	3.75	1.40	1.54	1600	1000
Captación por EMAPA-Y	6	1.95 \pm 0.01 ^a	0.61	1.94	1.97	1600	1000

^{a,b,c} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

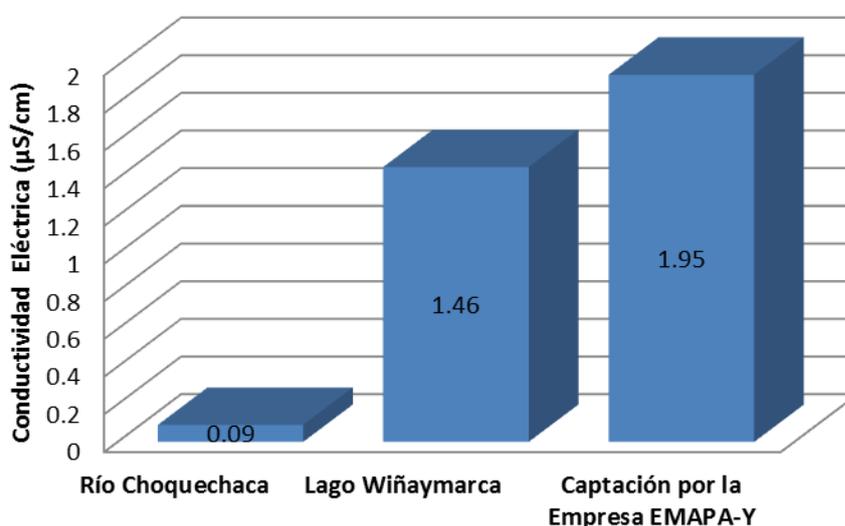


Figura 3. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Se observa en el cuadro 10 y figura 3, la mayor conductividad eléctrica corresponde a la captación de agua por EMAPA-Yunguyo con 1.95 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguido el lago Wiñaymarca con 1.46 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en tanto el río Choquechaca presentó un descenso de la Conductibilidad Eléctrica del agua con 0.09 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Estos parámetros cumplen con la normativa del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua, por tanto son aptos para abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional ya que presenta una conductividad eléctrica por debajo de los límites definidos (1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de la categoría 1(A2)) y de la misma manera cumplen para una calidad de conservación del ambiente acuático por encontrarse concentraciones por debajo de los límites definidos (1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de la categoría 4(E1, E2)). Al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre las conductividad eléctrica promedios de estas tres procedencias ($p < 0.05$).

Según reporte de, ANA (2014) la conductividad eléctrica es 1516 $\mu\text{S}/\text{cm}$ al frente a la captación de Chimú, 1261 $\mu\text{S}/\text{cm}$ Yunguyo y 212 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el río Totorani. Similar a estos valores reporta, Gonzales (2004) 158.48 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en río Grande, EMSA (2012) en río Totorani 212 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Aracmayo, 103 $\mu\text{S}/\text{cm}$, así mismo reporta, PELT (2011) en la captación Chimú 1569 y 1515 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran por debajo de los promedios obtenidos de los reportes mencionados.

Cuadro 11. Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	1.19 \pm 0.84 ^a	70.89	0.09	1.97
Seca	9	1.15 \pm 0.83 ^b	71.95	0.09	1.95

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

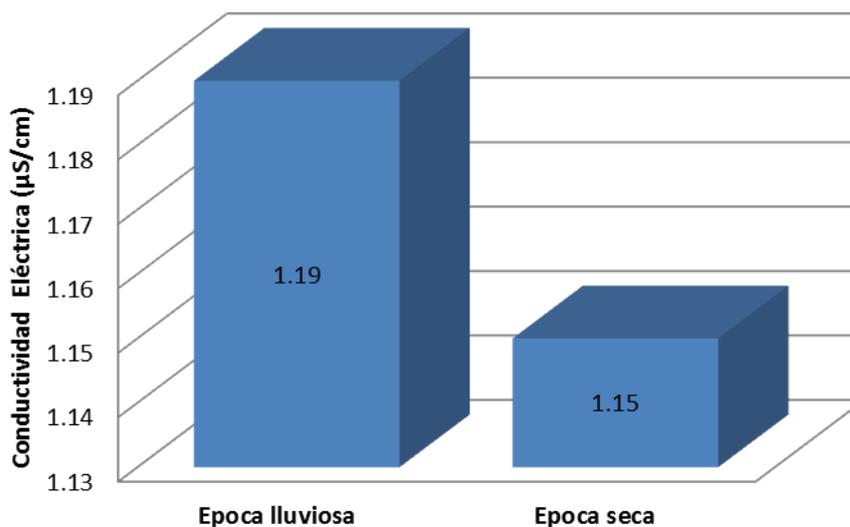


Figura 4. Conductividad Eléctrica (µS/cm), Según Época del 2015

Al análisis estadístico, en el cuadro 11 y figura 4, muestra que la conductividad eléctrica en época lluviosa es 1.19 µS/cm, y en época seca 1.15 µS/cm. Estas nos indica que existe diferencia estadística significativa, entre estos dos promedios ($p < 0.05$).

En la Figura 4, la concentración de la conductividad eléctrica en las dos épocas son diferentes, debido a la presencia de descenso de partículas disueltos, sin embargo en época lluviosa hay arrastre de partículas diversas de tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton (REITEC, 2010). Datos que se asemejan a las aguas montañosa que es de 1.0 µS/cm, los resultados en el presente estudio hay sales disueltas en mínimas cantidades, cuya disociación genera reducido de iones positivos y negativos capaces de transportar débil energía eléctrica, su incremento dependen de la concentración de sustancias disueltas ionizadas en el agua, cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor

será el valor de la conductividad eléctrica y están estrechamente relacionados.

Cuadro 12. Color (Pt/Co), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio \pm D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	15.17 \pm 1.72 ^b	11.36	13.00	17.00	100	20
Lago Wiñaymarca	6	19.17 \pm 1.72 ^a	8.99	16.00	21.00	100	20
Captación por EMAPA-Y	6	19.17 \pm 1.72 ^a	8.99	16.00	21.00	100	20

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 12 y figura 5, se observa valores similares de color en la captación por EMAPA-Yunguyo y lago Wiñaymarca con 19.17 unidades de color verdadero escala Pt/Co y el río Choquechaca presenta un descenso del Color del agua con 15.17 unidades de color verdadero escala Pt/Co. Este valor cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto son aptas para abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional y para la conservación del ambiente acuático por encontrarse concentraciones por debajo de los límites definidos (100 unidades de color verdadero escala Pt/Co de la categoría 1(A2)) y (20 unidades de color verdadero escala Pt/Co de la categoría 4(E1, E2)).

Al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre los colores promedios de estas tres procedencias ($p < 0.05$).

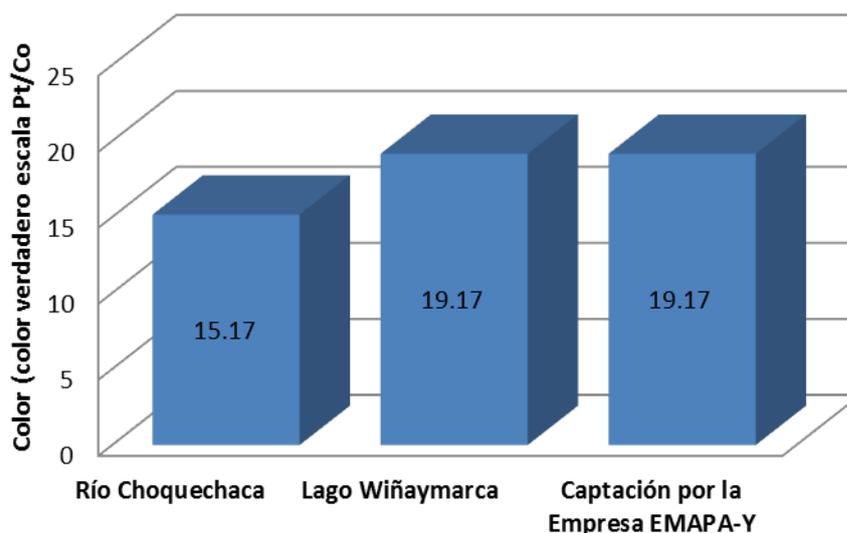


Figura 5. Color (Pt/Co), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Se observa coloración ligeramente elevado según los resultados del lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, estas indican que existieron mínimas concentraciones de materia orgánica disuelta en el agua.

Reporte realizado por, Paredes (2013) obtuvo valores de coloración de 15 unidades de Pt/Co. Así mismo la, EMSA (2012) determino el color en el río Totorani con 16 unidades de Pt/Co.

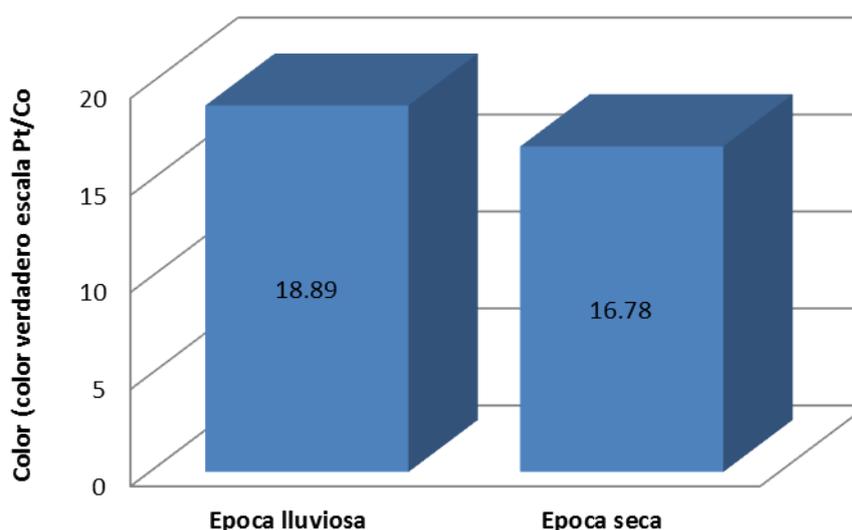
Por lo tanto; los resultados obtenidos de agua de lago se encuentra por encima de los valores reportados por, Paredes (2013), sin embargo los reportes de, EMSA (2012) está por encima de los valores de río Choquechaca.

Cuadro 13. Color (Pt/Co), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluviosa	9	18.89 \pm 1.83 ^a	9.70	16.00	21.00
Seca	9	16.78 \pm 2.77 ^b	16.53	13.00	20.00

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

El análisis estadístico del cuadro 13, nos muestra el promedio en época lluviosa es 18.89 a diferencia en época seca 16.78, indica que existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios ($p < 0.05$).

**Figura 6.** Color (Pt/Co), Según Época Del 2015

La figura 6, se observa incremento de color en época lluviosa, por el contacto con desechos orgánicos tales como hojas, maderas, etc., en etapas variables de descomposición, y sustancias en suspensión (Jimeno, 1998) y (OMS, 2006). Estas son causadas por escorrentías de partículas diversas de tierra, sedimentos, además los sedimentos pueden ser revueltos por actividad del agua. (REITEC, 2010).

Cuadro 14. Turbidez (UNT), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA
						Categoría 1:A2
Río Choquechaca	6	2.90 ± 0.96 ^a	33.27	2.01	4.02	100
Lago Wiñaymarca	6	1.09 ± 0.21 ^b	19.27	0.76	1.26	100
Captación por EMAPA-Y	6	1.10 ± 0.21 ^b	19.31	0.76	1.27	100

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (p<0.05)

Los resultados indican en el cuadro 14 y figura 7, la mayor turbidez se presenta en el río Choquechaca con 2.90 UNT, los valores bajos se observan en el lago Wiñaymarca con 1.09 UNT y la captación por EMAPA-Yunguyo con valor 1.10 UNT. Estadísticamente nos indica que existe diferencia estadística significativa entre las tres procedencias (p<0.05).

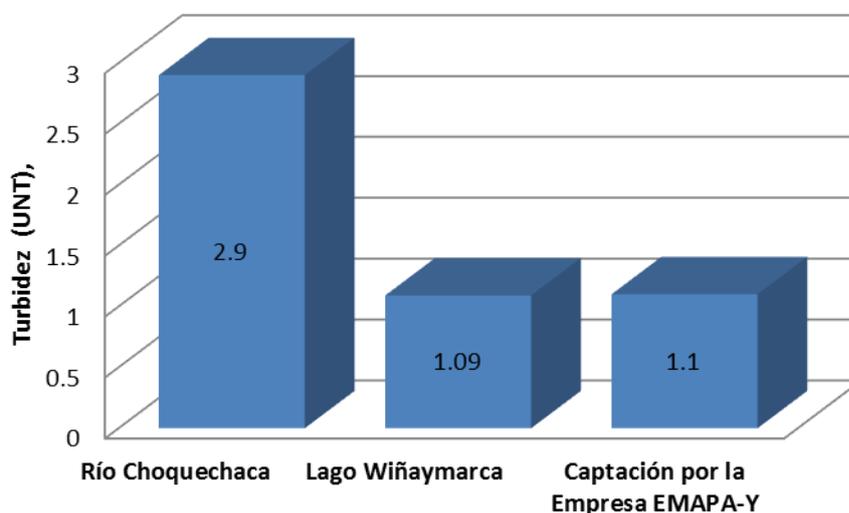


Figura 7. Turbidez (UNT), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Estos parámetros cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por tanto son aptas para abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional, por encontrarse concentraciones por debajo de los límites definidos (100 UNT) de la categoría 1(A2).

El incremento de la turbiedad en el río Choquechaca, esto se explica por las actividades ganadera y agrícola, teniendo como resultado los desechos orgánicos e inorgánicos muchos de los cuales van a parar al Río por el medio de transporte fluvial.

Según reporte de, Paredes (2013) en la zona de captación de Chimú la turbidez es 1.17 UNT. Comparando con el reporte de, PELT (2011) la cual toma en cuenta la zona de captación de Chimú, obteniendo valores desde 0.47 a 1.27 UNT. En cambio, EMSA (2012) reporta valores de 2.10 UNT en el agua del río Totorani.

Por lo tanto, los resultados obtenidos en la presente investigación se asemejan a los promedios obtenidos por las investigaciones realizadas.

Cuadro 15. Turbidez (UNT), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	2.07 \pm 1.27 ^a	61.41	1.21	4.02
Seca	9	1.33 \pm 0.58 ^b	43.47	0.76	2.13

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

Estadísticamente, nos muestra en el cuadro 15, la turbidez promedio en época lluviosa es de 2.07 UNT, y en época seca con valor de 1.33 UNT, nos indica que existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios ($p < 0.05$).

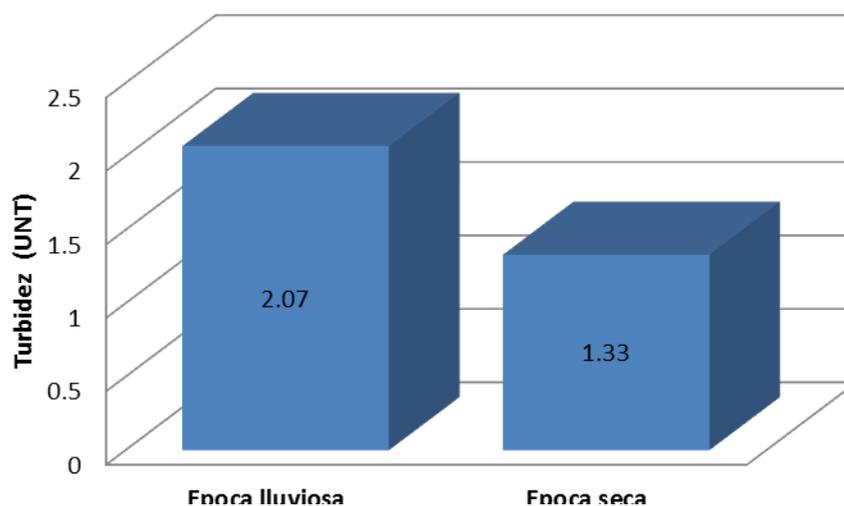


Figura 8. Turbidez (UNT), Según Época del 2015

En la figura 8, presenta variación entre las dos época es causada por escorrentías al medio hídrico con partículas diversas como: tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton, en época lluviosa los sedimentos pueden ser revueltos por demasiada actividad en el agua, ya sea por parte de peces, aves, animales y humanos. (REITEC, 2010). En lagos la turbiedad es debido a dispersiones extremadamente finas y coloidales, en los ríos, es debido a dispersiones normales (APHA, *et al.*, 1999). Estas impiden la penetración de la luz que afectando a la calidad y al ecosistema (Barrenechea, 2004).

Cuadro 16. Sólidos Disueltos Totales (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua
						Categoría 1:A2
Río Choquechaca	6	85.33 ± 5.50 ^b	6.45	80.00	91.00	1000
Lago Wiñaymarca	6	905.50 ± 12.93 ^a	1.43	890.00	920.00	1000
Captación por EMAPA-Y	6	906.67 ± 14.08 ^a	1.55	891.00	930.00	1000

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (p<0.05)

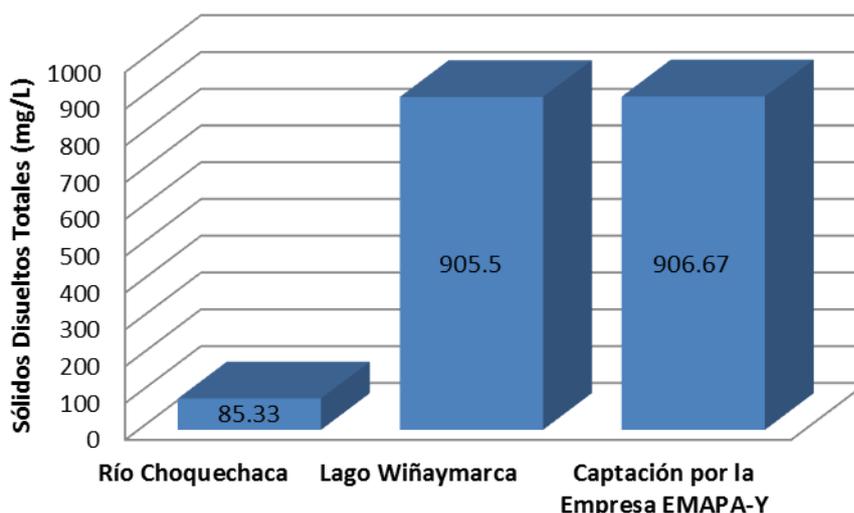


Figura 9. Sólidos Disueltos Totales (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

En el cuadro 16 y figura 9, se observa que la mayor cantidad de sólidos disueltos totales están en la captación por EMAPA-Yunguyo con 905.5 mg/L y en el lago Wiñaymarca con 906.67 mg/L. respectivamente, sin embargo el río Choquechaca presenta un descenso de sólidos disueltos totales con 85.33 mg/L.

Según este parámetro las aguas cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por

encontrarse concentraciones por debajo de los límites definidos (1000 mg/L) de la categoría 1(A2).

Al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre los sólidos disueltos totales promedios de estas tres procedencias ($p < 0.05$).

Estudios realizados, Paredes (2013) en la zona de captación-Chimú, obtiene 710 mg/L. En cambio, PELT (2011) reporta 774 mg/L en la zona de captación-Chimú, en cambio, Yanapa (2012) reporta 123.37 mg/L y EMSA (2012) reporta en el río Totorani 106 mg/L.

Los resultados obtenidos en el lago Wiñaymarca y captación por EMPA-Yunguyo, se encuentran por encima de los promedios obtenidos por: Paredes (2013) y PELT (2011), y el río Choquechaca se encuentra por debajo de los valores obtenidos por: Yanapa (2012) y EMSA (2012).

Cuadro 17. Sólidos Disueltos Totales (mg/L), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	641.00 \pm 413.05 ^a	64.44	90.00	930.00
Seca	9	624.00 \pm 407.77 ^b	65.35	80.00	906.00

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

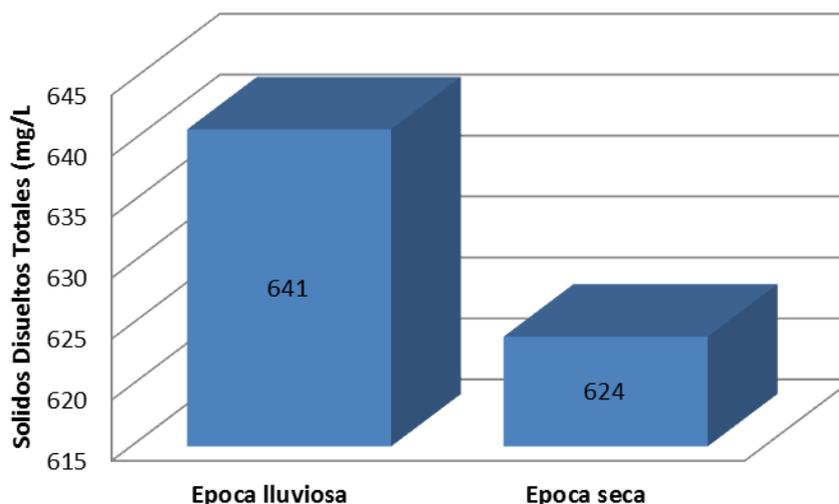


Figura 10. Sólidos Disueltos Totales (mg/L), Según Época del 2015

Se observa en el cuadro 17 y figura 10, el sólido disuelto total promedio en época lluviosa es 641 mg/L y en época seca es 624 mg/L. en base al análisis estadístico, estas nos indica que existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios ($p < 0.05$).

El incremento en época lluviosa, esta es causada por partículas disueltas provenientes de fuentes naturales como: Tierras agrícolas, aguas residuales y plancton, por precipitación pluvial se vierten a los ríos y lagos, y estas pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua, esta es mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor (Bravo, 2004). Los sedimentos pueden ser revueltos por la actividad en el agua, ya sea por parte de los peces, aves, animales, humanos o movimiento ondulatorio de agua (REITEC, 2010).

4.1.2 Parámetros químicos (pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, fosforo total, cloruros, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal), según se muestra en las siguientes cuadros:

Cuadro 18. Potencial de Hidrogeno (Unidad de pH), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	7.33 ± 0.25 ^b	3.41	7.00	7.70	5,5 a 9,0	6,5 a 9,0
Lago Wiñaymarca	6	10.48 ± 0.28 ^a	2.72	10.10	10.80	5,5 a 9,0	6,5 a 9,0
Captación por EMAPA-Y	6	10.50 ± 0.29 ^a	2.76	10.10	10.80	5,5 a 9,0	6,5 a 9,0

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (p<0.05)

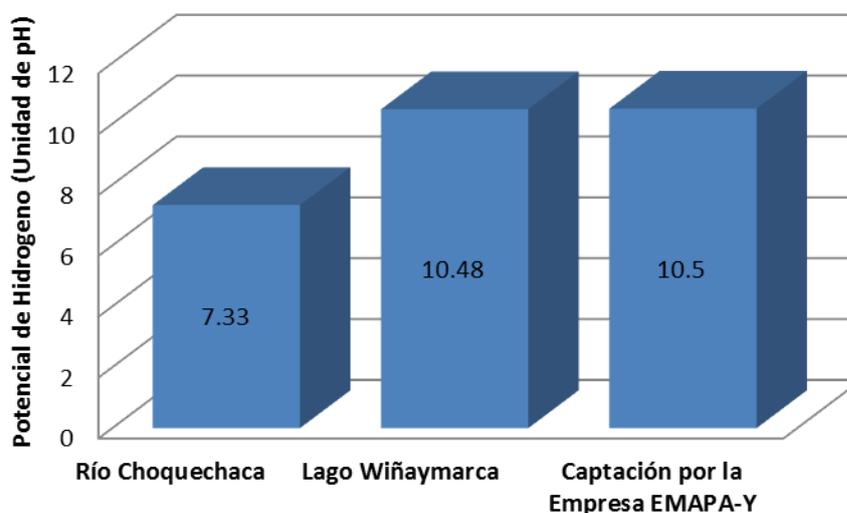


Figura 11. Potencial de Hidrogeno (Unidad de pH), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

En el cuadro 18 y figura 11, se observa el mayor valor en la Captación por EMAPA-Yunguyo con 10.50 Unidad de pH, seguido el lago Wiñaymarca con 10.48 Unidad de pH sin embargo, el río Choquechaca

presenta un pH de 7.33 Unidad de pH. En base al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre los pH promedios de estas tres procedencias ($p < 0.05$).

Según el parámetro de las aguas del lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo no cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto, no son aptas para abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional ni para la conservación del ambiente acuático del Lago, por encontrarse concentraciones por encima de los límites definidos (5,5-9,0 Unidad de pH) para la categoría 1(A2) y (6,5-9,0 Unidad de pH) para la categoría 4(E1). En cambio, el agua del río Choquechaca cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto son aptas para abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional y para la conservación del ambiente acuático del aguas de río por encontrarse concentraciones dentro de los límites definidos (5,5-9,0 Unidad de pH) para la categoría 1(A2). Y (6,5 - 9,0 Unidad de pH) para la categoría 4 (E2).

Según estudios, ANA (2014) el parámetro de pH es: Frente a la captación de Chimú con 8.63, frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo con 9.7, frente al Distrito de Zepita con 8.83, río llave con 8.68, Río Wily 8.22, río Desaguadero 8.6. Así mismo, ANA (2012) es 9.27 en el río de Coata. Paredes (2013) reporta 8.42 en la zona de captación-Chimú. En cambio, Yanapa (2012) reporta 7.53 unidad de pH en río de llave. EMSA (2012) reporta el río Totorani 6.62 y en el manantial de Aracmayo 7.84 unidad de pH.

Los valores encontrados en la presente investigación están por encima de los reportes de, ANA (2014), ANA (2012), Paredes (2013), Yanapa (2012) y EMSA (2012) a excepción río Choquechaca.

Cuadro 19. Potencial de Hidrogeno (Unidad de pH), Según Época del 2015

Época	n	Promedio ± D.S.	Coficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	9.65 ± 1.62 ^a	16.77	7.40	10.80
Seca	9	9.22 ± 1.54 ^b	16.80	7.00	10.50

^{a,b} Literales similares en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 19 y figura 12, se observa el mayor valor de pH corresponde a la época lluviosa con 9.65 pH y en época seca ligero descenso de 9.22 pH. Al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$).

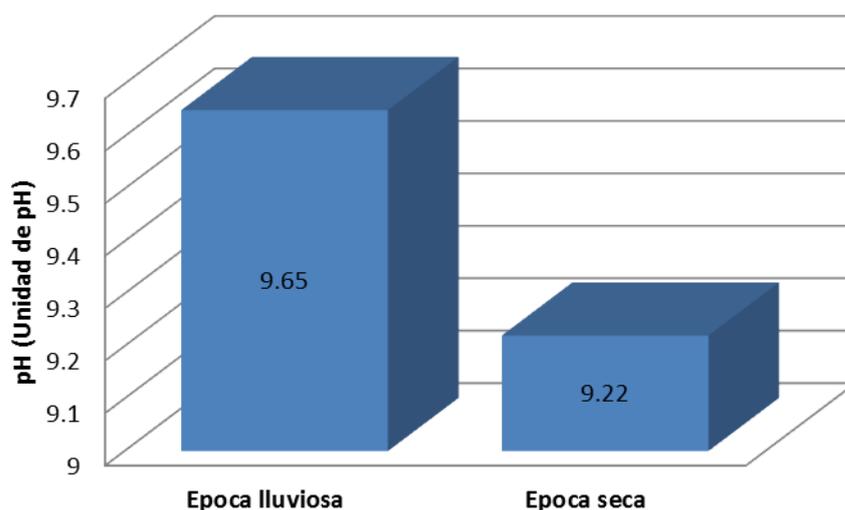


Figura 12. Potencial de Hidrogeno (Unidad De pH), Según Época del 2015

En época lluviosa se presencia un ligero incrementos de pH, este valor nos indica la alcalinización del agua, es debido a la composición química del suelo que tiene caliza y componentes minerales, causado por escurrimiento, es necesario considerar que en las aguas naturales la alcalinidad es debida a la presencia de tres clases de iones (bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos), sin embargo en algunas aguas es posible encontrar otras clases de compuestos químicos tales como. Borato, silicatos y fosfatos, contribuye a su alcalinidad (REITEC, 2010). El pH tiene influencia en el sabor y varían con la temperatura (CENMA & SAG, 2006).

Esta variación del pH, es debido a detergentes químicos y otros agentes de limpieza que son utilizados en la plantas de tratamiento de agua potable, (para evitar la corrosión de tuberías), estas aguas residuales son vertidas al lago Wiñaymarca.

Cuadro 20. Oxígeno Disuelto (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio \pm D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	5.80 \pm 0.70 ^a	12.04	5.10	6.70	\geq 5	\geq 5
Lago Wiñaymarca	6	5.53 \pm 0.80 ^a	14.26	4.20	6.50	\geq 5	\geq 5
Captación por EMAPA-Y	6	5.80 \pm 0.91 ^a	15.80	4.20	6.60	\geq 5	\geq 5

^a Literales iguales en la misma columna indican que no hay diferencia estadística significativa ($p \geq 0.05$)

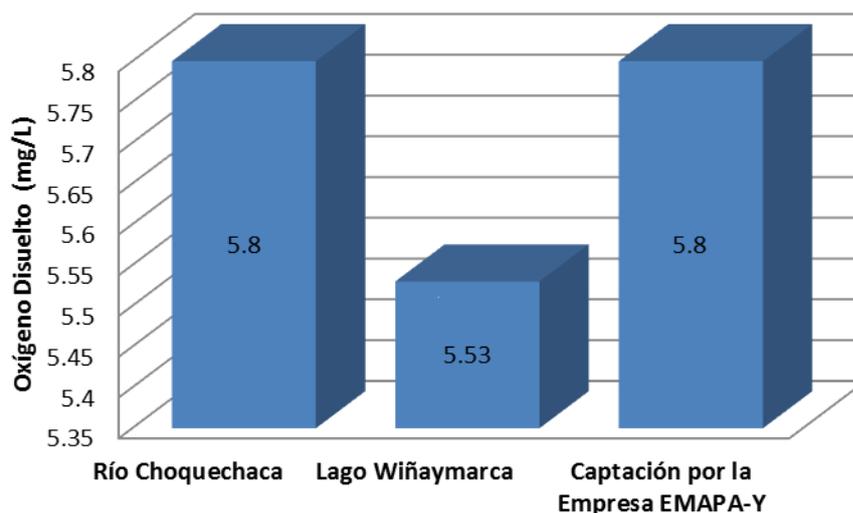


Figura 13. Oxígeno Disuelto (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Según el cuadro 20 y figura 13, el parámetro de las aguas cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto, son aptas para el consumo humano con un tratamiento convencional ya que presentaron una concentración de oxígeno disuelto por encima de los límites definidos (≥ 5 mg/L) para una calidad de categoría 1(A2). De la misma manera; son aptas para la conservación del ambiente acuático de las aguas de lago y río por encontrarse concentraciones por encima de los límites definidos (≥ 5 mg/L) en la categoría 4(E1, E2).

Estadísticamente, no existe diferencia estadística significativa entre las tres procedencias estudiadas ($p \geq 0.05$).

Según el reporte, ANA (2014) el oxígeno disuelto de al frente de la captación de Chimú es 5.87 mg/L, frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo es 7.64 mg/L, al frente a la Isla Anapia es 5.38 mg/L, río Willy es 5.44 mg/L, del río llave es 6.44 mg/L, Zepita

6.5 y río Desaguadero es 7.64 mg/L. datos que es similar al reporte, Beltrán (2013) en la bahía del lago Titicaca es 6.6 mg/L.

Los resultados encontrados en el presente trabajo se asemejan a los reportes de: ANA (2014), a excepción en Yunguyo, Zepita, río desaguadero, río llave y Beltran (2013)

La determinación del oxígeno disuelto es un factor importante ya que indica la existencia de condiciones aerobios o anaerobias presentes en el agua. El descenso de la concentración de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo puede ser indicativo de un incremento en el material orgánico existente en el agua, si este comportamiento se mantiene de una manera constante puede llegar a limitar el proceso de auto purificación del agua, generando a corto plazo la aparición del inicio de graves procesos de autroficacion en la estación y por consecuencia un deterioro del agua.

Cuadro 21. Oxígeno Disuelto (mg/l), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	6.29 \pm 0.38 ^a	6.13	5.50	6.70
Seca	9	5.13 \pm 0.59 ^b	11.61	4.20	5.90

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

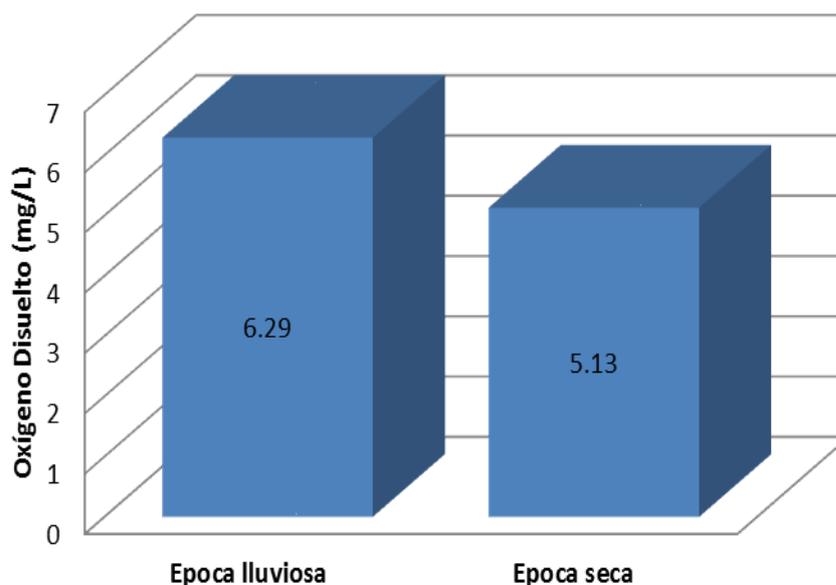


Figura 14. Oxígeno Disuelto (mg/L), Según Época del 2015

En el cuadro 21 y figura 14, se observa 6.29 mg/L en época lluviosa, en cambio en época seca observa ligero descenso de 5.13 mg/L, en base al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios ($p < 0.05$).

En época seca se presentó un marcado descenso de oxígeno disuelto mientras en época lluviosa esta se incrementa por los movimientos del agua y fotosíntesis de las algas (Rivera, *et al.*, 2004). El oxígeno disuelto es el reactivo para la generación de los proceso aeróbicos, cuando utilizan los nutrientes orgánicos estas consumen el oxígeno, si no se repone el oxígeno disuelto, el crecimiento aeróbico se detiene cuando se agota este elemento y solo puede continuar los procesos anaeróbicos lentos y malolientes.

El oxígeno es esencial para el mantenimiento de lagos y ríos saludables, su ausencia indica contaminación (Mitchell, *et al.*, 1991). El oxígeno disuelto depende de la altitud, temperatura, descomposición de la

materia orgánica, movimiento constante de agua (oleajes), la fotosíntesis del fitoplancton de las plantas acuáticos (Romero, 1999).

Cuadro 22. Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	23.90 ± 17.07 ^a	71.43	4.70	40.20	5	10
Lago Wiñaymarca	6	7.50 ± 2.70 ^a	36.08	4.4	11.9	5	5
Captación por EMAPA-Y	6	14.73± 14.32 ^a	97.19	4.7	39.9	5	5

^a Literales iguales en la misma columna indican que no hay diferencia estadística significativa (p≥0.05)

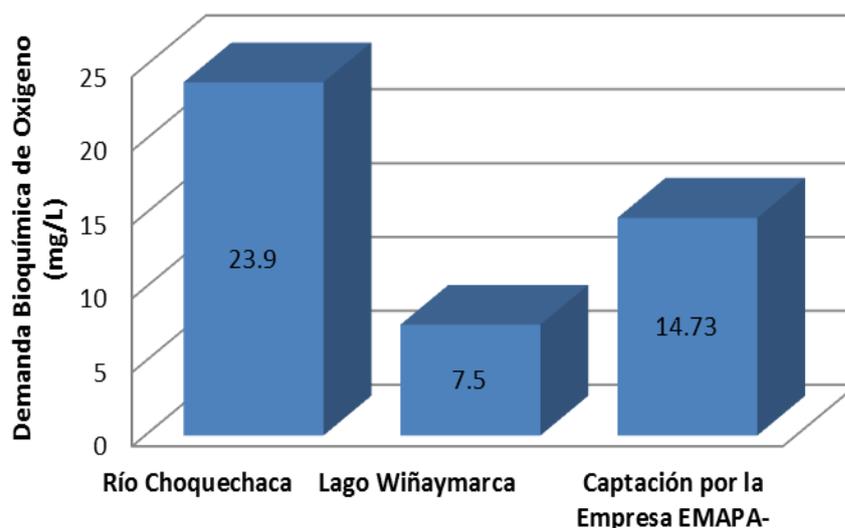


Figura 15. Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

En el cuadro 22 y figura 15, la mayor cantidad de la demanda bioquímica de oxígeno, está en el río Choquechaca con 23.90 mg/L seguido la captación por EMAPA-Yunguyo con 14.73mg/L y el más bajo valor corresponde al lago Wiñaymarca con 7.50mg/L. Por tanto, al análisis

estadístico indica que no existe diferencia estadística significativa entre las tres procedencias ($p \geq 0.05$).

Según el parámetro de las aguas del lago Wiñaymarca, la Captación por EMAPA-Y, río Choquechaca, no cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por estar por encima de los límites definidos (5 mg/L), para la categoría 1(A2) y (5 mg/L y 10 mg/L) para la categoría 4(E1, E2).

Resultados obtenidos, ANA (2014) reporta el parámetro de demanda bioquímica de oxígeno con valor de < 2.00 mg/L, valor que es similar en los puntos de captación de Chimú, bahía del Distrito de Juli, frente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo, frente a la Isla Anapia, río Desaguadero, la desembocadura de río llave. Valor diferente reporto, ANA (2011) en el río Coata con 3 mg/L, En cambio, Hinojosa (1982) reporta 12,13 mg/L a 50 metros y 0.56 mg/L a 500 metros de DBO.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran por encima de los promedios de, ANA (2014), a diferencia de lago wiñaymarca está por debajo del valor reportado por Hinojosa (1982).

Cuadro 23. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (mg/L), Según Época del 2015

Época	N	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	21.46 \pm 17.07 ^a	79.55	4.40	40.20
Seca	9	9.29 \pm 6.41 ^a	69.07	4.70	24.20

^a Literales similares en la misma columna indican que no hay diferencia estadística significativa ($p \geq 0.05$)

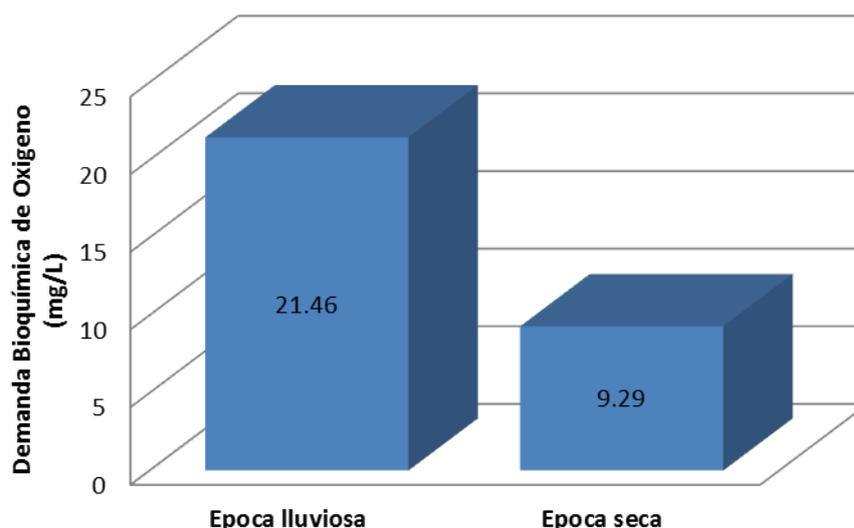


Figura 16. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) (mg/L), Según Época del 2015

En el cuadro 23 y figura 16, se observa el mayor promedio de la demanda bioquímica de oxígeno, corresponde a la época lluviosa con 21.46 mg/L y en época seca se observa un descenso de 9.29 mg/L, y al análisis estadístico nos indica que no existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios de las épocas ($p \geq 0.05$).

El incremento de DBO está ligado a la cantidad de oxígeno que se requiere para la degradación de materia orgánica de suelos agrícolas, excreción de animales y humanos que son arrastrados a las aguas por escurrimientos de los riachuelos en épocas lluviosa (REITEC, 2010).

La cantidad de DBO está en relación inversa con la cantidad de oxígeno disuelto, ya que si aumenta la producción de oxígeno disminuirá la DBO_5 por la acción de las bacterias aeróbicas que tienen capacidad para degradar la materia orgánica (MINAE, 2003).

Cuadro 24. Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio \pm D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua
						Categoría 1:A2
Río Choquechaca	6	24.91 \pm 15.95 ^a	64.01	7.40	40.20	20
Lago Wiñaymarca	6	8.73 \pm 3.33 ^a	38.12	5.8	14.8	20
Captación por EMAPA-Y	6	18.36 \pm 16.53 ^a	90.04	7.30	40.40	20

^a Literales iguales en la misma columna indican no hay diferencia estadística significativa ($p \geq 0.05$)

En el cuadro 24 y figura 17, se observa la mayor cantidad de demanda química de oxígeno está en el río Choquechaca con 24.91 mg/L, seguido por la captación por EMAPA-Yunguyo con 18.36 mg/L y el lago Wiñaymarca se presenta un descenso de 8.73 mg/L. en base al análisis estadístico no existe diferencia estadística entre las procedencias ($p \geq 0.05$).

Según el parámetro, las aguas del lago Wiñaymarca y la Captación por EMAPA-Yunguyo cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto son aptas para consumo humano con un tratamiento convencional, ya que presentaron una concentración de DQO por debajo de los límites definidos (20 mg/L) para una calidad de la categoría 1(A2). Sin embargo el parámetro del agua de río Choquechaca no cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto presenta una concentración de DQO por encima de los límites definidos (20 mg/L) para una calidad de la categoría 1(A2).

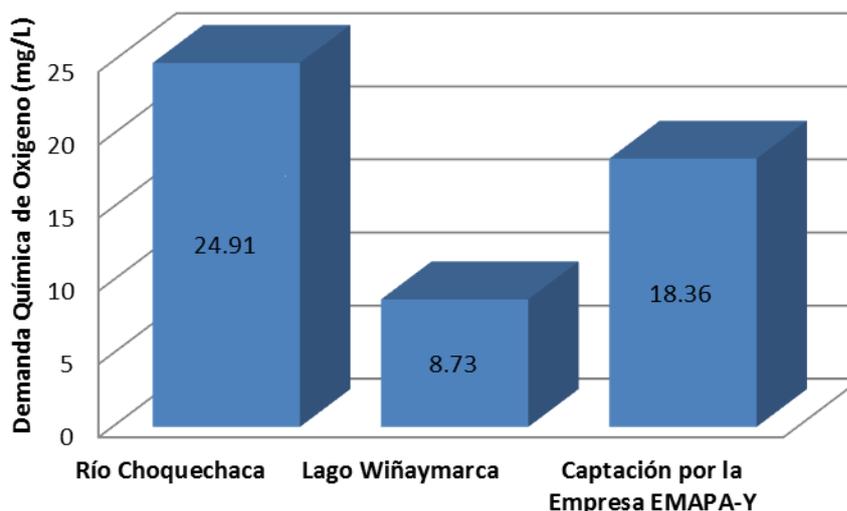


Figura 17. Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Según, ANA (2014) reporta la DQO de: <10 mg/L en la captación de Chimú, frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo, frente a la Isla Anapia y río llave, a diferencia del río Willy cuyo valor es 12.9 mg/L. También SEDAPAL (2011) reporta 62 mg/L en el río Rímac. En cambio, Paredes (2013) informa 8.27 mg/L en Chimú.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran por encima de los promedios de ANA (2014) y Paredes (2013) a excepción del reporte de SEDAPAL (2011).

Cuadro 25. Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L), Según Época del 2015

Época	n	Promedio ± D.S.	Coficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	22.41 ± 16.42 ^a	73.29	6.80	40.40
Seca	9	12.27 ± 10.42 ^a	84.95	5.80	39.00

^a Literales similares en la misma columna indican que no hay diferencia estadística significativa (p≥0.05)

En el cuadro 25 y figura 18, se observa el mayor promedio de la demanda química de oxígeno corresponde a la época lluviosa con 22.41 mg/L. y en época seca hay un descenso de 12.27 mg/L, estos promedios al análisis estadístico indica que no existe diferencia entre los promedios de las épocas ($p \geq 0.05$).

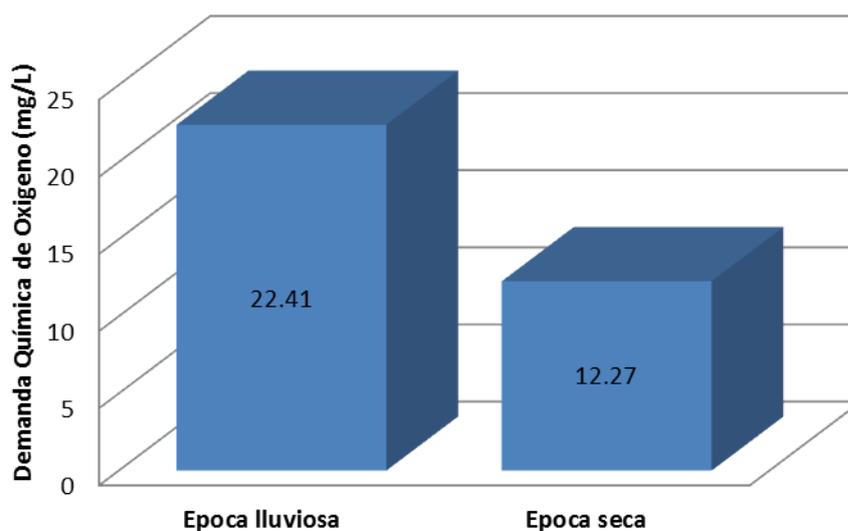


Figura 18. Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L), Según Época del 2015

La DQO es una prueba que mide la cantidad de sustancias susceptibles a ser oxidadas por medios químicos. Esta mide el grado de contaminación por materia orgánica es útil para saber si la concentración de sustancias biodegradables y no biodegradables pueden ser oxidadas.

La DQO, guarda una relación con la DBO y el valor de la DQO es superior al DBO, porque muchas sustancias orgánicas puedan oxidarse químicamente pero no biológicamente. El aumento de DQO del agua en época lluviosa ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática (flora y fauna acuática) (Jimeno, 1998). Toda material

orgánica de suelos agrícolas, excreción de animales y humanos son arrastrados a las aguas por escurrimientos de los riachuelos (REITEC, 2010).

Cuadro 26. Fosforo Total (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	0.07 ± 0.014 ^b	21.54	0.05	0.09	0.1	0.05
Lago Wiñaymarca	6	0.10 ± 0.018 ^a	15.50	0.10	0.14	0.1	0.035
Captación por EMAPA-Y	6	0.10 ± 0.018 ^a	15.50	0.10	0.14	0.1	0.035

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa (p<0.05)

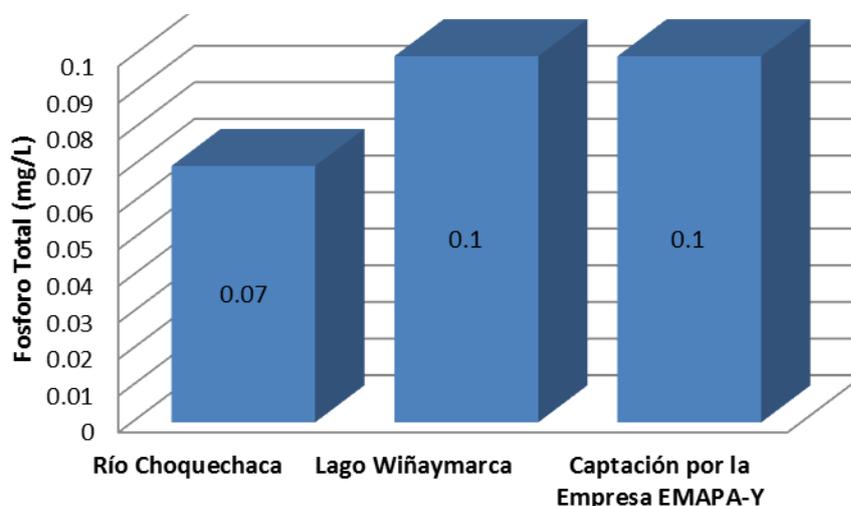


Figura 19. Fosforo Total (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Se aprecia en el cuadro 26 y figura 19, la mayor cantidad de fosforo total está en el lago Wiñaymarca y la Captación por EMAPA-Yunguyo con

valores similares de 0.10 mg/L, siendo más bajo en el río Choquechaca con 0.07mg/L y en base al análisis estadístico hay diferencia ($p < 0.05$).

Según este parámetro las aguas cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, por lo tanto son aptas para consumo humano con un tratamiento convencional, porque están dentro de los límites definidos (0.1 mg/L) para una calidad de categoría 1(A2). En cambio no son aptas para la conservación del ambiente acuático de las aguas de lago y río, por encontrarse concentraciones por encima de los límites definidos (0.035 mg/L para Lagos y 0.05 mg/L para ríos) para una calidad de categoría 4(E1, E2).

Según estudios, ANA (2014) en su informe reporta el parámetros de fosforo total: Al frente a la captación de Chimú es 0.5 mg/L, frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo es 0.199 mg/L y los puntos de muestreo al frente a la Isla Anapia, la desembocadura de río llave, la Bahía del Distrito de Juli presentan valores similares de < 0.010 mg/L. En cambio, SEDAPAL (2011) reporto el fosforo total de 0.082 mg/L en el río Rímac. También el reporte de PELT (2011) en la zona de captación de Chimú registra entre 0.456 y 0.204 mg/L.

En la presente investigación los resultados se encuentran por debajo de los reportes de PELT (2011), ANA (2014), a excepción en Anapia, llave y Juli, sin embargo reporte de SEDAPAL (2011) está por encima de Río Choquechaca.

En la figura 19, se observa que el incremento del fósforo es un factor limitante para el crecimiento de fitoplancton, sin embargo, el contenido de fósforo en un medio hídrico es muy alto se produce un notable incremento de la actividad fitoplanctónica, con problemas de agotamiento de oxígeno del agua y el exceso de materia orgánica da lugar a fenómenos conocidos bajo el nombre de eutrofización (Marín, 2003). Estas concentraciones de fósforo indican que el agua se encuentra en un estado mesotrófico, para que se encuentre en estado trófico no debe exceder de 0.10 mg/L (Wetzel, 1981). Por tanto, en la presente investigación el fósforo total se encuentra al límite en el lago Wiñaymarca y capacitación por EMPA-Yunguyo.

Cuadro 27. Fósforo Total (mg/L), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	0.11 \pm 0.028 ^a	25.51	0.07	0.14
Seca	9	0.09 \pm 0.03 ^b	29.77	0.050	0.12

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 27 y figura 20, en época lluviosa con valor de 0.11 mg/L y en época seca se presencia un descenso de 0.09 mg/L, estos promedios al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios ($p < 0.05$).

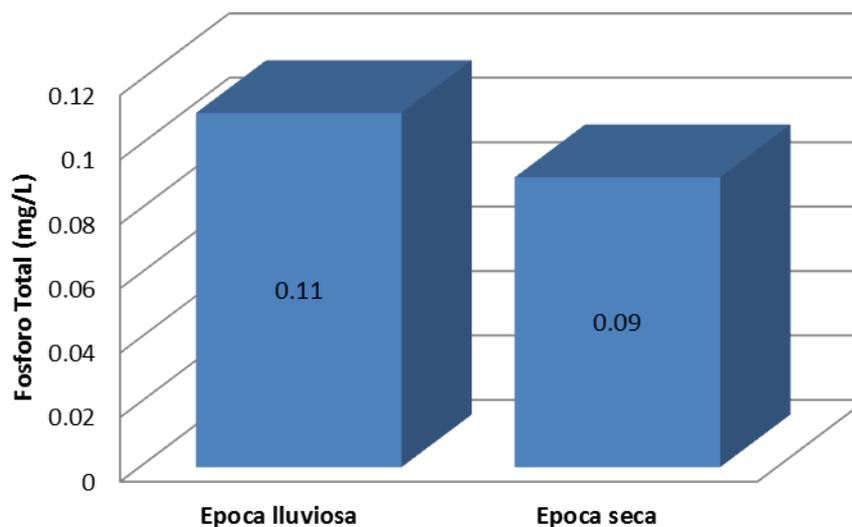


Figura 20. Fosforo Total (mg/L), Según Época del 2015

Durante la época lluviosa la concentración de fosforo total se incrementaron provenientes de plantas, animales y desechos o residuos (DNR, 2004). También provienen de tierras agrícolas, aguas residuales, abonos naturales a causa por escorrentía y por actividad en el agua, los sedimentos son revueltos (REITEC, 2010).

El fosforo es un elemento esencial en el crecimiento de plantas y animales, es considerado como uno de los nutrientes que controla el crecimiento de las algas, el incremento en las concentraciones de fosforo total puede producir desarrollo exorbitado de algas, el cual es causa de condiciones inadecuadas para ciertos usos benéficos del agua y conduce a problemas de eutroficación (Crites & Tvhobanoglous, 2000).

Cuadro 28. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua Categoría 1:A2
Río Choquechaca	6	13.98 ± 1.51 ^c	10.84	12.20	16.20	250
Lago Wiñaymarca	6	168.1 ± 6.22 ^b	3.70	160.10	172.60	250
Captación por EMAPA-Y	6	272.02 ± 0.88 ^a	0.32	270.50	272.70	250

^{a,b,c} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (p<0.05)

Se observa en el cuadro 28 y figura 21, mayor cloruro que corresponde a la captación de agua por EMAPA-Yunguyo, con valor de 272.02 mg/L, seguido el lago Wiñaymarca con valor de 168.1mg/L, en tanto el Río Choquechaca presentó un descenso de cloruros con valor de 13.98 mg/L. Al análisis estadístico indica que hay diferencia estadística entre los promedios (p<0.05).

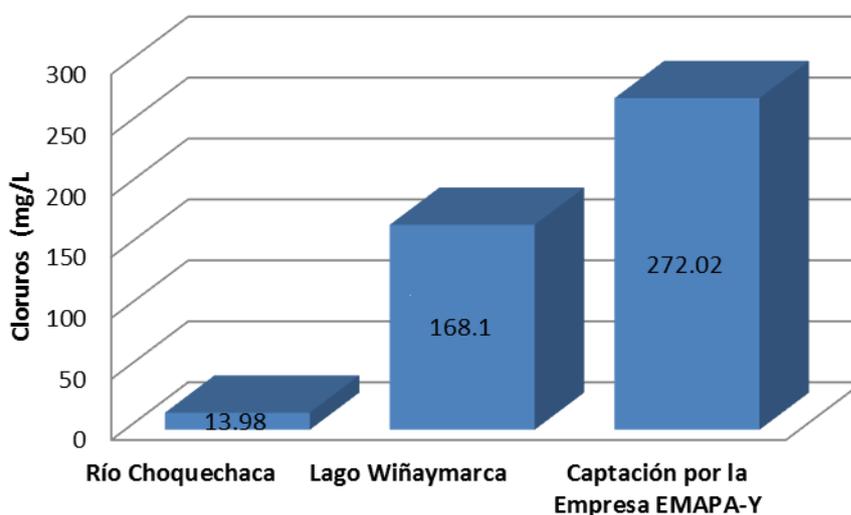


Figura 21. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Las aguas del río Choquechaca y lago Wiñaymarca cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto son aptas para consumo humano con un tratamiento convencional ya que presentan concentración de cloruro por debajo de los límites definidos (250 mg/L) para una calidad de la categoría 1(A2). En cambio el agua de la captación por EMAPA-Yunguyo no cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto no son aptas para consumo humano con un tratamiento convencional ya que presentan una concentración de cloruro por encima de los límites definidos (250 mg/L) para una calidad de la categoría 1(A2).

Esta podría ser por el vertimiento de aguas residuales y lavado de filtros de la planta de tratamiento de agua potable por EMAPA-Yunguyo, estas se vierten al lago Wiñaymarca. Las concentraciones elevadas de cloruro hacen que el agua tenga un sabor desagradable (OMS, 1995).

Según reporte, Paredes (2013) informa 276.0 mg/L, en la zona de captación-Chimú, DIGESA (2012) 287 mg/L en la captación Chimu, en cambio, Yanapa (2012) en río llave registró el cloruros 20.43 mg/L y EMSA (2012) registra en el río Totorani con 9.69mg/L.

Los resultados del presente investigación se encuentran por debajo de los promedios obtenidos de Paredes (2013), DIGESA (2012), Yanapa (2012) a excepción el reporte de EMSA (2012).

Cuadro 29. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Época del 2015

Época	n	Promedio ± D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	153.39 ± 112.33 ^a	73.23	14.60	272.60
Seca	9	149.34 ± 112.61 ^b	75.40	12.20	272.70

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

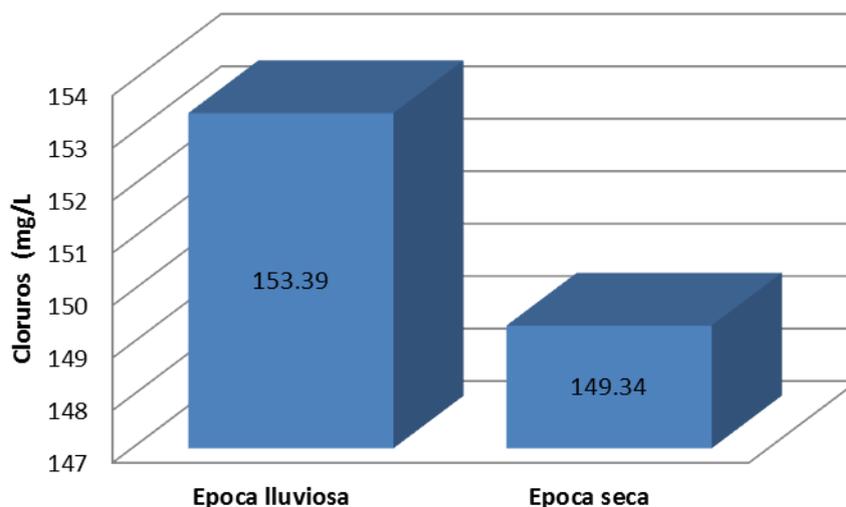


Figura 22. Cloruros (Cl-) (mg/L), Según Época del 2015

En el cuadro 29 y figura 22, en época lluviosa es 153.39 mg/L y en seca es 149.34 mg/L. Estos valores al análisis estadístico nos indica que hay diferencia entre estos dos promedios de la época ($p < 0.05$).

Este parámetro se halla distribuido en la naturaleza, por lo general en forma de sales de sodio (NaCl), de potasio (KCl) y sales de calcio (CaCl₂). La concentración de cloruros en época de lluvias se incrementa, que en otras estaciones (Jimeno, 1998). Estas provienen de los cloruros lixiviados de las rocas y los suelos con los que hace contacto el agua (Crites & Tvhobanoglous, 2000). El incremento de cloruro en el agua

ocasiona el aumento de la corrosividad del agua (Custodio & Díaz, 2001).

Cuadro 30. Nitratos (NO₃⁻) (mg/l), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	0.95 ± 0.17 ^b	18.01	0.80	1.16	50	13
Lago Wiñaymarca	6	4.42 ± 2.05 ^a	46.46	0.78	6.34	50	13
Captación por EMAPA-Y	6	5.12 ± 1.30 ^a	25.39	3.91	6.63	50	13

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa (p<0.05) .

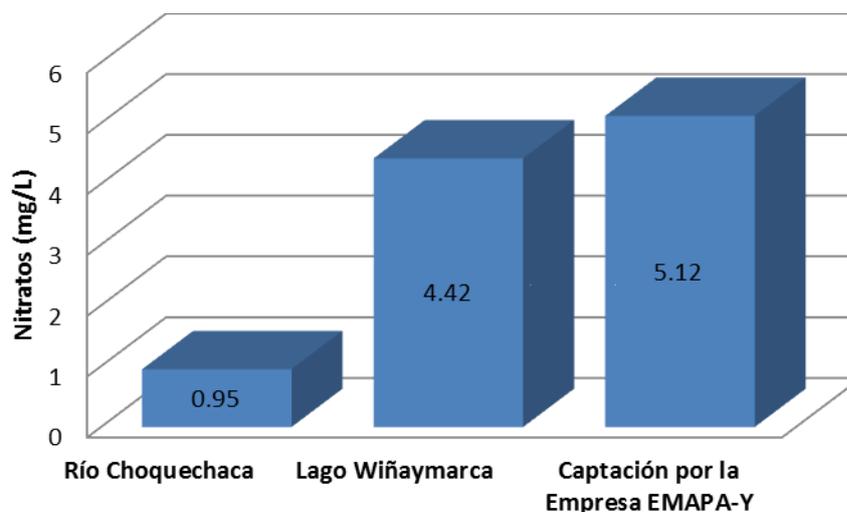


Figura 23. Nitratos (NO₃⁻) (mg/L), Según Procedencia Julio – Diciembre del 2015)

En el cuadro 30 y figura 23, el mayor nitrato se presenta en la captación por EMAPA-Yunguyo con valor de 5.12 mg/L, seguidamente el lago Wiñaymarca con valor de 4.42 mg/L y con valores bajos se observan en el río Choquechaca con 0.95 mg/L. al análisis estadístico nos indica que

existe diferencia estadística significativa entre los tres promedios de nitratos ($p < 0.05$).

Según este parámetro, las aguas cumplen con la Normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, por lo tanto son aptas para el abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional ya que se encuentran por debajo de los límites definidos (50 mg/L), para una calidad de categoría 1(A2) y para la conservación del ambiente acuático del agua de lago y río, por encontrarse concentraciones por debajo de los límites definidos (13 mg/L para ríos y lagos) para una calidad de categoría 4(E1, E2)).

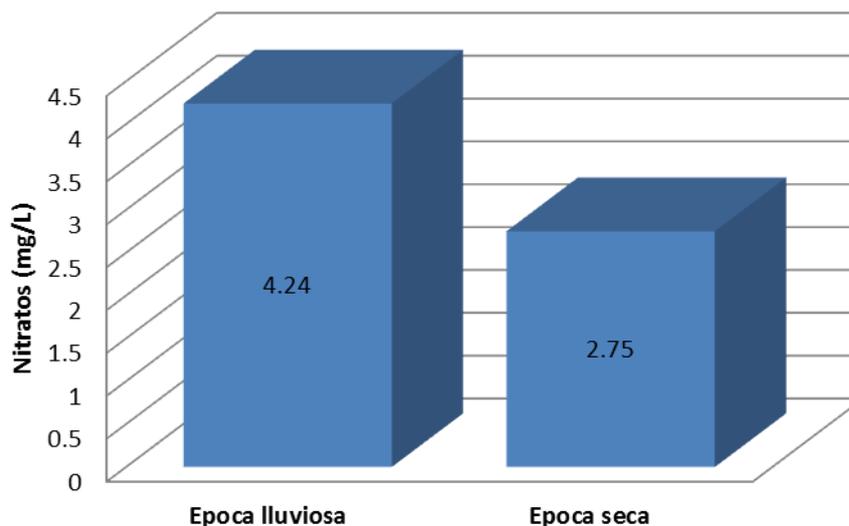
Según informe, ANA (2014) los resultados del nitrato es: Frente a la captación de Chimú 0.04 mg/L, frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo, bahía de Juli y río llave que tienen valores similares < 0.030 mg/L, y frente a Zepita 0.132 mg/L, río Wily 0.048 mg/L y Anapia 0.073 mg/L, en cambio reporte de PELT (2011) la concentración de nitratos está en 1.2 mg/L frente a la captación de Chimú, y EMSA (2012) reporta una concentración en el río Totorani de 3.16 mg/L.

Los resultados del presente estudio se encuentran por encima de los valores reportados por ANA (2014) y PELT (2011), a diferencia del reporte de EMSA (2012).

Cuadro 31. Nitratos (NO₃⁻) (mg/L), Según Época del 2015

Época	n	Promedio ± D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	4.24 ± 2.50 ^a	59.10	0.99	6.63
Seca	9	2.75 ± 1.92 ^b	69.57	0.78	5.51

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

**Figura 24.** Nitratos (NO₃⁻) (mg/L), Según Época del 2015

El resultado del cuadro 31 y figura 24, se observa el mayor valor de nitratos en época lluviosa con 4.24 mg/L y un descenso en época seca con 2.75 mg/L, al análisis estadístico nos indica que existe diferencia estadística significativa entre estas dos épocas ($p < 0.05$).

La presencia de nitratos en el agua, indica la descomposición de materia vegetal y animales, también de lixiviados de la tierra agrícola donde se utiliza estiércol. El incremento de nitratos es porque se encuentra nivel alto de nitratos en las tierras de cultivo por el uso excesivo de fertilizantes (Mitchell, *et al.*, 1991). También se origina de la descomposición por microorganismos de la materia nitrogenada orgánica y por los fertilizantes nitrogenados utilizados en el cultivo

agrícola. (Pacheco, *et al.*, 2002). Todo materia orgánica son arrastrados por escorrentía (REITEC, 2010).

Cuadro 32. Nitritos (NO₂⁻) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua Categoría 1:A2
Río Choquechaca	6	0.30 ± 0.20 ^a	66.25	0.12	0.53	3
Lago Wiñaymarca	6	0.05 ± 0.04 ^b	87.64	0.02	0.13	3
Captación por EMAPA-Y	6	0.06 ± 0.05 ^b	87.27	0.02	0.14	3

^{a,b} Literales iguales en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa (p<0.05)

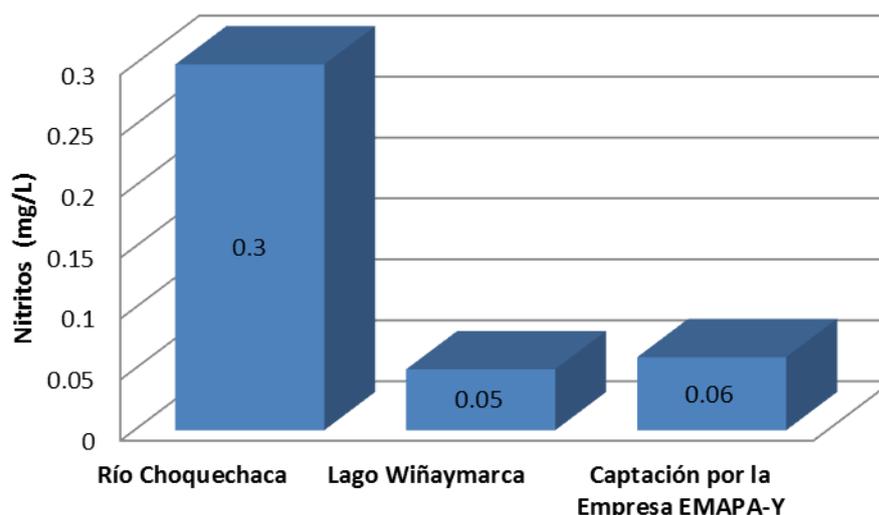


Figura 25. Nitritos (NO₂⁻) (mg/L), Según Procedencia (Julio - Diciembre del 2015)

Según los valores en el cuadro 32 y figura 25, cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua por lo tanto son aptas para el abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional, ya que se encuentra por debajo de los límite

definidos (3 mg/L) de la categoría 1(A2). Estadísticamente, nos indica que existe diferencia entre los nitritos de las procedencias ($p < 0.05$).

Según informe, ANA (2014) reporta el parámetro de nitrito de: < 0.003 mg/L en la zona de la captación de Chimú, río Desaguadero y río llave. PELT (2011) reporta 0.0049 mg/L en la zona de capitación de Chimú. En cambio, EMSA (2012) reporta 2.3 mg/L en el manantial de Aracmayo para abastecer agua potable a la ciudades Puno.

En la presente investigación se encuentran por encima de los valores reportes por ANA (2004) y PELT (2011), excepto de EMSA (2012).

Cuadro 33. Nitritos (NO_2^-) (mg/L), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	0.23 \pm 0.20 ^a	89.43	0.03	0.53
Seca	9	0.06 \pm 0.05 ^b	88.67	0.02	0.13

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

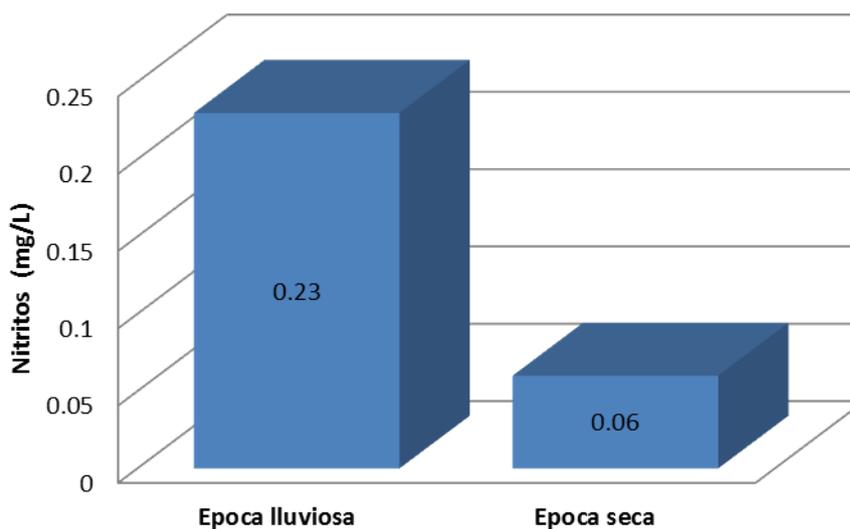


Figura 26. Nitritos (NO_2^-) (mg/L), Según Época del 2015

En el cuadro 33 y figura 26, se observa el mayor valor de nitritos en época lluviosa con 0.23 mg/L, disminuyendo en época seca con 0.06 mg/L, estos datos nos indica al análisis estadístico existe diferencia estadística significativa entre la época lluviosa y seca ($p < 0.05$).

La presencia de nitritos en el agua nos indica una contaminación de carácter fecal. Lo que nos indica, en la zona de evaluación con mayor nitrito durante el periodo de investigación pudieron haber vertido aguas residuales, estiércol, desechos de animal y humanos que son arrastrados por escorrentías, esto se explica por el comienzo de periodo de lluvias haciendo que la materia orgánico sea diluido en el agua (REITEC, 2010) y (Marín, 2003), esta genera crecimiento de bacterias del genero nitrosomonas, y es convertido en nitrato.

El nitrito, provienen de una oxidación incompleta del amoniaco, cuya nitrificación no se completa totalmente o es una reducción de los nitratos bajo la acción desnitrificante, el exceso de los requerimientos de nitrato, es oxidado por las bacterias nitrificantes, las cuales convierten el amoniaco en nitritos bajo condición aerobias (Ongley, 1997).

Cuadro 34. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio \pm D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	0.08 \pm 0.009 ^b	12.55	0.07	0.09	1.5	1.9
Lago Wiñaymarca	6	0.14 \pm 0.024 ^a	17.49	0.11	0.18	1.5	1.9
Captación por EMAPA-Y	6	0.14 \pm 0.024 ^a	16.75	0.11	0.18	1.5	1.9

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

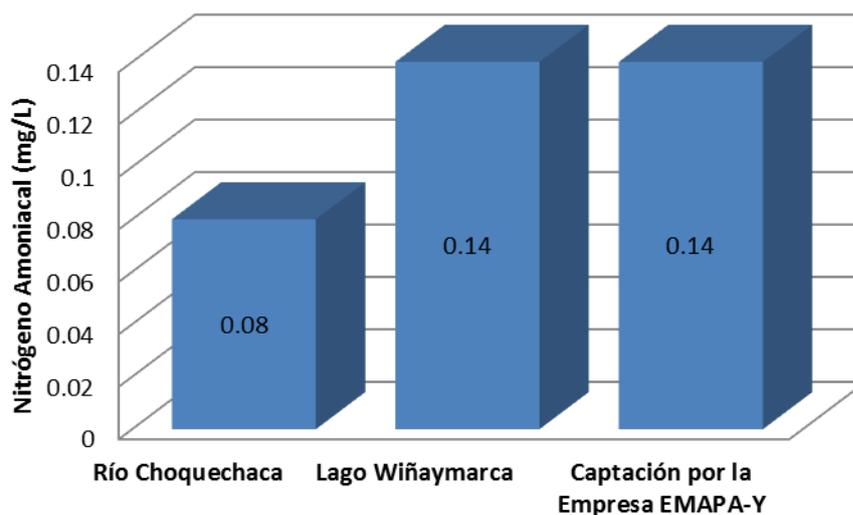


Figura 27. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

En el cuadro 34 y figura 27, la mayor cantidad de nitrógeno amoniacal está en el lago Wiñaymarca y la Captación por EMAPA-Yunguyo con valores similares de 0.14 mg/L, siendo más bajo en el río Choquechaca con valor de 0.08 mg/L y estadísticamente es ($p < 0.05$).

Según los valores, las aguas cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, por lo tanto son aptas para el abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional, ya que se encuentran por debajo de los límites definidos (1.5 mg/L), para una calidad de la categoría 1(A2) y para la conservación del ambiente acuático del agua de lago y río, por encontrarse concentraciones por debajo de los límites definidos (1.9 mg/L para ríos y lagos) para una calidad de la categoría 4(E1, E2).

Según el reporte, ANA (2014) informa los resultados obtenidos de nitrógeno amoniacal es: Frente a la captación de Chimú con 0.026 mg/L,

frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo es 0.09 mg/L, frente a la Isla Anapia es 0.152 mg/L, en el río Desaguadero es 0.024 mg/L, río Willy es 0.034 mg/L, y el río llave es <0.020 mg/L.

Se observa, los resultados en la presente investigación, se encuentran por encima de los valores reportados por ANA (2014), a diferencia de la Isla de Anapia tienen similitud con los resultados obtenidos en el Lago Wiñaymarca y captación por EMAPA-Yunguyo.

Cuadro 35. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Época del 2015

Época	n	Promedio ± D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	0.13 ± 0.04 ^a	28.83	0.08	0.18
Seca	9	0.11 ± 0.03 ^b	27.73	0.07	0.14

^{a,b} Literales diferentes en la misma columna indican que hay diferencia estadística significativa (p<0.05)

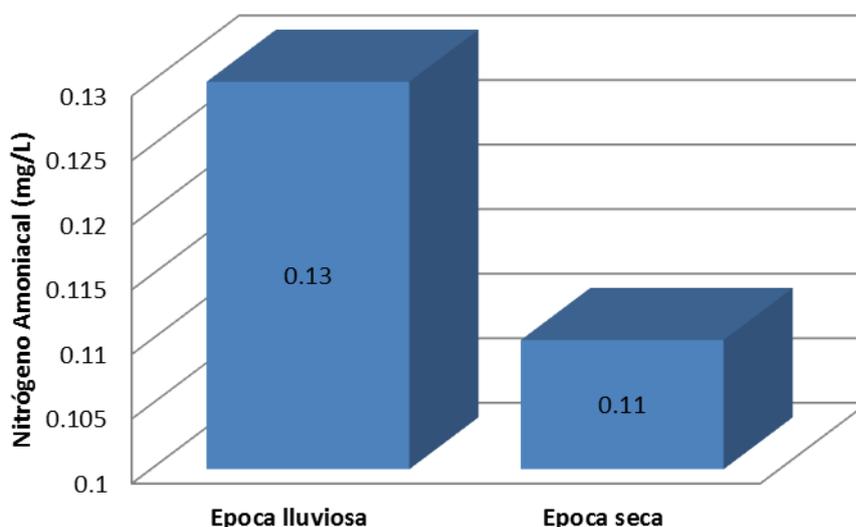


Figura 28. Nitrógeno Amoniacal (mg/L), Según Época del 2015

En el cuadro 35 y figura 28, se observa el valor de nitrógeno amoniacal en época lluviosa es 0.13 mg/L y en época seca presenta ligero

descenso de 0.11 mg/L., al análisis estadístico existe diferencia estadística significativa entre estos dos promedios de seca y lluviosa ($p < 0.05$).

La concentración de nitrógeno amoniacal es por el crecimiento orgánico estimulado por nutrientes inorgánico se conoce como eutroficación. Los compuestos inorgánico más significativo en este proceso es el nitrógeno y el fosforo, estas son requeridos para el crecimiento microbiano, el ritmo del mismo depende de factores como la humedad del suelo, temperatura y el pH (Ongley, 1997). Los compuestos de nitrógeno están presentes en la descomposición de productos nitrogenados y putrefacción de plantas (CEPISCA, 2001).

4.2 DETERMINAR EL PARÁMETRO BACTERIOLÓGICA (COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES) DE LAS AGUAS DEL RÍO CHOQUECHACA, LAGO WIÑAYMARCA Y LA CAPTACIÓN POR EMAPA-YUNGUYO, EN ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA

Cuadro 36. Coliformes totales (NMP/100mL.), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	ECA para Agua
						Categoría 1:A2
Río Choquechaca	6	315.16 ± 418.6	132.83	23	1100	5000
Lago Wiñaymarca	6	37.33 ± 57.04	152.81	2	150	5000
Captación por EMAPA-Y	6	376.16 ± 560.7	149.06	2	1100	5000

En el cuadro 36 y figura 29, se observa que el mayor valor de coliformes totales, corresponden a la captación por EMAPA-Yunguyo con valor de

376.16 NMP/100mL, seguido el río Choquechaca con valor de 315.16 NMP/100mL y el agua de lago Wiñaymarca presenta un descenso de 37.33 NMP/100mL. Al análisis estadístico no presenta diferencia.

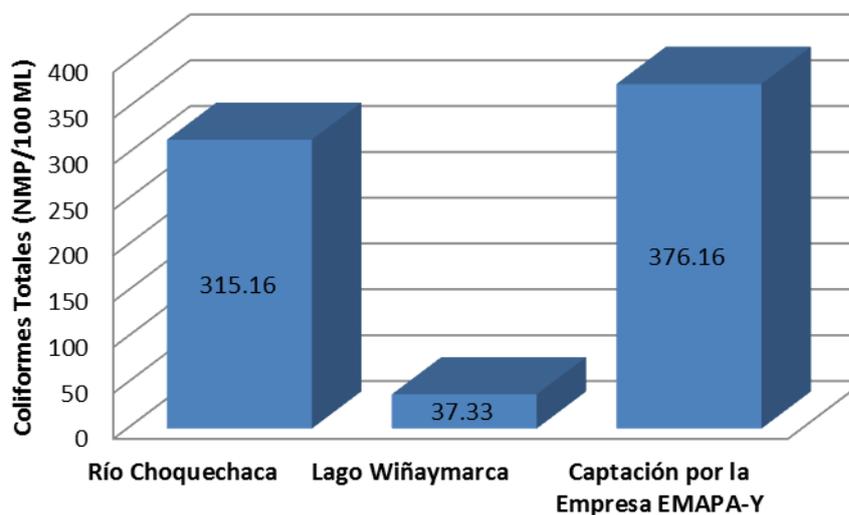


Figura 29. Coliformes Totales (NMP/100mL), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Según este parámetro de control microbiológico, las aguas cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo tanto son aptas para el abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional, ya que se encuentran por debajo de los límites definidos (5000 NMP/100mL), para una calidad de la categoría 1(A2).

Según informe, Paredes (2013) reporta 115 UFC/100mL en la zona de captación Chimú, a diferencia del reporte de Flores (2014) determino parámetro bacteriológico de coliformes totales del río Coata 7940 NMP/100mL a 9120 NMP/100mL, así mismo, ANA (2011) reporto 5400

NMP/100mL en el río Coata. En cambio, DIGESA (2006) reporta 70 NMP/100mL del agua potable de Ayacucho.

Por tanto, los resultados del presente trabajo están por debajo de los valores reportados por Flores (2014), ANA (2011), a excepción Paredes, (2013) y DIGESA (2006).

Cuadro 37. Coliformes Totales (NMP/100mL), Según Época del 2015

Época	n	Promedio ± D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	340.33±455.03	133.70	2.00	1100
Seca	9	145.44 ± 358.62	246.57	2.00	1100

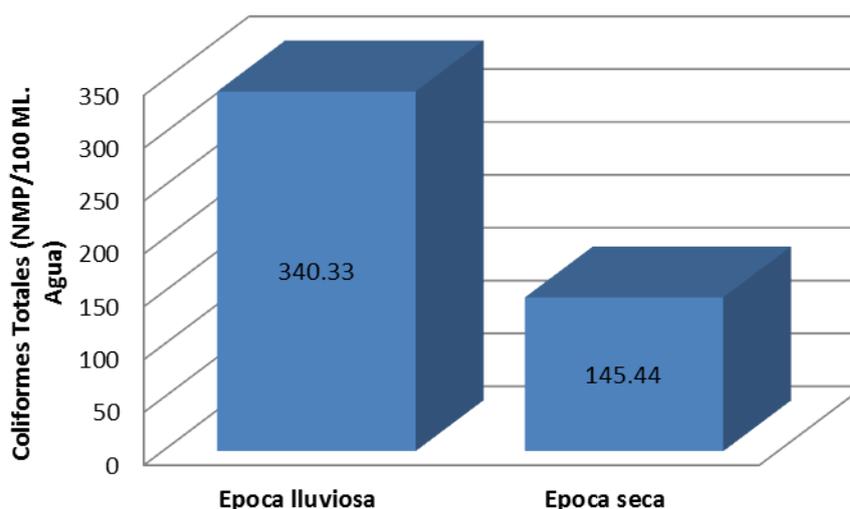


Figura 30. Coliformes Totales (NMP/100mL), Según Época del 2015

En el cuadro 37 y figura 30, se observa el mayor valor de coliformes totales en época lluviosa con 340.33 NMP/100mL y en época seca se observa un descenso de 145.44 NMP/100mL. Sin embargo en base al análisis estadístico no presenta diferencia estadística.

Con relación al índice de coliformes en época lluviosa muestra el aumento de coliformes totales que forman parte del grupo coliforme,

estas son bacterias que pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo aguas ricas en nutrientes, suelos, materia vegetal en descomposición, esto corrobora con los estudios realizados por (WHO, 1995; Daniel, 2001). En lluvia hay arrastre de nutrientes por efecto de la escorrentía (Vidal, *et al.*, 2000).

La cantidad de microorganismo va acompañado de características físicas y químicas del agua ya que cuando el agua tiene temperatura templada y materia orgánica disponible, la población crece y se diversifica (Orellana, 2005).

Cuadro 38. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

Procedencia	n	Promedio ± D.S.	Coeficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	
						Categoría 1:A2	Categoría 4: E1,E2
Río Choquechaca	6	315.16 ± 418.6	101.08	23	1100	2000	2000
Lago Wiñaymarca	6	19.83 ± 36.19	182.50	1	93	2000	1000
Captación por EMAPA-Y	6	188.5 ± 446.5	236.9	2	1100	2000	1000

En el cuadro 38 y figura 31, se muestra el mayor valor de coliformes termotolerantes corresponde al río Choquechaca con valor de 315.16 NMP/100mL, seguido la captación por EMAPA-Yunguyo con valor de 188.5 NMP/100mL y en el lago wiñaymarca presenta un descenso de 19.83 NMP/100mL. En base al análisis estadístico, no hay diferencia.

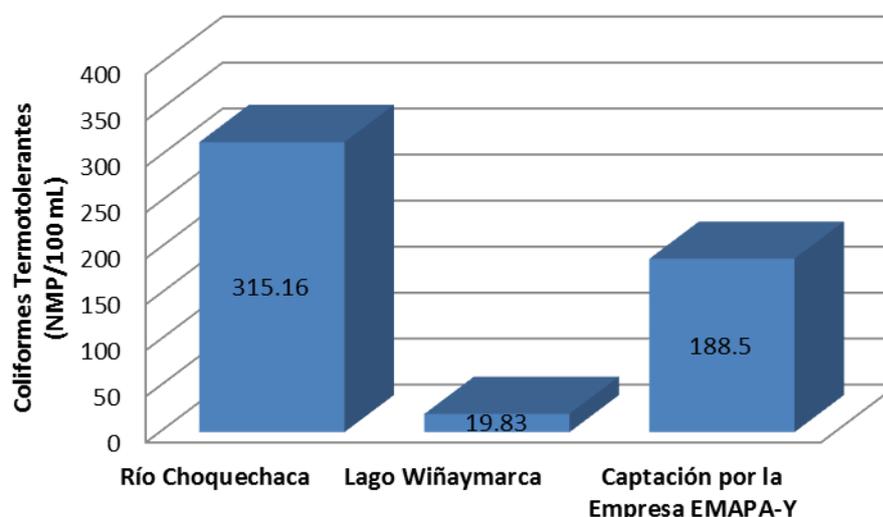


Figura 31. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Según Procedencia (Julio – Diciembre del 2015)

En cambio según este parámetro de control microbiológico, las aguas cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, por lo tanto son aptas para el abastecimiento de agua potable con un tratamiento convencional y para la conservación del ambiente acuático de las aguas de lago y río, ya que presentan una cantidad de coliformes termotolerantes por debajo de los límites definidos (2000 NMP/100mL) de categoría 1(A2) y (1000 NMP/100mL para lagos y 2000 NMP/100mL para ríos) de la categoría 4(E1, E2).

Según el reporte realizado, ANA (2014) informa los resultados obtenidos de coliformes termotolerantes es: <1.8 NMP/100mL valor que es similar a los puntos evaluados en la captación de Chimú, Frente a la Isla Anapia, río llave y río Willy. A diferencia del punto de muestreo frente al efluente de aguas residuales de la Municipalidad de Yunguyo con 2 NMP/100mL y río Desaguadero con 1100 NMP/100mL.

Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran por encima de los promedios obtenidos por ANA (2014), a excepción del punto de evaluación del Rio Desaguadero que supera al valor de la presente investigación, de hecho que el incremento de estas bacterias en el agua provienen del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales (Ongley, 1997).

Cuadro 39. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Según Época del 2015

Época	n	Promedio \pm D.S.	Coefficiente de Variación, %	Mínimo	Máximo
Lluvia	9	79.55 \pm 97.49	122.54	1.00	240.00
Seca	9	130.00 \pm 363.81	279.85	2.00	1100

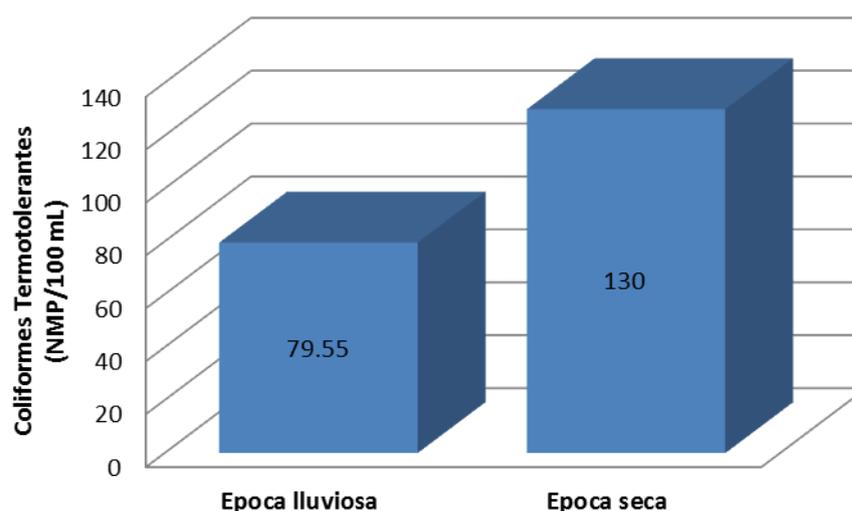


Figura 32. Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Según Época del 2015

El resultado del cuadro 39 y figura 32, se observa el mayor valor de coliformes termotolerantes en época seca con 130.0 NMP/100mL y se observa un descenso en época lluviosa con 79.55 NMP/100mL.

Las aguas en época seca se muestran un incremento de coliformes termotolerantes es un indicador de contaminación fecal de las aguas causado por las heces (Ongley, 1997). Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado (animales) pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua (Brooks, *et al.*, 1991). La materia orgánica, sufren una descomposición, transformándose en excelentes medios de cultivo para microorganismo, bacterias y parásitos, y si es ingerida por un individuo y no es debidamente purificado, sufre la consecuencia de enfermarse (Arcos, *et al.*, 2005).

4.3 PROPUESTA DEL PLAN ACCIÓN DE CONSERVACIÓN Y USO DEL RECURSO AGUA DEL RÍO CHOQUECHACA, LAGO WIÑAYMARCA Y CAPTACIÓN POR EMAPA-YUNGUYO

El plan de acción formulada en este documento se realizó en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo. Para el planteamiento del plan de acción se tomó como línea base cuantitativa la evaluación de la calidad físicos, químicos y bacteriológicos del agua para consumo humano y conservación del ambiente acuático del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y captación de agua por EMAPA-Yunguyo, evaluadas durante seis meses durante la época seca y lluviosa (julio a diciembre del 2015) y en la cual se identificaron los parámetros físicos y químicos como: Potencial de hidrogeno (pH), cloruros, DBO, DQO y fosforo total, que no cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en las tres estaciones o procedencias. Por lo tanto, los componentes de la propuesta se presentan en el cuadro 40.

Cuadro 40. Componentes de la Propuesta del Plan de Acción

COMPONENTE	CONTENIDO
Tema:	Educación Ambiental para la Cogestión del Recurso Agua del Distrito de Yunguyo
Responsable:	La Municipalidad Provincial de Yunguyo, Centro Poblado de Choquechaca, Parcialidad de Chocaque y EMAPA-Yunguyo.
Ubicación:	Distrito de Yunguyo, Centro Poblado de Choquechaca, Parcialidad Chocaque y Kalampuni de la Provincia de Yunguyo.
Población meta:	Organizaciones Campesinas, Usuarios, Instituciones Educativas, Instituciones Públicas y Privadas.
Justificación:	<p>La contaminación de las aguas superficiales por arrastre de sedimentos, materia orgánica e inorgánica y la transferencia de materia fecal por escorrentía a los cuerpos de agua, deteriora la calidad físicoquímica y bacteriológica, influyen de forma significativa en la calidad del recurso agua, y son los factores de mayor impacto sobre la sostenibilidad de los recursos hídricos naturales.</p> <p>El río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo generan efecto a los usuarios, tales como el vertimiento de aguas residuales de la planta de tratamiento por EMAPA-Yunguyo, el pastoreo, la agricultura, deterioran su calidad en la toma de río y captación por EMAPA-Yunguyo.</p> <p>Las iniciativas de planificación requieren apoyo, tanto político como administrativo, en la medida de sensibilizar y lograr el interés del recurso agua, y mitigar los riesgos. Tenemos la responsabilidad individual de actuar y cambiar nuestras actitudes, para las generaciones venideras.</p>
Objetivo general:	Garantizar la sostenibilidad de la calidad del agua del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo.
Objetivos específicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la cogestión participativa del recurso agua para consumo humano y conservación del ambiente acuático en el río Choquechaca y lago Wiñaymarca. • Promover la implementación de prácticas sostenibles para la conservación y uso del recurso agua.
Estrategia:	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar e implementar un plan de ordenamiento territorial participativo en el Centro Poblado de Choquechaca, Parcialidad Chocaque y la EMAPA-Yunguyo, con visión de viabilidad social. • Desarrollo de alianzas estratégicas entre instituciones y organizaciones campesinas para la implementación de las diferentes acciones tendientes al logro de los objetivos de acción de conservación y uso del recurso agua. • Fortalecimiento de las capacidades para la conservación y uso del recurso agua a través de programas de educación ambiental en los centros educativos.
Problema a resolver:	Contaminación de las aguas superficiales del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo, favorecida por las escorrentías, la erosión y materia orgánica e inorgánica, y vulnerabilidad de la captación de agua por EMAPA-Yunguyo por contaminación de vertimientos de aguas residuales por la planta de tratamiento de agua potable por EMAPA-Yunguyo

Beneficios:	Aguas de mejor calidad físico, químico y bacteriológico; un mayor bienestar social por calidad de agua de una manera equitativa sin comprometer la conservación de los ecosistemas vitales; salvaguardar la calidad del agua.
Base legal:	El numeral 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú; El artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como asegurando la salud de las personas, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país. El artículo 31° de la Ley N° 28611, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente;
Intervención	Se plantean los proyectos que se pueden realizar para obtener los resultados esperados a fin de cumplir con los objetivos (Cuadro 41).

Cuadro 41. Proyectos para Obtener Resultados Esperados de la Propuesta del Plan de Acción

Proyecto	Objetivo	Resultado Esperado	Actividad
1	Divulgar sobre la calidad del agua para consumo humano y conservación de ambiente acuático	Mayor apoyo y colaboración de los usuarios del agua en la solución de los problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de informes de calidad de agua e informar a los usuarios de los resultados. • Realizar charlas de divulgación e información sobre la problemática asociada al recurso agua • Realización de campañas de limpieza en áreas cercanas a las fuentes de agua
2	Concientizar y sensibilizar a la población e instituciones (pública y privada)	Población más responsables y conscientes de los problemas relacionados con el recurso agua	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de charlas de concientización y sensibilización sobre los recursos hídricos para la población, instituciones y usuarios del agua • Implementación de programas de separación, reciclaje y reutilización de desechos sólidos en los centros educativos, comunidades e instituciones públicas.
3	Proteger las aguas nacientes del Río Choquechaca hasta la toma de agua de la captación de Choquechaca.	Agua de mejor calidad físico químico y bacteriológico	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestación de las áreas de protección de los cauces desde las nacientes hasta la toma de agua de la captación de Choquechaca a fin de minimizar el arrastre de sedimentos. • Colocación de cercas y rótulos de información en las áreas protegidas.

4	Implementación de sistema de alcantarillado de aguas residuales de EMAPA-Y.	Agua superficial del lago Wiñaymarca de mejor calidad físico, químico y bacteriológico	Reubicación de vertimientos de aguas residuales de la planta de EMAPA-Yunguyo.
---	---	--	--

Toda la población son los principales actores vigilantes de la ejecución y seguimiento del plan, con el fin de garantizar la sostenibilidad de la calidad del agua.

CONCLUSIONES

1. **Los parámetros físicos y químicos en las estaciones de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la Captación por EMAPA-Yunguyo, durante la época seca y lluviosa, fueron:**

La Temperatura: El río Choquechaca es 12.96°C, lago Wiñaymarca es 16.16°C, la captación por EMAPA-Yunguyo es 16.18°C, en época lluviosa es 15.92°C y en época seca es 14.29°C. Los parámetros evaluados se encuentran dentro de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1, E2), en base al análisis estadístico existe diferencia ($p < 0.05$).

La Conductividad Eléctrica: En el río Choquechaca es 0.09 $\mu\text{S/cm}$, lago Wiñaymarca es 1.46 $\mu\text{S/cm}$ y la captación por EMAPA-Yunguyo es 1.95 $\mu\text{S/cm}$, en cambio en época seca es 1.15 $\mu\text{S/cm}$ y en época lluviosa es 1.19 $\mu\text{S/cm}$. Por tanto cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1, E2). Estadísticamente existe diferencia ($p < 0.05$).

El Color: El agua del río Choquechaca presenta un descenso de 15.17 Pt/Co, a diferencia del lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo que se observa valores similares de 19.17 Pt/Co, en época lluviosa es 18.89 Pt/Co y en época seca es 16.78 Pt/Co. Este parámetro del agua está por debajo de los límites definidos de la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1, E2). Estadísticamente existe diferencia estadística ($p < 0.05$).

Turbidez: El río Choquechaca es 2.90 UNT, lago Wiñaymarca es 1.09 UNT, la captación por EMAPA-Yunguyo es 1.10 UNT, en época lluviosa es 2.07 UNT y en época seca es 1.33 UNT. Estos parámetros evaluados cumplen con los la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2), al análisis estadístico existe diferencia ($p < 0.05$).

Sólidos Disueltos Totales (SDT): Las aguas de las estaciones del río Choquechaca es 85.33 mg/L, del lago Wiñaymarca es 905.5 mg/L, la captación por EMAPA-Yunguyo es 906.67 mg/L, en cambio en época seca es 624 mg/L y en época lluviosa con de 641mg/L, el SDT cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2), y al análisis estadístico existe diferencia ($p < 0.05$).

Potencial de Hidrogeno (pH): El río Choquechaca con 7.33 Unidad de pH, lago Wiñaymarca con 10.48 Unidad de pH, la Captación por EMAPA-Yunguyo con 10.50 Unidad de pH, en época lluviosa 9.65

Unidad de pH y en época seca 9.22 Unidad de pH. El pH del Agua del lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo no cumplen con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad de Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1), excepto el río Choquechaca, en base al análisis estadístico hay diferencia ($p < 0.05$).

Oxígeno Disuelto: El río Choquechaca y la captación por EMAPA-Yunguyo tienen valores similares de 5.80 mg/L, lago Wiñaymarca es 5.53 mg/L, en época seca es 5.13 mg/L y en época lluviosa es 6.29 mg/L. El oxígeno disuelto cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1, E2). Estadísticamente no existe diferencia estadística significativa entre las tres procedencias ($p \geq 0.05$), excepto en época ($p < 0.05$).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): El río Choquechaca es 23.90 mg/L, lago Wiñaymarca con es 7.50 mg/L, la captación por EMAPA-Yunguyo es 14.73 mg/L, en época seca es 9.29 mg/L y en época lluviosa es 21.46 mg/L. La demanda bioquímica de oxígeno no cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1, E2). Al análisis estadístico no existe diferencia ($p \geq 0.05$).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): La captación por EMAPA-Yunguyo es 18.36 mg/L, lago Wiñaymarca es 8.73 mg/L, en el río Choquechaca se aprecia un incremento de 24.91 mg/L, en época lluviosa es 22.41 mg/L y en época seca con 12.27 mg/L. La

demanda química de oxígeno del río Choquechaca no cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) a excepción el lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo están dentro de los límites establecidos. Al análisis estadístico no existe diferencia ($p \geq 0.05$).

Fosforo Total: El río Choquechaca es 0.07 mg/L, el lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo son similares de 0.10 mg/L, en época lluviosa es 0.11 mg/L y en época seca es 0.09 mg/L. El fosforo total no cumple en las tres procedencia con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 4(E1, E2) a excepción para la categoría 1(A2). Al análisis estadístico hay diferencia ($p < 0.05$).

Cloruros: El río Choquechaca es 13.98 mg/L, el lago Wiñaymarca es 168.1 mg/L, la captación por EMAPA-Yunguyo es 272.02 mg/L, en época lluviosa es 153.39 mg/L y en época seca es 149.34 mg/L. El cloruro de la captación por EMAPA-Yunguyo no cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2), a excepción el río Choquechaca y lago Wiñaymarca. Al análisis estadístico hay diferencia ($p < 0.05$).

Nitratos: El río Choquechaca es 0.95 mg/L, el lago Wiñaymarca es 4.42 mg/L, la captación por EMAPA-Yunguyo es 5.12 mg/L, en época lluviosa es 4.24 mg/L y en época seca 2.75 mg/L. El Nitrato cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad

Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1, E2). Al análisis estadístico hay diferencia ($p < 0.05$).

Nitritos: El río Choquechaca es 0.30 mg/L, lago Wiñaymarca es 0.05 mg/L, la Captación por EMAPA-Yunguyo es 0.06 mg/L, en época lluviosa 0.23 mg/L y en época seca 0.06 mg/L, El valor de Nitritos se encuentra por debajo de los límites definidos de la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2). Al análisis estadístico existe diferencia ($p < 0.05$).

Nitrógeno Amoniacal: El río Choquechaca es 0.08 mg/L, en cambio el lago Wiñaymarca y la captación por EMAPA-Yunguyo tienen valores similares de 0.14 mg/L, en época seca 0.11 mg/L y en época lluviosa 0.13mg/L. El nitrógeno amoniacal cumple con la normativa de los estándares nacionales de calidad de agua, porque se encuentra por debajo del límite definido de la categoría 1(A2) y 4(E1, E2). En base al análisis estadístico existe diferencia ($p < 0.05$).

2. Los parámetros bacteriológicos de las aguas del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la Captación por EMAPA-Yunguyo, en época seca y lluviosa, fueron:

Coliformes Totales: El río Choquechaca es 315.16 NMP/100mL, en el lago Wiñaymarca es 37.33 NMP/100mL, la captación por EMAPA-Yunguyo es 376.16 NMP/100mL, en época seca es 145.44 NMP/100mL y en época lluviosa es 340.33 NMP/100mL. El coliformes totales cumple con la normativa de los Estándares

Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2). En base al análisis estadístico, tienen la misma proporción de coliformes totales.

Coliformes Termotolerantes: El río Choquechaca es 315.16 NMP/100mL, el lago Wiñaymarca es 19.83 NMP/100mL, la captación por EMAPA-Yunguyo es 188.5 NMP/100mL, en época lluviosa es 79.55 NMP/100mL y en época seca es 130 NMP/100mL. El Coliformes Termotolerantes cumple con la normativa de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua en la categoría 1(A2) y 4(E1, E2). En base al análisis estadístico no hay diferencias.

3. Propuesta del plan acción de conservación y uso del recurso agua del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y captación por EMAPA-Yunguyo.

La problemática del recurso agua como fuente principal para el abastecimiento de la población del Distrito de Yunguyo, se facilita el plan de acción con el fin de asegurar la calidad del agua de consumo humano y conservación del ambiente acuático.

RECOMENDACIONES

- Establecer programas de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua por parte de la Municipalidad Provincial de Yunguyo, con el fin de prevenir riesgos a la salud pública y protección al ecosistema.
- Difundir información técnica de los parámetros de calidad del agua al Municipio, MINSA, Instituciones privadas, Gubernamentales y Públicos en general sobre la contaminación existente.
- Determinar otros parámetros químicos; como arsénico, cianuro, cobalto, cadmio, para precisar las diversas interacciones de la vida acuática.
- Recomendar a las autoridades de la Municipalidad Provincial de Yunguyo, ejecutar la propuesta del plan de acción para la conservación y usos del recurso agua del río Choquechaca, lago Wiñaymarca y la captación de agua por EMAPA-Yunguyo, con el fin de garantizar la sostenibilidad de la calidad del agua.

BIBLIOGRAFÍA

- ANA (Autoridad Nacional del Agua), (2014). Evaluación de la calidad del agua del Lago Titicaca Perú-Bolivia, Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico del Lago Titicaca, Rio Desaguadero, Lago Poopo, Salar de Coipasa. Lima.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua), (2012). Identificación de fuentes de contaminación y monitoreo de la calidad del agua en las cuencas Coata. Ilave, Illpa y Embalse Pasto Grande. Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, 1-65 P.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua), (2011). Protocolo de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficiales. Lima, Perú, 42 pp.
- APHA (American Public Health Association) & WPCF (Water Pollution Control Federation), (1989). Método de normalizados para análisis de agua potable y residuales. Edición Díaz de Santo, S. A. Madrid – España.
- APHA, (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) & WEF (Water Environment Federation), (1999). Standard

methods for the examination of water and waste water. Method 2130 A-B/1995.

APHA (American Public Health Association), (1999). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition. 1.134 pp, consultado el 25 de Junio del 2015, Disponible en:

<https://www.standardmethods.org/>

APHA (American Public Health Association), AWWA (American water works association) & WPCF (Water Pollution Control Federation). (1995). Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Madrid, Días de Santos, Consultado el 8 de julio del 2015. Disponible en:

http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/INFORME_DE_PRACTICA_PREPROFESIONAL_FST.pdf

Arcos, M., Avila, S., Estupiñan, S., & Gomes, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Nova – Publicación Científica consultado el 25 de junio del 2015. Disponible en: http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf

Arundel, J. (2002). Tratamiento de aguas negras y efluentes industriales. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Barrenechea, A. (2005). Tratamiento y calidad de agua. Editorial Universidad Nacional del Callao. Volumen I. Lima – Perú, 4-45 p.

Barrenechea, A. (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad de agua. Lima-Perú.

- Beltrán, D. (2013). Condición físico químico y bacteriológico de las aguas de la bahía del lago Titicaca. Facultad de Ciencias Biológicas. UNA, Puno.
- Bravo, F.M. (2004). Laboratorio ecológico de los microorganismos. 1° Edición Puno, Perú. 300 pp.
- Brooks, K., Folliott, P., Gregersen, H., & Thames, J. (1991). Hydrology and the Management of Watersheds. Ames, University of Iowa Press. 392 p.
- Calixto, R., Herrera, L., & Hernández, V. (2006). Ecología y Medio Ambiente. Distrito Federal, México: Cengage Learning Editores - Thompson.
- Carranza, F. (2001). Medio ambiente problemas y soluciones. Editorial Universidad Nacional del Callao – Perú, 201 p.
- CENMA (Centro Nacional del Medio Ambiente) & SAG (Servicios Agrícolas y Ganaderos), (2006). Manual de Evaluación de la Calidad del Agua-Chile. Consultado el día 25 de Junio del 2015. Disponible en: <http://www.cenma.cl/>
- CEPISCA (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), (2001). Fundamentos para la caracterización de las aguas. Capitulo VII. 404 p.
- Clair, N., Sawyer, Perry, L., Mc Carty, & Gene, F. (2000). Química para Ingeniería Ambiental: Parámetro organolépticos; Gesta Agua: Grupo de Estudio Técnico Ambiental. Consultado el día 13 de julio del 2015. http://www.digesa.sld.pe/depa/informes_tecnicos/grupo%20de%20uso%201.pdf

- Contreras, G. J., & Aurazo, M. (1996). Efecto Bactericida de Catabolitos de *Pseudomona saeruginosa* sobre Coliformes fecales en Agua de Consumo. Lima. IV Congreso Latinoamericano de Higiene y Microbiología de Alimentos.
- Crites, R., & Tvhobanoglous, G. (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Primera Edición. Mc Graw-Hill Interamericana S.A. Santafé de Bogotá, Colombia 776 pp.
- Cuéllar, H. R. (2008). Conceptualización de la salud ambiental: Teoría y práctica (parte 1). Simposio: Salud Ambiental. Rev. Perú, Salud Pública. 25(4):403 403-9. Consultado el 25 de Jun. 2015. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a10v25n4>
- Cuéllar, N. (2001). La contaminación del agua en el Salvador: Desafíos y respuestas institucionales. Revista PRISMA (43):1-16 p.
- Custodio, E., & Díaz, E. (2001). Calidad de aguas subterráneas. En: hidrología subterránea. Sección 18. Eds. E. Custodio; M. R. Illamas. 2 ed. Tomo II. Barcelona, España, Omega. P. 18.28-18.31.
- Chambers, C. G., Tanenhaus, M. K., Eberhard, K. M., Filip, H., & Carlson, G. N. (2002). Circumscribing referential domains during real-time language comprehension. *Journal of Memory and Language*, 47, 30-49.
- Chávez, A. (2007). Aspectos Físicos Químicos, Bioquímicos y Microbiológicos de la contaminación de aguas. Índice e indicadores ambientales, 2-50 p.
- DIGESA (2012). Dirección General de Salud de Puno. Determinación mediante un análisis fisco-químico de la calidad del agua potable.

- DIGESA (2006). Dirección General de Salud de Ayacucho. Determinación mediante un análisis físico-químico de la calidad el agua potable.
- DNR (Department of Natural Resources), (2004). Maryland freshwater Benthic Macroinvertebrates. Consultado el 25 julio del 2015. Disponible en http://www.dnr.state.md.us/streams/pubs/benthic_macroinvertebrates.pdf
- Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W., & Greenberg, A. E. (2005). Standard Methods for the Examination of water and Wasterwater. 21 ed. Estados Unidos, centennial dition.167 pp.
- EMSA, (2012). Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno. Análisis físico químico y microbiológico de fuentes de agua de captación Totorani y Aracmayo- Puno – Perú.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación), (1997). Manuel practicas integradas de manejos y conservaciones de suelo. Consultado el 26 de junio del 2015. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>
- Flores, Q. M. (2014). Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Rio Coata, Zona Potamal-Región Puno. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano, 69 p.
- Folabella, A., Escalante, A., Deza, A., Pérez Guzzi, J., & Zamora, S. (2006). Indicadores bacterianos de calidad de agua recreacional en la laguna de los padres (Buenos Aires, Argentina). I Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua, Córdoba Argentina.

- Gómez, L. (2002). Agua transparente. En Octavo Informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica, Litrografía e Imprenta Lil. S.A., 40 p.
- García, L. A. (1998). Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe Consultado el 25 de Junio del 2015. Disponible en: <http://www.pnuma.org>
- Gómez, J. C. (2005). Limnología. Capitulo II. Consultado el 14 de diciembre del 2015. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6194/5/Capitulo%202%20%20Formacion%20de%20lagos.pdf>
- Gonzales, R. (2004). Ecología austral. Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Rio Grande, San Luis, Argentina. Ecol. Austral v.15 n.1Córdoba.
- Guevara, V. A. (1996). Métodos de análisis para la evaluación de la calidad del agua, OPS/CEPIS, Lima, 4, 5. Pág.
- Hidalgo, M., Meoni, G., Barrionuevo, M., Navarro, G., & Paz, R. (2003). Variabilidad de la relación DBO/DQO en Ríos de Tucumán. 13° Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente. Informe Técnico. Argentina.
- Hinojosa, G. (1982). Demanda bioquímica de oxígeno en el lago Titicaca (bahía de Puno y lago grande). Facultad de Ciencias Biológicas. UNA, PUNO.
- Jill, S., Baron, N., Roypoff, P. L., Angermeier C. N., Dahm, P. H., Gleick, N. G., Hairston, R. B., Jackson, C. A., Johnston, B. D., Steinman, R., &

- Steinman, A. D. (2003). Sustaining Healthy Freshwater Ecosystems. Issues in Ecology. Ecological Society of America. Washington DC. US. N° 18:1-18.
- Jimeno, B. E., (1998). Análisis de aguas y desagües. Segunda edición Lima-Perú 250 pp.
- Lenntech, (2009). Agua residual y purificación del aire Holding B.V. TDS y conductividad eléctrica. Madrid, SP. Consultado el 02 julio del 2015. Disponible en: <http://www.lenntech.es>
- Leandro, N. (2000). Formación en salud ambiental. UNLZ. Concepción de Uruguay. Consultado el 15 de junio del 2015. Disponible en: <http://www.fcs.uner.edu.ar/saludparatodos/wp-content/uploads/2014/08/tesis-Leandro.pdf>
- López, Acuña, D., González, L. D., & Moreno Sánchez, A. R., (1987). La Salud Ambiental en México. Fundación Mexicana para la Educación Ambiental A.C. 1º Edición. Fundación Universo, Veintiuno. A.C. México.
- Lugo, H. J. (1989). Diccionario Geomorfológico, Instituto de geografía, UNAM, México.
- Manine, F. (2008). El agua, sus funciones y su equilibrio en el organismo nutrition in exercise and spot, 63-65 p.
- Marchand, P. E. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Universidad Mayor de San Marcos Facultad de Ciencias biológicas. Lima, Perú 71pp.

- Marín, G. R. (2003). Físico, químico y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas. Edición Díaz de Santos S.A. Madrid, España. 310pp.
- Martín Moreno, J. M. (2002). Medio Ambiente y Salud, perspectivas desde la gestión de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo. Revista de Salud Ambiental. Volumen II, Número 2.
- Mendoza, C. M. (2011). Microbiología y factores fisicoquímicos de las aguas de las desembocaduras de los principales ríos tributarios del Lago Titicaca. Facultad de Ciencias Biológicas. UNA, Puno.
- Mendoza, C. M. (1996). Impacto de la tierra, en la calidad del agua de la microcuenca río sábalos. Cuenca del río San Juan. Consultado el 15 de junio del 2015. Disponible en:
<http://orton.catie.ac.cr/REPDO/A0578E/A0578E.PDF>
- MINAM (Ministerio del Ambiente), (2015). Modificación de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua. Aprobado por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Modificado por Decreto Supremo N° 015-205-MINAM.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía) (2003). Propuesta de Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales de Costa Rica. San José, CR. 22 p.
- MINSA (Ministerio de Salud), (2011). Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020, documento técnico (R.M. N° 258-2011/MINSA) / Ministerio

de Salud. Dirección General de Salud Ambiental - Lima: Ministerio de Salud; 32 p.; ilustraciones.

Mitchell, M., Stapp, W., & Bixby, K. (1991). Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. Segunda edición. Proyecto del Río. New México, USA. 200p.

Nápoles, J., & Ábalos, A. (2008). Bioremediación de ecosistemas contaminados con xenobioticos. 14-15 p.

OMS (Organización Mundial de la Salud), (2015). Salud Ambiental. Consultado el 12 de diciembre del 2015. Disponible en: <http://www.who.int/topics/water/es/>

OMS (Organización Mundial de la Salud), (2006). Guías para la calidad de agua potable. Primer apéndice a la Tercera Edición, Volumen 01. Recomendaciones. Ginebra- Suiza. 408 pp.

OMS (Organización Mundial de la Salud), (1995). Guías para la calidad de agua potable. Recomendaciones. 2 ed. Ginebra: V. 1, 195 P.

ONU (Organización de las Naciones Unidas) & DAES (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas), (2015). Agua y desarrollo sostenible de la visión a la acción, Conferencia Anual 2015 de ONU-Agua en Zaragoza, España. Consultado el 12 de diciembre del 2015:
http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/2015_un_water_zaragoza_conference_leaflet_spa.pdf

- Ongley, E. D. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. En: Estudios FAO: Riego y Drenaje-55. Consultado el 25 de Julio, 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/w2598s/w2598s00.HTM>
- OPS (Organización Panamericana de la Salud), (2004). Guía para la calidad de agua potable. Primera edición. Volumen 2 115 pp.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud), (1999). Consideraciones sobre el programa medio ambiente y salud en el Istmo Centroamericana San José, CR. 50 p.
- Orellana, J. (2005). Unidad Temática N° 2: Contaminación Ingeniería Sanitaria Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Rosario Santa Fe-Argentina.
- Pacheco Ávila, J.; Pat Canul, R., & Cabrera Sansores, A. (2002). Análisis del ciclo de nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos. Universidad Autónoma de Yucatan, México, Ingeniería, vol. 6, núm. 3. Consultado el 25 de junio del 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/467/46760308.pdf>
- PNUMA (Programa de las Naciones para el Medio Ambiente), (2001). Situación de los Recursos Naturales en América Latina. Washington. Consultado el 12 de octubre del 2015. Disponible en:
www.rolac.unep.mx/reccnat/esp/RecNat/reccnat.htm
- PTCA (Programa de Tecnológico en Control Ambiental), (2011). Manual de procedimiento de toma de muestra de aguas para análisis físico químico y microbiológico. Servicio Nacional de Aprendizaje Sena Centro Agro

empresarial y Minero de Bolívar. Circulo Bolívar. Consultado el día 12 de julio del 2015. Disponible en:

<http://tecnologosencontrolambientalsenacicuc.blogspot.pe/p/manual-de-procedimiento-de-toma-de.html>

Paredes, A. (2013). Calidad fisicoquímica y biológica de agua en la zona de captación-Chimú del Lago Titicaca destinada para el abastecimiento del agua potable en la ciudad de Puno. Facultad de Ciencias Biológicas. UNA, PUNO.

Paredes, M., & Gonfiantini, G. (1999). Lake Titicaca: historian and current studies. Water and Environment News. International Atomic Energy Agency. Quarterly N° 8/9, December 1999. 8 pp.

PELT (Proyecto Especial de Lago Titicaca), (2011). Monitoreo y control de parámetros físico químicos en la Bahía exterior del Lago Titicaca, Puno - Perú.

Pulgar Vidal, J. (1987). Geografía del Perú: Las ocho regiones naturales. Edición reimpressa, editor Universidad Nacional Mayor San Marcos. Consultado el 25 de junio del 2015. Disponible en:

https://es.wikipedia.org/wiki/Las_ocho_regiones_naturales_del_Per%C3

REITEC (Servicios de Ingeniería), (2010). Turbidez, Aspectos teóricos. Consultado el día 02 de junio del 2015. Disponible en:

<http://www.reitec.es/web/descargas/agua05.pdf>

- RESAY (Red de Salud Yunguyo), (2016). Registro de vigilancia de epidemiológico activo, oficina de vigilancia epidemiológica de la Red de Salud de Yunguyo.
- Ricklefs, R. E. (2001). Investigación de la ecología: la economía de la naturaleza. 4° Edición. Buenos Aires Argentina, 692.
- Richters, E. J. (1995). Manejo del uso de la tierra en América Central hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, CR. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 440 p.
- Rivera, N. R., Encina, F., Munoz, P. A., & Mejia, P. (2004). La Calidad de las Aguas en los Rios Cautin e Imperial, IX Región-Chile, consultado el 26 de junio del 2015. Disponible en:
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000500013&lng=es&nrm=iso
- Romero, J. (1999). Calidad del agua. Segunda edición. Escuela colombiana de Ingeniería, Alfa Omega. Grupo Editor S. A. México.
- SECRECO (Secretaria de Comercio) & FOIND (Fomento Industrial), (1987). Calidad del agua determinación del número más probable (NMP) de Coliformes totales, Coliformes fecales (Termotolerantes) y Escherichia Coli. NNX-AA-42-1987. Presuntiva. 21 p.
- SEDAPAL (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima), (2011). Evaluación de muestras de agua del Rio Rímac. Lima, Perú 120 pp.
- SMEWW (Standard Methods for the Examination of Wáter and Wastewater), (1998). Method 4500. USA: e 20 Th Edition.

- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), (2015).
Boletín Informativo. Puno Perú 1pp.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), (2008).
Monitoreo de la calidad de agua de los Rios en el Perú. Dirección
General de Hidrología y Recursos Hídricos. Lima, Perú.
- Suller, E. N. (2009). Violación de derechos humanos a causa de daños
ambientales en las cuencas del Rio Ramis. Facultad de Ciencias
Jurídicas y Políticas. UNA, Puno 110 p.
- Tyler, G. (2002). Introducción a la Ciencia Ambiental “Desarrollo Sostenible de
la tierra” 5° Edición 1° Edición en Castellano. Madrid – España. 457pp.
- Vargas, L. (2008). Tratamiento de agua para consumo humano. Editorial
Universidad Nacional del Callao. Lima-Perú. Volumen II, 4 p.
- Vargas, G. C. (1996). Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo
humano. Textos Completos. CEPIS. 27p.
- Vidal, M., Lopez, A., Santoalla, M., & Valles, V. (2000). Factor analyses for the
wáter resources contamination due to the use the liverstock slurries as
fertilizers as fertilizers agricultural wáter management. Vol. 45.
- Villena, C. (2006). Fuentes de agua y contaminación físico química. Academia
Nacional de Medicina – Anales. 56 p.
- Vives de Andrés, J. B. (2003). Manual de técnicas analíticas para la
determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes Marinos.
Pág. 19. Consultado el 26 de junio del 2015. Disponible en:

www.invemar.org.com

Wagner, T. (1996). Contaminación: causas y efectos. Primera edición. México, D.F. Ediciones Garnika. 424 p.

Wetzel, R. (1981). Limnología. Editorial omega S. A. Barcelona-España.

WHO (World Health Organization), (1995); Daniel, (2001). Drinking-Water Quality Control in Samll Community Supplies. W. H. O. Geneva, Vol. 3.

WHO (World Health Organization), (2001). Highights Global Impact of Unsafe Water. Reuters Health Information. Consultado el 27 de junio del 2015.

Disponible en:

http://www.who.int/water_sanitation_health/takingcharge.html

WWAP (World Water Assessment Programme), (2003). Primer Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollado los Recursos hídricos en el Mundo. Resumen Ejecutivo. Agua para todos, Agua para la Vida. Consultado el 12 de julio del 2015. Disponible en:

<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>

Yanapa, C. J. (2012). Calidad organoléptica, fisicoquímica y bacteriológica del agua potable de la ciudad de Ilave, Puno. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Altiplano.

Yassi, A., Kjellström, T., Kok, T., & Guidotti, L. (2002). Salud Ambiental Básica. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Organización Mundial de la Salud; Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Ministerio de Salud Pública de Cuba. 1° edición.



ANEXOS

Anexo 1. Parámetros y Valores Consolidados de Categoría1

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado

FÍSICOS - QUÍMICOS

Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
Conductividad	(uS/cm)	1 500	1 600	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Cloruros	mg/L	250	250	250

MICROBIOLÓGICOS

Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

(b) Después de la filtración simple

** : No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

Δ 3: variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM.

Anexo 2. Parámetros y valores consolidados de categoría 4

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

		CATEGORÍA 4				
PARÁMETRO	UNIDAD	E1: LAGUNAS Y LAGOS	E2: RÍOS		E3: ECOSISTEMAS MARINO COSTERAS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS - QUÍMICOS						
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Conductividad	(uS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Fósforo Total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco	mg/L	1,9	1,9	1,9	0,4	0,55
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 mL	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

(b) Después de la filtración simple

** : No presenta valor en ese parámetro para la sub categoría.

- Todos los parámetros que se norman para las diferentes categorías se encuentran en concentraciones totales, salvo se indique lo contrario
- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ

significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 015-2015-MINAM.

Anexo 3. Resultados de Análisis Físico Químico

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANALISIS FISICOQUÍMICO MUESTRA DE LAS AGUAS DEL RIO CHOQUECHACA Y LAGO WIÑAYMARCA

PROCEDENCIA : Distrito de Yunguyo
INTERESADO : Wilfredo Siguairo Mamani
MOTIVO : Análisis Físico Químico
MUESTREO : 31 de Julio del 2015 al 23 de Diciembre del 2015
ANÁLISIS : 31 de Julio del 2015 al 23 de Diciembre del 2015

CARACTERÍSTICAS FÍSICOS - QUÍMICOS

MUESTRA	FECHA	PARAMETRO													
		pH (unidad de pH)	Temperatura (en °C)	Conductividad E. (µS/cm)	Color (color verdadero escala Pt/Co)	Turbidez (UNT)	Cloruros (como Cl) (mg/L)	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	Fosforo totales (mg/L)	Oxígeno Disuelto (O ₂) (mg/L)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg/L)	Nitratos (NO ₃) (mg/L)	Nitritos (NO ₂) (mg/L)	Nitrógeno Amomiacal (mg/L)
M-1 Rio Choquechaca Estación 1	31-07-15	7.1	11.9	0.09	13	2.01	12.2	80	0.05	5.1	6.4	7.4	0.81	0.12	0.07
	28-08-15	7.0	11.9	0.09	14	2.05	12.5	80	0.06	5.3	4.7	8.7	0.80	0.12	0.07
	23-09-15	7.4	11.8	0.09	14	2.13	13.6	81	0.06	5.2	14.9	15.7	0.80	0.13	0.07
	30-10-15	7.4	12.6	0.09	16	3.20	14.6	91	0.07	6.5	39.9	40.2	0.99	0.45	0.08
	30-11-15	7.4	14.8	0.10	17	4.00	16.2	90	0.08	6.0	37.3	38.0	1.14	0.50	0.09
	23-12-15	7.7	14.8	0.10	17	4.02	14.8	90	0.09	6.7	40.2	39.5	1.16	0.53	0.09
M-2 Lago Wiñaymarca Estación 2 – CC. Chocaque	31-07-15	10.1	14.9	1.40	16	0.76	160.1	894	0.10	4.2	9.5	10.3	0.78	0.02	0.11
	28-08-15	10.3	15.8	1.42	19	1.20	171.0	890	0.10	5.8	6.4	5.8	3.90	0.03	0.12
	23-09-15	10.3	15.8	1.42	20	0.90	160.1	900	0.12	5.2	6.3	7.4	4.10	0.02	0.14
	30-10-15	10.7	16.5	1.49	20	1.21	172.3	909	0.11	5.5	11.9	14.8	6.20	0.11	0.14
	30-11-15	10.8	17.0	1.49	19	1.24	172.6	920	0.14	6.0	6.5	7.3	5.20	0.03	0.15
	23-12-15	10.7	17.0	1.54	21	1.26	172.5	920	0.14	6.5	4.4	6.8	6.34	0.13	0.18
M-3 Lago Wiñaymarca Estación 3 – Captación de agua por EMAPAY.	31-07-15	10.1	14.9	1.94	16	0.76	270.5	894	0.11	4.2	24.2	39.0	3.96	0.02	0.11
	28-08-15	10.5	15.8	1.94	19	1.22	272.7	891	0.10	5.9	6.5	7.4	4.13	0.03	0.13
	23-09-15	10.2	15.8	1.95	20	0.91	271.4	906	0.12	5.3	4.7	8.7	5.51	0.02	0.14
	30-10-15	10.7	16.6	1.96	20	1.22	272.3	906	0.10	6.5	6.5	7.3	6.62	0.12	0.16
	30-11-15	10.7	17.0	1.96	19	1.23	272.6	913	0.14	6.3	6.6	7.4	6.63	0.04	0.15
	23-12-15	10.8	17.0	1.97	21	1.27	272.6	930	0.14	6.6	39.9	40.4	3.91	0.14	0.18

Puno, C.U. 4 de Enero del 2016

V° B°

Tsc. Benito Peralta
ANALISTA
PLANTAL DE LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS

Ing. M.Sc. Angel Cari Choquehuanca
JEFE LABORATORIO
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS

Anexo 4. Resultados de Análisis Bacteriológico



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

MUESTRA : *Agua de río y lago (según cuadro)*
 PROCEDENCIA : *Distrito de Yunguyo*
 SOLICITANTE : *Wilfredo Siguauro Mamani.*
 MOTIVO : *Investigación.*
 ANÁLISIS SOLICITADO : *Colímetría; coliformes totales y termotolerantes.*
 FECHA DE RECEPCIÓN : *Del 31 de julio al 23 de diciembre del 2015*

RESULTADOS

MUESTRA	FECHA	COLIFORMES. TOTALES	COLIFORMES TERMOTOLERANTES
M-1 (Río – Choquechaca Estación 1)	31-07-15	23 NMP/100mL. Agua	9 NMP/100mL. Agua
	28-08-15	23 NMP/100mL. Agua	4 NMP/100mL. Agua
	23-09-15	75 NMP/100mL. Agua	23 NMP/100mL. Agua
	30-10-15	460 NMP/100mL. Agua	240 NMP/100mL. Agua
	30-11-15	210 NMP/100mL. Agua	150 NMP/100mL. Agua
	23-12-15	1100 NMP/100mL. Agua	210 NMP/100mL. Agua
M-2 (Lago Wiñaymarka Estación 2 – CC Chocaque)	31-07-15	43 NMP/100mL. Agua	15 NMP/100mL. Agua
	28-08-15	11 NMP/100mL. Agua	4 NMP/100mL. Agua
	23-09-15	<3 NMP/100mL. Agua	<3 NMP/100mL. Agua
	30-10-15	150 NMP/100mL. Agua	93 NMP/100mL. Agua
	30-11-15	9 NMP/100mL. Agua	4 NMP/100mL. Agua
	23-12-15	9 NMP/100mL. Agua	<3 NMP/100mL. Agua
M-3 (Lago Wiñaymarka Estación 3 – Captación de agua por EMAPAY)	31-07-15	1100 NMP/100mL. Agua	1100 NMP/100mL. Agua
	28-08-15	23 NMP/100mL. Agua	9 NMP/100mL. Agua
	23-09-15	9 NMP/100mL. Agua	4 NMP/100mL. Agua
	30-10-15	23 NMP/100mL. Agua	9 NMP/100mL. Agua
	30-11-15	<3 NMP/100mL. Agua	<3 NMP/100mL. Agua
	23-12-15	1100 NMP/100mL. Agua	7 NMP/100mL. Agua

Av. Floral 1153. Ciudad Universitaria - Telefono (051) 366194

<http://web.unap.edu.pe/web/veterinaria>

[Signature]
 MVZ. *David Oros Butroa*
 C.M.V. 3826
 e.c. Especialidad
 Laboratorio de Análisis Biológicos

Anexo 5. Análisis Estadístico

Análisis de Varianza para los Parámetros Físicos y Químicos según Procedencias

Obs	ESTACION	PH	T°	C.ELCT	Color	TURBI	CL	SDTOT	P	ODIS	DBO5
1	RCHOQUE	7.1	11.9	0.09	13	2.01	12.2	80	0.05	5.1	6.4
2	RCHOQUE	7.0	11.9	0.09	14	2.05	12.5	80	0.06	5.3	4.7
3	RCHOQUE	7.4	11.8	0.09	14	2.13	13.6	81	0.06	5.2	14.9
4	RCHOQUE	7.4	12.6	0.09	16	3.20	14.6	91	0.07	6.5	39.9
5	RCHOQUE	7.4	14.8	0.10	17	4.00	16.2	90	0.08	6.0	37.3
6	RCHOQUE	7.7	14.8	0.10	17	4.02	14.8	90	0.09	6.7	40.2
7	RWINAY2	10.1	14.9	1.40	16	0.76	160.1	894	0.10	4.2	9.5
8	RWINAY2	10.3	15.8	1.42	19	1.20	171.0	890	0.10	5.8	6.4
9	RWINAY2	10.3	15.8	1.42	20	0.90	160.1	900	0.12	5.2	6.3
10	RWINAY2	10.7	16.5	1.49	20	1.21	172.3	909	0.11	5.5	11.9
11	RWINAY2	10.8	17.0	1.49	19	1.24	172.6	920	0.14	6.0	6.5
12	RWINAY2	10.7	17.0	1.54	21	1.26	172.5	920	0.14	6.5	4.4
13	RWINAY3	10.1	14.9	1.94	16	0.76	270.5	894	0.11	4.2	24.2
14	RWINAY3	10.5	15.8	1.94	19	1.22	272.7	891	0.10	5.9	6.5
15	RWINAY3	10.2	15.8	1.95	20	0.91	271.4	906	0.12	5.3	4.7
16	RWINAY3	10.7	16.6	1.96	20	1.22	272.3	906	0.10	6.5	6.5
17	RWINAY3	10.7	17.0	1.96	19	1.23	272.6	913	0.14	6.3	6.6
18	RWINAY3	10.8	17.0	1.97	21	1.27	272.6	930	0.14	6.6	39.9

Obs	DQO	NITRA	NIT.	NAMO	TURBI1	DBO51	DQO1	NITRA1	NITRI1
1	7.4	0.81	0.12	0.07	1.41774	0.86923	0.92428	0.90000	0.78740
2	8.7	0.80	0.12	0.07	1.43178	0.75587	0.98677	0.89443	0.78740
3	15.7	0.80	0.13	0.07	1.45945	1.20140	1.22272	0.89443	0.79373
4	40.2	0.99	0.45	0.08	1.78885	1.61172	1.61490	0.99499	0.97468
5	38.0	1.14	0.50	0.09	2.00000	1.58320	1.59106	1.06771	1.00000
6	39.5	1.16	0.53	0.09	2.00499	1.61490	1.60746	1.07703	1.01489
7	10.3	0.78	0.02	0.11	0.87178	1.02119	1.05308	0.88318	0.72111
8	5.8	3.90	0.03	0.12	1.09545	0.86923	0.83251	1.97484	0.72801
9	7.4	4.10	0.02	0.14	0.94868	0.86332	0.92428	2.02485	0.72111
10	14.8	6.20	0.11	0.14	1.10000	1.11059	1.19866	2.48998	0.78102
11	7.3	5.20	0.03	0.15	1.11355	0.87506	0.91908	2.28035	0.72801
12	6.8	6.34	0.13	0.18	1.12250	0.73239	0.89209	2.51794	0.79373
13	39.0	3.96	0.02	0.11	0.87178	1.40140	1.60206	1.98997	0.72111
14	7.4	4.13	0.03	0.13	1.10454	0.87506	0.92428	2.03224	0.72801
15	8.7	5.51	0.02	0.14	0.95394	0.75587	0.98677	2.34734	0.72111
16	7.3	6.62	0.12	0.16	1.10454	0.87506	0.91908	2.57294	0.78740
17	7.4	6.63	0.04	0.15	1.10905	0.88081	0.92428	2.57488	0.73485
18	40.4	3.91	0.14	0.18	1.12694	1.61172	1.61700	1.97737	0.80000

PROCEDIMIENTO ANOVA

Class Levels Values
 ESTA 3 RCHOQUE RWINAY2 RWINAY3
 Número de Observaciones: 18

VARIABLE DEPENDIENTE: PH

Fuente	GL	S. Cuadrados.	C. Medio	F Value	Pr > F
Model	2	39.90111111	19.95	262.12	<.0001
Error	15	1.14166667	0.0761		
Total	17	41.04277778			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PH Mean
0.972183	2.922827	0.275882	9.438889

Fuente	GL	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	39.90111111	19.95055556	262.12	<.0001

VARIABLE DEPENDIENTE: TEMPERATURA

FUENTE	GL	S.C.	C.Medio	F Value	Pr > F
Model	2	41.17444444	20.58722222	17.83	0.0001
Error	15	17.31500000	1.15433333		
Total	17	58.48944444			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TEMPE Mean
0.703964	7.112609	1.074399	15.10556

Source	GL	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	41.174444	20.58722222	17.83	0.0001

VARIABLE DEPENDIENTE: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

Sum of

FUENTE	GL	S.C.	C. M.	F Value	Pr > F
Model	2	11.14151	5.57075556	5266.47	<.0001
Error	15	0.01586667	0.00105778		
Total	17	11.15737778			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	COELCT Mean
0.998578	2.782428	0.032523	1.168889

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	11.14151111	5.57075556	5266.47	<.0001

VARIABLE DEPENDIENTE: COLOR

Fuente	GL	S.C.	C.M.	F Value	Pr > F
Model	2	64.000	32.000	10.79	0.0013
Error	15	44.500	2.966		
Total	17	108.500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	COLOR Mean
0.589862	9.658326	1.722401	17.83333

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	64.00000000	32.00000000	10.79	0.0013

DEPENDENT VARIABLE: TURBIDES 1

Fuente	GL	S. C.	C.M.	F Value	Pr > F
Model	2	1.63967048	0.81983524	24.09	<.0001
Error	15	0.51052150	0.03403477		
Total	17	2.15019198			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	TURBI1 Mean
0.762569	14.67690	0.184485	1.256976

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTACION	2	1.63967048	0.81983524	24.09	<.0001

VARIABLE DEPENDIENTE: CLORO

FUENTE	GL	S.C.	C. M.	F Value	Pr > F
Model	2	202263.6433	101131.8217	7256.30	<.0001
Error	15	209.0567	13.9371		
Total	17	202472.7000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	CL Mean
0.998967	2.466358	3.733244	151.3667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTACION	2	202263.6433	101131.8217	7256.30	<.0001

VARIABLE DEPENDIENTE: SOLIDOS DISUELTOS TOTALES

FUENTE	GL	S.C.	C. M.	F Value	Pr > F
Model	2	2694526.333	1347263.167	10216.0	<.0001
Error	15	1978.167	131.878		
Total	17	2696504.500			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	SDTOT Mean
0.999266	1.815621	11.48381	632.5000

Fuente	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	2694526.333	1347263.167	10216.0	<.0001

VARIABLE DEPENDIENTE: FOSFORO

FUENTE	GL	S.C.	C.M.	F Value	Pr > F
Model	2	0.01000000	0.005	16.85	0.0001
Error	15	0.00445000	0.00029667		
Tota	17	0.01445000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	P Mean
0.692042	16.94165	0.017224	0.101667

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTACION	2	0.01000000	0.00500000	16.85	0.0001

VARIABLE DEPENDIENTE:OXIGENO DISUELTO

FUENTE	GL	S.C.	C.M.	F Value	Pr > F
Model	2	0.28444444	0.14222222	0.22	0.8061
Error	15	9.75333333	0.65022222		
Total	17	10.03777778			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	ODIS Mean
0.028337	14.11921	0.806364	5.711111

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.28444444	0.14222222	0.22	0.8061

VARIABLE DEPENDIENTE: DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO 5 (1)

FUENTE	GL	S.C.	C. M.	F Value	Pr > F
Model	2	0.39307335	0.19653667	2.01	0.1684
Error	15	1.46629752	0.09775317		
Total	17	1.85937087			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DBO51 Mean
0.211401	28.84856	0.312655	1.083780

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.39307335	0.19653667	2.01	0.1684

VARIABLE DEPENDIENTE: DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (1)

FUENTE	GL	S.C.	C.M	F Value	Pr > F
Model	2	0.37808430	0.18904215	2.34	0.1306
Error	15	1.21230623	0.08082042		
Corrected Total	17	1.59039053			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	DQO1 Mean
0.237730	24.67272	0.284289	1.152242

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTACION	2	0.37808430	0.18904215	2.34	0.1306

VARIABLE DEPENDIENTE: NITRATO (1)

FUENTE	GL	S.C.	C.M.	F Value	Pr > F
Model	2	5.59721284	2.79860642	18.43	<.0001
Error	15	2.27719926	0.15181328		
Total	17	7.87441210			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	NITRA1 Mean
0.710810	22.26862	0.389632	1.749692

Fuente	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTACION	2	5.59721284	2.79860642	18.43	<.0001

VARIABLE DEPENDIENTE: NITRITO(1)

FUENTE	GL	S.C.	C. M.	F Value	Pr > F
Model	2	0.08517101	0.04258551	8.32	0.0037
Error	15	0.07679625	0.00511975		
Total	17	0.16196726			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	NITRI1 Mean
0.525853	8.991780	0.071552	0.795754

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTACION	2	0.08517101	0.04258551	8.32	0.0037

VARIABLE DEPENDIENTE: NITROGENO AMONIACAL

FUENTE	GL	S.C.	C. M.	F Value	Pr > F
Model	2	0.01654444	0.00827222	19.29	<.0001
Error	15	0.00643333	0.00042889		
Total	17	0.02297778			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	NAMO Mean
0.720019	17.09970	0.020710	0.121111

FUENTE	GL	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTACION	2	0.01654444	0.00827222	19.29	<.0001

SISTEMA SAS

PROCEDIMIENTO DE PROMEDIOS

VARIABLE	N	MIN.	MAX.	MEAN	ST. DEV	STD Error	VAR.
PH	18	7.00	10.80	9.438	1.553	0.366	2.414
TEMPE	18	11.80	17.00	15.105	1.854	0.437	3.444
COELCT	18	0.09	1.970	1.168	0.810	0.190	0.656
COLOR	18	13.00	21.000	17.833	2.526	0.595	6.382
TURBI	18	0.76	4.020	1.699	1.032	0.243	1.065
TURBI1	18	0.87	2.004	1.256	0.355	0.083	0.126
CL	18	12.20	272.700	151.366	109.133	25.723	11910.160
SDTOT	18	80.00	930.000	632.500	398.268	93.872	158617.91
P	18	0.05	0.140	0.101	0.029	0.006	0.01
ODIS	18	4.20	6.700	5.711	0.768	0.181	0.59
DBO5	18	4.40	40.200	15.377	13.995	3.298	195.86
DBO51	18	0.73	1.614	1.083	0.330	0.077	0.10
DQO	18	5.80	40.400	17.388	14.329	3.377	205.32
DQO1	18	0.83	1.617	1.152	0.305	0.072	0.09
NITRA	18	0.78	6.630	3.498	2.296	0.541	5.27
NITRA1	18	0.88	2.574	1.749	0.680	0.160	0.46
NITRI	18	0.02	0.530	0.142	0.168	0.039	0.02
NITRI1	18	0.72	1.014	0.795	0.097	0.023	0.01
NAMO	18	0.07	0.180	0.121	0.036	0.008	0.01

VARIABLE	COEF.OF VAR.
PH	16.4616377
TEMPE	12.2794124
COELCT	69.3080018
COLOR	14.1663472
TURBI	60.7486753
TURBI1	28.2935265
CL	72.0988818
SDTOT	62.9673743
P	28.6768126
ODIS	13.4546907
DBO5	91.0097340
DBO51	30.5152741
DQO	82.6412782
DQO1	26.5450694
NITRA	65.6412968
NITRA1	38.8976211
NITRI	118.6290018
NITRI1	12.2662119
NAMO	30.3560712

ESTACION RÍO CHOQUECHACA

VARIABLE	N	MIN.	MAX.	MEAN	STD DEV	STD Error	VAR.
PH	6	7.00	7.700	7.333	0.250	0.102	0.06
TEMPE	6	11.80	14.800	12.966	1.448	0.591	2.09
COELCT	6	0.09	0.100	0.093	0.005	0.000	0.00
COLOR	6	13.00	17.000	15.166	1.722	0.700	2.96
TURBI	6	2.01	4.020	2.901	0.965	0.394	0.93
TURBI1	6	1.41	2.004	1.683	0.282	0.115	0.07
CL	6	12.20	16.200	13.983	1.515	0.618	2.29
SDTOT	6	80.00	91.000	85.333	5.501	2.245	30.26
P	6	0.05	0.090	0.068	0.014	0.006	0.00
ODIS	6	5.10	6.700	5.800	0.698	0.285	0.48
DBO5	6	4.70	40.200	23.900	17.071	6.969	291.42
DBO51	6	0.75	1.614	1.272	0.390	0.159	0.15
DQO	6	7.40	40.200	24.916	15.951	6.512	254.43
DQO1	6	0.92	1.614	1.324	0.322	0.131	0.10
NITRA	6	0.80	1.160	0.950	0.171	0.069	0.02
NITRA1	6	0.89	1.077	0.971	0.087	0.035	0.00
NITRI	6	0.12	0.530	0.308	0.204	0.083	0.04
NITRI1	6	0.78	1.014	0.893	0.114	0.046	0.01
NAMO	6	0.07	0.090	0.078	0.009	0.000	0.0

VARIABLE COEF. VARIATION

PH	3.4136333
TEMPE	11.1723205
COELCT	5.5328334
COLOR	11.3564929
TURBI	33.2773073
TURBI1	16.7729312
CL	10.8400878
SDTOT	6.4470878
P	21.5408802
ODIS	12.0443098
DBO5	71.4278762
DBO51	30.7018766
DQO	64.0178021
DQO1	24.3486303
NITRA	18.0119997
NITRA1	8.9667996
NITRI	66.2580122
NITRI1	12.7809784
NAMO	12.5513883

The SAS System

ESTACION LAGO WINAYMARCA 2

VARIABLE	N	MIN.	MAX.	MEAN	STD DEV	STD Error	VAR.
PH	6	10.10	10.800	10.483	0.285	0.116	0.081
TEMPE	6	14.90	17.000	16.167	0.821	0.335	0.674
COELCT	6	1.40	1.540	1.460	0.054	0.022	0.003
COLOR	6	16.00	21.000	19.166	1.722	0.703	2.966
TURBI	6	0.76	1.260	1.095	0.211	0.086	0.044
TURBI1	6	0.87	1.122	1.041	0.105	0.043	0.011
CL	6	160.10	172.600	168.100	6.223	2.540	38.732
SDTOT	6	890.00	920.000	905.500	12.926	5.277	167.100
P	6	0.10	0.140	0.118	0.018	0.007	0.000
ODIS	6	4.20	6.500	5.533	0.789	0.322	0.622
DBO5	6	4.40	11.900	7.500	2.706	1.104	7.324
DBO51	6	0.73	1.110	0.911	0.133	0.054	0.017
DQO	6	5.80	14.800	8.733	3.329	1.359	11.086
DQO1	6	0.83	1.198	0.969	0.133	0.054	0.017
NITRA	6	0.78	6.340	4.420	2.053	0.838	4.217
NITRA1	6	0.88	2.517	2.028	0.605	0.247	0.366
NITRI	6	0.02	0.130	0.056	0.049	0.020	0.002
NITRI1	6	0.72	0.793	0.745	0.032	0.013	0.001
NAMO	6	0.11	0.180	0.140	0.024	0.010	0.000

VARIABLE COEF. VARIACION

PH	2.7259822
TEMPE	5.0807069
COELCT	3.7515244
COLOR	8.9864422
TURBI	19.2756812
TURBI1	10.1113258
CL	3.7022628
SDTOT	1.4275777
P	15.5057566
ODIS	14.2607043
DBO5	36.0838530
DBO51	14.6445031
DQO	38.1259311
DQO1	13.7428379
NITRA	46.4606959
NITRA1	29.8285395
NITRI	87.6450849
NITRI1	4.4038110
NAMO	17.4963553

The SAS System

ESTACION LAGO WINAYMARCA 3

VARIABLE	N	MIN.	MAX.	MEAN	STD DEV	STD Error	VAR.
PH	6	10.10	10.800	10.500	0.289	0.118	0.084
TEMPE	6	14.900	17.00	16.183	0.830	0.339	0.689
COELCT	6	1.940	1.970	1.953	0.012	0.004	0.000
COLOR	6	16.000	21.000	19.166	1.722	0.703	2.966
TURBI	6	0.760	1.270	1.101	0.212	0.086	0.045
TURBI1	6	0.871	1.126	1.045	0.106	0.043	0.011
CL	6	270.500	272.700	272.016	0.884	0.360	0.781
SDTOT	6	891.000	930.000	906.666	14.080	5.748	198.266
P	6	0.100	0.140	0.118	0.018	0.007	0.000
ODIS	6	4.200	6.600	5.800	0.916	0.374	0.840
DBO5	6	4.700	39.900	14.733	14.320	5.846	205.074
DBO51	6	0.755	1.611	1.066	0.350	0.143	0.122
DQO	6	7.300	40.400	18.366	16.538	6.751	273.530
DQO1	6	0.919	1.617	1.162	0.347	0.141	0.120
NITRA	6	3.910	6.630	5.126	1.301	0.531	1.694
NITRA1	6	1.977	2.574	2.249	0.285	0.116	0.081
NITRI	6	0.020	0.140	0.061	0.053	0.021	0.002
NITRI1	6	0.721	0.800	0.748	0.035	0.014	0.001
NAMO	6	0.110	0.180	0.145	0.024	0.009	0.000

VARIABLE	COEF.VARIATION
PH	2.7602622
TEMPE	5.1315863
COELCT	0.6199967
COLOR	8.9864422
TURBI	19.3103912
TURBI1	10.1444138
CL	0.3250239
SDTOT	1.5530206
P	15.5057566
ODIS	15.8019852
DBO5	97.1974 771
DBO51	32.8447391
DQO	90.0477090
DQO1	29.8899927
NITRA	25.3901961
NITRA1	12.7111288
NITRI	87.2767945
NITRI1	4.7301493
NAMO	16.7516659

ANÁLISIS DE VARIANZA COLIFORMES

Obs	ESTACION	COLIFO	COLTERM	COLIFO1	COLTERM1
1	RCHOQUE	23	9	1.41497	1.07918
2	RCHOQUE	23	4	1.41497	0.84510
3	RCHOQUE	75	23	1.89209	1.41497
4	RCHOQUE	460	240	2.66558	2.38561
5	RCHOQUE	210	150	2.32838	2.18469
6	RCHOQUE	1100	210	3.04258	2.32838
7	RWINAY2	43	15	1.66276	1.25527
8	RWINAY2	11	4	1.14613	0.84510
9	RWINAY2	2	2	0.69897	0.69897
10	RWINAY2	150	93	2.18469	1.98227
11	RWINAY2	9	4	1.07918	0.84510
12	RWINAY2	9	3	1.07918	0.60206
13	RWINAY3	1100	1100	3.04258	3.04258
14	RWINAY3	23	9	1.41497	1.07918
15	RWINAY3	9	4	1.07918	0.84510
16	RWINAY3	23	9	1.41497	1.07918
17	RWINAY3	2	2	0.69897	0.69897
18	RWINAY3	1100	7	3.04258	1.00000

EL SISTEMA SAS

El procedimiento ANOVA

Clase Nivel Valores
 ESTA 3 RCHOQUE RWINAY2 RWINAY3
 Numero de observaciones: 18

Procedimiento: ANOVA

VARIABLE DEPENDIENTE: COLIFO1

Fuente	GL	Suma de cuadrados	mean square	F Value	Pr > F
ESTA	2	2.02387083	1.01193541	1.73	0.2100
Error	15	8.74874622	0.58324975		
Total	17	10.77261705			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	COLIFO1 Mean
0.187872	43.91546	0.763708	1.739041

fUENTE	GL	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	2.02387083	1.01193541	1.73	0.2100

INTERPRETACIÓN: En base al ANOVA, no presenta diferencia estadística significativa entre las tres estaciones, para la variable COLIFORMES, es decir las tres estaciones estadísticamente tienen la misma proporción de coliformes.

VARIABLE DEPENDIENTE: COLTERM1

Fuente	GL	SUM. CUAD.	CUAD. MEDIOS	F Value	Pr > F
ESTA	2	1.36594482	0.68297241	1.38	0.2810
Erro	15	7.40713919	0.49380928		
Total	17	8.77308401			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	COLTERM1 MEDIO
0.155697	52.24284	0.702716	1.345095

FUENTE	GL	Anova SS	CUAD. MEDIO	F Value	Pr > F
ESTACION	2	1.36594482	0.68297241	1.38	0.2810

INTERPRETACIÓN:

El ANOVA muestra que no existe diferencia entre las tres estaciones, esto implica que no hay heterogeneidad entre las 3 estaciones para la variable coliformes térmicos, por lo que son similares en la contaminación o infección en los ríos.

PROCEDIMIENTO DE MEDIOS

Variable	N	Min.	Max.	Medio	Std Dev	Std Error	Variance
COLIFO	18	2.0	1100	242.89	409.8961	96.61336	168014.81
COLTERM	18	1.0	1100	104.78	259.6781	61.20674	67432.77
COLIFO1	18	0.69	3.04	1.73	0.7960	0.1876290	0.63
COLTERM1	18	0.60	3.04	1.34	0.7183	0.1693228	0.51

Variable	Coefficiente de Variacion
COLIFO	168.7586859
COLTERM	247.8371012
COLIFO1	45.7747893
COLTERM1	53.4070759

ESTACION RÍO CHOQUECHACA

PROCEDIMIENTO DE MEDIOS

Variable	N	Min.	Max.	Medio	Std Dev	Std Error	Variance
COLIFO	6	23.00	1100.00	315.16	418.66	170.919	175280.57
COLTERM	6	4.00	240.00	106.00	107.15	43.745	11482.00
COLIFO1	6	1.41	3.04	2.12	0.66	0.273	0.44
COLTERM1	6	0.84	2.38	1.70	0.67	0.276	0.459

Variable	coef.Variation
COLIFO	132.8393084
COLTERM	101.0887685
COLIFO1	31.4628696
COLTERM1	39.7233250

ESTACION LAGO WINAYMARCA

Variable	N	Min.	Max.	Mean	Std Dev	Std Error	Variance
COLIFO	6	2.00	150.00	37.33	57.04	23.290	3254.67
COLTERM	6	1.00	93.00	19.83	36.19	14.777	1310.17
COLIFO1	6	0.69	2.18	1.30	0.52	0.215	0.27
COLTERM1	6	0.60	1.98	1.03	0.51	0.209	0.26

Variable	Coef.Variation
COLIFO	152.8116588
COLTERM	182.5019722
COLIFO1	40.3860937
COLTERM1	49.4612354

ESTACION CAPTACION DE AGUA POR LA EMPRESA EMAPA Y.

Variable	N	Min.	Max.	Mean	Std Dev	Std Error	Variance
COLIFO	6	2.00	1100.00	376.16	560.737	228.920	314426.97
COLTERM	6	2.00	1100.00	188.50	446.550	182.303	199407.50
COLIFO1	6	0.69	3.04	1.78	1.011	0.412	1.02
COLTERM1	6	0.69	3.042	1.29	0.870	0.355	0.75

Variable	Coef.Variation
COLIFO	149.0663386
COLTERM	236.8969066
COLIFO1	56.7485842
COLTERM1	67.4628851

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS, SEGÚN EPOCA.

Obs	EPOCA	ESTA	PH	TEMPE	COELCT	COLOR	TURBI	CL	SDTOT	P	
ODIS											
1	LLUVIA	RCHOQUE	7.4	12.6	0.09	16	3.20	14.6	91	0.07	6.5
2	LLUVIA	RCHOQUE	7.4	14.8	0.10	17	4.00	16.2	90	0.08	6.0
3	LLUVIA	RCHOQUE	7.7	14.8	0.10	17	4.02	14.8	90	0.09	6.7
4	LLUVIA	RWINAY2	10.7	16.5	1.49	20	1.21	172.3	909	0.11	5.5
5	LLUVIA	RWINAY2	10.8	17.0	1.49	19	1.24	172.6	920	0.14	6.0
6	LLUVIA	RWINAY2	10.7	17.0	1.54	21	1.26	172.5	920	0.14	6.5
7	LLUVIA	RWINAY3	10.7	16.6	1.96	20	1.22	272.3	906	0.10	6.5
8	LLUVIA	RWINAY3	10.7	17.0	1.96	19	1.23	272.6	913	0.14	6.3
9	LLUVIA	RWINAY3	10.8	17.0	1.97	21	1.27	272.6	930	0.14	6.6
10	SECA	RCHOQUE	7.1	11.9	0.09	13	2.01	12.2	80	0.05	5.1
11	SECA	RCHOQUE	7.0	11.9	0.09	14	2.05	12.5	80	0.06	5.3
12	SECA	RCHOQUE	7.4	11.8	0.09	14	2.13	13.6	81	0.06	5.2
13	SECA	RWINAY2	10.1	14.9	1.40	16	0.76	160.1	894	0.10	4.2
14	SECA	RWINAY2	10.3	15.8	1.42	19	1.20	171.0	890	0.10	5.8
15	SECA	RWINAY2	10.3	15.8	1.42	20	0.90	160.1	900	0.12	5.2
16	SECA	RWINAY3	10.1	14.9	1.94	16	0.76	270.5	894	0.11	4.2
17	SECA	RWINAY3	10.5	15.8	1.94	19	1.22	272.7	891	0.10	5.9
18	SECA	RWINAY3	10.2	15.8	1.95	20	0.91	271.4	906	0.12	5.3

Obs	DBO5	DQO	NITRA	NITRI	NAMO	TURBI1	DBO51	DQO1	NITRA1
NITRI1									
1	39.9	40.2	0.99	0.45	0.08	1.78885	1.61172	1.61490	0.99499
2	37.3	38.0	1.14	0.50	0.09	2.00000	1.58320	1.59106	1.06771
3	40.2	39.5	1.16	0.53	0.09	2.00499	1.61490	1.60746	1.07703
4	11.9	14.8	6.20	0.11	0.14	1.10000	1.11059	1.19866	2.48998
5	6.5	7.3	5.20	0.03	0.15	1.11355	0.87506	0.91908	2.28035
6	4.4	6.8	6.34	0.13	0.18	1.12250	0.73239	0.89209	2.51794
7	6.5	7.3	6.62	0.12	0.16	1.10454	0.87506	0.91908	2.57294
8	6.6	7.4	6.63	0.04	0.15	1.10905	0.88081	0.92428	2.57488
9	39.9	40.4	3.91	0.14	0.18	1.12694	1.61172	1.61700	1.97737
10	6.4	7.4	0.81	0.12	0.07	1.41774	0.86923	0.92428	0.90000
11	4.7	8.7	0.80	0.12	0.07	1.43178	0.75587	0.98677	0.89443
12	14.9	15.7	0.80	0.13	0.07	1.45945	1.20140	1.22272	0.89443
13	9.5	10.3	0.78	0.02	0.11	0.87178	1.02119	1.05308	0.88318
14	6.4	5.8	3.90	0.03	0.12	1.09545	0.86923	0.83251	1.97484
15	6.3	7.4	4.10	0.02	0.14	0.94868	0.86332	0.92428	2.02485
16	24.2	39.0	3.96	0.02	0.11	0.87178	1.40140	1.60206	1.98997
17	6.5	7.4	4.13	0.03	0.13	1.10454	0.87506	0.92428	2.03224
18	4.7	8.7	5.51	0.02	0.14	0.95394	0.75587	0.98677	2.34734

DEPENDENT VARIABLE: PH

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	40.74611111	13.58203704	640.95	<.0001
Error	14	0.29666667	0.02119048		
Corrected Total	17	41.04277778			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	39.90111111	19.95055556	941.49	<.0001
EPOCA	1	0.84500000	0.84500000	39.88	<.0001

DEPENDENT VARIABLE: TEMPE

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	53.17944444	17.72648148	46.74	<.0001
Error	14	5.31000000	0.37928571		.
Correc. Total	17	58.48944444			.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	41.17444444	20.58722222	54.28	<.0001
EPOCA	1	12.00500000	12.00500000	31.65	<.0001

DEPENDENT VARIABLE: COELCT

Source	DF	sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	11.14871111	3.71623704	6003.15	<.0001
Error	14	0.00866667	0.00061905		.
Corrected Total	17	11.15737778			.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	11.14151111	5.57075556	8998.91	<.0001
EPOCA	1	0.00720000	0.00720000	11.63	0.0042

DEPENDENT VARIABLE: COLOR

Source	DF	sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	84.05555556	28.0185185	16.05	<.0001
Error	14	24.44444444	1.7460317		.
Corrected Total	17	108.5000000			.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	64.00000000	32.00000000	18.33	0.0001
EPOCA	1	20.05555556	20.05555556	11.49	0.0044

DEPENDENT VARIABLE: TURBI1

Source	DF	sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.93747947	0.64582649	42.51	<.0001
Error	14	0.21271251	0.01519375		.
Corrected Total	17	2.15019198			.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	1.63967048	0.81983524	53.96	<.0001
EPOCA	1	0.29780899	0.29780899	19.60	0.0006

DEPENDENT VARIABLE: CL

Source	DF	S.Cuadra	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	202337.2522	67445.7507	6971.25	<.0001
Error	14	135.4478	9.6748		.
Total	17	202472.7000			.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	202263.6433	101131.8217	10453.1	<.0001
EPOCA	1	73.6089	73.6089	7.61	0.0154

DEPENDENT VARIABLE: SDTOT

Source	DF	S.C.	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2695826.833	898608.944	18564.5	<.0001
Error	14	677.667	48.405		
Corrected Total	17	2696504.500			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	2694526.333	1347263.167	27833.3	<.0001
EPOCA	1	1300.500	1300.500	26.87	0.0001

DEPENDENT VARIABLE: P

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.01200556	0.00400185	22.92	<.0001
Error	14	0.00244444	0.00017460		
Corrected Total	17	0.01445000			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.01000000	0.00500000	28.64	<.0001
EPOCA	1	0.00200556	0.00200556	11.49	0.0044

DEPENDENT VARIABLE: ODIS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6.29333333	2.09777778	7.84	0.0026
Error	14	3.74444444	0.26746032		
Corrected Total	17	10.03777778			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.28444444	0.14222222	0.53	0.5990
EPOCA	1	6.00888889	6.00888889	22.47	0.0003

DEPENDENT VARIABLE: DB051

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.68260289	0.22753430	2.71	0.0851
Error	14	1.17676798	0.08405486		
Corrected Total	17	1.85937087			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.39307335	0.19653667	2.34	0.1330
EPOCA	1	0.28952954	0.28952954	3.44	0.0846

DEPENDENT VARIABLE: DQ01

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.56349622	0.18783207	2.56	0.0967
Error	14	1.02689431	0.07334959		
Corrected Total	17	1.59039053			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.37808430	0.18904215	2.58	0.1114
EPOCA	1	0.18541192	0.18541192	2.53	0.1342

DEPENDENT VARIABLE: NITRA1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	6.32198452	2.10732817	19.00	<.0001
Error	14	1.55242758	0.11088768		
Corrected Total	17	7.87441210			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	5.59721284	2.79860642	25.24	<.0001
EPOCA	1	0.72477168	0.72477168	6.54	0.0228

DEPENDENT VARIABLE: NITRI1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.13073151	0.04357717	19.53	<.0001
Error	14	0.03123575	0.00223112		
Corrected Total	17	0.16196726			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.08517101	0.04258551	19.09	0.0001
EPOCA	1	0.04556050	0.04556050	20.42	0.0005

DEPENDENT VARIABLE: NAMO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.02030000	0.00676667	35.38	<.0001
Error	14	0.00267778	0.00019127		
Corrected Total	17	0.02297778			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	0.01654444	0.00827222	43.25	<.0001
EPOCA	1	0.00375556	0.00375556	19.63	0.0006

The MEANS Procedure

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	Variance
PH	18	7.0000000	10.8000000	9.4388889	1.5537957	0.3662332	2.4142810
TEMPE	18	11.8000000	17.0000000	15.1055556	1.8548735	0.4371979	3.4405556
COELCT	18	0.0900000	1.9700000	1.1688889	0.8101335	0.1909503	0.6563163
COLOR	18	13.0000000	21.0000000	17.8333333	2.5263319	0.5954621	6.3823529
TURBI	18	0.7600000	4.0200000	1.6994444	1.0323900	0.2433367	1.0658291
TURBI1	18	0.8717798	2.0049938	1.2569763	0.3556429	0.0838258	0.1264819
CL	18	12.2000000	272.7000000	151.3666667	109.1336741	25.7230537	11910.16
SDTOT	18	80.0000000	930.0000000	632.5000000	398.2686427	93.8728193	158617.91
P	18	0.0500000	0.1400000	0.1016667	0.0291548	0.0068718	0.000850000
ODIS	18	4.2000000	6.7000000	5.7111111	0.7684123	0.1811165	0.5904575
DB05	18	4.4000000	40.2000000	15.3777778	13.9952746	3.2987179	195.8677124
DB051	18	0.7323938	1.6148972	1.0837804	0.3307185	0.0779511	0.1093748
DQO	18	5.8000000	40.4000000	17.3388889	14.3290794	3.3773964	205.3225163
DQO1	18	0.8325089	1.6170003	1.1522416	0.3058633	0.0720927	0.0935524
NITRA	18	0.7800000	6.6300000	3.4988889	2.2967160	0.5413412	5.2749046
NITRA1	18	0.8831761	2.5748786	1.7496918	0.6805885	0.1604162	0.4632007
NITRI	18	0.0200000	0.5300000	0.1422222	0.1687168	0.0397669	0.0284654
NITRI1	18	0.7211103	1.0148892	0.7957538	0.0976088	0.0230066	0.0095275
NAMO	18	0.0700000	0.1800000	0.1211111	0.0367646	0.0086655	0.0013516

Variable CoefVariation

PH	16.4616377
TEMPE	12.2794124
COELCT	69.3080018
COLOR	14.1663472
TURBI	60.7486753
TURBI1	28.2935265
CL	72.0988818
SDTOT	62.9673743
P	28.6768126
ODIS	13.4546907
DB05	91.0097340
DB051	30.5152741
DQO	82.6412782
DQO1	26.5450694
NITRA	65.6412968
NITRA1	38.8976211
NITRI	118.6290018
NITRI1	12.2662119
NAMO	30.3560712

ESTACION RÍO CHOQUECHACA

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	Variance
PH	6	7.000000	7.700000	7.333333	0.250333	0.102198	0.062666
TEMPE	6	11.800000	14.800000	12.966666	1.448677	0.591420	2.098666
COELCT	6	0.090000	0.100000	0.093333	0.005164	0.002108	0.000266
COLOR	6	13.000000	17.000000	15.166666	1.722404	0.703167	2.966666
TURBI	6	2.010000	4.020000	2.901666	0.965596	0.394203	0.932376
TURBI1	6	1.417744	2.004993	1.683804	0.282423	0.115298	0.079763
CL	6	12.200000	16.200000	13.983333	1.515805	0.618825	2.297666
SDTOT	6	80.000000	91.000000	85.333333	5.501514	2.245984	30.266666
P	6	0.050000	0.090000	0.068333	0.014719	0.006009	0.000216
ODIS	6	5.100000	6.700000	5.800000	0.698570	0.285190	0.488000
DBO5	6	4.700000	40.200000	23.900000	17.071262	6.969313	291.428000
DBO51	6	0.755874	1.614897	1.272720	0.390749	0.159522	0.152684
DQO	6	7.400000	40.200000	24.916666	15.951102	6.512010	254.437666
DQO1	6	0.924279	1.614897	1.324530	0.322505	0.131662	0.104009
NITRA	6	0.800000	1.160000	0.950000	0.171114	0.069857	0.029280
NITRA1	6	0.894427	1.077033	0.971430	0.087106	0.035561	0.007587
NITRI	6	0.120000	0.530000	0.308333	0.204295	0.083403	0.041736
NITRI1	6	0.787408	1.014889	0.893015	0.114136	0.046595	0.013027
NAMO	6	0.070000	0.090000	0.078333	0.009831	0.004013	0.000966

Variable Coef.Variation

PH	3.413633
TEMPE	11.172320
COELCT	5.532833
COLOR	11.356492
TURBI	33.277307
TURBI1	16.772931
CL	10.840087
SDTOT	6.447087
P	21.540880
ODIS	12.044309
DBO5	71.427876
DBO51	30.701876
DQO	64.017802
DQO1	24.348630
NITRA	18.011997
NITRA1	8.966796
NITRI	66.258012
NITRI1	12.780978
NAMO	12.551388

ESTACION LAGO WINAYMARCA 2

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	Variance
PH	6	10.100000	10.800000	10.483333	0.285773	0.116666	0.081666
TEMPE	6	14.900000	17.000000	16.166666	0.821381	0.335327	0.674666
COELCT	6	1.400000	1.540000	1.460000	0.054772	0.022360	0.003000
COLOR	6	16.000000	21.000000	19.166666	1.722404	0.703167	2.966666
TURBI	6	0.760000	1.260000	1.095000	0.211068	0.086168	0.044550
TURBI1	6	0.871798	1.122497	1.041993	0.105359	0.043012	0.011100
CL	6	160.100000	172.600000	168.100000	6.223503	2.540734	38.732000
SDTOT	6	890.000000	920.000000	905.500000	12.926716	5.277309	167.100000
P	6	0.100000	0.140000	0.118333	0.018348	0.007490	0.000366
ODIS	6	4.200000	6.500000	5.333333	0.789092	0.322145	0.622666
DBO5	6	4.400000	11.900000	7.500000	2.706289	1.104837	7.324000
DBO51	6	0.732393	1.110589	0.911964	0.133552	0.054522	0.017836
DQO	6	5.800000	14.800000	8.733333	3.329664	1.359329	11.086666
DQO1	6	0.832508	1.198657	0.969944	0.133298	0.054418	0.017768
NITRA	6	0.780000	6.340000	4.420000	2.053562	0.838363	4.217120
NITRA1	6	0.883176	2.517935	2.028521	0.605078	0.247022	0.366119
NITRI	6	0.020000	0.130000	0.056666	0.049665	0.020275	0.002466
NITRI1	6	0.721110	0.793725	0.745498	0.032830	0.013402	0.001077
NAMO	6	0.110000	0.180000	0.140000	0.024494	0.010000	0.000600

<u>Variable</u>	<u>Coef: Vari</u>
PH	2.7259822
TEMPE	5.0807069
COELCT	3.7515244
COLOR	8.9864422
TURBI	19.2756812
TURBI1	10.1113258
CL	3.7022628
SDTOT	1.4275777
P	15.5057566
ODIS	14.2607043
DBO5	36.0838530
DBO51	14.6445031
DQO	38.1259311
DQO1	13.7428379
NITRA	46.4606959
NITRA1	29.8285395
NITRI	87.6450849
NITRI1	4.4038110
NAMO	17.4963553

ESTACION CAPTACION POR EMEPA YUNGUYO 3

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>Minimum</u>	<u>Maximum</u>	<u>Mean</u>	<u>Std Dev</u>	<u>Std Error</u>	<u>Variance</u>
PH	6	10.1000000	10.8000000	10.5000000	0.2898275	0.1183216	0.0840000
TEMPE	6	14.9000000	17.0000000	16.1833333	0.8304617	0.3390346	0.6896667
COELCT	6	1.9400000	1.9700000	1.9533333	0.0121106	0.0049441	0.000146667
COLOR	6	16.0000000	21.0000000	19.1666667	1.7224014	0.7031674	2.9666667
TURBI	6	0.7600000	1.2700000	1.1016667	0.2127361	0.0868492	0.0452567
TURBI1	6	0.8717798	1.1269428	1.0451313	0.1060224	0.0432835	0.0112408
CL	6	270.5000000	272.7000000	272.0166667	0.8841191	0.3609401	0.7816667
SDTOT	6	891.0000000	930.0000000	906.6666667	14.0807197	5.7484297	198.2666667
P	6	0.1000000	0.1400000	0.1183333	0.0183485	0.0074907	0.000336667
ODIS	6	4.2000000	6.6000000	5.8000000	0.9165151	0.3741657	0.8400000
DBO5	6	4.7000000	39.9000000	14.7333333	14.3204283	5.8462904	205.0746667
DBO51	6	0.7558749	1.6117233	1.0666558	0.3503403	0.1430258	0.1227383
DQO	6	7.3000000	40.4000000	18.3666667	16.5387625	6.7519215	273.5306667
DQO1	6	0.9190781	1.6170003	1.1622448	0.3473949	0.1418234	0.1206832
NITRA	6	3.9100000	6.6300000	5.1266667	1.3016707	0.5314048	1.6943467
NITRA1	6	1.9773720	2.5748786	2.2491234	0.2858890	0.1167137	0.0817325
NITRI	6	0.0200000	0.1400000	0.0616667	0.0538207	0.0219722	0.0028967
NITRI1	6	0.7211103	0.8000000	0.7487465	0.0354168	0.0144589	0.0012544
NAMO	6	0.1100000	0.1800000	0.1450000	0.0242899	0.0099163	0.000590000

<u>Variable</u>	<u>Coef Variation</u>
PH	2.7602622
TEMPE	5.1315863
COELCT	0.6199967
COLOR	8.9864422
TURBI	19.3103912
TURBI1	10.1444138
CL	0.3250239
SDTOT	1.5530206
P	15.5057566
ODIS	15.8019852
DBO5	97.1974771
DBO51	32.8447391
DQO	90.0477090
DQO1	29.8899927
NITRA	25.3901961
NITRA1	12.7111288
NITRI	87.2767945
NITRI1	4.7301493
NAMO	16.7516659

EPOCA=LLUVIA

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	Variance
PH	9	7.4000000	10.8000000	9.6555556	1.6194992	0.5398331	2.6227778
TEMPE	9	12.6000000	17.0000000	15.9222222	1.5409232	0.5136411	2.3744444
COELCT	9	0.0900000	1.9700000	1.1888889	0.8428292	0.2809431	0.7103611
COLOR	9	16.0000000	21.0000000	18.8888889	1.8333333	0.6111111	3.3611111
TURBI	9	1.2100000	4.0200000	2.0722222	1.2726427	0.4242142	1.6196194
TURBI1	9	1.1000000	2.0049938	1.3856034	0.4139638	0.1379879	0.1713661
CL	9	14.6000000	272.6000000	153.3888889	112.3300877	37.4433626	12618.05
SDTOT	9	90.0000000	930.0000000	641.0000000	413.0584099	137.6861366	170617.25
P	9	0.0700000	0.1400000	0.1122222	0.0286259	0.0095420	0.000819444
ODIS	9	5.5000000	6.7000000	6.2888889	0.3855011	0.1285004	0.1486111
DBO5	9	4.4000000	40.2000000	21.4666667	17.0771046	5.6923682	291.6275000
DBO51	9	0.7323938	1.6148972	1.2106069	0.3867656	0.1289219	0.1495876
DQO	9	6.8000000	40.4000000	22.4111111	16.4269173	5.4756391	269.8436111
DQO1	9	0.8920946	1.6170003	1.2537338	0.3477891	0.1159297	0.1209572
NITRA	9	0.9900000	6.6300000	4.2433333	2.5079224	0.8359741	6.2896750
NITRA1	9	0.9949874	2.5748786	1.9503535	0.7031262	0.2343754	0.4943864
NITRI	9	0.0300000	0.5300000	0.2277778	0.2037019	0.0679006	0.0414944
NITRI1	9	0.7280110	1.0148892	0.8460642	0.1159626	0.0386542	0.0134473
NAMO	9	0.0800000	0.1800000	0.1355556	0.0390868	0.0130289	0.0015278

Variable Coef Variation

PH	16.7727194
TEMPE	9.6778152
COELCT	70.8921782
COLOR	9.7058824
TURBI	61.4143931
TURBI1	29.8760700
CL	73.2322195
SDTOT	64.4396895
P	25.5082634
ODIS	6.1298764
DBO5	79.5517293
DBO51	31.9480706
DQO	73.2980939
DQO1	27.7402638
NITRA	59.1026500
NITRA1	36.0512186
NITRI	89.4300813
NITRI1	13.7061220
NAMO	28.8345231

EPOCA=SECA

VARIABLE	N	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	STD DEV	STD ERROR	VARIANCE
PH	9	7.000000	10.500000	9.222222	1.5498208	0.5166069	2.4019444
TEMPE	9	11.800000	15.800000	14.288889	1.8536750	0.6178917	3.4361111
COELCT	9	0.090000	1.950000	1.148889	0.8266868	0.2755623	0.6834111
COLOR	9	13.000000	20.000000	16.777778	2.7738862	0.9246287	7.6944444
TURBI	9	0.760000	2.130000	1.326667	0.5767148	0.1922383	0.3326000
TURBI1	9	0.8717798	1.4594520	1.1283491	0.2453198	0.0817733	0.0601818
CL	9	12.200000	272.700000	149.344444	112.6136660	37.5378887	12681.84
SDTOT	9	80.000000	906.000000	624.000000	407.7784325	135.9261442	166283.25
P	9	0.050000	0.120000	0.0911111	0.0271314	0.0090438	0.000736111
ODIS	9	4.200000	5.900000	5.1333333	0.5958188	0.1986063	0.3550000
DB05	9	4.700000	24.200000	9.288889	6.4166667	2.1388889	41.1736111
DB051	9	0.7558749	1.4014005	0.9569538	0.2159689	0.0719896	0.0466426
DQ0	9	5.800000	39.000000	12.266667	10.4201727	3.4733909	108.5800000
DQ01	9	0.8325089	1.6020600	1.0507495	0.2338057	0.0779352	0.0546651
NITRA	9	0.780000	5.510000	2.7544444	1.9163906	0.6387969	3.6725528
NITRA1	9	0.8831761	2.3473389	1.5490302	0.6319166	0.2106389	0.3993186
NITRI	9	0.020000	0.130000	0.0566667	0.0502494	0.0167498	0.0025250
NITRI1	9	0.7211103	0.7937254	0.7454433	0.0332193	0.0110731	0.0011035
NAMO	9	0.070000	0.140000	0.1066667	0.0295804	0.0098601	0.000875000

Variable Coef Variation

PH	16.8052855
TEMPE	12.9728423
COELCT	71.9553332
COLOR	16.5330963
TURBI	43.4709674
TURBI1	21.7414809
CL	75.4053266
SDTOT	65.3491078
P	29.7783304
ODIS	11.6068590
DB05	69.0789474
DB051	22.5683746
DQ0	84.9470604
DQ01	22.2513243
NITRA	69.5744858
NITRA1	40.7943375
NITRI	88.6753731
NITRI1	4.4563162
NAMO	27.7316240

ANÁLISIS DE VARIANZA – COLIFORMES

Obs	EPOCA	ESTA	COLIFO	COLTERM	COLIFO1	COLTERM1
1	LLUVIA	RCHOQUE	460	240	2.66464	2.38382
2	LLUVIA	RCHOQUE	210	150	2.32634	2.18184
3	LLUVIA	RCHOQUE	1100	210	3.04218	2.32634
4	LLUVIA	RWINAY2	150	93	2.18184	1.97772
5	LLUVIA	RWINAY2	9	4	1.04139	0.77815
6	LLUVIA	RWINAY2	9	1	1.04139	0.47712
7	LLUVIA	RWINAY3	23	9	1.39794	1.04139
8	LLUVIA	RWINAY3	2	2	0.60206	0.60206
9	LLUVIA	RWINAY3	1100	7	3.04218	0.95424
10	SECA	RCHOQUE	23	9	1.39794	1.04139
11	SECA	RCHOQUE	23	4	1.39794	0.77815
12	SECA	RCHOQUE	75	23	1.88649	1.39794
13	SECA	RWINAY2	43	15	1.65321	1.23045
14	SECA	RWINAY2	11	4	1.11394	0.77815
15	SECA	RWINAY2	2	2	0.60206	0.60206
16	SECA	RWINAY3	1100	1100	3.04218	3.04218
17	SECA	RWINAY3	23	9	1.39794	1.04139
18	SECA	RWINAY3	9	4	1.04139	0.77815

DEPENDENT VARIABLE: COLIFO1

Source	DF	S.C.	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	2.97061973	0.99020658	1.64	0.2248
Error	14	8.44222243	0.60301589		
Corrected Total	17	11.41284216			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	2.16549460	1.08274730	1.80	0.2022
EPOCA	1	0.80512513	0.80512513	1.34	0.2672

DEPENDENT VARIABLE: COLTERM1

Source	DF	S.C.	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1.77572704	0.59190901	1.06	0.3964
Error	14	7.79972484	0.55712320		
Cor Total	17	9.57545188			

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
ESTA	2	1.54615244	0.77307622	1.39	0.2820
EPOCA	1	0.22957460	0.22957460	0.41	0.5313

THE MEANS PROCEDURE

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	variance
COLIFO	18	2.0000000	1100.00	242.8888889	409.8960971	96.6134366	168014.81
COLTERM	18	1.0000000	1100.00	104.7777778	259.6782071	61.2067404	67432.77
COLIFO1	18	0.6020600	3.0421816	1.7151706	0.8193556	0.1931240	0.6713437
COLTERM1	18	0.4771213	3.0421816	1.3006975	0.7505077	0.1768964	0.5632619

Variable	Coef Varia.
COLIFO	168.7586859
COLTERM	247.8371012
COLIFO1	47.7710866
COLTERM1	57.7004047

EPOCA LLUVIA

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	
<u>Variance</u>							
COLIFO	9	2.0000000	1100.00	340.3333333	455.0348888	151.6782963	207056.75
COLTERM	9	1.0000000	240.0000000	79.5555556	97.4924499	32.4974833	9504.78
COLIFO1	9	0.6020600	3.0421816	1.9266633	0.9259968	0.3086656	0.8574700
COLTERM1	9	0.4771213	2.3838154	1.4136318	0.7883345	0.2627782	0.6214713

Variable	Coef.Variation
COLIFO	133.7027097
COLTERM	122.5463755
COLIFO1	48.0621993
COLTERM1	55.7666098

EPOCA SECA

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	
<u>Variance</u>							
COLIFO	9	2.0000000	1100.00	145.4444444	358.6224028	119.5408009	128610.03
COLTERM	9	2.0000000	1100.00	130.0000000	363.8110773	121.2703591	132358.50
COLIFO1	9	0.6020600	3.0421816	1.5036779	0.6844667	0.2281556	0.4684946
COLTERM1	9	0.6020600	3.0421816	1.1877633	0.7394345	0.2464782	0.5467633

Variable	Coef:Varia.
COLIFO	246.5700248
COLTERM	279.8546749
COLIFO1	45.5195006
COLTERM1	62.2543629

ESTACION RÍO CHOQUECHACA

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	
<u>Variance</u>							
COLIFO	6	23.0000000	1100.00	315.1666667	418.6652203	170.9193605	175280.57
COLTERM	6	4.0000000	240.0000000	106.0000000	107.1540946	43.7454760	11482.00
COLIFO1	6	1.3979400	3.0421816	2.1192550	0.6762977	0.2760974	0.4573786
COLTERM1	6	0.7781513	2.3838154	1.6849131	0.7022132	0.2866773	0.4931033

Variable	Coef. Variation
COLIFO	132.8393084
COLTERM	101.0887685
COLIFO1	31.9120480
COLTERM1	41.6765199

ESTACION LAGO WINAYMARCA 2

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	
<u>Variance</u>							
COLIFO	6	2.0000000	150.0000000	37.3333333	57.0496859	23.2904368	3254.67
COLTERM	6	1.0000000	93.0000000	19.8333333	36.1962245	14.7770468	1310.17
COLIFO1	6	0.6020600	2.1818436	1.2723075	0.5573686	0.2275448	0.3106598
COLTERM1	6	0.4771213	1.9777236	0.9739427	0.5541062	0.2262129	0.3070337

Variable	Coef.Variation
COLIFO	152.8116588
COLTERM	182.5019722
COLIFO1	43.8076965
COLTERM1	56.8931003

ESTACION CAPTACION EMAPA Y 3

Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev	Std Error	Variance
COLIFO	6	2.0000000	1100.00	376.1666667	560.7378770	228.9202797	314426.97
COLTERM	6	2.0000000	1100.00	188.5000000	446.5506690	182.3035472	199407.50
COLIFO1	6	0.6020600	3.0421816	1.7539493	1.0399188	0.4245451	1.0814312
COLTERM1	6	0.6020600	3.0421816	1.2432368	0.8976207	0.3664521	0.8057229

Variable	Coef Variation
COLIFO	149.0663386
COLTERM	236.8969066
COLIFO1	9.2901310
COLTERM1	72.2002993

Anexo 6. Ámbito de Muestreo



Fuente: Google Earth

Anexo 7. Selección y Marcación del Estación 1- Río Choquechaca



Anexo 8. Selección y Marcación del Estación 2 – Lago Wiñaymarca



Anexo 9. Selección y Marcación del Estación 3 – Captación de Agua por EMAPA-Yunguyo



Anexo 10. Obtención de la Muestra de Agua en el Río Choquechaca



Anexo 11. Análisis "in situ" de Parámetros Físicos y Químicos

- a. Determinación de pH en el río Choquechaca.
- b. Determinación de temperatura en el lago Wiñaymarca.
- c. Determinación de sólidos disueltos totales y conductibilidad eléctrica en el lago Wiñaymarca.
- d. Determinación de oxígeno disuelto en el río Choquechaca.

Anexo 12. Obtención de Muestra de Agua en el Lago Wiñaymarca



Anexo 13. Procesamiento de Muestras de Agua en el Laboratorio de Agua y Suelo de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNA.



Anexo 14. Procesamiento de Muestras de Agua en el Laboratorio de Microbiología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia -UNA

